

# **TUGAS AKHIR**

## **PERENCANAAN DAN PEMBUATAN UNIT KAPASITOR (KAPASITOR BANK) UNTUK MOTOR TIGA PHASA**



**DISUSUN OLEH**

**NAMA : HARI SETIAWAN**

**NIM : 02.52.033**

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D - III  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
SEPTEMBER 2006**

CHALLENGER BOOK  
INTERNAL SECURITY OF UNITED STATES  
ANTICOMMUNIST RESISTANCE DIVISION  
WASHINGTON, D.C. 20535  
COMMUNICATIONS SECTION

NAME: [REDACTED]  
ADDRESS: [REDACTED]  
CITY: [REDACTED]

ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED  
DATE 10/15/2010 BY 60322 UCBAW/STP

U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE

**LEMBAR PERSETUJUAN  
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN UNIT KAPASITOR (KAPASITOR BANK) UNTUK  
MOTOR TIGA PHASA**


**DISUSUN OLEH:  
NAMA : Hari Setiawan  
NIM : 02. 52. 033**

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro D III**



**Ir. Choirul Saleh, MT**  
**NIP.P: 1018800190**

**Diperiksa dan disetujui**  
**Dosen Pembimbing**



**Ir. H. Taufik Hidayat, MT**  
**NIP.P: 10187000151**

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DIPLOMA III  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
AGUSTUS 2006**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, dimana atas berkat dan rahmat-Nya yang selalu dilimpahkan kepada kita sehingga kita tidak kekurangan sesuatu apapun. Tidak lepas dari kehendak dan kemudahan-Nya, maka penulis berhasil menyusun dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Tidak dapat dipungkiri pula bahwa tidak mungkin penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tanpa bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Untuk itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, Selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME. Selaku Dekan FTI ITN Malang
3. Bapak Ir. Choirul Saleh, MT. Selaku ketua jurusan Teknik Elektro D-III Institut Teknologi Nasional Malang
4. Bapak Ir. Taufik Hidayat, MT. Selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya hingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman yang telah banyak menyumbangkan tenaga dan pikirannya demi terselesainya Tugas Akhir ini
6. Dan semua pihak yang telah banyak membantu demi terselesainya laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami perlukan demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.



Dan akhirnya penulis berharap bahwa tulisan ini nantinya dapat berguna bagi semua pihak dan juga untuk penulis sendiri, yang mana sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang Diploma III.

Malang, Juli 2006

Penyusun

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, dimana atas berkat dan rahmat-Nya yang selalu dilimpahkan kepada kita sehingga kita tidak kekurangan sesuatu apapun. Tidak lepas dari kehendak dan kemudahan-Nya, maka penulis berhasil menyusun dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Tidak dapat dipungkiri pula bahwa tidak mungkin penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tanpa bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Untuk itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, Selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME. Selaku Dekan FTI ITN Malang
3. Bapak Ir. Choirul Saleh, MT. Selaku ketua jurusan Teknik Elektro D-III Institut Teknologi Nasional Malang
4. Bapak Ir. Taufik Hidayat, MT. Selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya hingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman yang telah banyak menyumbangkan tenaga dan pikirannya demi terselesainya Tugas Akhir ini
6. Dan semua pihak yang telah banyak membantu demi terselesainya laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami perlukan demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

## ABSTRAK

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN UNIT KAPASITOR ( KAPASITOR BANK ) UNTUK MOTOR TIGA PHASA.

Hari Setiawan : 2006

*Perencanaan dan pembuatan unit kapasitor ( kapasitor bank ) untuk motor tiga phasa bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari kapasitor bank yang dipasang pada beban listrik ( motor listrik tiga phasa 4 HP), terutama beban yang bersifat induktif sehingga dapat memaksimalkan penggunaan energi listrik.*

*Salah satu hal penting dalam perencanaan kapasitor bank untuk motor tiga phasa apabila menggunakan alat ukur (  $\cos \phi$  meter ) adalah kualitas dari sensor arus ( memiliki validitas yang baik ). Dalam hal ini menggunakan current transformer ( CT ) sebagai sensor arus.*

*Hasil dari perencanaan dan pembuatan kapasitor bank untuk motor tiga phasa didapatkan bahwa alat ini dapat menurunkan arus sebesar 76,9 % dan memperbaiki faktor daya sebesar  $\pm 7,2$  %*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II : PERBAIKAN FAKTOR DAYA</b>	
2.1. Umum.....	5
2.2. Pengertian Faktor Daya.....	5
2.3. Hubungan Faktor Daya Dengan Komponen Daya.....	6
2.3.1. Penempatan Kapasitor.....	9
2.3.2. Pengaruh Pemasangan Kapasitor.....	10

2.4. Kapasitor Bank.....	11
2.4.1. Unit Kapasitor.....	11
2.4.2. Automatic Power Factor Regulator.....	12
2.4.3. Kontaktor Magnetik.....	14
2.4.3.1. Tegangan Kumparan Kontaktor.....	16
2.4.3.2. Toleransi Tegangan.....	16
2.4.3.3. Kontak-kontak Kontaktor.....	16
2.4.3.4. Kontak Utama ( Main Contact ).....	17
2.4.3.5. Kontak Bantu ( Auxiliary Contact ).....	18
2.4.4. Fuse ( Sekering ).....	19
2.4.5. MCB ( Miniature Circuit Breaker ).....	21
2.4.6. Trafo Arus ( CT ).....	24
2.4.7. Push Button.....	27
2.4.8. Pilot Lamp.....	28
2.4.9. Peralatan Kontrol Dan Perlengkapannya.....	29

### **BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT**

3.1. Pelaksanaan Dan Pembuatan Alat.....	30
3.2. Pemasangan Peralatan Pada Boks Panel.....	31
3.3. Pembuatan Simulasi Unit Kapasitor Untuk Motor Tiga Phasa.....	34
3.4. Pemasangan Jaringan Peralatan.....	34

3.4.1. Unit Kendali.....	34
3.4.2. Unit Yang Dikontrol.....	35
3.5. Penentuan Kapasitas Kapasitor.....	35
3.6. Penentuan Kapasitas Pengaman.....	37
3.6.1. Kapasitas Pemutus Daya / MCB.....	37
3.6.2. Kapasitas Fuse.....	37
3.7. Prinsip Kerja.....	38

#### **BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA**

4.1. Hasil Perencanaan Alat.....	43
4.2. Pengujian Kapasitor Bank Menggunakan Motor Tiga Phasa 4 HP.....	45
4.2.1. Tujuan.....	45
4.2.2. Peralatan Yang Digunakan.....	45
4.2.3. Prosedur Pengujian.....	45
4.3. Hasil Dan Analisa Pengujian.....	47
4.3.1. Analisa Hasil Pengukuran.....	47
4.3.2. Analisa Hasil Perhitungan.....	48
4.3.2.1. Analisa Perhitungan Sebelum Kapasitor Aktif.....	48
4.3.2.2. Analisa Perhitungan Setelah Kapasitor Aktif.....	49
4.3.2.3. Analisa Kesalahan.....	50

**BAB V : PENUTUP**

5.1. Kesimpulan.....	52
5.2. Saran-saran.....	53

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Arus Dan $\cos \phi$ .....	47
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Arus.....	50
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Perbaikan Daya Reaktif.....	51



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Segitiga Daya.....	7
Gambar 2.2. Segitiga Daya.....	8
Gambar 2.3. Kapasitor Tegangan Rendah .....	12
Gambar 2.4. Automatic Power Factor Regulator .....	13
Gambar 2.5. Bagian-bagian Utama Dari Kontaktor dan Symbol Pengawatan Listrik.....	15
Gambar 2.6. Sebuah Kontaktor Yang Memiliki Tiga Kontak Utama.....	18
Gambar 2.7. Kontak Bantu.....	19
Gambar 2.8. Fuse Holder dan Fuse Tube.....	20
Gambar 2.9. Fuse Holder.....	21
Gambar 2.10. Dimensi Fuse Holder.....	21
Gambar 2.11. Diagram Arus Waktu MCB Type L, G, H.....	23
Gambar 2.12. MCB ( Miniature Circuit Breaker ).....	24
Gambar 2.13. Rangkaian Transformator Arus.....	25
Gambar 2.14. Vektor Burden Volt-Ampere.....	26
Gambar 2.15. Trafo Arus ( CT ).....	27
Gambar 2.16. Push Button NO.....	28
Gambar 2.17. Push Button NC.....	28
Gambar 2.18. Pilot Lamp ON.....	28

Gambar 3.1.	Perencanaan Panel Bagian Luar.....	32
Gambar 3.2.	Perencanaan Panel Bagian Dalam.....	33
Gambar 3.3.	Diagram Pengawatan Daya Untuk Motor.....	38
Gambar 3.4.	Diagram Untuk Rangkaian Kontrol Motor.....	39
Gambar 3.5.	Diagram Pengawatan Rangkaian Lengkap.....	40
Gambar 3.6.	Diagram Alir Rangkaian.....	42
Gambar 4.1.	Boks Panel Bagian Kontrol ( tampak luar ).....	43
Gambar 4.2.	Boks Panel Bagian Kontrol ( tampak dalam ).....	44
Gambar 4.3.	Boks Panel Bagian Tenaga.....	44
Gambar 4.4.	Pengujian Kapasitor Bank Untuk Motor Tiga Phasa 4 HP.....	46
Gambar 4.5.	Penunjukan Pada Alat Ukur Sebelum Kapasitor Bank Aktif.....	46
Gambar 4.6.	Penunjukan Pada Alat Ukur Setelah Kapasitor Bank Aktif.....	47
Gambar 4.7.	Fasor Sebelum Kapasitor Aktif.....	48
Gambar 4.8.	Fasor Setelah Kapasitor Aktif.....	49

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Kebutuhan akan energi listrik pada dunia industri, rumah tinggal dan lain sebagainya adalah sangat penting. Karena demikian luas dan pentingnya peranan energi listrik tersebut, maka perlu diupayakan penggunaan energi listrik yang seoptimal mungkin. Untuk mengoptimalkan penggunaan energi listrik tersebut dapat dicapai dengan cara memperbaiki jatuh tegangan dan rugi - rugi pada motor, serta menggunakan energi listrik sesuai kebutuhan. Hal – hal yang menyebabkan jatuh tegangan dan rugi – rugi pada motor antara lain rugi yang disebabkan arus beban yang mengalir pada kawat tembaga, rugi yang disebabkan fluks bolak – balik, dan rugi yang disebabkan arus pusar pada inti besi. Dan itu sangat merugikan baik ditinjau dari segi ekonomis maupun dari segi teknis.

Pada sumber listrik arus bolak – balik ( AC ), kita mengenal adanya tiga jenis daya yang dikeluarkan yaitu daya semu ( KVA ), daya nyata ( KW ), dan daya reaktif ( KVAR ). Dimana perbandingan antara daya aktif dan daya nyata akan menghasilkan factor daya (  $\cos \varphi$  ).

Hal – hal yang merugikan tersebut diatas dapat ditekan sekecil mungkin, salah satunya dengan cara memperbaiki faktor daya menggunakan kapasitor bank, sehingga didapatkan keuntungan – keuntungan antara lain sebagai berikut :

- Meningkatkan kinerja dari motor tersebut.
- Mengurangi kerugian – kerugian pada system atau memperbaiki efisiensi pada motor tersebut.
- Memperpanjang umur peralatan listrik.
- Menghemat pemakaian energi listrik.

Pemakaian kapasitor bank akan menurunkan arus dan akan bekerja sesuai dengan system kontrol, sehingga diharapkan daya keluarannya memiliki arus yang lebih rendah ( kecil ) dan juga faktor daya yang lebih baik. Oleh karena itu dalam tugas akhir ini dengan menggunakan kapasitor bank agar dapat menghasilkan suatu arus yang rendah dan faktor daya (  $\cos \phi$  ) yang lebih baik, sehingga efisiensi dari kinerja suatu motor akan dapat lebih optimal.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Mengacu pada permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang sebelumnya, maka rumusan masalah ditekankan pada :

1. Bagaimana merancang dan membuat suatu alat untuk memperbaiki faktor daya (  $\cos \phi$  ) dengan menggunakan kapasitor bank.
2. Bagaimana pengaruh kapasitor bank terhadap efisiensi kerja suatu motor 3 phasa.

### **1.3. Tujuan**

#### **1. Umum**

Penyusunan proposal laporan akhir ini bertujuan untuk merencanakan dan membuat unit kapasitor ( capacitor bank ) untuk motor 3 phasa, yang nantinya dapat diaplikasikan dalam dunia industri. Dan diharapkan dapat mendukung kegiatan perkuliahan, terutama dalam bidang ilmu mesin listrik.

#### **2. Khusus**

Tujuan khusus dari penyusunan proposal laporan akhir ini adalah untuk mengetahui besar pengaruh unit kapasitor yang dirancang terhadap besar penurunan arus dan besar perbaikan  $\cos \phi$  pada motor tiga phasa

### **1.4. Batasan Masalah**

Dalam penulisan tugas akhir ini akan diberikan batasan – batasan masalah supaya tidak menyimpang dari tujuan penulisan, batasan – batasan masalah tersebut meliputi :

1. Alat dapat bekerja pada tegangan jala – jala PLN 220/380 V tiga phasa dengan frekuensi jala – jala 50 Hz
2. Beban yang akan diperbaiki factor dayanya adalah beban yang bersifat induktif
3. Rangkaian dari unit kapasitor ( capacitor bank )
4. Tidak membahas tentang motor listrik yang digunakan sebagai obyek percobaan.

## **1.5. Sistematika Penulisan**

Penulisan tugas akhir ini akan dibagi dalam beberapa bab yaitu sebagai berikut :

**BAB I : Pendahuluan**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, sistematika penulisan.

**BAB II : Landasan Teori**

Pada bab ini dibahas tentang teori – teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

**BAB III : Perencanaan dan Pembuatan Alat**

Pada bab ini membahas tentang perencanaan dan pembuatan alat

**BAB IV : Hasil Perencanaan dan Pengujian Alat**

Membahas tentang hasil dari perencanaan alat, pengujian yang dilakukan terhadap alat yang dibuat, data hasil pengujian, dan juga analisisnya.

**BAB V : Penutup.**

Pada bab ini membahas tentang kesimpulan dari keseluruhan pembahasan masalah dan saran – saran.

## BAB II

### PERBAIKAN FAKTOR DAYA

#### 2.1. Umum

Dalam rangkaian listrik, daya merupakan suatu besaran yang penting. Ukuran komponen – komponen dalam peralatan elektronika terutama ditentukan karena kebutuhan untuk menghilangkan tenaga listrik yang berubah menjadi panas. Pada umumnya kegunaan suatu peralatan listrik berhubungan dengan daya keluaran yang dihasilkannya.

Untuk memperbaiki agar factor daya meningkat, diperlukan suatu komponen daya yang dapat mengatasi masalah tersebut. Salah satu caranya adalah dengan memasang kapasitor daya yang dihubungkan parallel pada sistem yang ingin diperbaiki faktor dayanya.

#### 2.2. Pengertian Faktor Daya

Faktor daya didefinisikan sebagai perbandingan antara daya nyata atau daya aktif dengan daya semu atau daya tampak. Dinyatakan dengan persamaan :

$$Pf = \frac{V.I.Cos\varphi}{V.I} = Cos \varphi \dots\dots\dots ( 2.1 )$$

Dimana : Pf            = Faktor daya

VI cos  $\varphi$  = Daya nyata (p)

VI            = Daya semu

Suatu rangkaian dimana arus yang mengalir didalamnya tertinggal dari tegangan (yaitu rangkaian induktif) dikatakan mempunyai factor daya tertinggal. Suatu rangkaian yang arusnya mendahului tegangannya dikatakan mempunyai factor daya mendahului

Pada umumnya beban-beban bersifat induktif, sehingga factor daya yang terjadi adalah factor daya tertinggal. Besarnya factor daya ini tergantung pada besarnya komponen induktif yang terpasang dalam sistem. Semakin besar beban induktif yang digunakan akan semakin rendah faktor daya sistem tenaga listrik.

### **2.3. Hubungan factor Daya Dengan Komponen Daya**

Untuk dapat memahami hubungan antara daya nyata, daya semu, dan daya reaktif maka akan dijelaskan terlebih dahulu pengertian dari masing-masing komponen daya tersebut sebagai berikut :

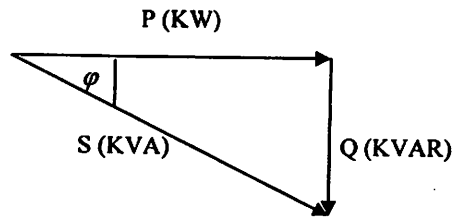
**Daya Nyata (P) :** Adalah jumlah daya yang melakukan usaha sebenarnya dinyatakan dalam satuan watt

**Daya Reaktif (Q) :** Adalah daya yang timbul karena adanya pembentukan medan magnet, dinyatakan dalam volt ampere reaktif (VAR)

**Daya Semu (S) :** Adalah daya yang disalurkan oleh sistem yang merupakan penjumlahan secara Vektoris antara daya nyata dan daya reaktif, dinyatakan dalam volt ampere (VA)

Sedangkan hubungan antara masing-masing komponen dapat dilihat dalam gambar 2.1 berikut :





**Gambar 2.1**  
**SEGITIGA DAYA**

( Hasan basri, Sistem distribusi )

Dari gambar 2.1 persamaan berikut :

$$P = S \times \cos \varphi \dots\dots\dots (2.2)$$

$$Q = S \times \sin \varphi \dots\dots\dots (2.3)$$

$$S^2 = P^2 + Q^2 \text{ maka } S = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

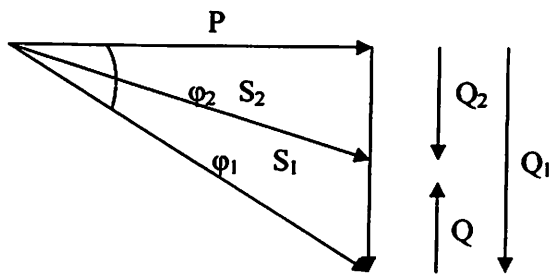
P = Daya Nyata (KW)

Q = Daya Buta (KVAR)

S = Daya Semu (KVA)

$\varphi$  = Sudut Fasa (derajat)

Untuk menentukan kapasitas kapasitor yang diperlukan apabila diinginkan perbaikan faktor daya dari  $\cos \varphi_1$  menjadi  $\cos \varphi_2$  dapat pula ditentukan dari segitiga daya seperti pada gambar 2-2 berikut :



**Gambar 2-2**

**SEGITIGA DAYA**

*( Hasan basri, Sistem distribusi )*

**Keterangan :**

**Q** : kapasitas kapasitor yang diperlukan dalam KVAR

**Q<sub>1</sub>**: daya reaktif sebelum perbaikan faktor daya dalam KVAR

**Q<sub>2</sub>**: daya reaktif setelah perbaikan faktor daya dalam KVAR

**φ<sub>1</sub>**: sudut fasa sebelum perbaikan faktor daya dalam derajat

**φ<sub>2</sub>**: sudut fasa setelah perbaikan faktor daya dalam derajat

**P** : daya nyata dalam KW

**S<sub>1</sub>**: daya semu sebelum perbaikan dalam KVA

**S<sub>2</sub>**: daya semu setelah perbaikan dalam KVA

Untuk menentukan kapasitas kapasitor yang diperlukan apabila diinginkan perbaikan faktor daya dari  $\cos \phi_1$  menjadi  $\cos \phi_2$ , dapat diperoleh dari persamaan berikut :<sup>[2]</sup>

$$Q = P \times ( \operatorname{tg} \phi_1 - \operatorname{tg} \phi_2 ) \dots\dots\dots ( 2.5 )$$

Dari diagram segitiga daya pada gambar 2.2 dapat dijelaskan sebagai berikut :

KVA<sub>1</sub> dihitung dari perkalian antara tegangan dan arus yang diukur pada cos φ<sub>1</sub>, sehingga beban dalam KW dapat ditentukan dari persamaan berikut :

$$P = \cos \varphi_1 \times S_1 \dots\dots\dots( 2.6 )$$

Sehingga diperoleh KVAR beban sebesar :

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P^2} \dots\dots\dots( 2.7 )$$

Jadi apabila diinginkan factor daya dari cos φ<sub>1</sub> menjadi cos φ<sub>2</sub> dimana daya beban KW tetap akan diprokeh daya KVAR<sub>2</sub> sebagai berikut :

$$P = \cos \varphi_2 \times S_2 \dots\dots\dots( 2.8 )$$

$$Q_2 = \sqrt{(S_2)^2 - (P)^2} \dots\dots\dots( 2.9 )$$

Sehingga besarnya kapasitas kapasitor yang diperlukan sebesar :

$$Q = Q_1 - Q_2 \dots\dots\dots( 2.10 )$$

### 2.3.1. Penempatan Kapasitor

Penempatan kapasitor daya pada suatu sistem tenaga listrik dimaksudkan untuk menetralsir pengaruh factor daya beban yang tertinggal pada beban KW yang tetap. Beberapa penempatan kapasitor berikut ini dapat dipilih untuk mendapatkan perbaikan faktor daya yang optimum :

- a. Kapasitor ditempatkan terpisah pada pusat pelayanan beban
- b. Kapasitor ditempatkan pada rangkaian cabang
- c. Kapasitor ditempatkan secara individu

### 2.3.2. Pengaruh Pemasangan Kapasitor

Kapasitor-kapasitor untuk perbaikan faktor daya dapat dihubungkan bintang atau segitiga seperti pada gambar 2.2. apabila daya kapasitor  $Q_c$ , maka didapat hubungan

$$Q_c = \sqrt{3} \cdot I_L \cdot V_L, \text{ Besarnya kapasitansi kapasitor untuk hubungan delta adalah :}$$

$$Q_c = \sqrt{3} \cdot (\sqrt{3} \cdot I_c) V = 3 I_c V \text{ Atau } Q_c = 3 \cdot I_c \cdot V \cdot 10^{-6} \text{ MVAR}$$

$$\text{Maka } C_d = \frac{Q_c \cdot 10^6}{6\pi \cdot f \cdot V^2} \mu\text{F} \dots \dots \dots (2.11)$$

Besarnya kapasitansi kapasitor hubung bintang,  $Q_c = \sqrt{3} \times I_c \times V \times 10^{-6} \text{ MVAR}$ ,

$$\text{sedangkan } I_c = \frac{10^3 \times \frac{V}{\sqrt{3}}}{X_c} \text{ Amper selanjutnya } X_{cb} = \frac{10^{-6}}{2\pi f c} \text{ ohm}$$

Maka didapat  $Q_c = 2\sqrt{3} \times \mu \times f \times C_b \times V^2 \times 10^{-9} \text{ MVAR}$ , sehingga didapat : [2]

$$C_b = \frac{Q_c \cdot 10^6}{2\sqrt{3} \cdot \pi \cdot f \cdot V^2} \mu\text{F} \dots \dots \dots (2.12)$$

Jadi kapasitansi kapasitor yang diperlukan untuk hubungan delta adalah akar tiga kali lebih kecil daripada hubungan bintang, sehingga dapat digunakan kapasitor yang jauh lebih kecil. Karena itu kapasitor-kapasitor untuk perbaikan faktor daya hampir selalu dihubungkan delta.

Dengan dipasang kapasitor pada sistem tenaga listrik akan diperoleh keuntungan-keuntungan antara lain :

- a. Penghematan daya dalam KVA
- b. Pengurangan rugi-rugi saluran dalam KW
- c. Pengurangan jatuh tegangan disisi beban

## **2.4. Kapasitor Bank**

Setiap kapasitor bank yang harus diamankan dengan Circuit Breaker ( CB ) sebagai pengaman utama yang berfungsi untuk melindungi kapasitor bank maupun kabel suplainya dari kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan hubung singkat. Sedangkan untuk mengamankan masing – masing bagian kapasitor dari kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan hubung singkat juga harus dilengkapi dengan pengaman lebur ( fuse ) pada setiap penghantar fasanya.

Untuk menghubungkan masing – masing bagian kapasitor atau step – step kapasitor ke system diperlukan peralatan penghubung yang berupa kontaktor. Agar bekerjanya masing – masing step kontaktor tersebut secara otomatis berurutan, masih diperlukan relay pengatur yang disebut *automatic power factor regulator ( APFR )*. Regulator ini yang akan mengatur kontaktor mana yang akan bekerja untuk menghubungkan kapasitor ke system, di samping itu juga akan memerintahkan kontaktor untuk memutuskan hubungannya dari system, Sistem kerja tersebut didasarkan pada kondisi factor daya system yang akan diperbaiki.

Suatu panel kapasitor bank biasanya terdiri dari beberapa komponen peralatan seperti yang dijelaskan pada sub – sub bab berikut ini.

### **2.4.1. Unit Kapasitor**

Kapasitor tegangan rendah 400 V / 50 Hz menggunakan bahan isolasi cairan pematat dan kertas, dan lapisannya terbuat dari bahan polypropylene metal yang dibungkus dengan bahan resisthermosetting, biasanya kapasitor tersebut

sudah dilengkapi dengan resistor pelepas muatan serta kapasitor sudah terhubung delta.

Unit kapasitor harus memenuhi standard IEC 70, rugi – ruginya selama operasi normal harus tidak boleh melebihi 0,4 W/KVA rata – rata, termasuk rugi – rugi pada resistor pelepas muatannya.

Spesifikasi kapasitor tegangan rendah meliputi :

- Nilai kapasitansi dalam Farad
- Besarnya daya dinyatakan dalam KVAR.
- Frekuensi kerja kapasitor dalam Hz.
- Kemampuan isolasi dari kapasitor dalam KV.

Gambar 2.6 memperlihatkan suatu unit kapasitor tersebut.



**Gambar 2.3**

### **KAPASITOR TEGANGAN RENDAH**

#### **2.4.2. Automatic Power Factor Regulator**

Terdapat beberapa merk regulator dengan desain standard dari type elektronik seperti misalnya CIRCUTOR maupun VARLOGIC, cara kerja

regulator tersebut dapat secara otomatis maupun manual dengan cara men-set pada bagian depan peralatan tersebut.

Regulator ini bekerja apabila diberikan suplai tegangan berupa tegangan fasa – fasa atau fasa netral. Untuk mengatur step – step kapasitor yang harus terhubung ke system, regulator ini harus dihubungkan ke trafo arus ( CT )dengan perbandingan arus tertentu, biasanya untuk arus sekundernya adalah 5A. Regulator ini yang nantinya memerintahkan kontaktor untuk bekerja sesuai dengan urutan yang terprogram padanya.

Regulator ini mempunyai batas pengaturan  $\cos \phi$  yaitu antara 0,85 induktif sampai 0,95 kapasitif, dimana untuk mendapatkan  $\cos \phi$  yang diinginkan dapat dilakukan dengan jalan men-set  $\cos \phi$  pada harga yang ditetapkan.



**Gambar 2.4**

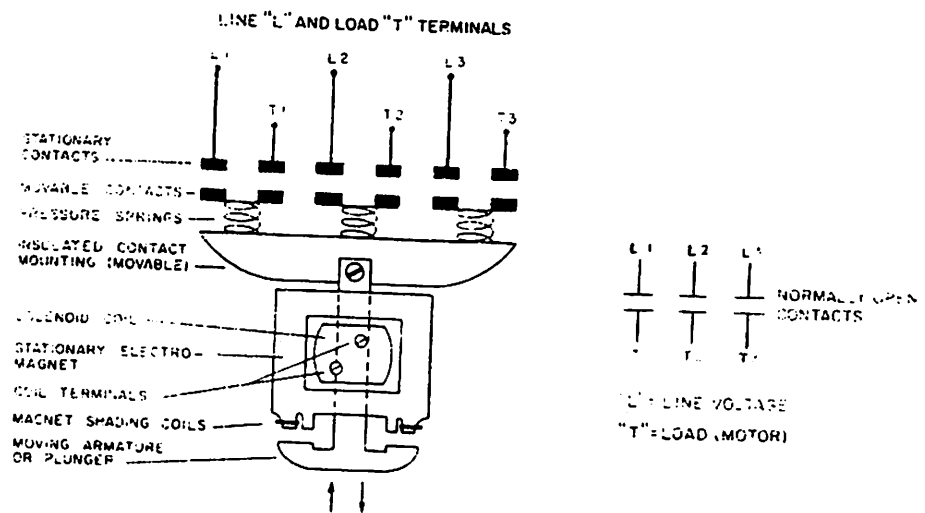
### **POWER FACTOR REGULATOR**

### **2.4.3. Kontaktor Magnetik**

Kontaktor adalah suatu peralatan hubung yang bekerja secara elektromagnet, yaitu menggunakan tenaga elektromagnet menutup ( menghubungkan ) dan membuka ( memutuskan ) rangkaian. Kontaktor digunakan didalam kombinasi dengan alat pengontrol lain seperti tombol tekan ( push button ), sakelar batas ( limit switch ), timer, thermostat, dan sebagainya untuk menghubungkan dan memutuskan beban-beban resistif, induktif, maupun kapasitif seperti lampu-lampu, pemanas, resistor, induktor, kapasitor dan untuk mengontrol motor-motor listrik dimana overload protection diberika secara terpisah.

Bagian utama dari kontaktor adalah sebuah electromagnet yang terdiri dari inti magnet dan kumparan ( coil ), seperangkat kontak dan jangkar penggerak ( moving armature ) atau plunger.





**Gambar 2.5**

**Bagian-bagian utama dari sebuah kontaktor dan symbol pengawatan listrik**  
*( Abdul Manaf, Desain Instalasi Listrik, hal 1 )*

Cara kerjanya adalah sebagai berikut :

Bila ada arus melalui kumparan ( coil ) kontaktor, maka inti magnet akan menghasilkan fluks ( medan magnet ) yang menarik armature sehingga kontaknya bekerja ( menutup atau membuka ). Kontaktor ini dilengkapi dengan pegas pada kontak geraknya ( movable contact )

Sehingga kontaknya akan kembali pada posisi semula bila arus dalam kumparan diputus.

Kontaktor memiliki kelebihan, karena dapat menghubungkan rangkaian listrik pada arus yang besar dan tegangan yang tinggi dengan menggunakan tegangan yang rendah dan arus yang kecil didalam kumparannya. Dengan demikian operator tidak langsung menghubungkan atau menutup tegangan yang tinggi sehingga aman dari bahaya tegangan tinggi.

#### **2.4.3.1. Tegangan Kumparan Kontaktor**

Tegangan kontrol :

- 24, 42, 48, 110, 220 Vac
- 24, 48, 60, 110, 220 Vdc.

#### **2.4.3.2. Toleransi Tegangan**

Toleransi tegangan untuk kumparan kontaktor antara 85 % - 110 %.

- Operasi pada atau diatas batas ( rating ) atas ( upper limit ) dapat menyebabkan kerusakan pada kumpran. Tegangan tinggi yang konstan dapat merusak isolasi dan akhirnya membakar kumparan.
- Operasi yang mendekati atau dibawah batas ( rating ) bawah ( lower limit ) dapat menimbulkan bunga api sehingga merusak kontak-kontak dan dapat melepas armature, membuka kontak dan mematikan beban.

#### **2.4.3.3. Kontak-kontak Kontaktor**

Kontak-kontak pada kontaktor berfungsi sebagai pemutus dan penghubung rangkaian. Kontak-kontak pada kontaktor ini terdiri dari dua bagian, yaitu kontak utama ( main contact ) dan kontak Bantu ( auxiliary contact ).

Kontak utama digunakan untuk rangkaian utama ( rangkaian daya )

Yaitu untuk menghubungkan sumber dengan beban. Sedangkan kontak bantu dipersiapkan untuk melengkapi atau membantu kerja rangkaian control, misalnya untuk mengunci kontaktor magnet itu sendiri maupun untuk keperluan lain seperti

sistem kerja berurutan, interlock dan sebagainya atau sebagai kontak sinyal pada peralatan kontrol.

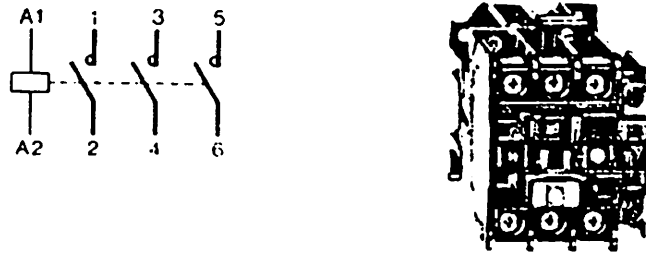
Kontak-kontak ini terdiri dari kontak NO ( normally open ) atau normal membuka dan kontak NC ( normally closed ) atau normal menutup.

Kata “normal” berarti keadaan kontak kondisi tidak dioperasikan atau tidak berdaya ( de-energised ). Istilah “normally open” ( normal membuka ) berarti posisi switch ( kontak ) dalam keadaan tidak dioperasikan ( tidak mendapat tegangan ) adalah terbuka. Sedangkan istilah “normally closed” ( NC ) berarti bahwa posisi kontak dalam keadaan normal ( tidak dioperasikan atau tidak mendapat tegangan ) adalah tertutup.

#### **2.4.3.4. Kontak Utama ( Main Contact )**

Kontak-kontak utama dirancang untuk menghubungkan dan memutuskan arus pada rangkaian daya ( power circuit ). Oleh karena itu kontak-kontak utama berukuran lebih besar daripada kontak Bantu sesuai dengan arus nominalnya dan biasanya terbuat dari oksida cadmium-perak sehingga memiliki kekuatan mekanik yang tinggi dan tahan terhadap percikan bunga api, Selain itu pada kontaktor ukuran besar biasanya juga dilengkapi dengan blowout coil untuk membantu memadamkan busur api listrik yang terjadi pada saat pembukaan kontak dealam kondisi berbeban. Suatu alat pemadam busur api digunakan untuk menjamin agar kontak-kontak dapat tahan lama. Busur api akan terjadi apabila kontak membuka dalam waktu yang panjang. Busur api ini dimatikan dalam medan magnet yang dihasilkan oleh “magnetic blowout coil”.

Jumlah kontak utama pada suatu kontaktor dinyatakan dengan jumlah kutub ( pole ).



**Gambar 2.6**

**Sebuah kontaktor yang memiliki tiga kontak utama**

*( Abdul Manaf, Desain Instalasi Listrik, hal 3 )*

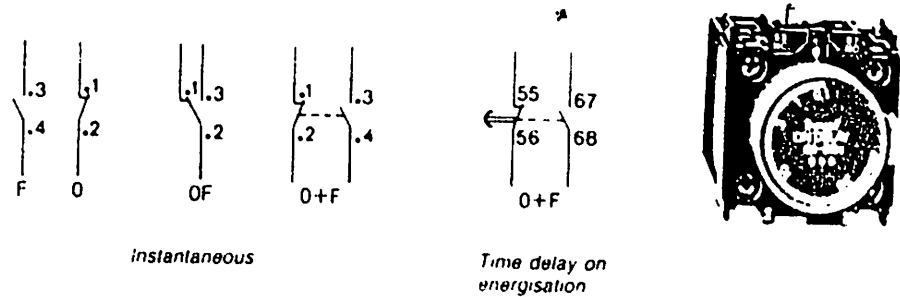
#### **2.4.3.5. Kontak Bantu ( Auxiliary contact )**

Sedangkan kontak-kontak rangkaian kontrol biasanya berukuran lebih kecil untuk pengaliran atau pemutusan arus kecil pada alat yang dikontrol.

Kontak-kontak Bantu ini terdiri dari beberapa versi :

- Kontak instantaneous normally open ( N/O ) atau kontak normal membuka yaitu kontak-kontak ini akan menghubungkan apabila koil elektromagnet dialiri arus ( berdaya / energized ).
- Kontak instantaneous normally closed ( N/C ) atau kontak normal menutup, dimana kontak-kontak ini menghubungkan ( menutup ) apabila tidak ada arus yang melalui koil elektromagnet ( de-energised ).

### Auxiliary contacts



**Gambar 2.7**

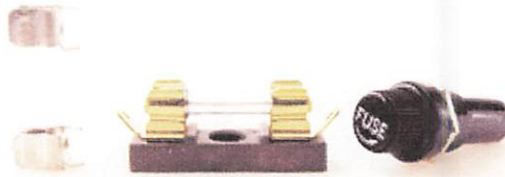
### Kontak Bantu ( auxiliary contact )

( Abdul Manaf, Desain Instalasi Listrik, hal 3 )

#### 2.4.4. Fuse (Sekering)

Fuse (sekering) adalah alat yang melindungi rangkaian terhadap kelebihan arus yang dapat mengalir pada rangkaian tersebut dengan jalan meleburkan elemen sekering. Jika arus meleburkan elemen sekering, rangkaian menjadi terbuka. sekering terdiri atas semua bagian yang membentuk satu piranti lengkap, bukan hanya elemennya.

Untuk gangguan hubung singkat, perlindungan terhadap motor – motor dengan tegangan rendah bisa dilindungi dengan fuse dan untuk motor – motor tegangan tinggi dilindungi dengan pemutus arus (circuit breaker). Sehingga bisa disimpulkan bahwa alat – alat pelindung utama untuk motor terhadap gangguan – gangguan selama operasi.



**Gambar 2.8.**  
**Fuse Holder dan Fuse Tube**

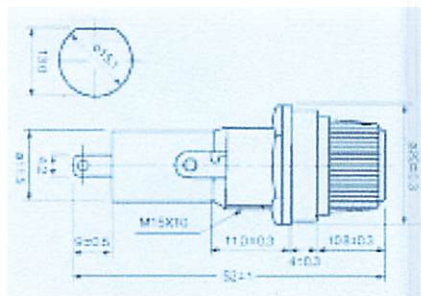
Pengaman adalah suatu peralatan yang sangat penting di dalam pemasangan suatu peralatan listrik. Diantaranya adalah peralatan listrik yang digunakan dalam rangkaian kontrol. Untuk mengamankan hantaran dan aparatur digunakan pengaman lebur dan pengaman arus maksimum. Peralatan pengaman ini digunakan untuk:

- a. Mengamankan hantaran, aparatur dan motor listrik terhadap beban lebih.
- b. Pengamanan terhadap hubung singkat atau fasa dengan netral dan terhadap hubung singkat dalam aparatur atau motor – motor listrik.
- c. Pengamanan terhadap hubung singkat dengan badan mesin.

Pengaman lebur harus memutuskan rangkaian yang diamankan kalau arusnya menjadi terlalu besar. Bagian dari pengaman yang memutuskan rangkaian tersebut disebut patron lebur. Patron lebur yang putus harus diganti dengan yang baru dan tidak boleh disambung lagi. Hanya patron – patron yang memang dibuat diperbaiki boleh digunakan lagi setelah diperbaiki secara ahli.



**Gambar 2.9.**  
**Fuse Holder**



**Gambar 2.10.**  
**Dimensi Fuse Holder**

#### **2.4.5. Miniature Circuit Breaker ( CB )**

Guna MCB adalah untuk pengaman terhadap beban lebih atau arus hubung singkat. MCB akan bekerja memutuskan rangkaian dari sumber. Pengaman ini memutuskan secara otomatis kalau arusnya melebihi rating arus nominal yang dimiliki oleh MCB.

Pada prinsipnya pengaman ini memberikan pengaman thermis maupun relay elektronik. Pengaman termis digunakan untuk melindungi beban lebih. Jika arus yang melewati MCB lebih besar dari arus nominal MCB maka arus akan menaikkan suhu penghantar sehingga bimetal akan saling lepas dan arus akan terputus. Pemutus secara termis berlangsung dengan kelambatan, dimana lamanya waktu pemutusan tergantung besar arusnya, sedang pengaman elektronik digunakan sebagai pelindung apabila terjadi hubungan singkat.

Berdasarkan waktu pemutusan, pengaman otomatis ini dibagi atas :

a. MCB type L (untuk hantaran)

Pada type ini pengaman thermisnya disesuaikan dengan meningkatnya suhu hantaran. Kalau terjadi beban lebih dan suhu hantarannya melebihi batas tertentu maka elemen dwilogamnya akan memutuskan arusnya.

Kalau terjadi hubung singkat, arusnya diputuskan oleh pengaman elektromagnetiknya. Untuk arus bolak balik yang sama dengan  $4 I_n$  sampai  $6 I_n$ , pemutusan arusnya berlangsung dalam waktu 0,2 detik.

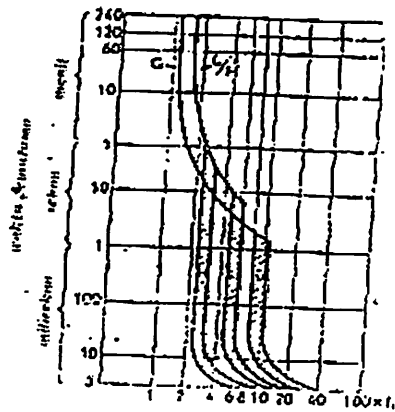
b. MCB type H ( untuk instalasi rumah )

Pengaman thermis jenis sama dengan MCB type L, tetapi pengaman elektromagnetiknya memutuskan dalam waktu 0,2 detik, jika arusnya sama dengan  $2,5 I_n$  untuk arus bolak balik atau sama dengan  $4 I_n$  untuk arus searah. Jenis MCB ini digunakan pada instalasi rumah dimana arus yang rendahpun harus diputuskan dengan cepat. Jadi kalau terjadi gangguan tanah, bagian-bagian yang terbuat logam tidak akan bertegangan.



c. MCB type G ( untuk motor-motor listrik )

MCB jenis ini digunakan untuk mengamankan motor-motor listrik kecil untuk arus bolak-balik atau searah, alat- alat listrik dan juga rangkaian besar untuk penerangan, misalnya bengkel atau pabrik. Pengaman elektromagnetiknya berfungsi pada 8 In sampai 11 In untuk arus bolak balik atau 14 IN untuk arus searah.



**Gambar 2.11**

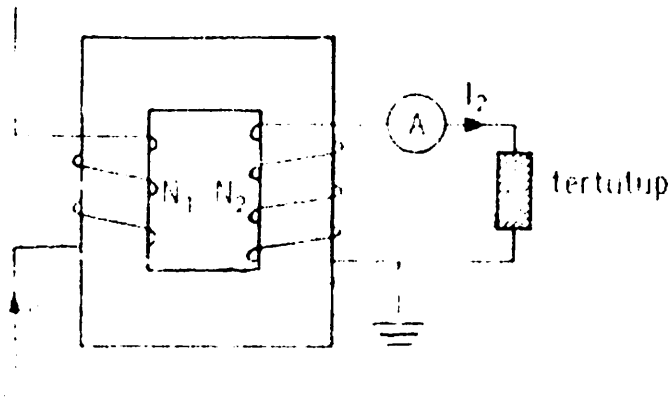
Diagram Arus Waktu MCB Type L,G,H



**Gambar 2.12**  
**MCB (*Miniature Circuit Breaker*)**

#### **2.4.6. Trafo Arus ( CT )**

Trafo arus digunakan untuk mengukur arus beban suatu rangkaian. Dengan menggunakan transformator arus maka arus beban yang besar dapat diukur dengan hanya menggunakan alat ukur yang tidak terlalu besar



**Gambar 2.13**

**Rangkaian transformator arus**

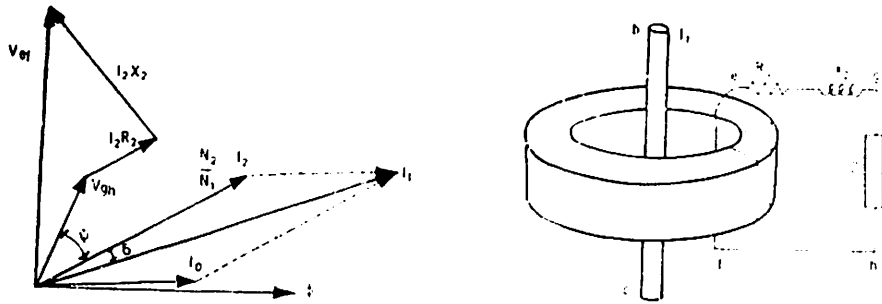
(Zuhal, *Dasar Tenaga Listrik*, hal 26)

Bila transformator dianggap ideal maka arus beban :  $I_1 = \frac{N_1}{N_2} \times I_2$ . Untuk menjaga agar fluks ( $\phi$ ) tetap tidak berubah, perlu diperhatikan agar rangkaian sekunder selalu tertutup.

Dalam keadaan rangkaian sekunder terbuka ggm  $N_2 I_2$  akan sama dengan nol ( karena  $I_2 = 0$  ) sedangkan ggm  $N_1 I_1$  tetap ada, sehingga fluks normal akan terganggu.

Operasi sebuah transformator disebut dalam keadaan ideal, yaitu jika rangkaian sekunder mempunyai impedansi yang rendah pada saat digunakan sebagai pengukuran atau dalam keadaan dihubung singkat.

Tetapi jika sisi sekunder digunakan untuk relay pengamanan, biasanya rangkaian tersebut mempunyai harga reaktif yang cukup besar dan dapat menyebabkan transformator arus tersebut mempunyai *burden* Volt-Ampere.



Gb. 1.36 (a)

(b)

Adanya *burden* dapat menyebabkan kesalahan harga perbandingan dan kesalahan sudut.

### Gambar 2.14

#### Vektor burden volt-ampere

(Zuhal, Dasar Tenaga Listrik, hal 27)

Adanya *burden* dapat menyebabkan kesalahan harga perbandingan dan kesalahan sudut.

Pada gambar 2.12.  $I_2$  merupakan arus yang melalui  $Z$  dan akan menyebabkan jatuh tegangan  $V_{gh}$  yang mendahului  $I_2$  dengan sudut fasa  $\psi$ .  $R$  adalah tahanan lilitan sekunder dan  $X_2$  adalah harga reaktansinya. Besar gaya gerak listrik  $E_{fe}$  adalah :  $E_{fe} = V_{ef} = I ( R_2 + jX_2 ) + V_{gh}$

Gaya gerak listrik inilah yang akan membangkitkan fluks didalam inti.  $I_0$  merupakan arus pemagnetan pada sisi primer.  $I_1$  adalah arus primer yang tidak sefasa dengan arus sisi sekunder  $I_2$ . Perbedaan fasa kedua arus ini adalah sebesar  $\delta$  dan juga harga perbandingan lilitan karena tergantung dari perbedaan relative antara besaran dan fasa arus pemagnetan  $I_0$ .

Penggunaan bahan inti besi transformator arus yang mempunyai permeabilitas tinggi dapat menurunkan komponen tersebut, tetapi tergantung juga pada impedansi beban dan reaktans bocor sekunder. Besaran yang terakhir ini sangat mempengaruhi kesalahan sudut dan kesalahan perbandingan.



**Gambar 2.15**

### **TRAFO ARUS ( CT )**

#### **2.4.7. Push Button**

Push button adalah saklar yang sifatnya memutus atau menghubungkan sesaat, dimana push button ini dibagi menjadi 2 yaitu push button on yang bekerja menghubungkan hanya sesaat. Sedangkan push button off hampir sama cara kerjanya dengan push button on hanya memutuskan sesaat.



**Gambar 2.16.**  
**Push Button Normally Open**



**Gambar 2.17.**  
**Push Button Normally Closed**

#### **2.4.8. Pilot Lamp**

Pilot lamp adalah lampu indicator yang menampilkan apakah rangkaian bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan sesuai rangkaian yang ada. Warna hijau menandakan bahwa rangkaian telah beroperasi, sedangkan warna merah rangkaian menandakan tidak beroperasi.



**Gambar 2.18.**  
**Pilot Lamp ON**

#### **2.4.9. Peralatan Kontrol Dan Perlengkapannya**

Menurut PUIL 1987 ayat 630 E dan 630 F setiap peralatan kontrol dan perlengkapannya seperti tombol, saklar lampu sinyal, saklar magnet dan kawat penghubung harus mempunyai kemampuan yang sesuai dengan penggunaannya dengan penandaan dan pewarnaan yang memudahkan operator untuk melayaninya. Penghantar atau kabel yang digunakan untuk rangkaian control harus berukuran sekurang-kurangnya  $1,0 \text{ mm}^2$ , kecuali penghantar atau kabel yang terpasang didalam peralatan control tersebut. Pengaman untuk kontrol harus pula terpisah dari pengaman yang lain.

## **BAB III**

### **PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT**

#### **3.1. Pelaksanaan Dan Pembuatan Panel**

Pada bagian ini diterapkan cara mengaplikasikan alat yang akan ditempatkan pada panel kontrol. Adapun dalam pembuatan panel ini akan tergantung dari keperluan, jadi tidak terikat dengan keadaan panelnya, dimana ukuran dari boks panel ini akan membuat mudah dalam pemasangan alat pengontrolnya.

Pembuatan panel dapat dilihat pada gambar bentuk boks panel yang sebenarnya, berdasarkan perencanaan pada proyek ini. Sedangkan bila keperluannya tidak sama dengan kemampuannya atau dilihat dari kebutuhannya, maka panel serta peralatannya akan berubah sesuai dengan keperluannya, bisa mengalami pengurangan atau penambahan alat dan bahan.

Jadi dalam pembuatan alat kendali tidak terikat oleh aturan yang ada, tetapi disesuaikan dengan kebutuhan yang akan direncanakan, sebagai proyek percontohnya dapatlah dipertimbangkan dari perencanaan dan pembuatan panel yang mengalami perombakan untuk bisa diperbaharui.

Agar dalam pembuatan panel tidak mengalami kesulitan, maka diberikan pedoman pembuatan panel berupa gambar berikut. Kemudian disertai alat-alat dan bahan yang diperlukan.



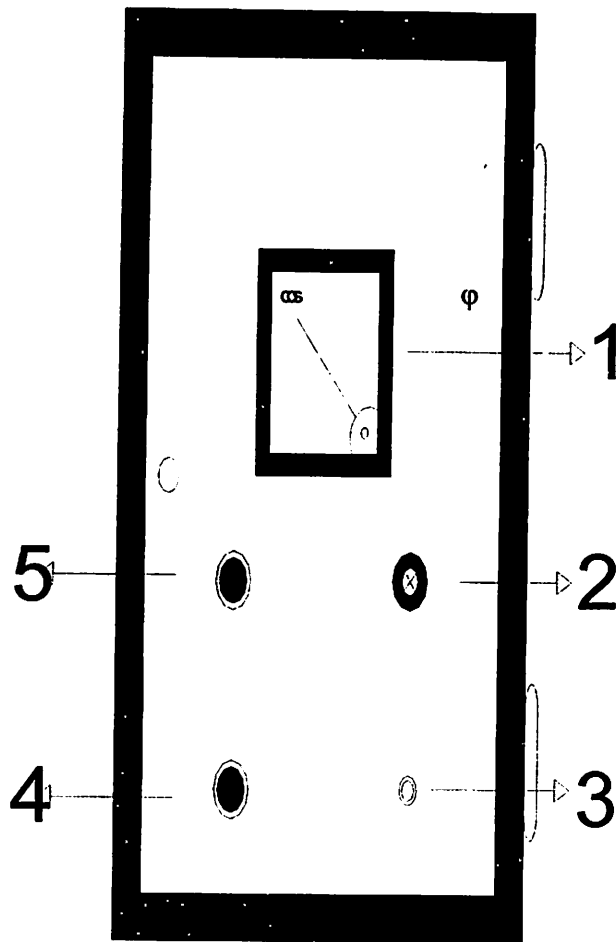
Adapun daftar alat-alat yang digunakan yaitu :

1. Kontaktor
2. MCB 3 phasa
3. Trafo arus ( CT )
4. Unit kapasitor
5. Cos  $\phi$  meter
6. Push button NO
7. Push button NC
8. Lampu tanda hijau
9. Fuse

### **3.2. Pemasangan Peralatan Pada Boks Panel**

Agar mempermudah dalam pemasangan dan merangkai peralatan serta sistem pengawatannya tidak mengalami kesulitan perlu adanya susunan urutan dari penempatan peralatan yang dipakai, karena tempat boks panel sangat terbatas untuk ukuran alat tersebut.

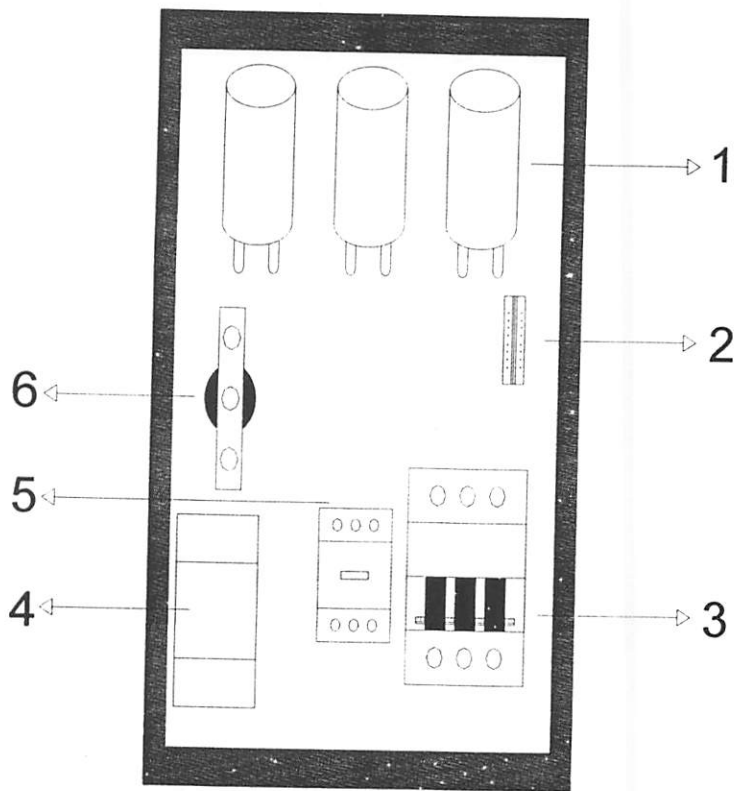
Adapun dalam pemasangan pada boks panel ini dibagi atas dua bagian, yaitu bagian luar dan bagian dalam.



**Gambar 3.1**  
**Perencanaan panel bagian luar**

Pada bagian luar terdiri atas alat :

1. Cos  $\phi$  meter
2. Lampu tanda warna hijau
3. Fuse
4. Push button NC
5. Push button NO



**Gambar 3.2**  
**Perencanaan panel bagian dalam**

Pada bagian dalam terdiri atas alat :

1. Unit kapasitor
2. Terminal
3. MCB
4. Trafo arus ( CT )
5. Kontaktor magnet
6. Busbar

Sedangkan pengawatannya perlu adanya lubang untuk alur kabel luar dan dalam, jadi boks panel harus sudah tersedia lubang untuk jalur kabel yang sudah diperhitungkan ukurannya.

Dalam hal ini pengawatannya perlu adanya klem serta spiral kabel untuk kerapian serta pengamannya, agar tidak ada gangguan pada jalur-jalur tertentu sehingga peralatan dapat bekerja dalam keadaan aman tanpa gangguan yang dikarenakan pemasangan alat yang tidak teratur.

### **3.3. Pembuatan Simulasi Unit kapasitor Untuk Motor 3 Phasa**

Dalam pembuatan simulasi dari unit kapasitor ini besar kapasitor disesuaikan dengan besar daya motor, jadi untuk mengetahui berapa besar faktor daya yang terkoreksi, kita harus menjalankan motor dulu, setelah kita mengetahui berapa besar faktor daya motor yang belum diberi unit kapasitor, baru kita masukkan unit kapasitor tersebut, setelah itu kita bisa mengetahui berapa besar faktor daya yang terkoreksi setelah motor tersambung dengan kapasitor.

### **3.4. Pemasangan Jaringan Peralatan**

Dalam hal ini pemasangan jaringan berdasarkan alat tersebut. Pemasangan alat dibagi dua yaitu :

#### **3.4.1. Unit Kendali**

Unit kendali terdiri dari alat yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian yang lain. Adapun alat-alatnya antara lain :

1. Kontaktor
2. MCB 3 phasa
3. Trafo arus ( CT )
4. Unit kapasitor
5. Cos  $\phi$  meter
6. Push button NO
7. Push button NC
8. Lampu tanda hijau
9. Fuse

#### **3.4.2. Unit yang Dikontrol**

Yaitu motor 3 phasa 220/380 V 4 HP .

Dengan adanya pembagian ini kita bisa melihat yang mana sebagai pengendali dan yang dikendalikan dalam hal pengoperasiannya dapat kita pahami secara teknisnya. Sebagai patokan untuk memahami cara kerja alat ini saling menunjang antara yang mengendalikan dan yang dikendalikan, sehingga alat ini dapat bekerja secara sinkronisasi.

#### **3.5. Penentuan Kapasitas Kapasitor**

Beban yang akan digunakan dalam percobaan memiliki faktor daya dibawah batasan yang telah ditentukan sebelumnya, beban yang bersifat induktif dipasaran pada umumnya memiliki faktor daya yang rendah sehingga perlu disesuaikan terlebih dahulu. Penyesuaian dilakukan dengan menaikkan faktor

daya beban itu sendiri menjadi lebih baik. Beban listrik yang akan digunakan dalam percobaan adalah sebagai berikut :

1) Motor 3 phasa 4 HP

$$N = 1430 \text{ rpm}; V = 220/380 \text{ V}; \Delta / Y; I = 11,3 / 6,5 \text{ A}; f = 50 \text{ Hz}$$

$$P = 4 \text{ HP} = 2984 \text{ W}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,89 ; \varphi_1 = 27,12$$

$$\cos \varphi_2 = 0,96 ; \varphi_2 = 16,26$$

Dari data diatas dapat dihitung besarnya daya reaktif pada motor 4 HP tersebut, nilainya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= P \times ( \text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2 ) \\ &= 2984 \times ( \text{tg } 27,12 - \text{tg } 16,26 ) \\ &= 2984 \times ( 0,512 - 0,292 ) \\ &= 656,48 \text{ VAR} = 0,66 \text{ KVAR} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk memperbaiki keadaan beban dengan daya reaktif sebesar 0,66 KVAR tersebut dibutuhkan kapasitor dengan nilai :

$$\begin{aligned} C &= \frac{I \cdot \sin \varphi}{V \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \sqrt{3}} \\ &= \frac{11,3 \cdot \sin 27,12}{380 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 1,73} \\ &= \frac{5,198}{206423,6} \\ &= 2,518122928 \cdot 10^{-5} = 25,18 \cdot 10^{-6} \\ &= 25,18 \mu \text{ F} \end{aligned}$$

### 3.6. Penentuan Kapasitas Pengaman

Untuk keamanan jaringan instalasi motor ini ditentukan nilai dan kapasitas pengaman yang dipakai, adapun nilai kapasitas serta jenis komponen kendali yang diperlukan adalah :

- Kapasitas pemutus daya / MCB
- Kapasitas fuse / sekering

#### 3.6.1. Kapasitas Pemutus Daya / MCB

◆ Data pada motor 4 HP adalah :

$$P = 2984 \text{ Watt}$$

$$V = 220/380 \text{ V, } 11,3/6,5 \text{ A}$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \phi \cdot \sqrt{3}} = \frac{2984}{380 \cdot 0,89 \cdot 1,73} = 5,1 \text{ Amphere}$$

Kapasitas MCB yang digunakan adalah 6 Amphere

#### 3.6.2. Kapasitas Fuse

◆ Data yang tersedia adalah :

$$P = 32,06 \text{ Watt} = 28,5 \text{ VA}$$

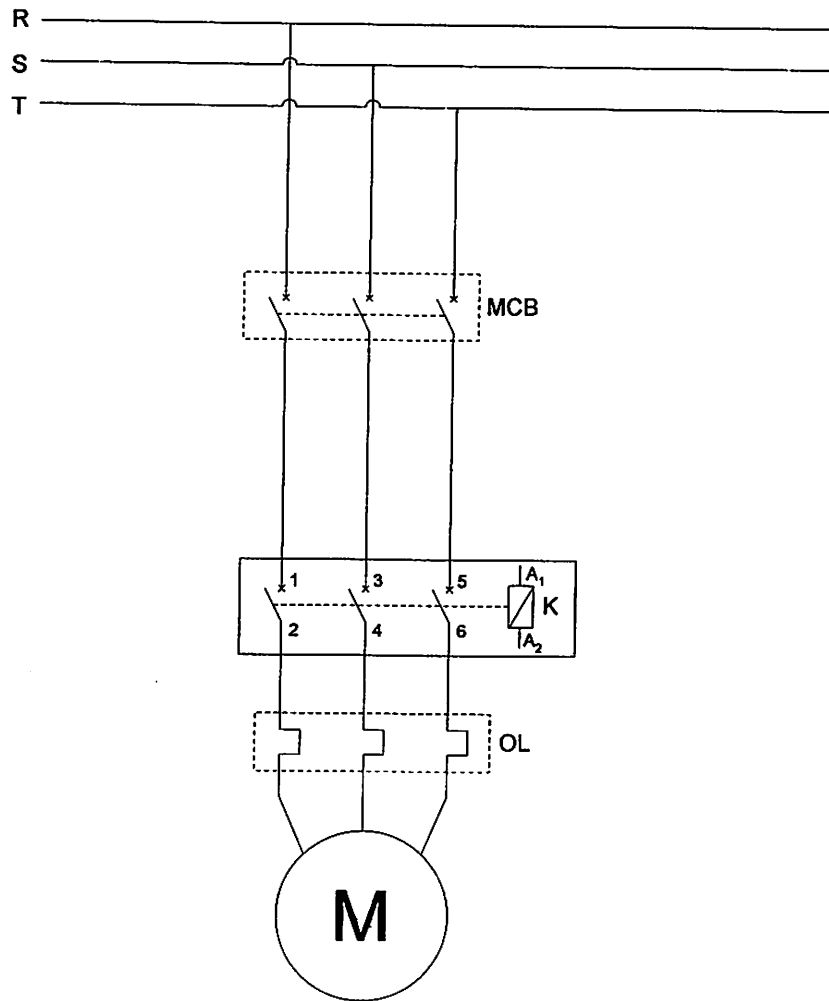
$$V = 229$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos \phi} = \frac{28,5}{229 \times 0,89} = 0,14 \text{ Amphere}$$

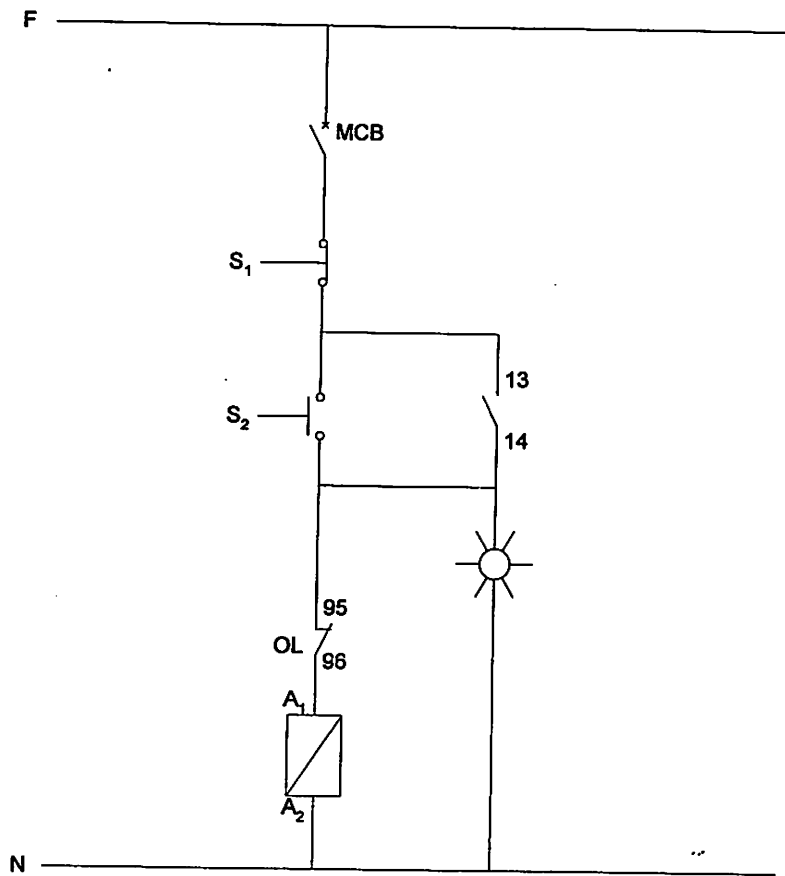
KHA fuse yang digunakan adalah 2 Amphere

### 3.7. Prinsip Kerja

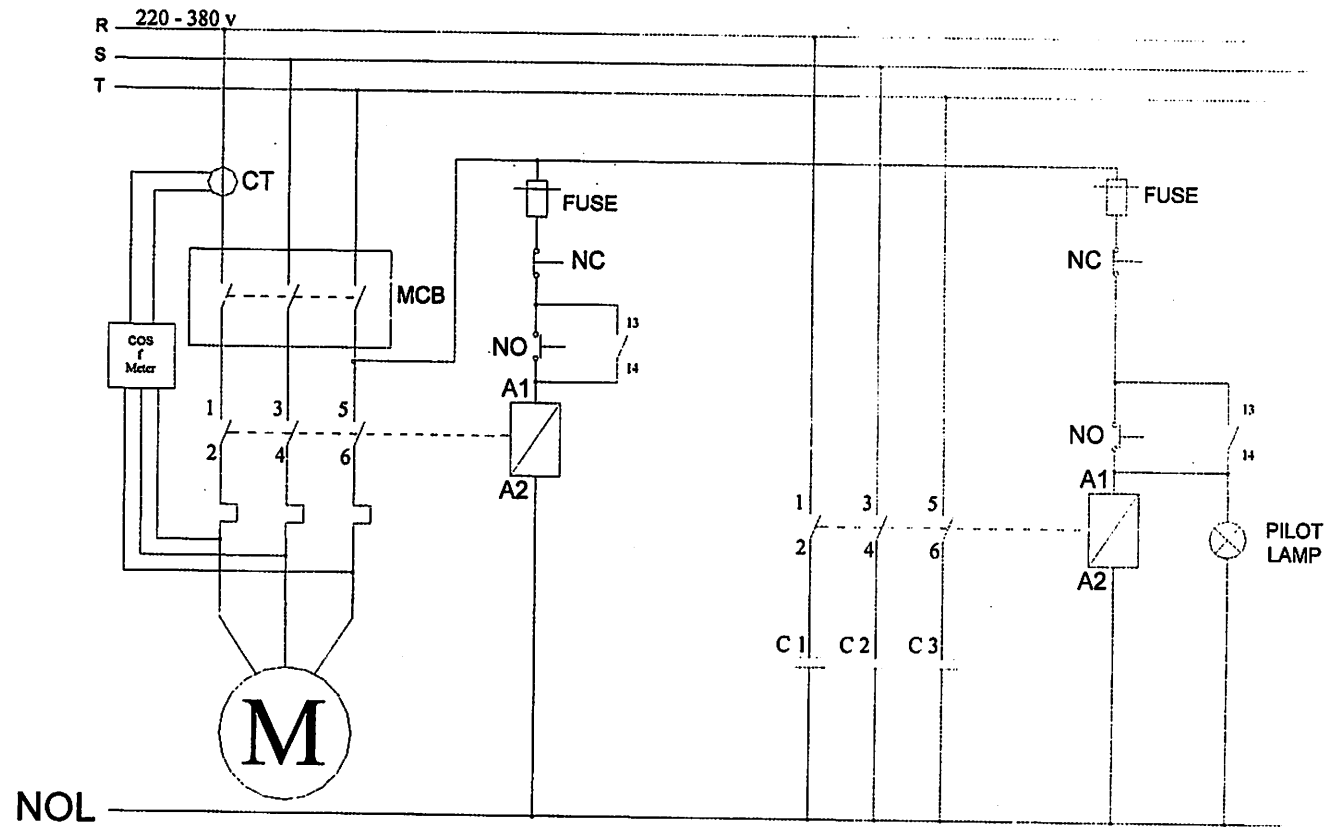


**Gambar 3.3**  
**Diagram Pengawatan Daya Untuk Motor**





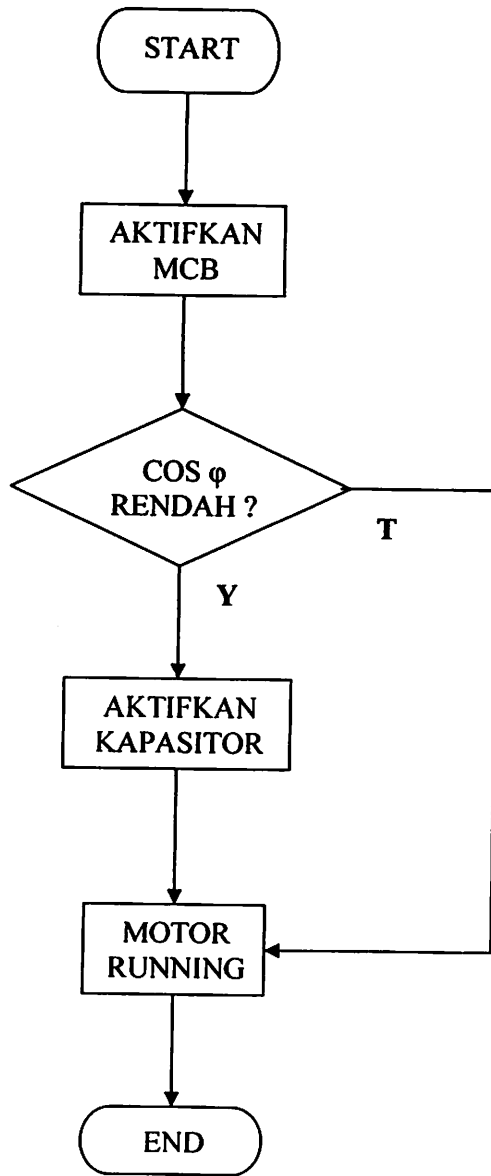
**Gambar 3.4**  
**Diagram Untuk Rangkaian Kontrol Motor**



**Gambar 3.5**  
**Diagram Pengawatan Rangkaian Lengkap**

Pada rangkaian diatas terlihat bahwa pada saat MCB kita sambungkan motor akan langsung berputar, pada waktu yang bersamaan arus juga akan mengalir melalui push button NC, tetapi arus hanya akan berhenti sampai pada push button NC saja, apabila push button NO ditekan maka arus yang tadinya berhenti pada push button NC akan mengalir dan mengaktifkan koil pada kontaktor, koil ini akan menarik kontak-kontak yang lain pada kontaktor sehingga unit kapasitor akan tersambung pada system dan akan memperbaiki factor daya ( $\cos \varphi$ ) motor tersebut.

Fungsi dari kontak NO pada kontaktor diatas adalah sebagai kontak pengunci dari push button NO, sehingga pada waktu push button NO dilepas maka arus akan mengalir melalui kontak NO tersebut dan koil kontaktor akan tetap mendapat suplai tegangan.



**Gambar 3.4**

**Diagram alir rangkaian**

## BAB IV

### HASIL PERENCANAAN DAN PENGUJIAN ALAT

Bab ini akan membahas tentang hasil perencanaan, pengujian, dan analisa dari kapasitor bank untuk motor 3 phasa yang telah dirancang dan dibuat apakah telah berfungsi sebagaimana spesifikasi yang diinginkan.

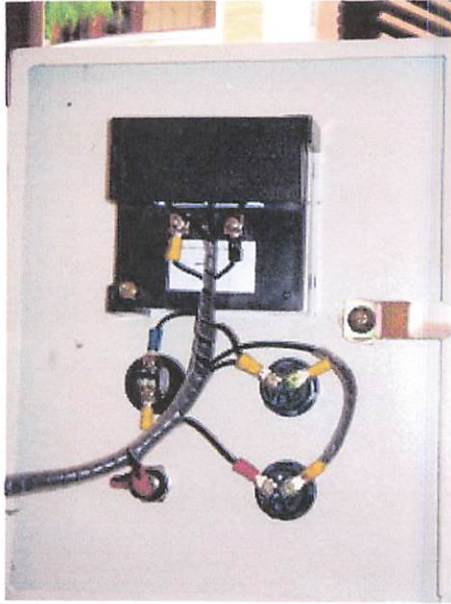
#### 4.1. Hasil Perencanaan Alat

Dari hasil perencanaan yang telah dibuat, didapatkan benda kerja nyata sebagai berikut :

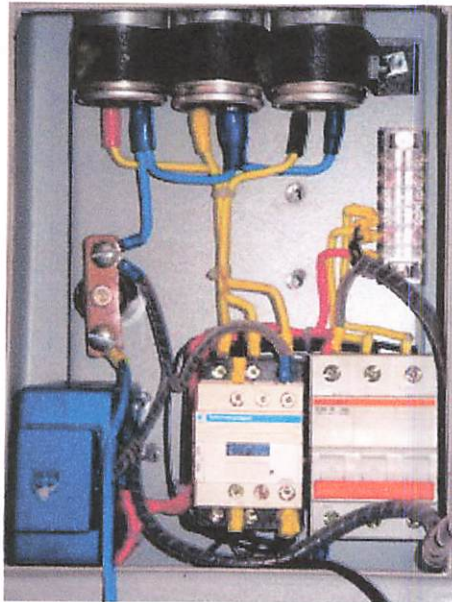


**Gambar 4.1**

**Boks Panel Bagian Kontrol ( tampak luar )**



**Gambar 4.2**  
**Boks Panel Bagian Kontrol ( tampak dalam )**



**Gambar 4.3**  
**Boks Panel Bagian Tenaga**

## **4.2. Pengujian Kapasitor Bank Menggunakan Motor Tiga Phasa 4 HP**

### **4.2.1. Tujuan**

Untuk menguji system secara keseluruhan sebagai perbaikan faktor daya ( $\cos \varphi$ ) dengan tampilan arus dan  $\cos \varphi$  terukur.

### **4.2.2. Peralatan yang digunakan**

1. Clamp meter
2. Cos  $\varphi$  meter
3. Beban listrik berupa motor listrik tiga phasa 4 HP

### **4.2.3. Prosedur Pengujian**

1. Hubungkan rangkaian kontrol ke sumber tegangan 3 phasa 220 / 380 volt 50 Hz.
2. Pindahkan posisi MCB dari *off* ke *on*.
3. Amati  $\cos \varphi$  yang terukur
4. Apabila  $\cos \varphi$  rendah, aktifkan kapasitor bank
5. Amati kembali  $\cos \varphi$  yang terukur setelah penambahan unit kapasitor.



**Gambar 4.4.**

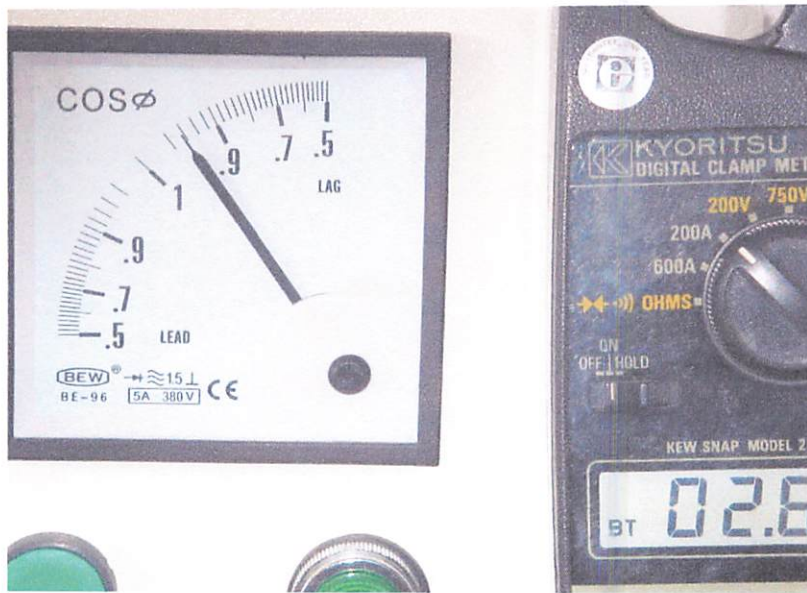
**Pengujian kapasitor bank untuk motor tiga fasa 4HP**



**Gambar 4.5.**

**Penunjukan pada alat ukur sebelum kapasitor bank aktif**





Gambar 4.6.

Penunjukan pada alat ukur setelah kapasitor bank aktif

### 4.3. Hasil dan Analisa Pengujian

#### 4.3.1. Analisa Hasil Pengukuran

Hasil pengujian kapasitor bank ( sistem perbaikan faktor daya ) dapat dilihat pada table 4.1

Untuk prosentase penghematan arus didapat dari :

$$\text{Prosentase penghematan arus} = \frac{(\text{ arus stlh kap. aktif} - \text{ arus sblm kap. aktif} )}{\text{ arus setelah kap. aktif}} \times 100\%$$

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Arus dan Cos  $\phi$

Daya (HP)	Sebelum Kapasitor Aktif		Kapasitor Aktif		Penghematan Arus (%)
	I (A)	Cos $\phi$	I (A)	Cos $\phi$	
4	4,6	0,89	2,6	0,96	76,9

## 4.3.2 Analisa hasil Perhitungan

### 4.3.2.1. Analisa Perhitungan Sebelum kapasitor Aktif

Hasil perhitungan arus pada saat kapasitor bank belum aktif, dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini, dengan data-data pada motor sebagai berikut :

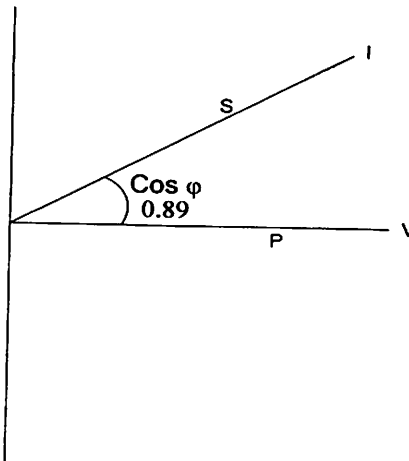
➤ Untuk Motor 4 HP :

$$P = 4 \text{ HP} = 2984 \text{ watt}$$

$$V = 220/380 \text{ volt}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,89 \text{ ( dari hasil pengukuran )}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \text{Cos } \varphi \cdot \sqrt{3}}$$
$$= \frac{2984}{380 \cdot 0,89 \cdot 1,73} = 5,1 \text{ Amphere}$$



**Gambar 4.7**  
**Fasor Sebelum Kapasitor Aktif**

#### 4.3.2.2. Analisa Perhitungan Arus setelah Kapasitor Aktif

Hasil perhitungan arus pada saat kapasitor bank belum aktif, dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini, dengan data-data pada motor sebagai berikut :

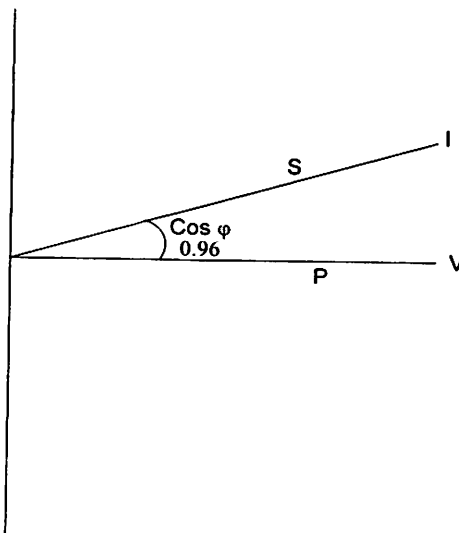
➤ Untuk Motor 4 HP :

$$P = 4 \text{ HP} = 2984 \text{ watt}$$

$$V = 220/380 \text{ volt}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,96 \text{ ( dari hasil pengukuran )}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \text{Cos } \varphi \cdot \sqrt{3}}$$
$$= \frac{2984}{380 \cdot 0,96 \cdot 1,73} = 4,7 \text{ Ampere}$$



Gambar 4.8  
Fasor Setelah Kapasitor Aktif

**Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Arus**

Daya (HP)	Sebelum Kapasitor Aktif		Kapasitor Aktif		Penghematan Arus (%)
	I (A)	Cos $\varphi$	I (A)	Cos $\varphi$	
4	5,1	0,89	4,7	0,96	7,8

#### 4.3.2.3. Analisa Kesalahan

Prosentase kesalahan dapat diperoleh berdasarkan persamaan berikut :

$$\text{Prosentase kesalahan} = \frac{(\text{ arus perhitungan} - \text{ arus pengukuran})}{\text{ arus perhitungan}} \times 100\%$$

◆ sebelum kapasitor aktif

$$I_e = \frac{(5,1 - 4,6)}{5,1} \times 100 \% = 9,8 \%$$

◆ setelah kapasitor aktif

$$I_c = \frac{(4,7 - 2,6)}{4,7} \times 100 \% = 44,6 \%$$

Dari data pada tabel diatas kita dapat mengetahui besar perbaikan daya reaktif. Untuk mencari nilai daya reaktif dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = V.I.\sin \varphi$$

Dari data tabel diatas didapat :

➤ Untuk motor 4 HP

$$P = 2984 \text{ W} \quad I_1 = 4,6 \text{ A} \quad I_2 = 2,6 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \varphi_1 = 0,89 \quad \text{Cos } \varphi_2 = 0,96$$

Untuk besar daya reaktif sebelum kapasitor bank aktif :

$$Q_1 = 380 \cdot \sqrt{3} \cdot 4,6 \cdot \sin (\cos^{-1} 0,89)$$
$$= 1391,06 \text{ VAR}$$

$$Q_2 = 380 \cdot \sqrt{3} \cdot 2,6 \cdot \sin (\cos^{-1} 0,96)$$
$$= 29,06 \text{ VAR}$$

Daya reaktif yang diperbaiki sebesar :

$$\Delta Q = 1391,06 - 29,06 = 1362 \text{ VAR}$$

**Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Perbaikan Daya Reaktif**

Daya (P) Watt	Cos $\phi$ 1	Cos $\phi$ 2	Q1 VAR	Q2 VAR	$\Delta Q$ VAR	Perbaikan Cos $\phi$ (%)
2984	0,89	0,96	1391,06	29,06	1362	7,3

Perbaikan faktor daya dapat maksimal apabila beban yang digunakan banyak yang bersifat induktif, karena kapasitor hanya memperbaiki beban yang bersifat induktif saja.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

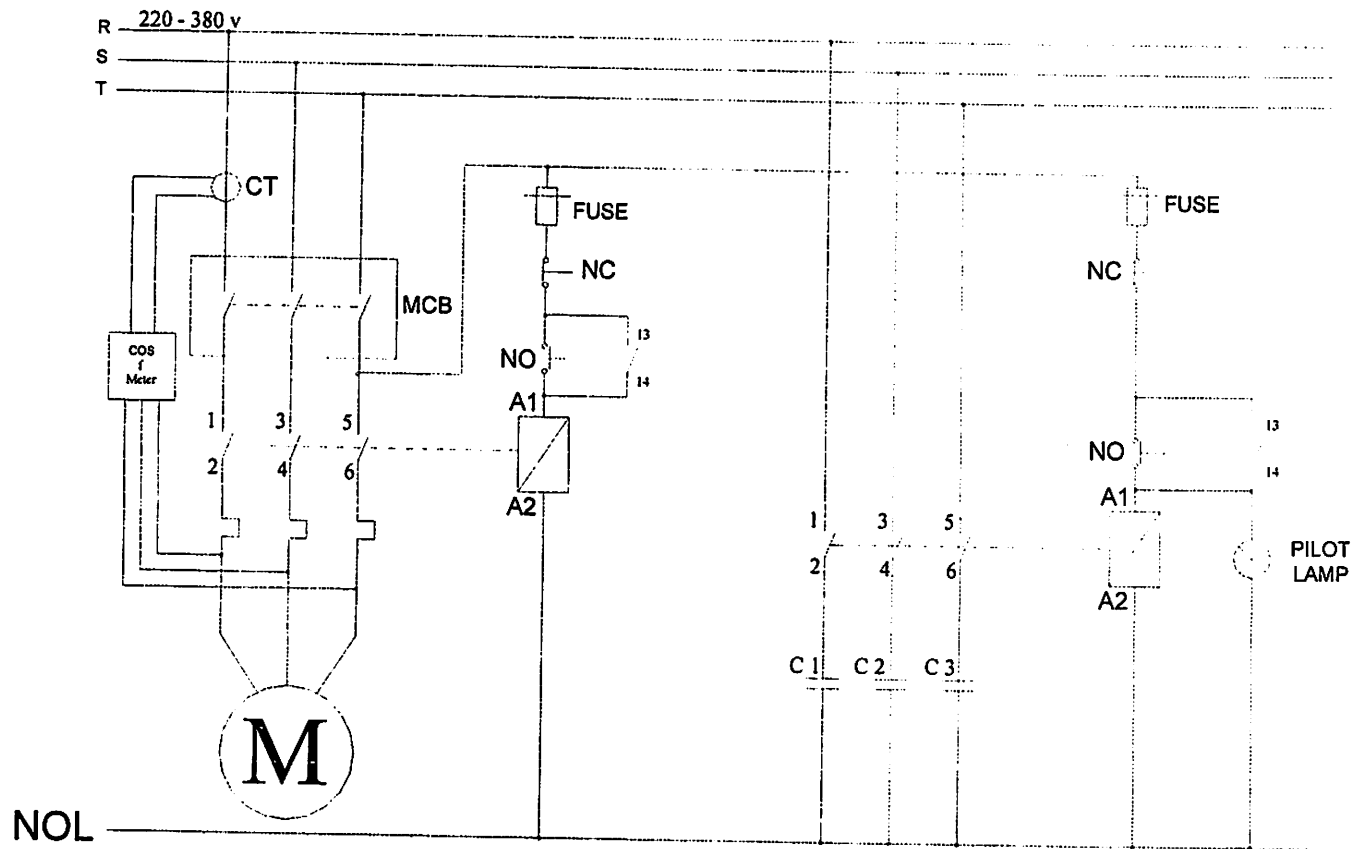
#### **5.1. Kesimpulan**

Dari berbagai uraian dan penjelasan pada bab-bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan bahwa ketelitian dari sensor arus yaitu transformator arus ( current transformer / CT ) sangatlah penting dalam perencanaan alat. Serta dari hasil pengujian dan analisa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk memperbaiki agar faktor daya meningkat diperlukan suatu komponen daya yang dapat mengatasi masalah tersebut. Salah satu caranya adalah dengan memasang unit kapasitor.
2. Pada pengujian motor yang dijalankan tanpa kapasitor bank didapatkan arus sebesar 4,6 A dan  $\cos \phi$  sebesar 0,89
3. Pada pengujian motor yang dijalankan dengan kapasitor bank terpasang didapatkan arus sebesar 2,6 A dan  $\cos \phi$  sebesar 0,96
4. Dari data pengujian diatas maka untuk motor 3 phasa 4 HP yang dipasang kapasitor bank akan terjadi perbaikan arus sebesar 76,9 dan perbaikan  $\cos \phi$  sebesar 7,3 %.
5. Prosentase kesalahan antara pengukuran dan perhitungan arus sebelum kapasitor bank aktif adalah sebesar 9,8 % sedangkan pada waktu kapasitor bank aktif adalah sebesar 44,6 %.

## **5.2. Saran**

Dalam perencanaan suatu kapasitor bank, apabila dilengkapi dengan alat ukur (  $\cos \phi$  meter ) maka sebaiknya menggunakan sensor arus ( CT ) dengan validitas yang baik. Selain itu kita juga harus memperhatikan daya beban yang kita gunakan, besarnya  $\cos \phi$  yang kita inginkan, semua itu kita lakukan untuk menghindari terjadinya over capacitive dari kapasitor. Dan untuk sistem kelistrikan yang banyak menggunakan beban induktif disarankan agar memakai kapasitor bank untuk perbaikan faktor dayanya.



**Diagram Pengawatan Rangkaian Lengkap**



## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Hasan Basri, Ir. Sistem Distribusi. Balai Penerbit & Humas ISTN.
2. Peraturan Umum Instalasi Listrik ( PUIL 1987 ), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Jakarta, 1987
3. Abdul Manaf, Desain Instalasi Listrik, Politeknik Negeri Malang, 1999, Malang
4. Zuhail, Dasar Tenaga Listrik, Bandung, Penerbit ITB,1991
5. Mismail, Budiono. 1995. Rangkaian Listrik I. Bandung: ITB.



### LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR


NAMA : Hari Setiawan  
NIM : 02.52.033  
Waktu Bimbingan : 2/9/2006 sd 8/9/2006  
Judul : Perencanaan dan Pembuatan Unit Kapasitor (*Capasitor Bank*) untuk Motor Tiga Phasa

NO	TANGGAL	MATERI	PARAF
1	10 feb. 2006	Lengkapi gambar rancangan lengkap.	Ah
2	20 feb 2006	urutkan pada bab II ; komponen yang digunakan.	Ah
3	4 mui 2006	Jelaskan prinsip dari komponen lengkap dg gambarnya.	Ah
4	10 Juni 2006	- Tambahkan prosedur penyusunan alat pd bab IV.	Ah
5	15 Juni 2006	- berapa besarnya arus sebelum dipasang Alat.	Ah
6	10 Juli 2006	- pd bab III Tambahkan perhitungan kapasitor yang digunakan.	Ah
7	13 Juli 2006		Ah
8	4 Agustus 06	- Berapa daya yang dibutuhkan	Ah
9	7 Agustus 06	- Tambahkan perhitungan Besar nya penyaman.	Ah

Ace mengulangi ujian Ah

Malang, Agustus 2006

Mengetahui  
Dosen Pembimbing

  
(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-3  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

## BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Hari Setiawan  
NIM : 0252033  
Jurusan : Teknik Elektro D-III  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik D-III  
Judul TA : Perencanaan dan Pembuatan Unit Kapasitor ( Kapasitor  
Bank ) Untuk Motor Tiga Fasa  
Dipertahankan dihadapan Team Penguji Tugas Akhir Jenjang  
Diploma ( D III ) pada :  
Hari : SENIN  
Tanggal : 11 September 2006  
Dengan Nilai : 78,95 ( B )<sup>2</sup>.

### Panitia Ujian Tugas Akhir



( Ir. Mochtar Asroni, MSME )  
Ketua


( Ir. Choirul Shaleh, MT )  
Sekretaris

### Anggota Penguji

( Ir. Widodo Pudji M., MT )  
Pertama

( Ir. Choirul Saleh, MT )  
Kedua

LAMPIRAN

Applications	Equipment based on standard contactors	Equipment requiring low consumption contactors which can be switched directly from solid state outputs																																													
			<table border="1"> <tr> <td data-bbox="551 838 644 886">6 A</td> <td data-bbox="644 838 736 886">6...16 A</td> <td data-bbox="736 838 829 886">9...150 A</td> <td data-bbox="829 838 922 886">115...800 A</td> <td data-bbox="922 838 1015 886">750...1800 A</td> <td data-bbox="1015 838 1108 886">6...12 A</td> <td data-bbox="1108 838 1269 886">9...25 A</td> </tr> <tr> <td data-bbox="551 886 644 934">12 A</td> <td data-bbox="644 886 736 934">20 A</td> <td data-bbox="736 886 829 934">25...200 A</td> <td data-bbox="829 886 922 934">200...1600 A</td> <td data-bbox="922 886 1015 934">800...2750 A</td> <td data-bbox="1015 886 1108 934">20 A</td> <td data-bbox="1108 886 1269 934">20...40 A</td> </tr> </table>	6 A	6...16 A	9...150 A	115...800 A	750...1800 A	6...12 A	9...25 A	12 A	20 A	25...200 A	200...1600 A	800...2750 A	20 A	20...40 A	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="551 934 644 1022">690 V</td> <td data-bbox="644 934 736 1022">690 V</td> <td data-bbox="736 934 829 1022">690 V</td> <td data-bbox="829 934 922 1022">1000 V</td> <td data-bbox="922 934 1015 1022">1000 V</td> <td data-bbox="1015 934 1108 1022">690 V</td> <td data-bbox="1108 934 1269 1022">690 V</td> </tr> </table>	690 V	690 V	690 V	1000 V	1000 V	690 V	690 V	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="551 1022 644 1087">2 or 3</td> <td data-bbox="644 1022 736 1087">3 or 4</td> <td data-bbox="736 1022 829 1087">3 or 4</td> <td data-bbox="829 1022 922 1087">2, 3 or 4</td> <td data-bbox="922 1022 1015 1087">1...4</td> <td data-bbox="1015 1022 1108 1087">3 or 4</td> <td data-bbox="1108 1022 1269 1087">3</td> </tr> </table>	2 or 3	3 or 4	3 or 4	2, 3 or 4	1...4	3 or 4	3	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="551 1087 644 1196">LC1 SK LP1 SK</td> <td data-bbox="644 1087 736 1196">LC1 K LC7 K LP1 K</td> <td data-bbox="736 1087 829 1196">LC1 D</td> <td data-bbox="829 1087 922 1196">LC1 F</td> <td data-bbox="922 1087 1015 1196">LC1 B</td> <td data-bbox="1015 1087 1108 1196">LP4 K</td> <td data-bbox="1108 1087 1269 1196">LC1 D</td> </tr> </table>	LC1 SK LP1 SK	LC1 K LC7 K LP1 K	LC1 D	LC1 F	LC1 B	LP4 K	LC1 D	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="551 1196 736 1282">0239Q/2 and 0239Q/3</td> <td data-bbox="736 1196 829 1282">0246Q/2 and 0246Q/3</td> <td data-bbox="829 1196 1015 1282">0204Q/2 and 0204Q/3</td> <td data-bbox="1015 1196 1108 1282">24402/3 and 24403/2</td> <td data-bbox="1108 1196 1269 1282">0247Q/2 and 0247Q/3</td> </tr> </table>	0239Q/2 and 0239Q/3	0246Q/2 and 0246Q/3	0204Q/2 and 0204Q/3	24402/3 and 24403/2	0247Q/2 and 0247Q/3
6 A	6...16 A	9...150 A	115...800 A	750...1800 A	6...12 A	9...25 A																																									
12 A	20 A	25...200 A	200...1600 A	800...2750 A	20 A	20...40 A																																									
690 V	690 V	690 V	1000 V	1000 V	690 V	690 V																																									
2 or 3	3 or 4	3 or 4	2, 3 or 4	1...4	3 or 4	3																																									
LC1 SK LP1 SK	LC1 K LC7 K LP1 K	LC1 D	LC1 F	LC1 B	LP4 K	LC1 D																																									
0239Q/2 and 0239Q/3	0246Q/2 and 0246Q/3	0204Q/2 and 0204Q/3	24402/3 and 24403/2	0247Q/2 and 0247Q/3																																											
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="54 838 285 886">Rated operational current</td> <td data-bbox="285 838 522 886">AC-3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="54 886 285 934"></td> <td data-bbox="285 886 522 934">AC-1</td> </tr> </table>	Rated operational current	AC-3		AC-1																																											
Rated operational current	AC-3																																														
	AC-1																																														
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="54 934 522 1022">Rated operational voltage</td> <td data-bbox="551 934 1062 1022"></td> <td data-bbox="1062 934 1269 1022"></td> </tr> </table>	Rated operational voltage																																														
Rated operational voltage																																															
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="54 1022 522 1087">Number of poles</td> <td data-bbox="551 1022 1062 1087"></td> <td data-bbox="1062 1022 1269 1087"></td> </tr> </table>	Number of poles																																														
Number of poles																																															
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="54 1087 522 1196">Contactor type references</td> <td data-bbox="551 1087 1062 1196"></td> <td data-bbox="1062 1087 1269 1196"></td> </tr> </table>	Contactor type references																																														
Contactor type references																																															
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="54 1196 522 1282">Pages</td> <td data-bbox="551 1196 1062 1282"></td> <td data-bbox="1062 1196 1269 1282"></td> </tr> </table>	Pages																																														
Pages																																															

Equipment requiring magnetic latching contactors

Motors, resistive circuits, rotor short-circuiting devices, electro lifting magnets, hoisting, mines,  $\equiv$  motors, high operating rates.  
Variable composition bar mounted contactors.

Induction heating, heating of metal or of a metal part in a channel or crucible furnace by induction of a.c. currents.  
Contactors for induction heating applications

Applications conforming to "NATO" specifications and references.  
Shockproof contactors

Protection of reversing variable speed controllers for d.c. motors.  
Fast acting contactors.



150...1800 A

80...1800 A

—

12...630 A

—

250...2750 A

80...2750 A

80...16 300 A

25...850 A

—

1000 V

$\sim$  1000 V  
 $\equiv$  440 or 1500 V

3000 V

690 V or 1000 V

$\sim$  1000 V  
 $\equiv$  1050 V

1...4

1...6

1...8

3 or 4

2 or 4

CR1 F  
CR1 B

CV●

CE●  
CS●  
CG●

LC1 D●G  
LP1 D●G  
LC1 FG●●●

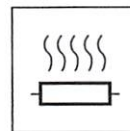
CR3 ●B

26003/2 to 26007/3

0236Q/2 and 0236Q/3

Please consult your Regional Sales Office





### Selection

#### General

A heating circuit is a power switching circuit supplying one or more resistive heating elements switched by a contactor. The same general rules apply as for motor circuits, except that heating circuits are not normally subjected to overload currents. It is therefore only necessary to provide short-circuit protection.

#### Characteristics of heating elements

The examples below are based on resistive heating elements used for industrial furnaces or for the heating of buildings (infra-red or resistive radiant type, convector heaters, closed loop heating circuits, etc.). The variation in resistance values between hot and cold states causes a current peak at switch-on which never exceeds 2 to 3 times the rated operational current (In). This initial peak does not recur during normal operation where subsequent switching is thermostatically controlled. The rated power and current of a heater are given for the normal operating temperature.

#### Protection

The steady state current drawn by a heating circuit is constant when the voltage is stable. In fact:

- It is unlikely that the number of loads in an existing circuit will be modified;
- This type of circuit cannot create overloads. It is therefore only necessary to provide short-circuit protection.

This can be provided by:

- gG type fuses, or
- modular circuit-breakers.

Nevertheless, it is always possible and sometimes more economical (smaller cable size) to protect the circuit by a thermal overload relay and associated aM type fuses.

#### Switching, control, protection

A heating element or group of heating elements of a given power may be either single-phase or 3-phase and may be supplied from a 220/127 V or a 400/230 V distribution system. Excluding a single-phase 127 V system (which is no longer commonly used), the following 3 types of circuit arrangement are possible:

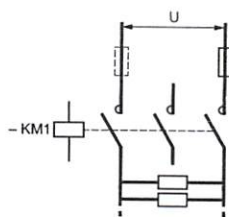
- Single-phase, 2-pole switching
- Single-phase, 4-pole switching
- 3-phase switching

### Component selection according to the power switched

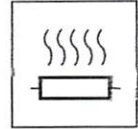
The combinations suggested below are based on an ambient temperature of 55 °C and for powers at the nominal voltage, but they also ensure switching in the event of prolonged overloads up to 1.05 Ue.

#### Single-phase, 2-pole switching

Maximum power (kW)				Contactor rating
220/240 V	380/415 V	660/690 V	1000 V	
3.5	6.5	11	–	LC1, LP1 K09
4.5	8	14	–	LC1 D12
6	10.5	18.5	–	LC1 D18
7	13	22.5	–	LC1 D25
10	18	30.5	–	LC1 D32, LC1 D38
13	22.5	39.5	48	LC1 D40
16.5	28.5	43.5	68	LC1, LP1 D65
24	42	73	82.5	LC1, LP1 D80
44	76	118	157	LC1 D115, LC1 D150
48	83	130	170	LC1 F185
52	90	145	185	LC1 F225
60	104	160	210	LC1 F265
75	130	200	250	LC1 F330
86	145	230	300	LC1 F4002
116	200	310	400	LC1 F5002
170	290	450	695	LC1 F6302, LC1 F800
270	460	715	945	LC1 F780
140	242	370	490	LC1 BL32
220	380	580	770	LC1 BM32
350	605	925	1225	LC1 BP32
480	830	1270	1680	LC1 BR32

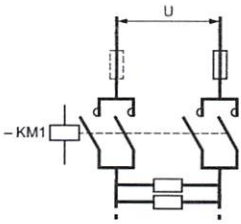


Circuit controlled by 2 poles of the contactor.



### Component selection according to the power switched (continued)

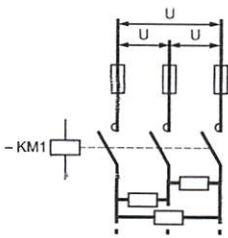
#### Single-phase, 4-pole switching



Circuit controlled by a 4-pole contactor with the poles parallel connected in pairs using appropriate connecting links. This solution enables the control of power values approximately equivalent to those controlled by the same contactor on 3-phase.

Maximum power (kW)				Contactor rating
220/240 V	380/415 V	660/690 V	1000 V	
4.5	8	13.5	–	LC1, LP1 K09004
7	13	22.5	–	LC1 DT25
12	21	36.5	–	LC1 DT40
21	36	63.5	76.5	LC1 DT60
26	45.5	79.5	109	LC1, LP1 D65004
38	66	117.5	132	LC1, LP1 D80004
70	121	190	251	LC1 D115004
76	132	202	270	LC1 F1854
80	142	230	295	LC1 F2254
96	166	253	335	LC1 F2654
120	205	320	400	LC1 F3304
137	236	363	480	LC1 F4004
185	320	490	650	LC1 F5004
272	470	718	950	LC1 F6304
425	735	1140	1520	LC1 F7804
224	387	590	785	LC1 BL34
352	608	930	1230	LC1 BM34
560	968	1478	1960	LC1 BP34
220	1328	2025	2685	LC1 BR34

#### 3-phase switching



Circuit controlled by 3 poles of the contactor.

Maximum power (kW)				Contactor rating
220/240 V	380/415 V	660/690 V	1000 V	
4.5	8	13.5	–	LC1, LP1 K09
7	13	22.5	–	LC1 D12
10	18	30.5	–	LC1 D18
13	22.5	39.5	–	LC1 D25
18	31	52.5	–	LC1 D32, LC1 D38
22.5	38	68	78	LC1 D40
28.5	49	86	112.5	LC1, LP1 D65
40.5	70.5	126	135.5	LC1, LP1 D80
76	131	206	275	LC1 D115, LC1 D150
82	143	220	295	LC1 F185
90	155	250	320	LC1 F225
103	179	275	370	LC1 F265
130	225	345	432	LC1 F330
149	256	395	525	LC1 F400
200	346	530	710	LC1 F500
294	509	780	1030	LC1 F630, LC1 F800
463	800	1235	1650	LC1 F780
242	419	640	850	LC1 BL33
380	658	1005	1350	LC1 BM33
606	1047	1600	2150	LC1 BP33
830	1437	2200	2950	LC1 BR33

#### Application example

For a 220 V, 50 Hz, single-phase circuit supplying a total heating load of 12.5 kW.

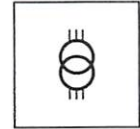
Select: a 3-pole contactor **LC1 D65** or **LP1 D65**.

(1) See complete contactor references on pages 24501/2 to 24502/3 or consult your Regional Sales Office.



# TeSys contactors

For switching the primaries  
of 3-phase LV/LV transformers



## Operating conditions

Maximum ambient temperature: 55 °C.

When a transformer is switched on, there is generally an initial current surge which reaches its peak value almost instantaneously and then decreases in a largely exponential manner to quickly reach its steady state value.

The value of this current depends on:

- the characteristics of the magnetic circuit and of the windings (cross sectional area of the core, rated inductance, number of turns, layout and size of the windings, ...)
- the performance of the magnetic laminations used,
- the magnetic state of the circuit and the instantaneous value of the a.c. mains voltage at the moment of switch-on.

The inrush current at the moment of switch-on can reach 20 to 40 times the rated current for the various kVA power ratings in the tables below. This value is independent of the "no-load" or "on-load" state of the transformer.

## Contactor selection

The peak magnetising current of the transformer must be lower than the values given in the tables below.

Maximum operating rate: 120 operating cycles/hour.

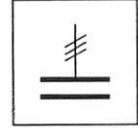
Contactor rating		A	LC1/	LC1/	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1
			LP1	LP1	D09	D12	D18	D25	D32	D38	D40	D50	D65	D80	D95	D115	D150	D150
Maximum permissible current peak at switch-on		A	160	225	350	350	420	630	770	770	1100	1250	1400	1550	1650	1800	2000	
Maximum operational power (1)	220 V	kVA	2	2.5	4	4	5	7	8.5	8.5	14	16	18	19.5	19.5	25	25	
	240 V																	
	380 V	kVA	3.5	5	7	7	8	12.5	15	15	24	27	31	34	34	50	50	
	400 V																	
	415 V	kVA	4	5.5	8	8	9	14	17	17	28	32	36	39	39	55	55	
	440 V																	
500 V	kVA	5	7	9	9	11	16.5	20	20	32	36	40	45	45	65	65		
660 V	kVA	6	8.5	12	12	14	21.5	26.5	26.5	42	48	53	59	59	80	80		
690 V																		
1000 V	kVA	-	-	-	-	-	-	-	-	60	70	80	85	95	100	100		

Contactor rating		A	LC1	LC1	LC1	LC1	LP1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1	LC1
			F185	F225	F265	F330	F400	F500	F630	F780	F800	BL	BM	BP	BR	BR	BR
Maximum permissible current peak at switch-on		A	2900	3300	3800	5000	6300	7700	9000	12 000	11 000	18 000	18 000	18 000	24 000	30 000	
Maximum operational power (1)	220 V	kVA	40	45	50	65	75	100	120	175	145	230	230	300	380		
	240 V																
	380 V	kVA	75	80	90	120	130	170	200	280	245	400	400	530	660		
	400 V																
	415 V	kVA	80	90	100	130	140	190	220	310	270	450	450	560	700		
	440 V																
500 V	kVA	95	100	110	140	170	225	260	350	315	480	480	600	750			
660 V	kVA	120	130	140	170	200	270	350	400	425	600	600	800	950			
690 V																	
1000 V	kVA	150	170	200	225	250	375	470	650	550	700	700	1000	1200			

(1) Maximum operational power corresponding to a current peak at switch-on of 30 In.

# TeSys contactors

For switching 3-phase capacitor banks used for power factor correction



## Standard contactors

Capacitors, together with the circuits to which they are connected, form oscillatory circuits which can, at the moment of switch-on, give rise to high transient currents (> 180 In) at high frequencies (1 to 15 kHz).

As a general rule, the peak current on energisation is lower when:

- the mains inductances are high,
- the line transformer ratings are low,
- the transformer short-circuit voltage is high,
- the ratio between the sum of the ratings of the capacitors already switched into the circuit and that of the capacitor to be switched in is small (for multiple step capacitor banks).

In accordance with standards IEC 60070, NF C 54-100, VDE 0560, the switching contactor must be able to withstand a continuous current of 1.43 times the rated current of the capacitor bank step being switched.

The rated operational powers given in the tables below take this overload into account.

Short-circuit protection is normally provided by gl type HPC fuses rated at 1.7 to 2 In.

## Contactor applications

### Operating conditions

Capacitors are directly switched. The values of peak current at switch-on must not exceed the values indicated opposite.

An inductor may be inserted in each of the three phases supplying the capacitors to reduce the peak current, if necessary.

Inductance values are determined according to the selected operating temperature.

### Power factor correction by a single-step capacitor bank

The use of a choke inductor is unnecessary: the inductance of the mains supply is adequate to limit the peak to a value compatible with the contactor characteristics.

### Power factor correction by a multiple-step capacitor bank

Select a special contactor as defined on page 24569/2.

If a standard contactor is used, it is essential to insert a choke inductor in each of the three phases of each step.

## Maximum operational power of contactors

### Standard contactors

Maximum operating rate: 120 operating cycles/hour.

Electrical durability at maximum load: 100 000 operating cycles.

With choke inductors connected, where necessary.

Operational power at 50/60 Hz						Max. peak current	Contactor rating
θ ≤ 40 °C (1)			θ ≤ 55 °C (1)				
220/240 V	400/440 V	600/690 V	220/240 V	400/440 V	600/690 V		
kvAR	kvAR	kvAR	kvAR	kvAR	kvAR	A	
6	11	15	6	11	15	560	LC1 D09, D12
9	15	20	9	15	20	850	LC1 D18
11	20	25	11	20	25	1600	LC1 D25
14	25	30	14	25	30	1900	LC1 D32, D38
17	30	37	17	30	37	2160	LC1 D40
22	40	50	22	40	50	2160	LC1 D50
22	40	50	22	40	50	3040	LC1 D65
35	60	75	35	60	75	3040	LC1 D80, D95
50	90	125	38	75	80	3100	LC1 D115
60	110	135	40	85	90	3300	LC1 D150
70	125	160	50	100	100	3500	LC1 F185
80	140	190	60	110	110	4000	LC1 F225
90	160	225	75	125	125	5000	LC1 F265
100	190	275	85	140	165	6500	LC1 F330
125	220	300	100	160	200	8000	LC1 F400
180	300	400	125	220	300	10 000	LC1 F500
250	400	600	190	350	500	12 000	LC1 F630
250	400	600	190	350	500	14 200	LC1 F800
200	350	500	180	350	500	25 000	LC1 BL
300	550	650	250	500	600	25 000	LC1 BM
500	850	950	400	750	750	25 000	LC1 BP
600	1100	1300	500	1000	1000	25 000	LC1 BR

(1) Upper limit of temperature category conforming to IEC 60070.



### Maximum operational current (open-mounted device)

Contactor size		LC1/ LP1 K09	LC1/ LP1 K12	LC1 D09	LC1 DT20	LC1 D12 DT25	LC1 D18 DT32	LC1 D25 DT40	LC1 D32	LC1 DT60	LC1 D38	LC1 D40	
Maximum operating rate in operating cycles/hour		600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	
Connection conforming to IEC 60947-1	Cable c.s.a. mm <sup>2</sup>	4	4	4	4	4	6	6	10	16	10	16	
	Bar c.s.a. mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Operational current in AC-1 in A, according to the ambient temperature conforming to IEC 60947-1	≤ 40 °C	A	20	20	25	20	25	32	40	50	60	60	
	≤ 60 °C	A	20	20	25	20	25	32	40	50	60	60	
	≤ 70 °C	A (at UC)	(1)	(1)	17	(1)	17	22	28	35	45	35	42
Maximum operational power ≤ 60 °C	220/230 V	kW	8	8	9	8	9	11	14	18	21	18	21
	240 V	kW	8	8	9	8	9	12	15	19	23	19	23
	380/400 V	kW	14	14	15	14	15	20	25	31	37	31	37
	415 V	kW	14	14	17	14	17	21	27	34	41	34	41
	440 V	kW	15	15	18	15	18	23	29	36	43	36	43
	500 V	kW	17	17	20	17	20	23	33	41	49	41	49
	660/690 V	kW	22	22	27	22	27	34	43	54	65	54	65
	1000 V	kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70

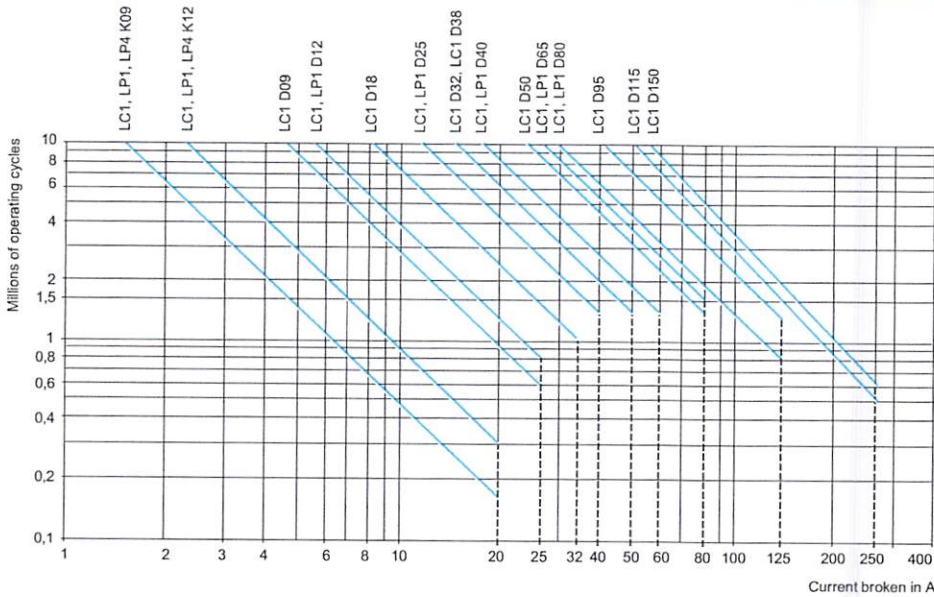
(1) Please consult your Regional Sales Office.

### Increase in operational current by parallel connection of poles

Apply the following coefficients to the currents or power values given above; these coefficients take into account an often unbalanced current distribution between the poles:

- 2 poles in parallel: K = 1.6
- 3 poles in parallel: K = 2.25
- 4 poles in parallel: K = 2.8

### Selection according to required electrical durability, in category AC-1 (U<sub>e</sub> ≤ 440 V)



Control of resistive circuits (cos φ ≥ 0.95).

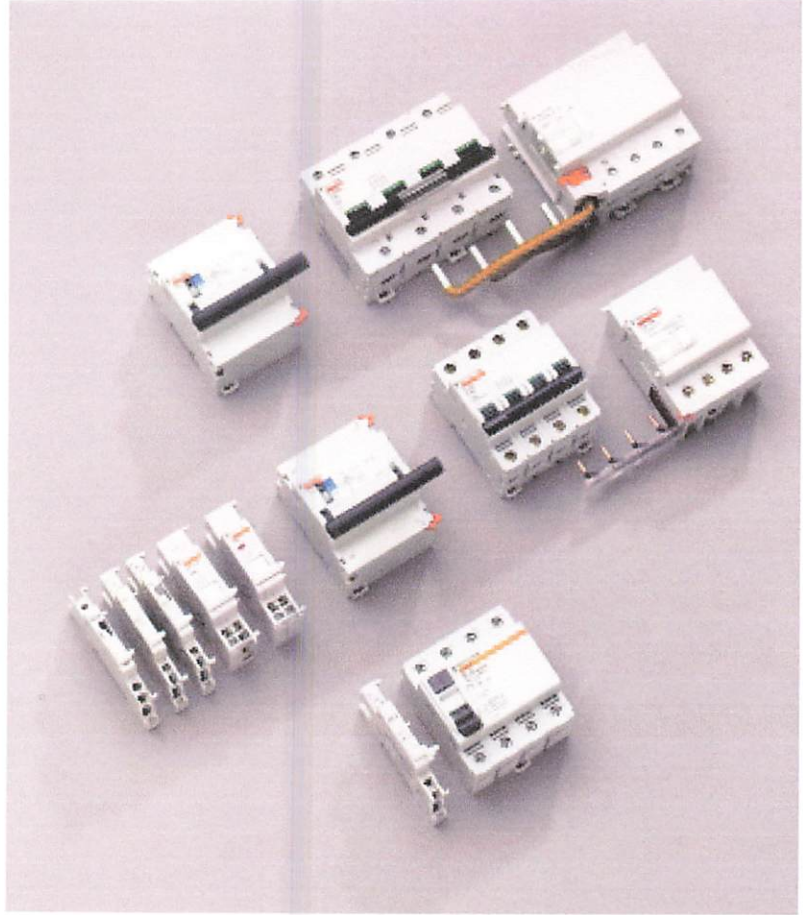
The current broken (I<sub>c</sub>) in category AC-1 is equal to the current (I<sub>e</sub>) normally drawn by the load.

**Example:**

- U<sub>e</sub> = 220 V - I<sub>e</sub> = 50 A - θ ≤ 40 °C - I<sub>c</sub> = I<sub>e</sub> = 50 A.
- 2 million operating cycles required.
- The above selection curves show the contactor rating needed: either LC1 or LP1 D50.



# Merlin Gerin Multi 9 System Protection Miniature Circuit Breakers



Merlin Gerin  
Modicon  
Square D  
Telemecanique

**Schneider**  
 **Electric**

*Get more with the world's Power & Control specialist*



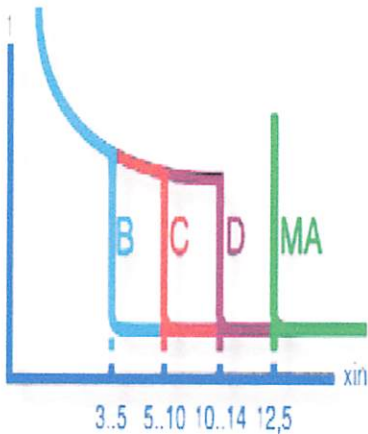
# Protection

Merlin Gerin Multi 9 System  
 Miniature circuit breakers  
 Tripping curves  
 Markings & limitation capability

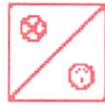
## Trip Unit Variations

### Circuit Protection

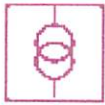
**A choice of several curves**  
 Whatever circuit has to be protected, a C60 or C120 circuit breaker provides the perfect solution with a suitable curve.



**Curve B**  
 tripping:  
 3 to 5 times the rated current (In);  
 protection of generators, persons, very long cables.



**Curve C**  
 tripping:  
 5 to 10 In;  
 protection of circuits, general applications.

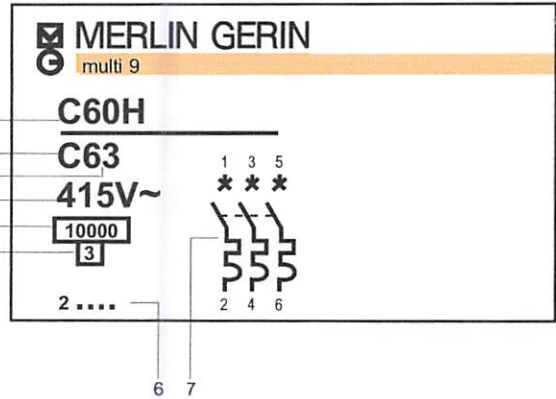


**Curve D**  
 tripping:  
 10 to 14 In;  
 protection of high surge circuits, welders, transformers, motors.



**Curve MA**  
 (magnetic only)  
 tripping: 12 In;  
 protection of motor starters (+ thermal protection when combined with contactor).

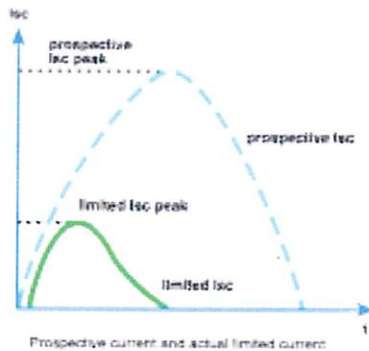
## Circuit Breaker Marking



1. Circuit Breaker Model Number
2. Tripping Curve
3. Circuit Breaker Current Rating
4. Operating Voltage
5. Rated Breaking Capacity
6. Circuit Breaker Part Number
7. Electrical Diagram - No. of Poles
8. I<sup>2</sup>t classification

## Circuit Breaker Limitation Capability

The limitation capability of a circuit breaker is that characteristic whereby only a current less than the prospective fault current is allowed to flow under short-circuit conditions.



This is illustrated by limitation curves which give:

- The limited peak current in relation to the RMS value of the prospective short-circuit current (the short-circuit current being that current which would flow continuously in the absence of protection equipment).
- The limited current stress in relation to the RMS value of the prospective short-circuit current.
- Current limiting capability. The advanced design of the Multi-9 range provides current limitation with far better protection than conventional circuit breakers. For example, on a 6A rating with a prospective short circuit of 5000A, the current will be limited at 350A or 7%.

Installation of current limiting circuit breakers offers several advantages:

- **Better network protection**  
 Current limiting circuit breakers considerably reduce the undesirable effects of short-circuit currents in an installation.
- **Reduced thermal effects**  
 Cable heating is reduced, hence longer cable life.
- **Reduced mechanical effects**  
 Electrodynamic forces reduced, thus electrical contacts are less likely to be deformed or broken.
- **Reduced electromagnetic effects**  
 Measuring equipment situated near an electrical circuit less affected.

---

## Miniature Circuit Breakers – up to 63A

---

Page

### 18mm pole width



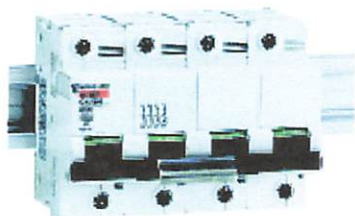
C60a – 4.5kA	2
C60N – 6kA	3
C60H – 10kA	4
C32H-DC – 10kA (circuit breakers for DC applications)	18
electrical auxiliaires – C60	10
accessories – C60	16

---

## Miniature Circuit Breakers – up to 125A

---

### 27mm pole width



C120N – 10kA	6
C120H – 15kA	8
electrical auxiliaries – C120	10
accessories – C120	16

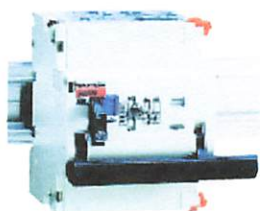
---

## Tm Motor Mechanism

---

TM C60/C120

21



---

## Dimensions

---

23

For supplementary technical information, consult AUS010306



## protection

circuit-breakers up to 63 A

# C60a circuit-breakers

4.5 kA, C curve

AS/NZS 4898



Approval No: N13634

## functions

The circuit-breakers combine the following functions:

- protection of circuits against short-circuit currents,
- protection of circuits against overload currents,
- control,
- isolation,

- protection of persons against indirect contact.

- C60a circuit-breakers are used in the domestic sectors where single phase fault levels are less than or equal to 4.5kA.

## description

### technical data

#### C60a circuit-breakers

- power circuit
- voltage rating: 240 V AC
- number of cycles (O-C): 10 000
- foolproof terminal design
- moving barrier prevents incorrect cable insertion
- cable strand centering guides ensure correct cable positions and strand grouping
- isolation with positive contact indication
- bistable din clip, simplifies disassembly
- environment
- tropicalisation: treatment 2 (relative humidity: 95 % at 55 °C)
- connection: tunnel terminals for the following cables:
  - up to 25A : 25mm<sup>2</sup> stranded
  - 32 to 63A : 35mm<sup>2</sup> stranded

## C curve

### utilisation

cables feeding conventional loads.

### technical data

- power circuit
- tripping curves: the magnetic trip unit operates between 5 and 10 I<sub>n</sub>
- breaking capacity
- according to AS/NZS 4898 Icu ultimate breaking capacity (0-C0 cycle):

rating (A)	voltage (V)	breaking capacity Icu (A)
1...63	240	4500

## catalogue numbers



11357

type	rating (A)	catalogue number	width in mod. of 9 mm	quantity per box
<b>C curve C60a</b>				
1P	6	11354	2	12
	10	11355	2	12
	16	11356	2	12
	20	11357	2	12
	25	11339	2	12
	32	11358	2	12
	40	11359	2	12
	50	11360	2	12
	63	11361	2	12



**protection**

circuit-breakers up to 63 A

# C60N circuit-breakers

6kA, C curve  
AS/NZS 4898



Approval No: N13634

## functions

The circuit-breakers combine the following functions:

- protection of circuits against short-circuit currents,
- protection of circuits against overload currents,
- control,

- isolation,
- protection of persons against indirect contact.

## description

### technical data common to C60N circuit breakers

- power circuit
- voltage rating: 240/415 V AC
- for 2P single phase 240/480V
- I<sup>2</sup>t classification: 3
- number of cycles (O-C): 20 000
- foolproof terminal design
- moving barrier prevents incorrect cable insertion
- cable strand centering guides ensure correct cable positions and strand grouping
- isolation with positive contact indication
- bistable din clip, simplifies disassembly

- environment
- tropicalisation: treatment 2 (relative humidity: 95 % at 55 °C)
- connection: tunnel terminals for the following cables:
- up to 25A : 16mm<sup>2</sup> flexible with cable end : 25mm<sup>2</sup> stranded
- 32 to 63A : 25mm<sup>2</sup> flexible with cable end : 35mm<sup>2</sup> stranded

## C curve

**utilisation**  
cables feeding conventional loads.

### technical data

- power circuit
- tripping curves: the magnetic trip units operate between 5 and 10 I<sub>n</sub>
- breaking capacity according to AS/NZS 4898, I<sub>cu</sub> ultimate breaking capacity (O-CO cycle):

rating (A)	type	voltage (V)	breaking capacity I <sub>cu</sub> (A)
1...63	1P	240/415	6 000
	2P	415...480	6 000
	3P	415	6 000

## catalogue numbers

type

rating (A)

catalogue number

### C curve C60N

1P



Width in mod of 9mm - 2

1	25797
2	25798
4	25800
6	25801
10	25802
16	25803
20	25804
25	25805
32	25806
40	25807
50	25808
63	25809

2P



Width in mod of 9mm - 4

1	25811
2	25812
4	25814
6	25815
10	25816
16	25817
20	25818
25	25819
32	25820
40	25821
50	25822
63	25823

3P



Width in mod of 9mm - 6

1	25825
2	25826
4	25828
6	25829
10	25830
16	25831
20	25832
25	25833
32	25834
40	25835
50	25836
63	25837



25804



25818



25832



**C60H circuit-breakers**

10kA, B, C and D curves

AS/NZS 4898



Approval No: N13634

**functions**

The circuit-breakers combine the following functions:

- protection of circuits against short-circuit currents,
- protection of circuits against overload currents,
- control,

- isolation,
- protection of persons against indirect contact.

**description****technical data common to C60H circuit-breakers**

- power circuit
- voltage rating: 240/415 V AC
- breaking capacity
- according to AS/NZS 4898,
- lcu ultimate breaking capacity (O-CO cycle):

rating (A)	type	voltage (V)	break. cap. lcu (A)
1...63	<b>1P, 2P</b>	240/415	10 000
	<b>3P, 4P</b>	415...480	10 000

- I<sup>2</sup>t classification: 3
- foolproof terminal design
- moving barrier prevents incorrect cable insertion
- cable strand centering guides ensure correct cable positions and strand grouping
- isolation with positive contact indication
- bistable din clip, simplifies disassembly
- isolation with positive contact indication: opening is indicated by a green strip on the device operating handle. This indicator shows opening of all the poles
- number of cycles (O-C): 20 000

- environment
- tropicalisation: treatment 2 (relative humidity: 95 % at 55 °C)
- connection: tunnel terminals for the following cables:
  - up to 25A :16mm<sup>2</sup> flexible with cable end; 25mm<sup>2</sup> stranded
  - 32 to 63A :25mm<sup>2</sup> flexible with cable end; 35mm<sup>2</sup> stranded

**B curve**

**utilisation**  
when there are small inrush currents (generators, long cables).

**technical data**

- power circuit
- tripping curve: the magnetic trip units operate between 3 and 5 In.

**C curve**

**utilisation**  
cables feeding conventional loads.

**technical data**

- power circuit
- tripping curve: the magnetic trip units operate between 5 and 10 In.

**D curve**

**utilisation**  
loads with a high inrush current (motors, transformers).

**technical data**

- power circuit
- tripping curve: the magnetic trip units operate between 10 and 14 In.

# C60H circuit-breakers









10kA, B, C and D curve

AS/NZS 4898



Approval No: N13634

## catalogue numbers

	type	rating (A)	B Curve	C Curve	D Curve		
<b>C60H</b>							
 <p>25845</p>	<b>1P</b>  Width in mod of 9mm - 2	1	25839	25639	25695		
		2	25840	25640	25696		
		4	25841	25642	25698		
		6	25842	25643	25699		
		10	25843	25644	25700		
		16	25844	25645	25701		
		20	25845	25646	25702		
		25	25846	25647	25703		
		32	25847	25648	25704		
		40	25848	25649	25705		
		50	25849	25651	25707		
		63	25850	25652	25708		
		 <p>25857</p>	<b>2P</b>  Width in mod of 9mm - 4	1	25852	25653	25709
				2	25853	25654	25710
4	25854			25656	25712		
6	25855			25656	25713		
10	25856			25658	25714		
16	25857			25659	25715		
20	25858			25660	25716		
25	25859			25661	25717		
32	25860			25662	25718		
40	25861			25663	25719		
50	25862			25665	25721		
63	25863			25666	25722		
 <p>25871</p>	<b>3P</b>  Width in mod of 9mm - 6			1	25865	25667	25723
				2	25866	25668	25724
		4	25867	25670	25726		
		6	25868	25671	25727		
		10	25869	25672	25728		
		16	25870	25673	25729		
		20	25871	25674	25730		
		25	25872	25675	25731		
		32	25873	25676	25732		
		40	25874	25677	25733		
		50	25875	25679	25735		
		63	25876	25680	25736		
		 <p>25883</p>	<b>4P</b>  Width in mod of 9mm - 8	1	25878	25007	25211
				2	25879	25008	25212
4	25880			25010	25214		
6	25881			25011	25215		
10	25882			25012	25216		
16	25883			25013	25217		
20	25884			25014	25218		
25	25885			25015	25219		
32	25886			25016	25220		
40	25887			25017	25221		
50	25888			25018	25222		
63	25889			25019	25223		



# C120N circuit-breakers

10kA, B, C curves - AS/NZS 4898

10kA, D curve AS 3947-2

## function

The circuit-breakers combine the following functions:

- protection of circuits against short circuit currents,
- protection of circuits against overload currents,
- control,

- isolation,
- protection of persons against indirect contact.

## description

### Technical data common to C120N circuit breakers

- power circuit
- current rating: 63 to 125 A
- voltage rating 415 V AC
- insulation voltage Ui: 500 V
- impulse withstand voltage Uimp: 6 kV
- breaking capacity:
  - according to AS/NZS 4898 Icu ultimate breaking capacity (O-CO cycle)

type	voltage (V)	breaking cap. Icu (A)
1, 2, 3, 4P	240/415	10000

- according to AS3947-2 Icu ultimate breaking capacity (O-CO cycle)

type	voltage (V)	breaking cap. Icu (kA)
1P	240	10
	415	3
2, 3, 4P	400...415	10

- mechanical durability:
  - 20000 cycles (O-C)
- electrical durability:
  - 63 A: 10000 cycles (O-C)
  - 80...125 A: 5000 cycles (O-C)
- I<sup>2</sup>t classification: 3
- isolation with positive contact indication: opening is indicated by a green strip on the device operating handle. This indicator shows opening of all the poles
- foolproof terminal design
  - moving barrier prevents incorrect cable insertion
  - cable strand centering guides ensure correct cable positions and strand grouping
- bistable din clip: simplifies disassembly
- 63 to 125A:
  - up to 35mm<sup>2</sup> flexible with cable end
  - up to 50mm<sup>2</sup> stranded

## B curve



Approval No:Q00542

**utilisation**  
when there are small inrush currents (generators, long cables).

### technical data

- power circuit
- tripping curve: the magnetic trip units operate between 3 and 5 In.

## C curve



Approval No:Q00542

**utilisation**  
cables feeding conventional loads.

### technical data

- power circuit
- tripping curve: the magnetic trip units operate between 5 and 10 In.

## D curve - For industrial use only

**utilisation**  
loads with a high inrush current (motors, transformers).

### technical data



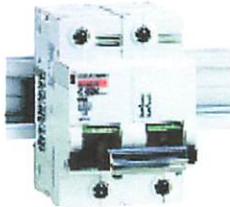

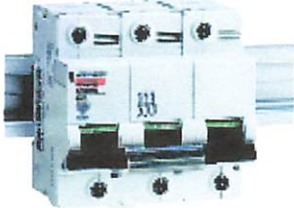

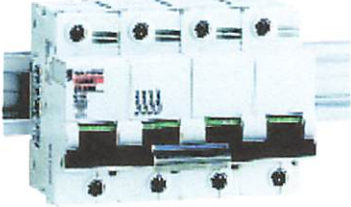
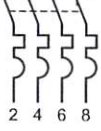
- power circuit
- tripping curve: the magnetic trip units operate between 10 and 14 In.

# C120N circuit-breakers

10kA, B, C curves - AS/NZS 4898

10kA, D curve AS 3947-2

## catalogue numbers

catalogue numbers	type	rating (A)	B Curve	C Curve	D Curve
<b>B curve C120N</b>					
 <p>18340</p>	1P	63	18340	18356	18378
		80	18341	18357	18379
	1	100	18342	18358	18380
	$\frac{1}{2}$	125	18343	18359	18381
					
	2				
	Width in mod of 9mm - 3				
 <p>18344</p>	2P	63	18344	18360	18382
		80	18345	18361	18383
	1 3	100	18346	18362	18384
	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	125	18347	18363	18385
					
	2 4				
	Width in mod of 9mm - 6				
 <p>18349</p>	3P	63	18348	18364	18386
		80	18349	18365	18387
	1 3 5	100	18350	18367	18388
	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	125	18351	18369	18389
					
	2 4 6				
	Width in mod of 9mm - 9				
 <p>18355</p>	4P	63	18352	18371	18390
		80	18353	18372	18391
	1 3 5 7	100	18354	18374	18392
	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	125	18355	18377	18393
					
	2 4 6 8				
	Width in mod of 9mm - 12				

# C120H circuit-breakers

15kA, B, C curves - AS/NZS 4898

15kA, D curve AS 3947-2

## function

The circuit-breakers combine the following functions:

- protection of circuits against short circuit currents,
- protection of circuits against overload currents,
- control,

- isolation,
- protection of persons against indirect contact.

## description

### Technical data common to C120N circuit breakers

- power circuit
- current rating: 10 to 125 A
- voltage rating 415 V AC
- insulation voltage  $U_i$ : 500 V
- impulse withstand voltage  $U_{imp}$ : 6 kV
- breaking capacity:
  - according to AS/NZS 4898 Icu ultimate breaking capacity (O-CO cycle)

type	voltage (V)	breaking cap. Icu (A)
1, 2, 3, 4P	240/415	15000

- according to AS3947-2 Icu ultimate breaking capacity (O-CO cycle)

type	voltage (V)	breaking cap. Icu (kA)
1P	240	15
	415	4.5
2, 3, 4P	400...415	15

- mechanical durability:
  - 20000 cycles (O-C)
- electrical durability:
  - 63 A: 10000 cycles (O-C)
  - 80...125 A: 5000 cycles (O-C)
- I<sup>2</sup>t classification: 3
- isolation with positive contact indication: opening is indicated by a green strip on the device operating handle. This indicator shows opening of all the poles
- foolproof terminal design
  - moving barrier prevents incorrect cable insertion
  - cable strand centering guides ensure correct cable positions and strand grouping
- bistable din clip: simplifies disassembly
- 63 to 125A:
  - up to 35mm<sup>2</sup> flexible with cable end
  - up to 50mm<sup>2</sup> stranded

## B curve



Approval No:Q00542

**utilisation**  
when there are small inrush currents (generators, long cables).

### technical data

- power circuit
- tripping curve: the magnetic trip units operate between 3 and 5 In.

## C curve



Approval No:Q00542

**utilisation**  
cables feeding conventional loads.

### technical data

- power circuit
- tripping curve: the magnetic trip units operate between 5 and 10 In.

## D curve - For industrial use only

**utilisation**  
loads with a high inrush current (motors, transformers).

### technical data

- power circuit
- tripping curve: the magnetic trip units operate between 10 and 14 In.

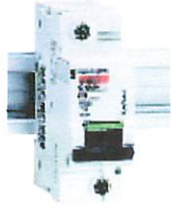

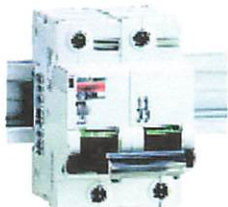

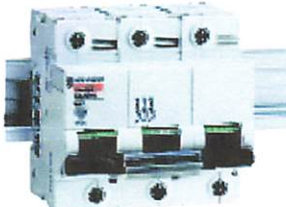

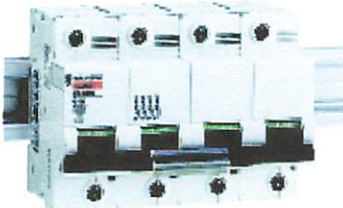



# C120H circuit-breakers

15kA, B, C curves - AS/NZS 4898

15kA, D curve AS 3947-2

## catalogue numbers

type	rating (A)	B Curve	C Curve	D Curve	
<b>C120H</b>					
 <p>1P</p> <p>1</p>  <p>2</p> <p>Width in mod of 9mm - 3</p>	10	18394	18438	18482	
	16	18395	18439	18483	
	20	18396	18440	18484	
	25	18397	18441	18485	
	32	18398	18442	18486	
	40	18399	18443	18487	
	50	18400	18444	18488	
	63	18401	18445	18489	
	80	18402	18446	18490	
	100	18403	18447	18491	
	125	18404	18448	18492	
	 <p>2P</p> <p>1 3</p>  <p>2 4</p> <p>Width in mod of 9mm - 6</p>	10	18405	18449	18493
		16	18406	18449	18494
20		18407	18451	18495	
25		18408	18452	18496	
32		18409	18453	18497	
40		18410	18454	18498	
50		18411	18455	18499	
63		18412	18456	18500	
80		18413	18457	18501	
100		18414	18458	18502	
125		18415	18459	18503	
 <p>3P</p> <p>1 3 5</p>  <p>2 4 6</p> <p>Width in mod of 9mm - 9</p>		10	18416	18460	18504
		16	18417	18461	18505
	20	18418	18462	18506	
	25	18419	18463	18507	
	32	18420	18464	18508	
	40	18421	18465	18509	
	50	18422	18466	18510	
	63	18423	18466	18511	
	80	18424	18468	18512	
	100	18425	18469	18513	
	125	18426	18470	18514	
	 <p>4P</p> <p>1 3 5 7</p>  <p>2 4 6 8</p> <p>Width in mod of 9mm - 12</p>	10	18427	18471	18515
		16	18428	18472	18516
20		18429	18473	18517	
25		18430	18474	18518	
32		18431	18475	18519	
40		18432	18476	18520	
50		18433	18477	18521	
63		18434	18478	18522	
80		18435	18479	18523	
100		18436	18480	18524	
125		18437	18481	18525	

# electrical auxiliaries

## for C60 and C120 circuit-breakers

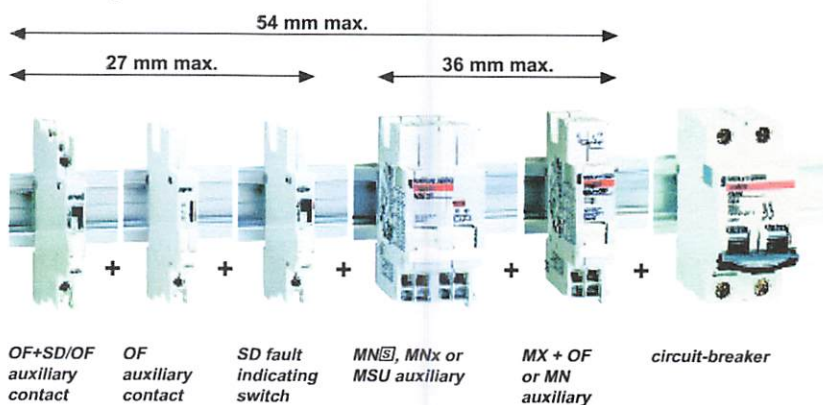
### function

They allow remote tripping or indication of circuit-breakers, with or without a Vigi module.

### description

- they are mounted on the left-hand side of the circuit-breaker within a width limit of 54 mm
- fixed using clips (without tools) on the left-hand side of the circuit-breaker
- compatible with Vigi modules (adaptable on the right-hand side)
- a maximum of 3 indication auxiliaries on the same circuit-breaker
- a maximum of 2 OF+SD/OF auxiliary switches on the same circuit-breaker
- a maximum of 2 MX+OF or MN tripping auxiliaries on the same circuit-breaker
- a maximum of 1 MN<sup>□</sup> or MNx or MSU tripping auxiliary on the same circuit-breaker.

### auxiliary combination





# electrical auxiliaries

## for C60 and C120 circuit-breakers

### tripping

Visualisation of tripping by means of the red indicator on front face.

#### MX + OF shunt trip

Remote tripping of a circuit-breaker:  
 ■ equipped with an OF changeover switch:  
 - to indicate the circuit-breaker's position  
 - to carry out self-breaking allowing the control circuit to remain energized.

#### Undervoltage releases (MN, MN )

Controls the tripping of a circuit-breaker when its supply voltage drops (threshold between 70 and 35 % of  $U_n$ )  
 It allows for manual closing of the circuit-breaker if its voltage exceeds 85 % of the rated voltage

#### delayed MN release

0.2 second time-delay: prevents tripping due to brownouts or momentary voltage decreases.

#### MNx release for opening pushbutton

Completely unaffected by power supply circuit cuts, it is recommended for fail-safe emergency stopping. Replaces the MX "voluntary" release equipped with its NO/NC indicator lights.


#### MSU overvoltage

MSU voltage threshold release  
 Specially designed to monitor voltage between the neutral and phase(s) conductors, it cuts power supply by opening the circuit-breaker in event of an overvoltage. For overvoltages lasting for more than a few seconds.

#### technical data

Compliance with standard: AS 3947-2

release consumption

type	voltage (V AC or DC)		power (W or VA)
MX+OF	415 V	AC inrush	120
		DC inrush	10
	220...240 V	AC inrush	50
		DC inrush	20
	110...130 V	AC inrush	200
		DC inrush	10
48 V	AC	inrush	22
		DC inrush	12
	24 V	AC inrush	120
		DC inrush	120
12 V	AC inrush	20	
	DC inrush	20	
MN	220...240 V	AC holding	4.1
		DC holding	2.0
	48 V	AC holding	4.3
MN 	220...240 V	AC holding	4.1
MNx	230	AC inrush	50
		AC inrush	120
MSU	230	AC inrush	50
		400	AC inrush

### remote indication

#### OF auxiliary switch

changeover switch that indicates the "open" or "closed" position of the circuit-breaker.  
 test button on the front face that allows for the indication circuit to be verified without operating the circuit-breaker

#### SD fault indicating switch

changeover switch that indicates the "fault trip" position of the circuit-breaker  
 visualisation of the fault (SD) by means of a mechanical indicator on front face.

#### OF+SD/OF selector switch

double changeover switch that indicates:  
 the "open" or "closed" position of the circuit-breaker (OF)  
 the "fault trip" position of the circuit-breaker (SD).

2 circuits:

- upper: OF

- lower: SD or OF.

function is selected using rotary selector switch on the right-hand side

the selected function is indicated on the front face

visualisation of the fault (SD) by means of a red mechanical indicator on front face.

#### technical data

Complies with standard: AS 3947-2

rated current of auxiliary contacts

voltage (V AC or DC)		rated current (A)
415 V	AC	3
≤ 240 V	AC	6
130 V	DC	1
≤ 48 V	DC	2
≤ 24 V	DC	6

#### connection

■ using screw clamp terminals for 1 or 2 cables (max. 2.5 mm<sup>2</sup>)

■ visible markers near terminals.



# electrical auxiliaries for C60 and C120 circuit-breakers

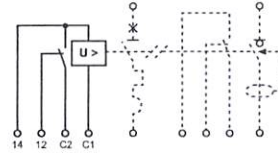
## references



26946

type

### MX + OF shunt release



control voltage  
(V AC) (V DC)

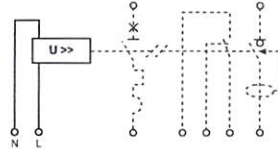
catalogue  
number

width  
in mod.  
of 9 mm

control voltage (V AC)	control voltage (V DC)	catalogue number	width in mod. of 9 mm
220...415	110...130	26946	2
48...130	48	26947	2
24	24	26948	2
12	12	26949	2

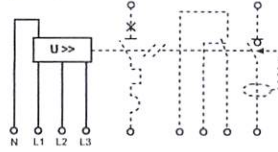
### MSU overvoltage release

1P + N



220...240 26979 4

3P + N



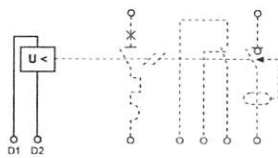
380...415 26980 4



26979

### MN undervoltage release

instantaneous



control voltage (V AC)	control voltage (V DC)	catalogue number	width in mod. of 9 mm
220...240		26960	2
48		26961	2
	48	26962	2

delayed

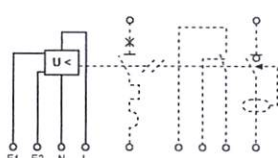
220...240 26963 4



26963

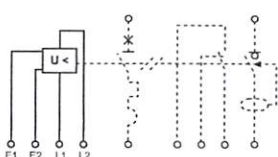
### MNx release for opening pushbutton

Ph + N

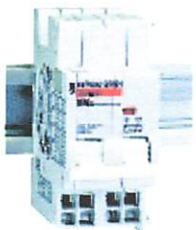


220...240 26969 4

Ph to Ph


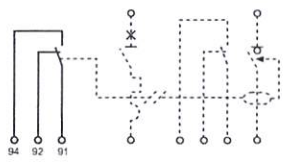

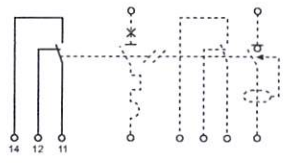

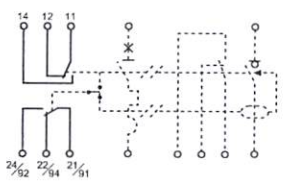


380...415 26971 4



26969

# electrical auxiliaries for C60 and C120 circuit-breakers

	type	control voltage		catalogue number	width in mod. of 9 mm
		(V AC)	(V DC)		
	SD fault indicating switch			26927	1
					
	OF auxiliary contact			26924	1
					
	OF+SD/OF selector switch			26929	1
					

26927

26924

26929

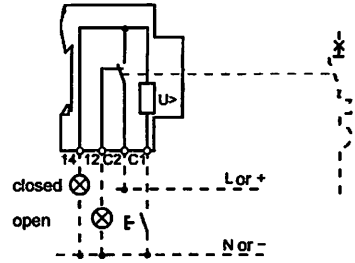
# OF contact and SD switch, MX+OF, MN and MN<sup>S</sup> releases for C60 and C120 circuit-breakers

## shunt release MX + OF

### application

- remote opening by circuit-breaker tripping, of electrical lighting circuits, etc
- terminals 12 and 14 are used for indication of the circuit-breaker OF position, at a voltage identical to coil voltage
- indication on the front face of the tripped function, by a red mechanical indicator.

### connection

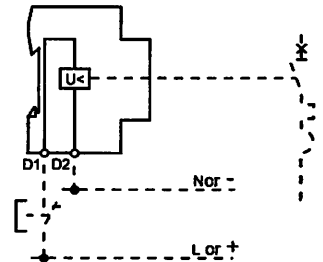


## undervoltage release MN or MN<sup>S</sup>

### application

- opening of electrical circuits by circuit-breaker tripping:
  - either by emergency stopping (mushroom head pushbutton)
  - or on mains failure
- impossibility of uncontrolled restart is particularly recommended in two cases, thus guaranteeing complete safety:
  - when the machine operator is confronted with a risk of untimely restart: circular saw, rotating machine, etc
  - when it is necessary to control restart of an installation further to a mains failure
- indication on the front face of the tripped function, by a red mechanical indicator
- the MN coil is accepted as an emergency stopping device by the installation standard. However it does not indicate the OFF position of a circuit-breaker.

### connection

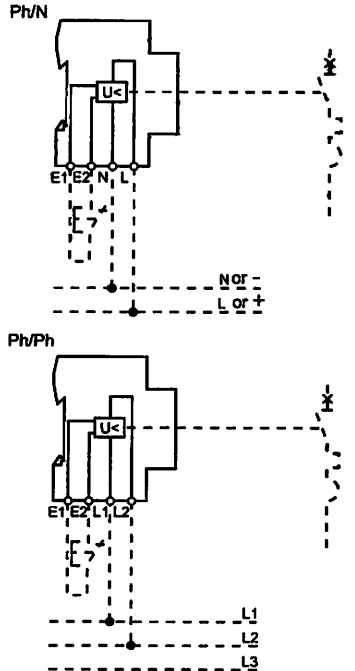


## MNx release for emergency stopping on opening

### application

- remote opening of the circuit by circuit-breaker tripping on a voluntary order:
  - emergency stop pushbutton on opening (fail-safe)
  - completely unaffected by network fluctuations.

### connection



# OF contact and SD switch, MX+OF, MN and MN<sup>S</sup> releases for C60 and C120 circuit-breakers

## OF auxiliary contact

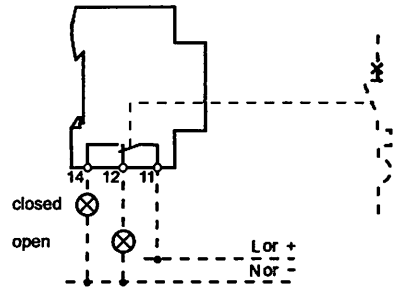
### application

- audible or visual indication of circuit-breaker "open" or "closed" contact status
- this indication can be transferred to the front face of a cubicle or enclosure or centralised on a control desk
- optional contact testing using the knob on the front face, with the circuit-breaker open.

### circuit-breaker OF contact position

open	11-12
closed	11-14
tripped	11-12

### connection



## SD fault indicating switch

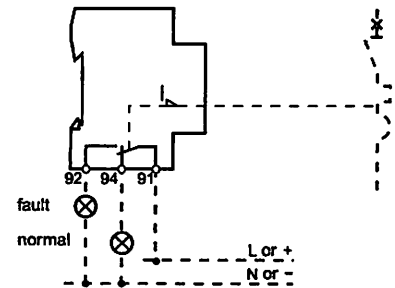
### application

- audible or visual indication of circuit-breaker tripped status: climatic room, lift, ventilation, etc
- front face indication of contact status (red mechanical indicator) and of the "fault clearance" function
- optional resetting of indication separately from the circuit-breaker
- optional testing of contact on front face, with the circuit-breaker open.

### circuit-breaker OF contact position

open	91-94
closed	91-94
tripped	91-92

### connection



## OF + SD/OF changeover auxiliary switch

### application

- double changeover switch:
  - the top switch indicates the "open" or "closed" status of the circuit-breaker
  - the bottom switch indicates according to user choice:
    - the "open" or "closed" status (OF)
    - the "tripped" status (SD)
- front face indication of the tripped status, by red mechanical indicator (regardless of lateral selector switch position)
- optional testing of the bottom switch (SD changeover) on the front face, with the circuit-breaker open
- optional resetting of indication separately from the circuit-breaker.

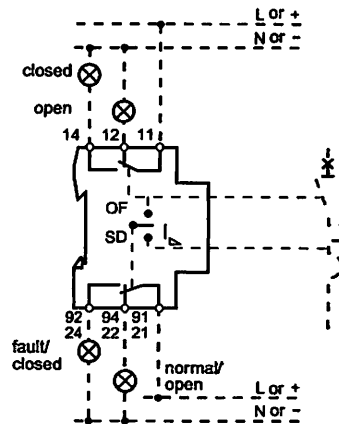
### circuit-breaker OF contact position

open	11-12	21-22
closed	11-14	21-24
tripped	11-12	21-22

### circuit-breaker SD switch position

open	91-94
closed	91-94
tripped	91-92

### connection



# Vigi modules for C60 and C120 circuit-breakers

## function

### Common function

Adaptable to C60 & C120 circuit-breakers to 125 A - 2, 3, 4P, the Vigi up module ensures:

- the protection of electrical installations against insulation faults
- the protection of persons against indirect contact: medium sensitivities (300, 500mA)
- additional protection of persons against direct contact: high sensitivity (30 mA)

The C60/C120 residual current device complies with standard EN 61009: no heat derating of the circuit-breaker

It is equipped with a locating device that ensures the correct rating and number of poles

The technical data of circuit-breakers that are combined with Vigi modules remain unchanged and the circuit-breakers remain compatible with indication or control auxiliaries


### AC class

Vigi module for which tripping is ensured by sinusoidal AC currents whether they are quickly applied or rise slowly

### Instantaneous

It ensures instantaneous tripping (not time-delayed)

### Selective

Selective  Vigi modules allow for total vertical discrimination if:

- upstream devices are s or delayed
- downstream devices are instantaneous and their sensitivity is less than  $IDn/2$  of the upstream device.

## description

### Technical data

■ the Vigi module incorporates the residual current relay and toroid in a case. Its earth leakage module is electro-mechanical.

It functions without an auxiliary power supply source and thus has a very wide operating range

■ protected against nuisance tripping due to transient overvoltages (lightning stroke, switchgear switching on the network, etc.)

■ breaking and making capacity upon short-circuit is equal to the breaking capacity of the circuit-breaker

■ instantaneous or selective s trip units

■ reinforced electromagnetic compatibility

■ remote tripping:

possible using an MX or MN release on circuit-breaker

■ connection by tunnel terminals in mod. of 9mm

■ fault indication by means of a red strip on the resetting handle

■ resetting the Vigi module, at user's convenience:

- either using the circuit-breaker handle
- or independently of the circuit-breaker.

■ AC class: 50/60Hz

■ Minimum operating threshold for test button

Vigi C60 : 100VAC

Vigi C120 : 176VAC

■ AS3190, AS/NZS61009 (IEC61009)

■ Connection by tunnel terminals

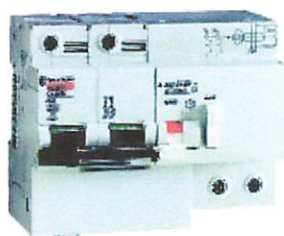
Vigi C60 : up to 35mm<sup>2</sup> stranded cables

Vigi C120 : up to 50mm<sup>2</sup> stranded cables

Copper or aluminium cables (using aluminium cable terminal).

type	Vigi C60	Vigi C120
2P	4	7
3P	7	10
4P	7	10

## combination of earth leakage modules with circuit-breakers



C120 residual current device

=



C120 circuit breaker

+



Vigi C120 module

# Vigi modules for C60 and C120 circuit-breakers

## catalogue numbers



type	voltage (V)	sens. (mA)	catalogue number
<b>Vigi C60 type AC (<math>\leq 63A</math>)</b>			
<b>2P</b>	240...415	30 mA	26658
		300mA	26660
<b>3P</b>	415	30 mA	26620
		300mA	26682
<b>4P</b>	415	30 mA	26665
		300mA	26667



type	voltage (V)	sens. (mA)	catalogue number
<b>Vigi C120 type AC (<math>\leq 125A</math>)</b>			
<b>2P</b>	230...415	30	18563
		300	18564
		500	18565
<b>3P</b>	230...415	30	18566
		300	18567
		500	18568
<b>4P</b>	230...415	30	18569
		300	18570
		500	18571



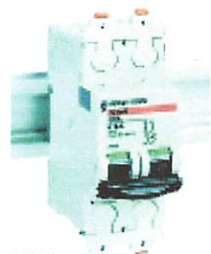
# accessories

## for C60 and C120 circuit-breakers

### catalogue numbers



26970



26981



26976



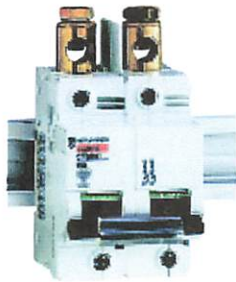



27060

type	suitable for	catalogue number	quantity per box
padlocking facility	C60	26970	2
	C120	27145	4
<hr/>			
	<b>C60 circuit-breaker</b>	<b>26981</b>	<b>2</b>
	<b>Vigi C60</b>	<b>26982</b>	<b>10</b>
	<b>C120 circuit-breaker</b>	<b>18527</b>	<b>2</b>
<hr/>			
terminal shield	C60	1P	26975
		2P	26976
		3P	26975 + 26976
		4P	26978
<hr/>			
terminal shield	C120	1P	18526
		2P	2 x 18526
		3P	3 x 18526
		4P	4 x 18526
<hr/>			
insulated sub-terminal		19091	4
<hr/>			
aluminium cable terminal		27060	1



# accessories

for C60 and C120 circuit breakers

	type	catalogue number	quantity per box
	screw connection	27053	8
	rear connection terminal with 1P terminal shield	18528	2
18528	inter-pole barrier	27001	10
	spacer	27062	
27062	marker strips	27062	
	marker strips		
marker strips	label holder C120	27150	10
	replacement wire cover C60		
	2P	26483	5
	3P	26484	5
	4P	26485	5

# C32H-DC circuit-breakers

AS3947-2

## functions

The C32H-DC circuit-breakers are designed for the protection and control of power circuits used in DC applications (eg; security lighting, automation, telephone systems)

## description

### technical data common to C32H-DC circuit-breakers

- power circuit
- voltage rating:
  - single pole: 125V DC
  - two pole: 250V DC
- current ratings: 1 to 40 A set at 40 °C
- breaking capacity as in AS3947-2, Icu ultimate breaking capacity (O-CO operating cycle)

type	rating (A)	voltage (VDC)	breaking capacity Icu (kA)
1P	1 to 40 A	125	10
2P	1 to 40 A	125	20
		250	10

- tripping curve: type C
- the magnetic releases operate between 7 and 10 In.
- number of operating cycles: (O-C) 10,000 at L/R ≤ 0.015 sec
- tropicalisation: treatment 2 (relative humidity 95% at 55°C)
- connection: tunnel terminals for the following cables:
  - 16mm<sup>2</sup> flexible with cable end
  - 25mm<sup>2</sup> stranded

■ It is imperative to respect the polarity and function of the power supply.

## catalogue numbers

type	rating (A)	catalogue number	width in mod of 9 mm	quantity per box
<b>C32H-DC single pole</b>				
	1	20531	2	12
	2	20532	2	12
	3	20533	2	12
	6	20534	2	12
	10	20535	2	12
	16	20536	2	12
	20	20537	2	12
	25	20538	2	12
	32	20539	2	12
	40	20540	2	12



20536

<b>2P</b>	1	20541	4	6
	2	20542	4	6
	3	20543	4	6
	6	20544	4	6
	10	20545	4	6
	16	20546	4	6
	20	20547	4	6
	25	20548	4	6
	32	20549	4	6
	40	20550	4	6



20550

# C32H-DC circuit-breakers for DC applications

## selecting the circuit-breaker

The selection of a circuit-breaker most suitable for protection of a DC installation, depends mainly on the following criteria:

- the nominal current, which determines the rating of the equipment
- the type of network
- the nominal voltage, which determines the number of poles to be involved in breaking
- the maximum short-circuit current at the point of installation, which determines the breaking capacity

## calculation of the short-circuit current (I<sub>sc</sub>) at the terminal of a battery

When a short-circuit occurs at its terminals, a battery discharges a current given by Ohm's law:

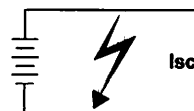
$$I_{sc} = \frac{V_b}{R_i}$$

where  $V_b$  = the maximum discharge voltage (battery 100 % charged)  
and  $R_i$  = the internal resistance equivalent to the sum of the cell resistances (figure generally given by the manufacturer in terms of Ampere-hour capacity of the battery).

### example

What is the short-circuit current at the terminals of standing battery with the following characteristics:

- capacity: 500 Ah
- maximum discharge voltage: 240 V (110 cells of 2.2 V)
- discharge current: 300 A
- internal resistance: 0.5 mΩ per cell



$$R_i = 110 \times 0.5 \times 10^{-3}$$

$$I_{sc} = \frac{240}{55 \times 10^{-3}} = 4.4 \text{ kA}$$

As the above calculation shows, the short-circuit current is relatively weak.

**Note:** If the internal resistance is not known, the following approximate formula can be used:  $I_{sc} = kC$ , where  $C$  is capacity of the battery expressed in Ampere-hours, and  $k$  is a coefficient close to 10 but in any case always lower than 20.



# C32H-DC circuit-breakers for DC applications

## recommendations for use

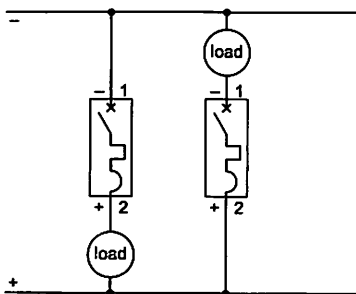
The C32H-DC special DC circuit-breaker is designed for the control and protection of circuits up to 250 V DC with  $I_{sc} \leq 20$  kA. For higher voltages or short-circuit currents, refer to the previous pages.

## connection diagram

The circuit-breaker connection diagram to be used depends on the service voltage, the  $I_{sc}$  of the installation and the position of the load:

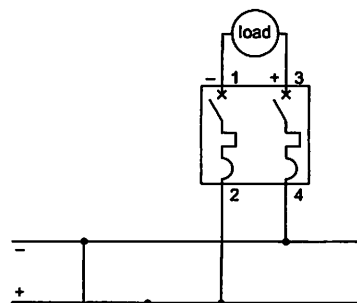
### C32H-DC 1 pole

- service voltage  $\leq 125$  V DC
- $I_{sc} \leq 10$  kA



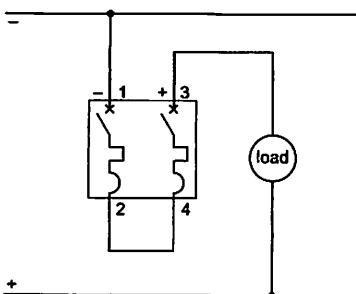
### C32H-DC 2 poles

- service voltage  $\leq 250$  V DC
- $I_{sc} \leq 10$  kA



### C32H-DC 2 poles

- service voltage  $\leq 125$  V DC
- $I_{sc} \leq 20$  kA



**Note :**

The C32H-DC is a polarized circuit-breaker, equipped with a permanent magnet for satisfactory breaking of the rated current. In accordance with the diagram to be used, always respect the + and - polarities indicated on the circuit-breaker.

# Tm motor mechanism

## for C60N/H and C120N/H circuit breakers

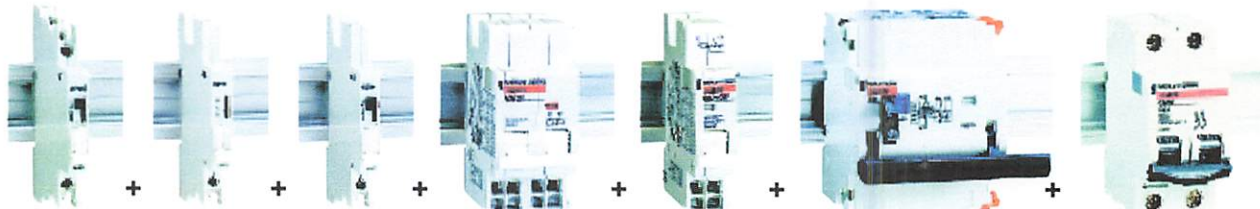
### function

Tm motor mechanism is used for:

- the remote control of C60/C120 circuit-breakers (with or without a Vigi module) via a latched order,
- circuit-breaker resetting after tripping.

Local control using the operating handle continues to be possible, as is adaptation of other circuit-breaker auxiliaries.

### description



OF+SD/OF auxiliary switch    OF auxiliary contact    SD fault indicating switch    MN<sup>Ⓢ</sup>, MNx or MSU auxiliary    MX + OF or MN auxiliary    Tm remote control    circuit-breaker

- Tm modules are controlled by an electrical latched type order.

- a disconnection selector switch placed on the front panel is used to:
  - neutralise the remote control
  - lock the remote controlled circuit-breaker in the "open" position (7 mm Ø padlock not supplied).

- a mechanical indicator shows the "open" or "closed" status of the Tm remote control.

- reclosing after a fault:
  - must be carried out in manual mode, locally after search and clearance of the fault
  - to impose manual and local resetting, an SD auxiliary switch (ref. 26927), cabled in series in the Tm module, prevents automatic and remote reclosing
  - remote reclosing is possible provided regulations are complied with: resetting takes place by opening the control circuit for more than 1.5 s.

- auxiliaries in the C60/C120 range, adaptable to circuit-breakers using clips (without tools),
  - instantaneous or delayed undervoltage tripping: MN and MN<sup>Ⓢ</sup>
  - instantaneous shunt tripping: MX+OF
  - fault trip indication: SD
  - indication of the circuit-breaker's "open" or "closed" position: OF.
- other possible control modes:
  - control by an impulse and/or latched order: ACTc
  - time-delayed: ACTt
  - by BatiBUS network: ATB1s.

### technical data

- control voltage (Uc): 230 V AC (-15 % +10 %)

- frequency: 50...60 Hz

- consumption:
  - inrush:
    - TmC60: 28 VA
    - TmC120: 35 VA
  - holding: 2 VA

- insensitive to brownouts: ≤ 0.45 s

- undervoltage behaviour:
  - > 0.45 s, mechanical opening of poles
  - reclosing 2 s after power is restored.

- number of cycles (O-C) at 40 °C:
  - Tm + C60: 20 000
  - Tm + C120 (≤ 63 A): 10 000
  - Tm + C120 (80...125 A): 5 000.

- opening time by Tm: 0.5 s

- closing time by Tm: 2 s

### connection

- using tunnel terminals:
  - 1 x 6 mm<sup>2</sup> cable
  - 2 x 1.5 mm<sup>2</sup> or 2.5 mm<sup>2</sup> cables.

### weight

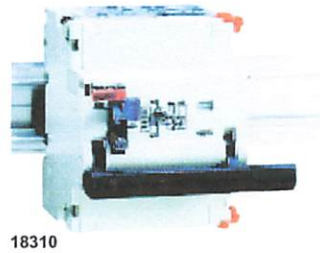
- 1-2P: 300 g

- 3-4P: 310 g.

# Tm motor mechanism

for C60N/H and C120N/H circuit breakers

## catalogue numbers



18310

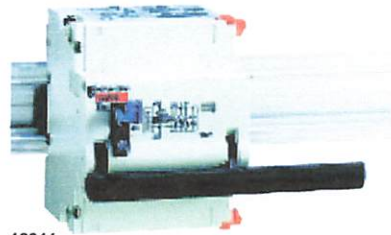
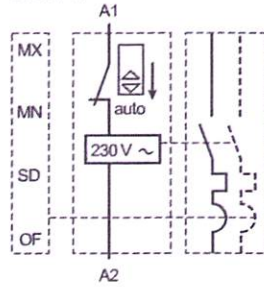
type voltage (v AC)

C60 1-2P  
C120 1-2P

230

catalogue number width in mod. of 9 mm quantity per box

18310 7  
18312 7

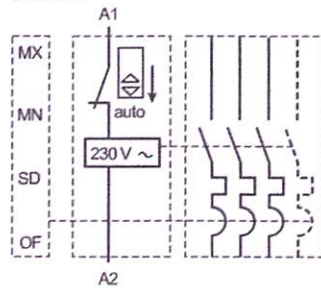


18311

C60 3-4P  
C120 3-4P

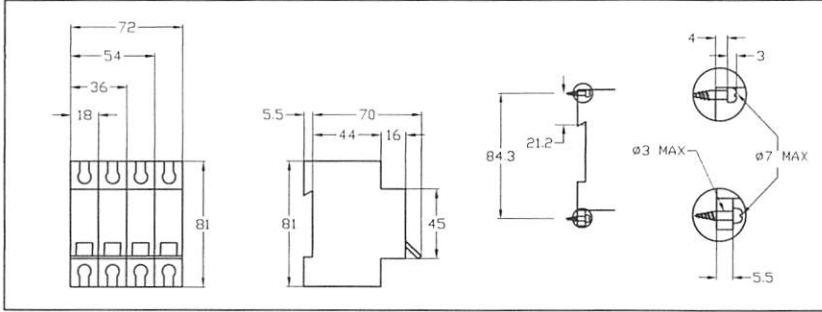
230

18311 7  
18313 7

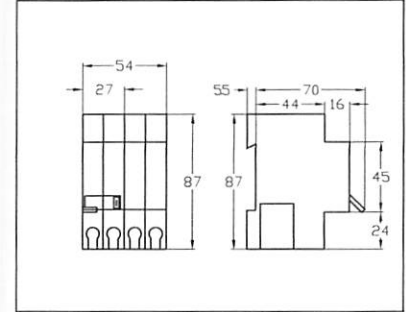


# Dimensions

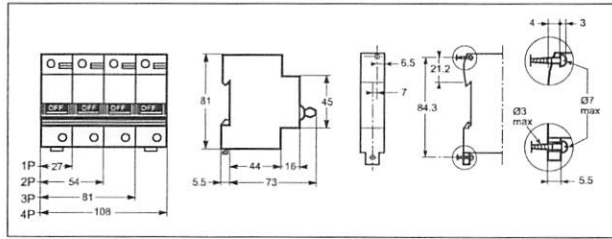
## C60a/N/H circuit breakers



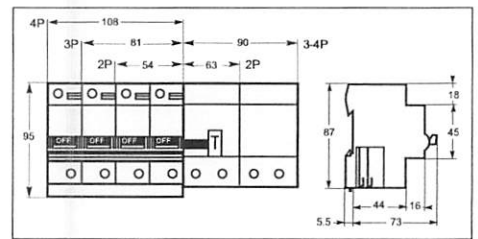
## Vigi C60



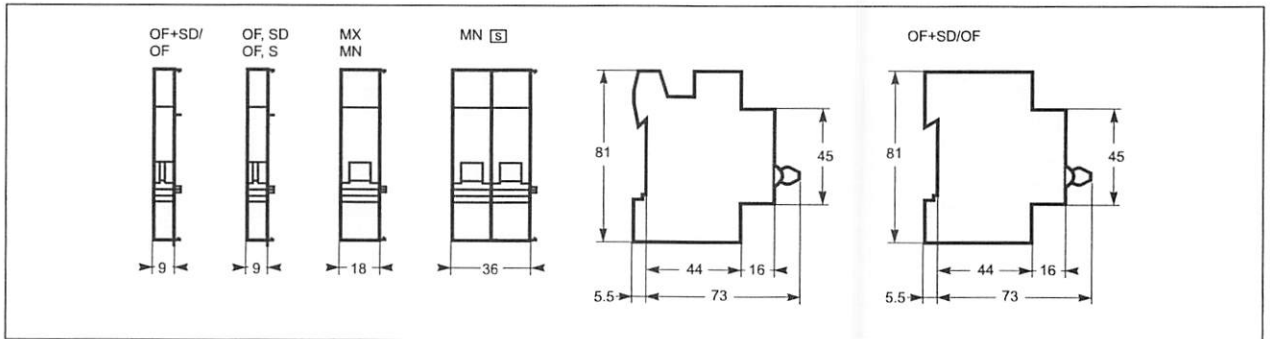
## C120N/H circuit breakers



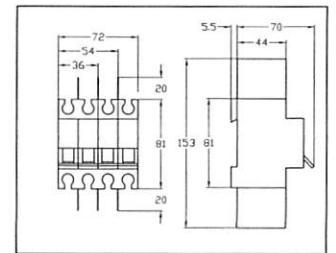
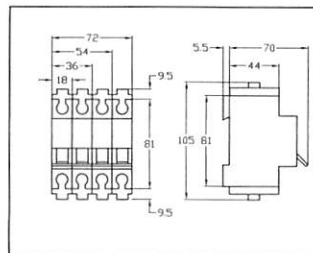
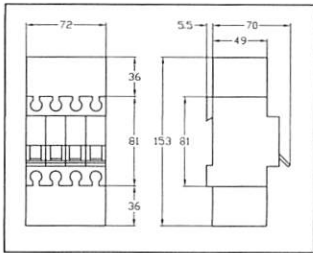
## Vigi C120



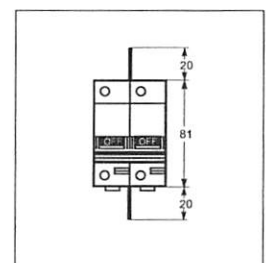
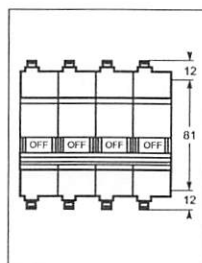
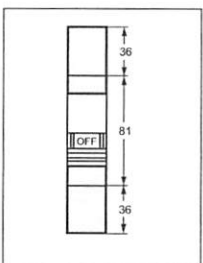
## C60/C120 auxiliaries



## C60 accessories

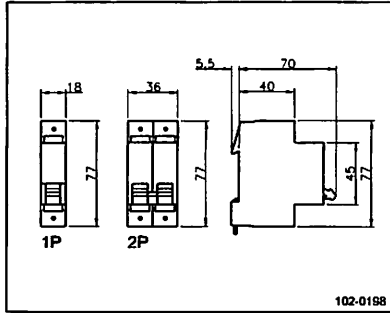


## C120 accessories

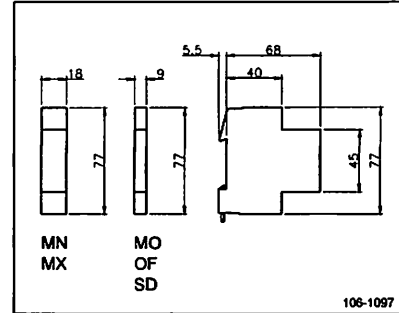


# Dimensions

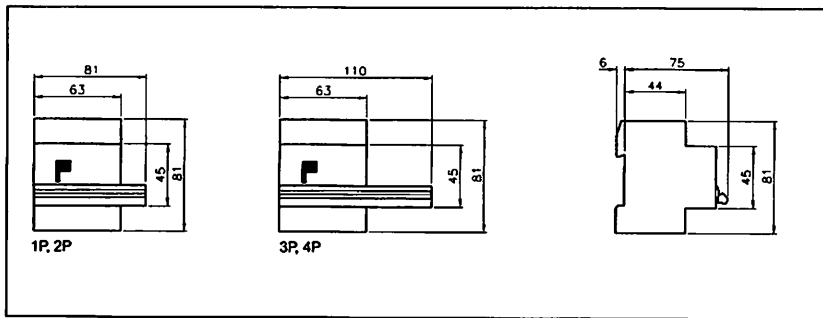
## C32H-DC circuit breakers



## C32H-DC auxiliaries



## Tm C60/C120





## Locations

### Head Office:

2 Solent Circuit, Norwest Business Park, Baulkham Hills NSW 2153 Tel: (02) 9851 2800

### Sales Offices:

#### NSW

2 Solent Circuit, Norwest Business Park, Baulkham Hills NSW 2153 Tel: (02)9851 2800 Fax: (02) 9629 8555

#### VIC

77 Ricketts Road, Mt Waverley VIC 3149 Tel: (03) 9558 9876 Fax: (03) 9558 9701

#### SA

Building 1A, Corbett Court, Export Park, Adelaide Airport SA 5950 Tel: (08) 8234 4388 Fax: (08) 8234 4122

#### WA

26 Gibberd Road, Balcatta WA 6021 Tel: (08) 9344 2727 Fax: (08) 9344 6335

#### QLD

30 Graystone Street, Tingalpa QLD 4173 Tel: (07) 3890 2112 Fax: (07) 3890 2098

### Regional Offices:

**Albury** - Tel: 0425 247 097 Fax: (02) 6059 1964 **Newcastle** - Tel: (02) 4952 6900 Fax: (02) 4952 9403

**Ballarat** - Tel: 0418 477 539 Fax: (03) 5330 4113 **Orange** - Tel: (02) 8813 5231 Fax: (02) 6362 1283

**Cairns** - Tel: 0407 257 643 Fax: (07) 4081 0972 **Rockhampton** - Tel: 0417 248 003 Fax: (07) 4926 8200

**Darwin** - Tel: 0417 660 435 Fax: (08) 8947 4498 **Wollongong** - Tel: 0413 433 907 Fax: (02) 4297 3970

### Manufacturing Facilities

#### MV Transformers & Substations

Sydney Road, Benalla VIC Tel: (03) 5762 3411 Fax: (03) 5762 5113

#### MV Switchgear

77 Ricketts Road, Mt Waverley VIC Tel: (03) 9558 9876 Fax: (03) 9558 9600





**HELP CENTRE**

Tel: 1300 369 233

Fax: 1300 369 288

Email: [help@schneider.com.au](mailto:help@schneider.com.au)

[www.schneider.com.au](http://www.schneider.com.au)

**Schneider Electric  
(Australia) Pty Limited**

Postal Address:  
Locked bag 5500  
Baulkham Hills Business Centre  
NSW 2153 Australia  
Tel: +61 (2) 9851 2800

As standards, specifications and designs change from time to time, please ask for confirmation of the information given in this publication.

Publishing: Schneider Electric  
Design, production: The Graphic Shop  
Photos: Schneider Electric  
Printing: TBA