



Institut Teknologi Padang

Jurusan Teknik Elektro

BAHAN AJAR

SISTEM PROTEKSI TENAGA LISTRIK

TATAP MUKA V&VI.

Oleh:

Ir. Zulkarnaini, MT.

2011

RELE PROTEKSI

- Rele proteksi adalah susunan piranti, baik elektronik maupun magnetic yang direncanakan untuk mendeteksi suatu kondisi ketidak normalan pada peralatan listrik yang bisa membahayakan peralatan tersebut.
- Jika bahaya itu muncul maka relay pengaman akan secara otomatis memberikan sinyal atau perintah untuk membuka pemutus tenaga (circuit breaker) agar bagian yang terganggu dapat dipisahkan dari system yang normal.

- 
- A silhouette of a worker on a utility pole is visible on the left side of the slide. The worker is wearing a hard hat and safety harness, and is positioned as if climbing or working on the pole. The background is a light gray gradient.
- Relay proteksi dapat mengamankan peralatan dengan cara mengukur atau membandingkan besaran-besaran yang dirasakanya, misalnya arus, tegangan, daya, sudut phasa, frekuensi, impedansi dan sebagainya.
 - Alat tersebut akan mengambil keputusan seketika dengan perlambatan waktu membuka pemutus tenaga atau hanya memberikan tanda tanpa membuka pemutus tenaga.

Fungsi Relay Proteksi

- Merasakan, mengukur dan menentukan bagian sistem yang terganggu serta mengisolasinya.
- Mengurangi kerusakan yang lebih parah dari peralatan yang terganggu
- Mengurangi pengaruh gangguan terhadap bagian sistem yang lain tidak terganggu dalam sistem tersebut serta dapat beroperasi normal.

A silhouette of a worker on a utility pole is visible on the left side of the slide. The worker is wearing a hard hat and safety harness, and is positioned as if climbing or working on the pole. The background shows power lines stretching across the top of the slide.

KLASIFIKASI RELAI PROTEKSI

- 1. Berdasarkan Besaran Input***
- 2. Berdasarkan Karakteristik Waktu kerja***
- 3. Berdasarkan jenis kontak***
- 4. Berdasarkan Prinsip Kerja***
- 5. Berdasarkan Fungsi***



BERDASARKAN BESARAN INPUT

- 1 Arus [I] : Relai Arus lebih [OCR]
Relai Arus kurang [UCR]**
- 2 Tegangan [U] : Relai tegangan lebih [OVR]
Relai tegangan kurang [UVR]**
- 3. Frekuensi [f] : Relai frekuensi lebih { OFR]
Relai frekuensi kurang [UFR]**
- 4. Daya [P ; Q] : Relai daya Max / Min
Relai arah / Directional
Relai Daya balik**
- 5. Impedansi [Z] : Relai jarak [Distance]**
- 6. Beda arus : Relai diferensial**



BERDASARKAN KARAKTERISTIK WAKTU KERJA

- 1. Seketika [Relai instsnt / Moment /high speed]**
- 2. Penundaan waktu [time delay]**
 - Definite time relay**
 - Inverse time relay**
- 3..Kombinai instant dengan tunda waktu**



BERDASARKAN JENIS KONTAK

- 1 Relai dengan kontak dalam keadaan normal terbuka [normally open contact]**
- 2. Relai dengan kontak dalam keadaan normal tertutup [normally close contact]**



BERDASARKAN FUNGSI

- 1. Relai Proteksi**
- 2. Relai Monitor**
- 3. Relai programming ; Reclosing relay
synchro check relay**
- 4. Relai pengaturan {regulating relay}**
- 5. Relai bantu sealing unit
lock out relay
closing relay dan
tripping relay**



BERDASARKAN PRINSIP KERJA

1. Tipe Elektromekanis

- a. Tarikan magnet ;**
 - tipe **Plunger**
 - tipe **hinged armature**
 - tipe **tuas seimbang**
- b. Indikasi** :
 - tipe **shaded pole**
 - tipe **KWH**
 - tipe **mangkok { Cup }**

2. Tipe Thermis

3. Tipe gas ; relai buccholz

4. Tipe Tekanan ; pressure relay

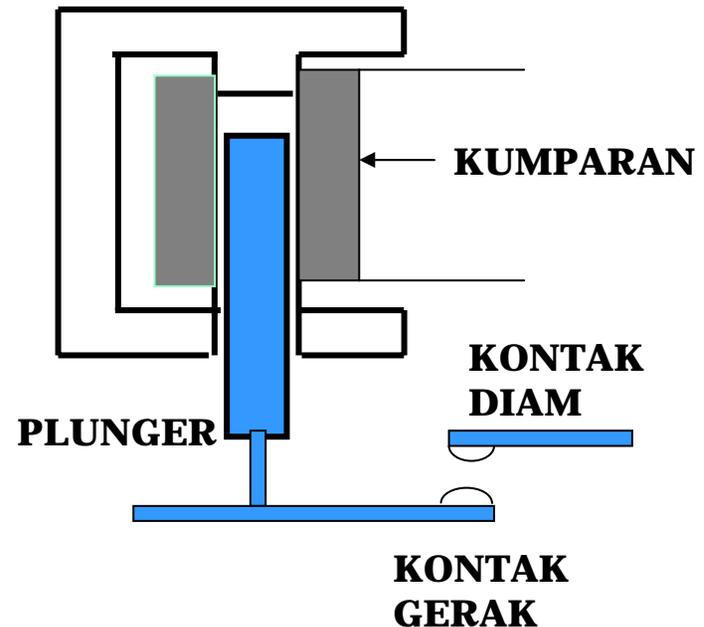
5. Tipe Statik [Elektronik]

1. TIPE PLUNGER

BILA KUMPARAN DIBERI ARUS MELEBIHI NILAI PICK UP NYA, MAKA PLUNGER AKAN BERGERAK KEATAS DAN TERJADI PENUTUPAN KONTAK.

GAYA YANG YANG DITIMBULAKN SEBANDING DENGAN KWADRAT ARUS PADA KUMPARAN .

RELAJ INI MEMPUNYAI WAKTU KERJA YANG CEPAT , SEHINGGA BANYAK DIGUNAKAN SEBAGAI RELAI INSTANTANEOUS .

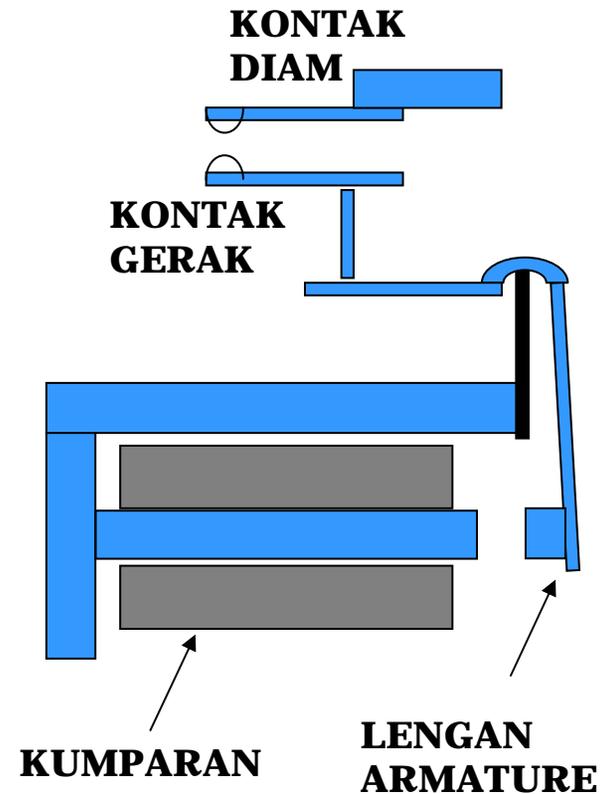


2. TIPE HINGED ARMATURE

BILA KUMPARAN DIBERI ARUS, MAKA LENGAN AKAN TERTARIK SEHINGGA UJUNG LENGAN YANG LAIN AKAN MENGGERAKAN KONTAK.

GAYA ELEKTROMAGNETIK JUGA SEBANDING DENGAN KWADRAT ARUS KUMPARAN.

TIPE INI BANYAK DIGUNAKAN SEBAGAI RELAI BANTU, KARENA DAPAT MEMPUNYAI KONTAK YANG BANYAK DAN KONTAKNYA MEMPUNYAI KAPASITAS PEMUTUSAN ARUS YANG LEBIH BESAR.



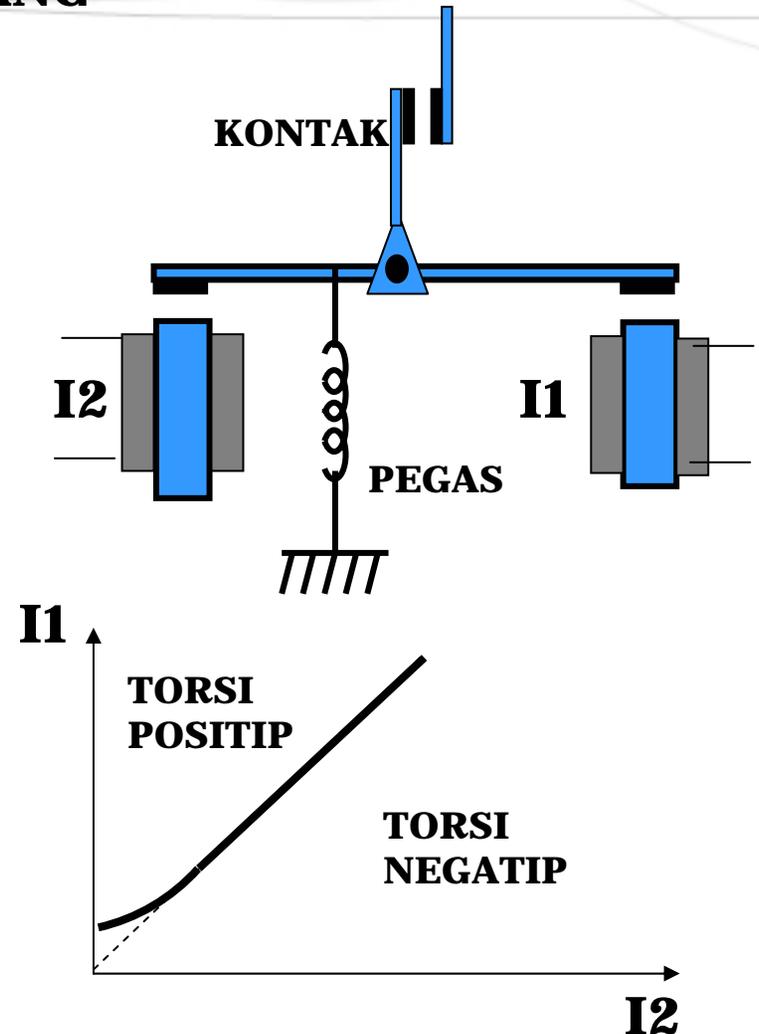
3, TIPE TUAS SEIMBANG [BALANCE BEAM]

TIPE INI TERDIRI DARI DUA KUMPARAN YAITU KUMPARAN KERJA DAN PENAHAN. DALAM KEADAAN SEIMBANG DIMANA GAYA PEGAS DIABAIKAN MAKA $I_1 / I_2 = K$ [KONSTANTE]

BILA I_1 / I_2 LEBIH BESAR DARI K MAKA RELAI AKAN MENUTUP KONTAK

BILA I_1 / I_2 LEBIH KECIL DARI K MAKA RELAI AKAN BUKA KONTAK

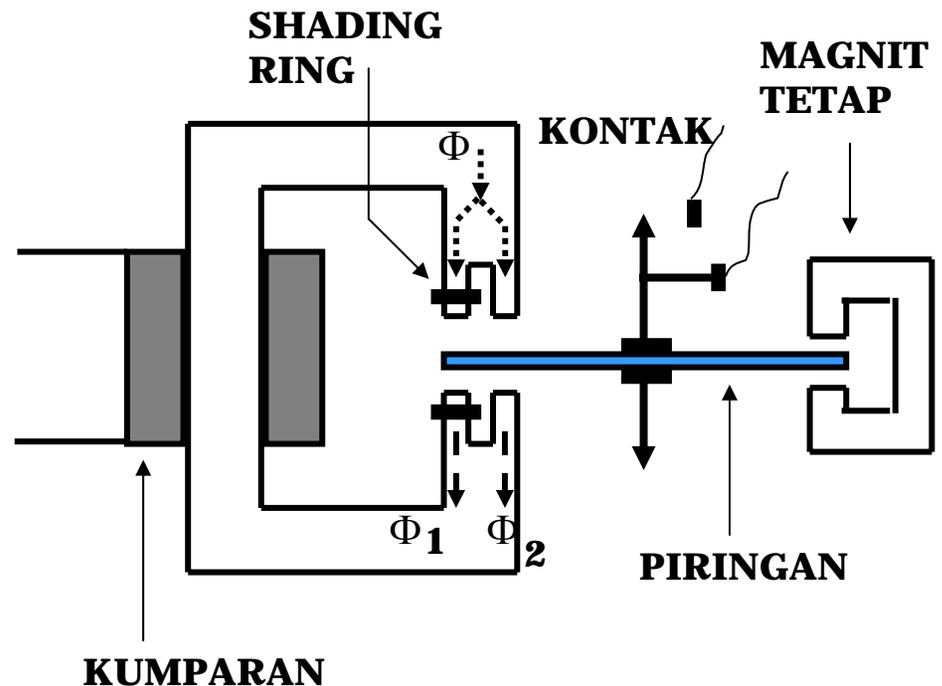
TIPE INI BANYAK DIGUNAKAN SEBAGAI RELAI DIFERENSIAL DAN RELAI JARAK .



4. SHADED POLE INDUCTION DISK

TERJADI BEDA SUDUT FASA
ANTARA FLUK [2] DENGAN
FLUK [1]
KEDUA FLUK INI AKAN
MENGINDUKSIKAN ARUS
PUSAR PADA PIRINGAN

INTERAKSI ANTARA KEDUA
FLUK TERSEBUT AKAN
MENIMBULAKAN TORSI
DAN MENGERAKAN PIRINGAN
KARENA KONTAK GERAK
DIPASNG PADA POROS MAKA
KONTAK AKAN MENUTUP

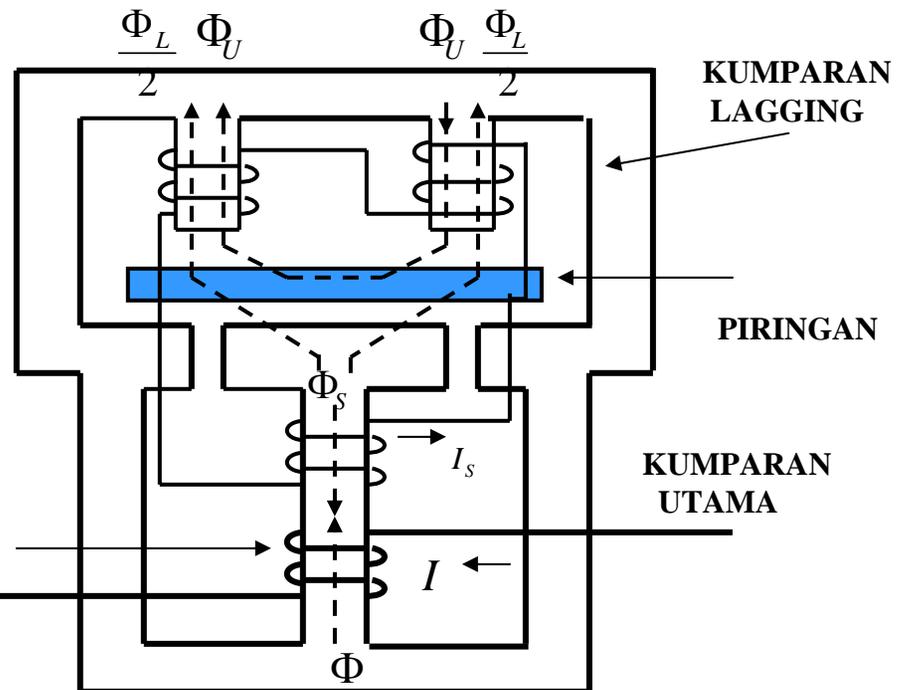


5. TIPE WATTMETRIK [KWH]

INTERAKSI ANTARA FLUK
 Φ_U DAN Φ_L TERHADAP
FLUK YANG DIPEROLEH
DARI ARUS PUSAR YANG
DIINDUKSIKAN PADA
PIRINGAN AKAN MENGERAKAN
PIRINGAN UNTUK BERPUTAR

PUTARAN INI AKAN MENUTUP
KONTAK

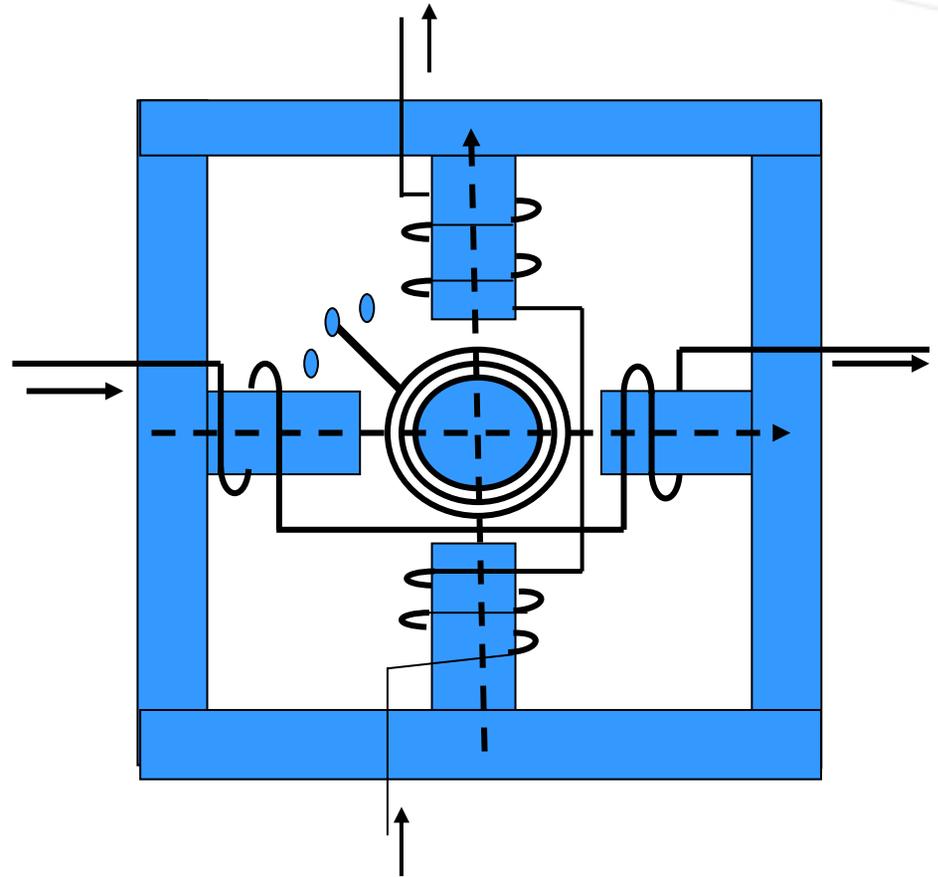
UMUMNYA KARAKTERISTI K
TUNDA WAKTUNYA ADALAH
INVERSE



6. INDUCTION CUP

PRINSIPNYA SAMA SEPERTI MOTOR INDUKSI. TERDAPAT ROTOR ALUMINIUM BERBENTUK SILINDER YANG DI TENGAHNYA INTI MAGNETIK SEHINGGA SILINDER TERSEBUT DAPAT BERPUTAR

PADA SILINDER DIPASANG KONTAK GERAK DAN DAPAT MENUTUP KONTAK KE KIRI ATAU KE KANAN .



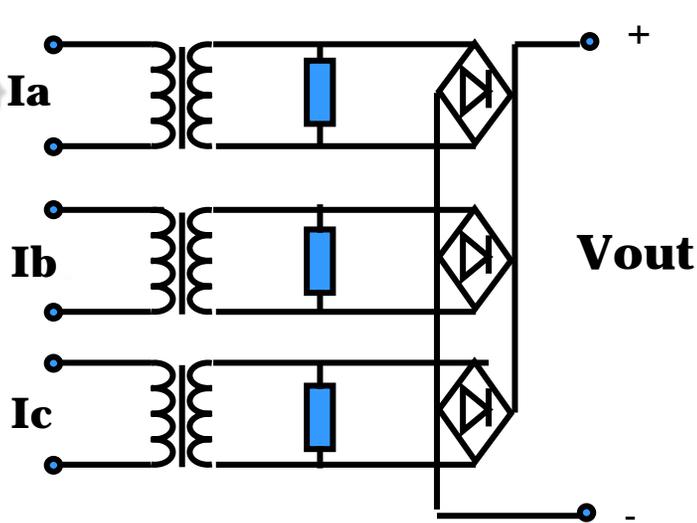
A silhouette of a worker on a utility pole is visible on the left side of the slide. The worker is wearing a hard hat and safety harness, and is positioned as if climbing or working on the pole. The background shows power lines stretching across the top of the slide.

RELAI STATIK / ELEKTRONIK

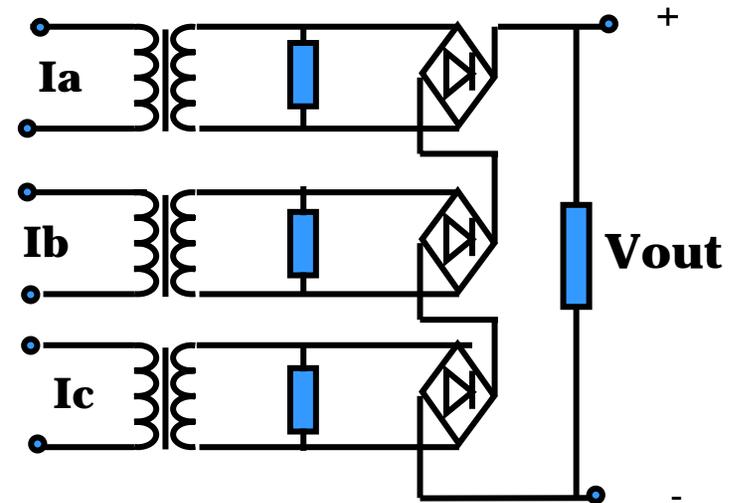
UNIT – UNIT DASAR DARI RELAI STATIK :

- 1. SIRKUIT INPUT [BIASANYA INTERMEDIATE CT]**
- 2. RECTIFIER / PENYEARAH**
- 3. LEVEL DETECTOR**
- 4. TIMER / INTEGRATOR**
- 5. POLARITY DETECTOR**
- 6. COMPARATOR**

1. SIRKUIT INPUT [INTERMEDIATE CT DAN RECTIFIER]



***OUTPUT TERGANTUNG
DARI TEGANGAN INSTANT
YANG TERTINGGI***

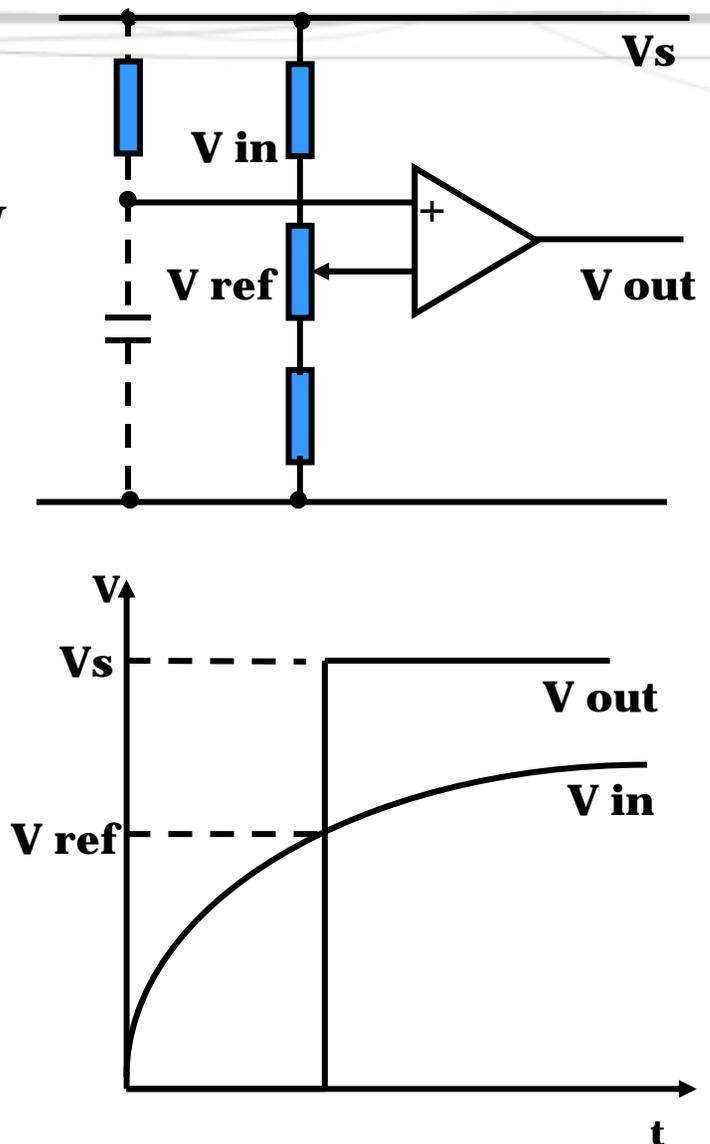


***UOTPUT TERGANTUNG DARI
ARUS INSTATANEOUS YANG
TERTINGGI***

2. LEVEL DETECTOR

LEVEL DETECTOR DC DIGUNAKAN UNTUK MENDETEKSI BILA LEVEL TEGANGAN DC PADA INPUT MELEBIHI SET LEVELNYA .

BILA LEVEL INI DILAMPAUI MAKA OUTPUT DARI LEVEL DETECTOR BERUBAH DARI KONDISI MATI ,ENJADI HIDUP DAN OUTPUT AKAN MENGERAKAN RELAI OUTPUT .

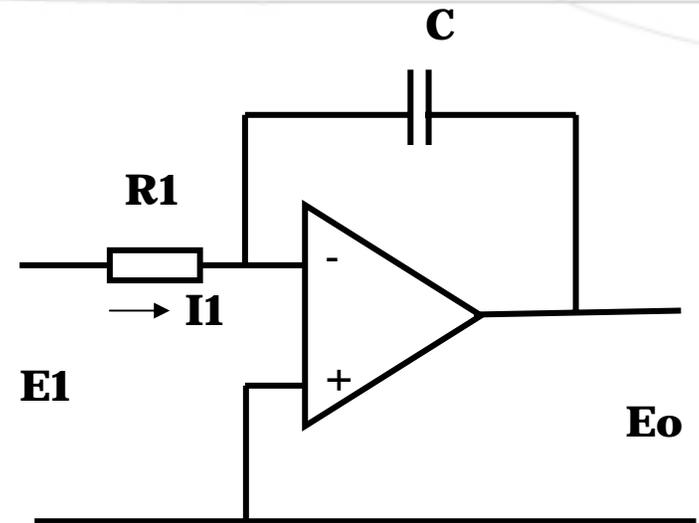


3. INTEGRATOR / TIMING CIRCUIT

**SIRKUIT INTEGRATOR BANYAK
DIGUNAKAN DALAM RELAI
STATIK**

**INPUT ARUS E_1/R_1 DALAM
FEED BACK LOOP KAPASITIF
LEWAT C**

**INVERTING TERMINAL INPUT
ADALAH PADA COMMON
EARTH POTENSIAL, JADI
TEGANGAN PADA C MENJADI
SAMA DAN BERLAWANAN DENGAN E_o**

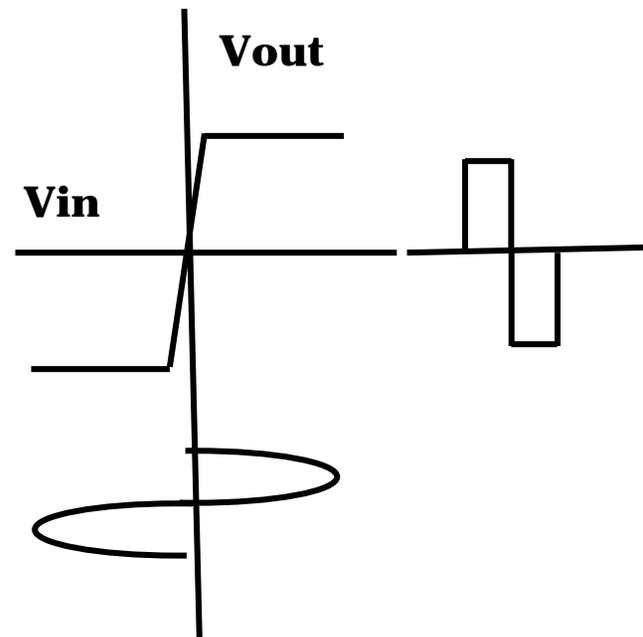
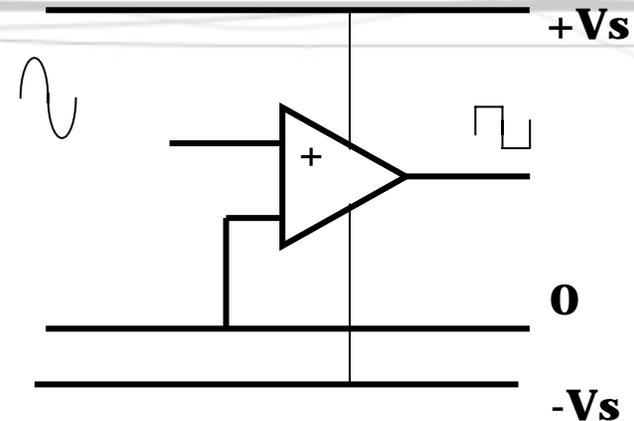


E_o SEBANDING DENGAN INTEGRAL DARI E_1

**SIRKUIT INI DAPAT DIGUNAKAN SEBAGAI RELAI WAKTU
DIMANA KECEPATAN PERUBAHAN DARI OUTPUT
SEBANDING DENGAN BESARNYA SIGNAL INPUT.**

4. POLARITY DETECTOR

**INPUT SIGNAL ADALAH
GELOMBANG SINUS
YANG MANA DIUBAH
KE BENTUK GELOMBANG
KOTAK OLEH GAIN
AMPLIFIER
OUTPUT SIGNAL PADA
DASARNYA ADALAH
DIGITAL YANG HANYA
MEMPUNYAI DUA
KEADAAN [HIGH DAN LOW].**





5. KOMPARATOR

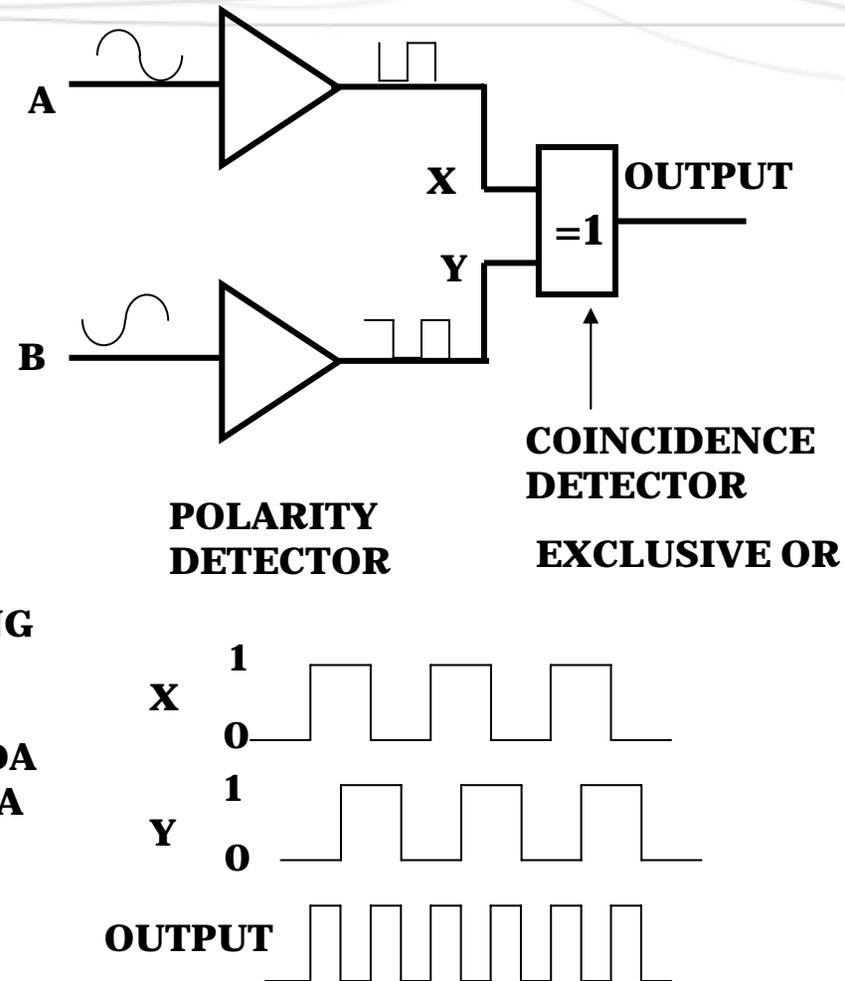
**UNTUK RELAI YANG MEMPUNYAI INOUT
LEBIH DARI SATU MAKA DIGUNAKAN
KOMPARATOR
MISAL RELAI DAYA / DIRECTIONAL ;
RELAJ JARAK**

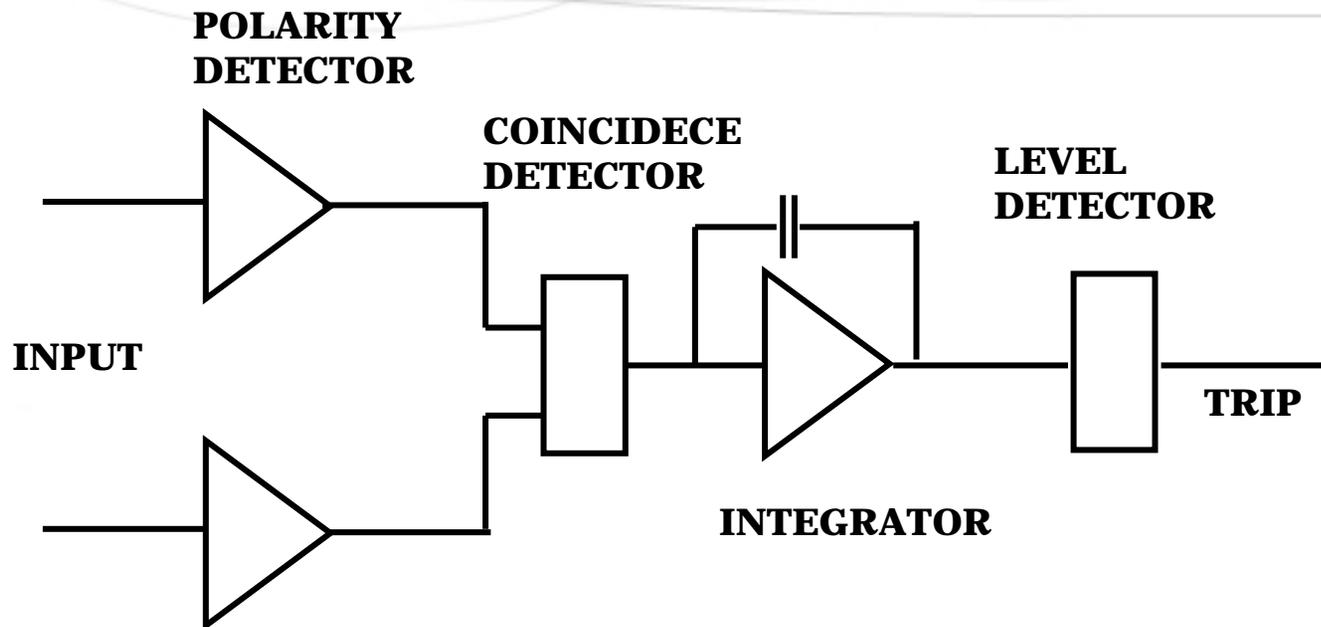
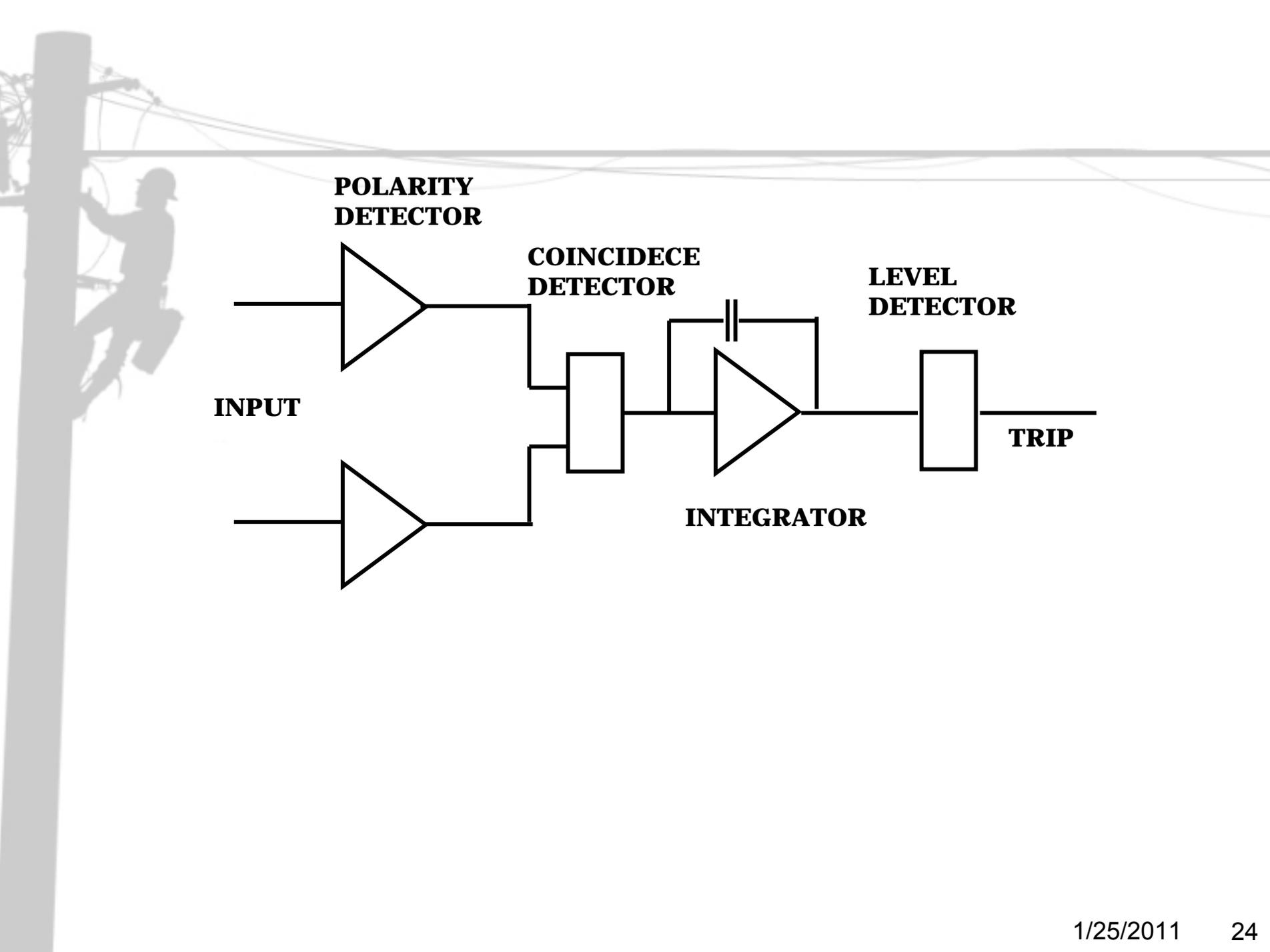
TIPE KOMPARATOR :

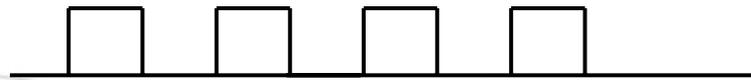
- 1. KOMPARATOR AMPLITUDO**
- 2. KOMPARATOR FASA**

KOMPARATOR FASA

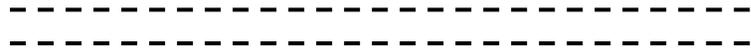
MENGUKUR BEDA FASA ANTARA DUA INPUT GELOMBANG SINUS A DAN B
KEDUA GELOMBANG INI DIUBAH KE BENTUK KOTAK
KEDUA GELOMBANG KOTAK MEMPUNYAI SISI-SISI SESUAI DENGAN GELOMBANG SINUSNYA DAN DIBANDINGKAN DENGAN GERBANG EXCLUSIVE OR . GERBANG LOGIK INI MEMPUNYAI SIFAT HANYA AKAN MEMBERI OUTPUT BILA SALH SATU ADA SIGNAL TETAPI TIDAK KEDUA –DUANYA DAN BEKERJA SEBAGAI POLARITY COINCIDENCE DETECTOR .







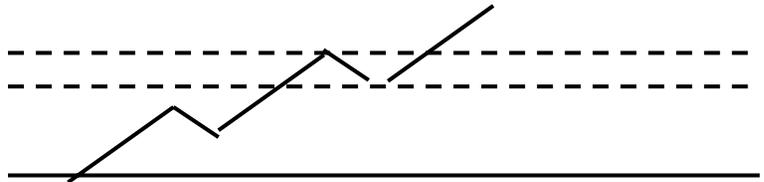
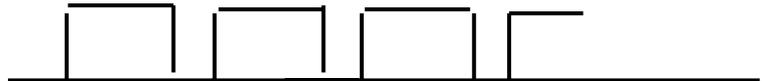
**OUTPUT
COINCIDENCE
DETECTOR**



**OPERATE
RESET**



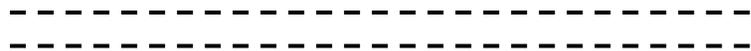
**OUTPUT
INTEGRATOR**



**KONDISI
KERJA**



**KONDISI
RESTRAINT**



Keuntungan rele plunger type

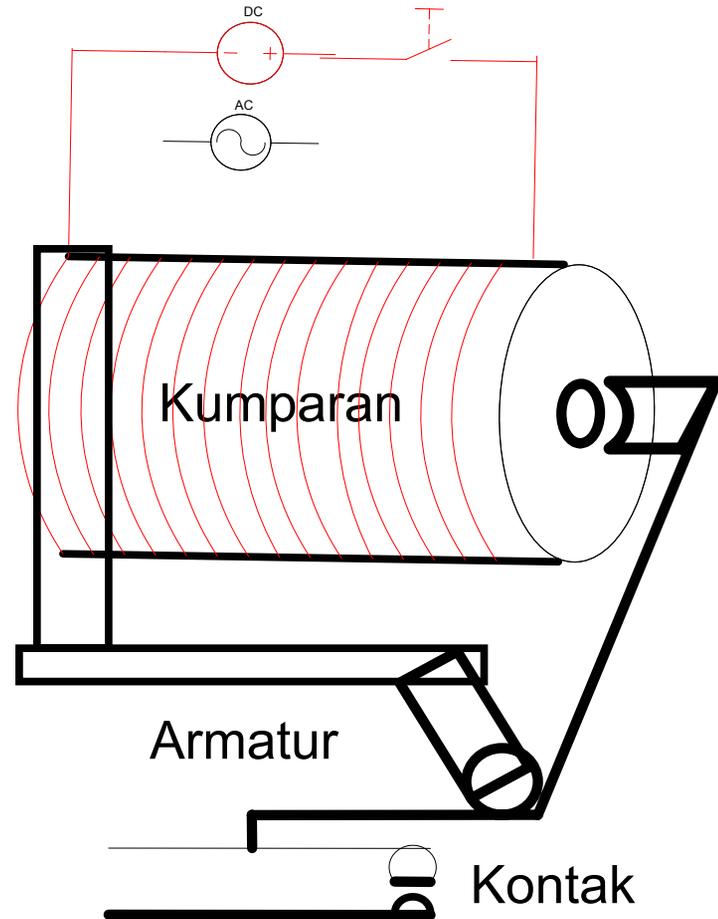
- Dapat digunakan untuk besaran AC/DC
- Konstruksi sederhana
- Waktu reaksinya cepat
- Harga murah
- Dapat direset dengan manual dan secara otomatis

KERUGIAN RELE plunger type

- Terdapat torsi vibrasi apabila digunakan pada besaran AC
- Tidak dapat dioperasikan terus menerus pada posisi pick-up
- Pick-upnya akan menjadi lebih kecil pada besaran arus yang bentuk gelombangnya cacad dibandingkan dengan sinusoidal murni
- Tidak dapat membedakan arah
- Hanya bereaksi hanya salah satu besaran ukur listrik saja yaitu tegangan atau arus dll

Type Hinged Armature Reley

Pada Armature terdapat Contaktor yang bergerak yang mengenai contaktor diam apabila armature tersebut pick-up



PENGGUNAANYA ARMATURE TYPE

- Sebagai rele bantu/auxylary relay untuk memperbanyak contactordari rele yang sensitif dan presi
- Sebagai rele bantu untuk memperbesar kapasitas pemutusan arus dari rele yang lebih sensitif
- Dengan menggunakan rele ini yang dapat direset secara manual akan dapat digunakan antuk memblokir rangkaian (circuit) penutupan breaker untuk mencegah reclosing (penutup kembali) dan biasanya dipasang pada Differential rele

KEUNTUNGANNYA

- Dapat digunakan untuk besaran AC/DC
- Bentuk konstruksi sederhana
- Waktu reaksi kerjanya sangat cepat
- Harganya murah
- Dapat direset secara manual/otomatis
- Dapat mempunyai kontaktor yang banyak
- Tahanan kontaknya baik (keandalan yang tinggi)

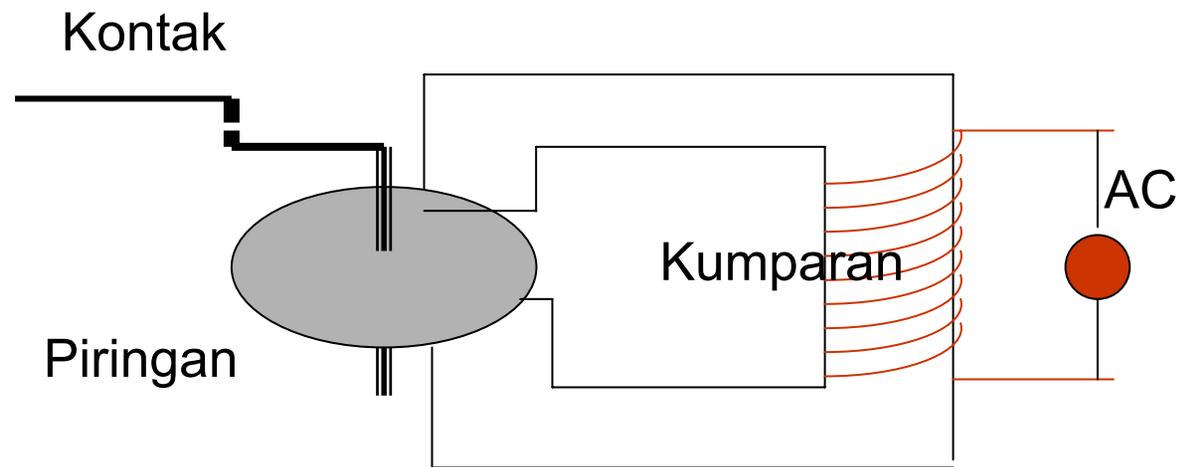
KERUGIANNYA

- Perbandingan antara drop out dengan pick-upnya rendah
- Pick-up dan Drop out tidak dapat distel secara teliti
- Hanya bereaksi terhadap satu besaran ukur listriknya

B. RELE INDUKSI MAKNIT

- 1. Induksi disk type (tipe induksi piringan, rele ini mempunyai piringan metalik (disk) yang terbuat dari tembaga/ aluminium yang dapat diputar dicelah-celah elektromagnet dimana dapat digambarkan sbb:

Relay type induksi disk



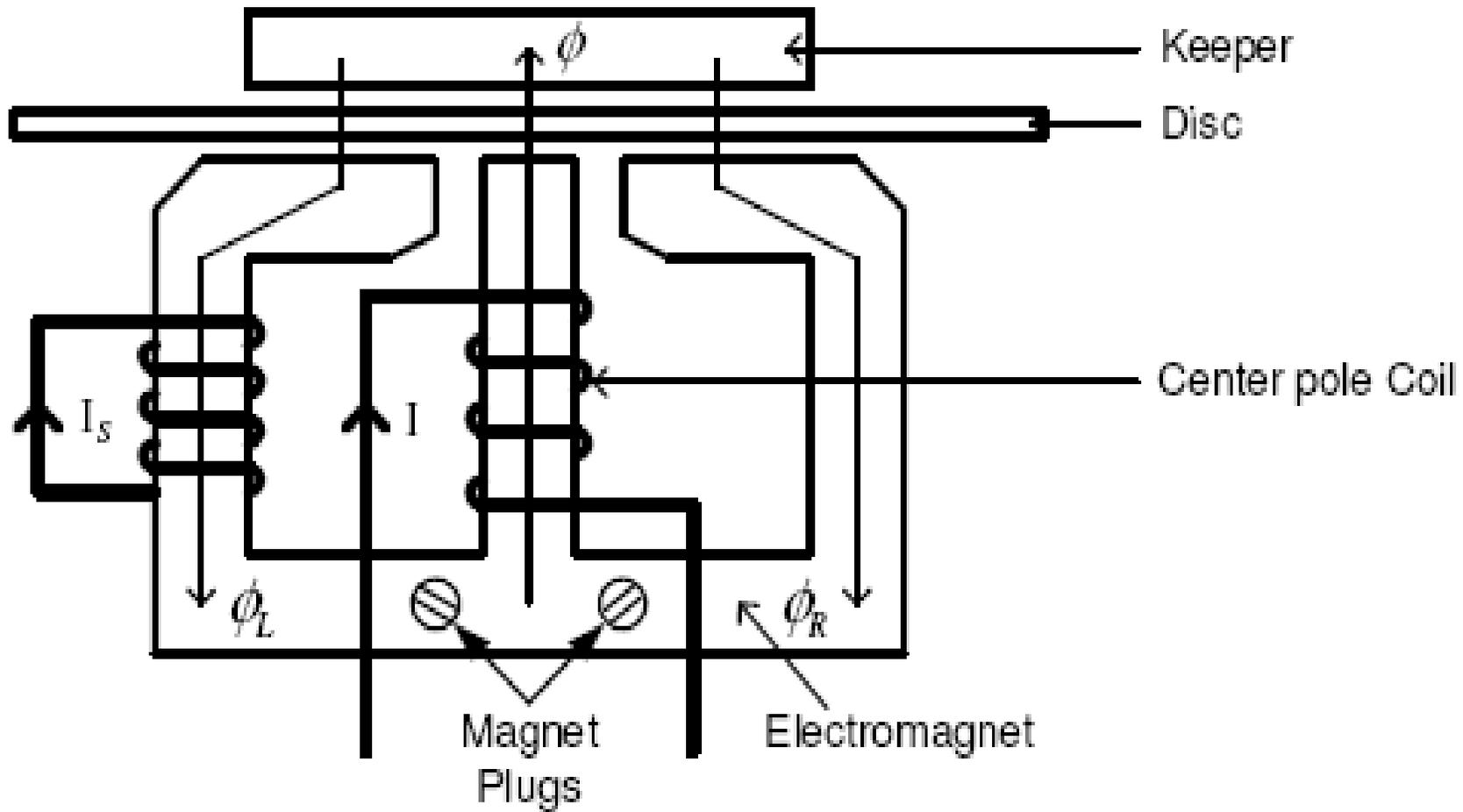
KEUNTUNGANNYA

- Torsi yang ditimbulkan merata dan halus serta tidak terjadi vibrasi untuk besaran AC
- Berbagai karakteristik arus terhadap waktu dapat diperoleh pada relay ini
Misalnya pada definite time, inverse time , very invers dll

Rele arus lebih tipe induksi

- Rele arus lebih adalah rele proteksi yang memberikan respon dengan adanya arus tertentu dan cara kerjanya simpel dan harganya lebih murah
- Rele mempunyai dua elektromagnet. Elektromagnet bagian atas mempunyai dua lilitan yang terdiri primer dan sekunder yang dihubungkan ke Transformator Arus (CT) dari saluran untuk daerah pengamanan dan membuka dengan waktu yang dapat ditentukan. Seperti gambar dibawah

Rele tipe induksi piringan (*disk*)




$$K_I \cdot I^2 = m \frac{d\theta}{dt^2} + K_d \frac{d\theta}{dt} + \frac{\tau_F - \tau_S}{\theta_{\max}} \theta + \tau_S$$

- θ = putaran piringan
- θ_{\max} = putaran piringan untuk kontak menutup
- K_I = hubungan arus dengan torsi konstan
- m = momen inersia piringan
- I = arus input
- K_d = faktor tarikan magnet
- τ_S = torsi awal
- τ_F = torsi maximum

**Sekian
Tatap muka III**

Terima kasih

