

SKRIPSI

**ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN METODE
KONEKSI *STEINMETZ***



**Disusun oleh :
WAWAN PRASETYONO
NIM. 03.12.073**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

APRIL 2008

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN METODE
KONEKSI STEINMETZ**

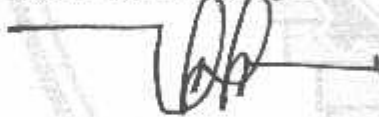
SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan
Memenuhi Syarat-Syarat Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :
WAWAN PRASETYONO
03.12.073

Malang, April 2008
Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing I



(Ir. M. Abdul Hamid, MT)
NIP.Y. 1018800188

Dosen Pembimbing II



(Ir. Widodo Pudji M, MT)
NIP. Y. 1028700171

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 1039500274

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008**

ABSTRAK

ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU FASA MENGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN METODE KONEKSI *STEINMETZ*

Wawan Prasetyono
M. Abdul Hamid
Widodo Pudji. M

Ketika pusat-pusat pembangkit melayani beban satu fasa maka generator induksi satu fasa dibutuhkan untuk mensuplai beban tersebut dan motor induksi satu fasa digunakan untuk dioperasikan sebagai generator induksi satu fasa.

Pada hubungan generator induksi satu fasa (SRSEIG) yang di gunakan adalah kapasitansi paralel (Csh) dan seri (Cse). Software *MATLAB* dan pengujian yang digunakan dalam proses analisa.

Pada hubungan generator induksi satu fasa SRSEIG diperoleh tegangan output tanpa beban 220V dan pada saat di beri beban 100 W maka tegangan menurun menjadi 191 V dan arusnya 0,63 A sedangkan pada hubungan generator induksi satu fasa SEIG diperoleh tegangan output tanpa beban 220 V dan pada saat di beri beban 100 W maka tegangan menurun menjadi 174 V dan arusnya 0,6 Amp :

Kata kunci : : *Generator induksi satu fasa, penguatan sendiri, SRSEIG dengan metode koneksi steinmetzt*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik elektro di Institut Teknologi Nasional Malang. Penyusun menyadari bahwa penyusunan skripsi ini mungkin masih jauh dari kesempurnaan, sehingga sangat diharapkan adanya saran dan masukan yang bersifat membangun dari semua pihak untuk membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Atas segala bimbingan, pengarahan dan bantuan yang diberikan, sehingga tersusunnya skripsi ini, maka penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
3. Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT, selaku Dosen Pembimbing Utama
4. Bapak Ir. Widodo Pudji. M, MT, selaku Dosen Pembimbing Kedua
5. Orang Tua yang tercinta yang selalu memberikan semangat, motivasi dan do'anya serta adik-adikku thank's ya atas do'anya.
6. Rekan-rekan elektro energi listrik yang saling membantu dan saling mengisi dalam pengerjaan skripsi ini.

Akhirnya penulis mengharapkan skripsi dapat berguna dan bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Energi Listrik.

Malang, April 2008

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Pembahasan	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
1.7. Kontribusi Penulisan.....	5
BAB II Mesin Induksi Tiga Phasa	6
2.1. Pengertian Umum.....	6
2.2. Motor Induksi Tiga Phasa	7
2.2.1. Prinsip Kerja Motor Induksi.....	8
2.2.2. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi.....	12
2.3. Generator Induksi	15
2.3.1. Prinsip Kerja Generator Induksi.....	16
2.3.2. Rangkaian Ekuivalen Generator Induksi.....	18

BAB III Generator Induksi Satu Fasa Menggunakan Motor	
Induksi Tiga Fasa Dengan Metode Koneksi Steinmetz	20
3.1. Menentukan Parameter Generator Induksi.....	20
3.1.1. Pengujian Arus Searah (<i>DC Test</i>)	20
3.1.2. Pengujian Tanpa Beban (<i>No-Load Test</i>)	22
3.1.3. Pengujian Rotor Tertahan (<i>Blocked-Rotor Test</i>)	24
3.2. Generator Induksi Dengan metode koneksi <i>steinmetz</i>	26
3.2.1. Rangkaian ekivalen generator induksi satu fasa dengan urutan positive	32
3.2.2. Rangkaian ekivalen generator induksi satu fasa dengan urutan negative	33
3.3. Algoritma Program.....	34
3.3.1. Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum	34
3.3.2. Diagram Alir Percobaan.....	35
 BAB IV Menghitung Parameter Generator Dan Analisa Hasil	
Simulasi	36
4.1. Menentukan Parameter Generator Induksi	36
4.1.1. Alat-alat Yang Digunakan	36
4.1.2. Hasil Pengujian Arus Searah (<i>DC Test</i>).....	37
4.1.3. Hasil Pengujian Tanpa Beban (<i>No-Load Test</i>).....	37
4.1.4. Hasil Rotor Tertahan (<i>Blocked-Rotor Test</i>).....	38
4.2. Analisa Parameter Generator Induksi	38
4.3. Analisa Data Hasil Simulasi.....	43
4.4. Rangkaian ekivalen generator induksi satu fasa urutan positif dan negatif.....	49
4.5. Analisa perhitungan generator induksi satu fasa urutan positif (-) dan negatif (+).....	50

BAB V Penutup	58
5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin Induksi dengan rotor belitan (<i>wound-rotor</i>) dan mesin induksi dengan rotor sangkar (<i>squirrel-cage rotor</i>)	7
Gambar 2.2	Perputaran Tegangan Tiga Phasa	9
Gambar 2.3	Proses Perputaran Motor pada saat t_1	10
Gambar 2.4	Proses Perputaran Motor pada saat t_2	10
Gambar 2.5	Proses Perputaran Motor pada saat t_3	11
Gambar 2.6	Proses Putaran Motor Saat Satu Kali Putaran Penuh	12
Gambar 2.7	Rangkaian Ekuivalen Kumparan Stator Motor	12
Gambar 2.8	Rangkaian Ekuivalen Kumparan Rotor Motor.....	13
Gambar 2.9	Rangkaian Ekuivalen Kumparan Stator-Rotor Motor.....	14
Gambar 2.10	Rangkaian Ekuivalen Kumparan Stator-Rotor Motor Yang Disederhanakan	15
Gambar 2.11	Karakteristik Motor Induksi Sebagai Generator	16
Gambar 2.12	Motor Induksi tiga fasa Sebagai Generator Induksi satu fasa	17
Gambar 2.13	Rangkaian Ekuivalen Per-Phasa Generator Induksi.....	18
Gambar 3.1	Pengujian Arus Searah (<i>DC Test</i>)	21
Gambar 3.2	Rangkaian Pengujian Tanpa Beban (<i>No-Load Test</i>)	22
Gambar 3.3	Rangkaian Pengujian Rotor Tertahan (<i>Blocked-Rotor Test</i>)	25
Gambar 3.4	Rangkaian Ekuivalen Pengujian Rotor Tertahan	26
Gambar 3.5	Rangkaian Hubungan <i>steinmetz</i>	28
Gambar 3.6	Proses pembentukan tegangan.....	31
Gambar 3.7	<i>Flowchart</i> Generator Induksi satu fasa dengan metode koneksi <i>steinmetz</i>	34
Gambar 4.1	Rangkaian ekuivalen generator induksi satu fasa urutan positif.....	49
Gambar 4.2	Rangkaian ekuivalen generator induksi satu fasa urutan negatif....	49
Gambar 4.3	Rangkaian generator induksi satu fasa hub. SRSEIG	53
Gambar 4.4	Rangkaian generator induksi satu fasa hub. SEIG	53

Gambar 4.4	Rangkaian generator induksi satu fasa hub. SRSEIG apabila beban bertambah atau berkurang.....	54
Gambar 4.4	Rangkaian generator induksi satu fasa hub. SRSEIG dan motor induksi tiga fasa bekerja menyuplai beban.....	53

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Karakteristik Reaktansi magnetisasi x_m (pu) terhadap admitansi load (pu) pada generator induksi satu fasa	45
Grafik 4.2	Karakteristik Tegangan berbeban Terhadap arus berbeban terhadap nilai K	46
Grafik 4.3	Karakteristik Tegangan berbeban Terhadap arus berbeban Pada generator induksi satu fasa antara SRSEIG dan SEIG	47
Grafik 4.4	Karakteristik Daya Output berbeban Terhadap arus beban Pada Generator Induksi satu fasa	48
Grafik 4.5	Karakteristik Tegangan out put terhadap beban antara SRSEIG dengan SEIG.....	56
Grafik 4.6	Karakteristik tegangan output Terhadap Daya output Pada generator SRSEIG dan SEIG	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Arus Searah	37
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Beban Nol.....	37
Tabel 4.3	Data Hasil Percobaan Rotor Tertahan.....	38
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Pengujian Parameter Generator Induksi Tiga Phasa	41
Tabel 4.5	Tampilan proses pemasukan parameter generator induksi dalam program	43
Tabel 4.6	Tampilan listing program pada generator induksi satu fasa	43
Tabel 4.7	Data tabel hasil pengujian generator induksi satu fasa hubungan SRSEIG	52
Tabel 4.7	Data tabel hasil pengujian generator induksi satu fasa hubungan SEIG	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seperti yang kita ketahui penggunaan generator induksi sering kita butuhkan. Biasanya generator induksi banyak digunakan dan dijumpai pada pusat-pusat pembangkit energi alternatif, seperti pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* (PLTMH) dan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) yang umumnya hanya melayani beban-beban dalam skala yang kecil.

Ketika pusat-pusat pembangkit melayani beban satu fasa maka generator induksi satu fasa dibutuhkan untuk mensuplai beban tersebut dan motor induksi satu fasa digunakan untuk dioperasikan sebagai generator induksi satu fasa. Tetapi ada satu kendala secara umum dalam pengoperasian motor induksi satu fasa ini yaitu terbatasnya daya output yang dihasilkan atau dengan kata lain kecilnya daya keluaran dari pengoperasian motor induksi satu fasa sebagai generator induksi satu fasa. Oleh karena itu akhirnya dikembangkan sebuah cara untuk merubah suatu motor induksi tiga fasa menjadi generator induksi satu fasa. Untuk motor induksi tiga fasa lebih murah dan lebih tersedia di pasaran oleh S.S Murthy dengan *Anovel self- excited self- regulated single- phase induction generator*.

Pada penelitian didapatkan bahwa performansi generator yang terbaik diperoleh dengan menggunakan koneksi *steinmetz* yang biasa disebut dengan *Self-Regulated Self-Excited Induction Generator (SRSEIG)* dimana tegangan yang di dapat lebih baik dari pada generator hubungan SEIG .

1.2. Rumusan Masalah

Dengan latar belakang tersebut maka terdapat permasalahan yang perlu dibahas yaitu:

1. bagaimana pengaruh sumber tegangan yang dihasilkan generator induksi satu fasa.
2. Bagaimana menganalisa cara kerja dari generator tersebut.
3. Bagaimana perbandingan performansi pada generator induksi satu SRSEIG dengan SEIG.
4. Dalam menyusun suatu kapasitor kompensasi seri C_{se} ($115\mu F$), harus di pertimbangkan tegangan drop yang melalui C_{se} tersebut.

1.3. Tujuan Penelitian.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa performansi dari generator induksi satu fasa antara hubungan SRSEIG dengan generator induksi satu fasa dalam hubungan SEIG yang berupa tegangan (V) dan daya (P).

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam skripsi ini lebih terarah sesuai dengan tujuan dan judul yang ada maka permasalahan dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut :

1. Pengambilan parameter generator dilakukan pada generator induksi tiga fasa Rotor Sangkar DE LORENZO/DL1022, 1,1 Kw, 220/380 (Δ/Y) Volt, 4,3/2,5 (Δ/Y) Ampere, $\cos \varphi$ 0,83, 50Hz, 2820 rpm, 2 kutub

2. Analisa yang dilakukan adalah menggunakan *software* MATLAB.
3. Pembahasan lebih ditekankan pada analisa generator induksi satu fasa SRSEIG dengan menggunakan koneksi *steinmetz*.
4. Menggunakan mesin induksi tiga fasa rotor sangkar tunggal dengan data – data sesuai dengan pengujian.
5. Menggunakan mesin disain kelas A, sehingga besarnya reaktansi bocor stator dan rotor adalah sama.
6. Diasumsikan temperatur mesin tidak mempengaruhi harga parameter (parameter dianggap konstan).
7. Pengujian dilakukan di laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang.

1.5. Metodologi Penelitian

Dalam melaksanakan penulisan skripsi ini metodologi yang digunakan :

a. Studi Literatur

Pengumpulan bahan yang berkaitan dengan motor induksi tiga fasa sebagai generator induksi satu fasa menggunakan koneksi *steirnetz*

b. Pengumpulan Data.

Melakukan percobaan dan pengambilan data dari motor induksi yang akan dianalisa.

c. Melakukan studi analisa perbandingan dari data yang diperoleh dengan bantuan *software* MATLAB.

d. Melakukan pengujian performansi gencrator induksi satu fasa SRSEIG dengan SEIG.

e. Menarik kesimpulan

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini tersusun sebagai berikut :

- BAB I : PENDAHULUAN, berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan dan kontribusi penulisan.
- BAB II : MESIN INDUKSI TIGA PHASA, berisi tentang teori mesin induksi
- BAB III : GENERATOR INDUKSI SATU FASA PENGUATAN SENDIRI DENGAN METODE KONEKSI *STEINMETZ*, membahas tentang penguatan dalam hubung seri Cse dan penguatan dalam hubung paralel Csh pada generator induksi beserta penurunan formulasi matematikanya untuk tiap-tiap penguatan dan juga membahas pengujian generator induksi guna mendapatkan parameter-parameter generator.
- BAB IV : PERCOBAAN DAN ANALISA DATA, berisi tentang analisa penentuan parameter generator dan analisa perbandingan performansi generator penguatan sendiri SRSEIG dengan SEIG dan data pengujian.
- BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN, memuat intisari hasil pembahasan yang berisikan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penulisan selanjutnya.

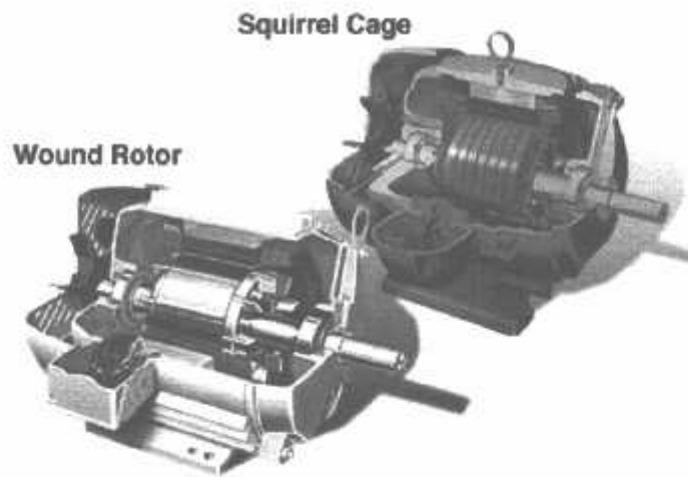
BAB II

MESIN INDUKSI TIGA PHASA

2.1. Pengertian Umum

Mesin Induksi merupakan mesin arus bolak-balik (AC) yang banyak digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor diperoleh bukan dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh stator. Perbedaan putaran relatif antara stator dengan rotor disebut slip. Penempatan belitan masing-masing kumparan pada mesin induksi tiga fasa berbeda 120° .

Dikenal dua tipe mesin induksi tiga fasa, yaitu mesin induksi dengan rotor belitan (*wound-rotor*) dan mesin induksi dengan rotor sangkar (*squirrel-cage rotor*). Mesin induksi dengan rotor belitan (*wound-rotor*) mempunyai rotor dengan belitan kumparan tiga fasa sama seperti kumparan stator. Sedangkan mesin induksi dengan rotor sangkar (*squirrel-cage rotor*) mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri atas beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa hingga menyerupai sangkar tupai. Dalam pembahasan skripsi ini hanya ditekankan pada mesin induksi dengan rotor sangkar.



Gambar 2.1. Mesin induksi dengan rotor belitan (*wound-rotor*) dan mesin induksi dengan rotor sangkar (*squirrel-cage rotor*)

2.2. Motor Induksi Tiga Fasa

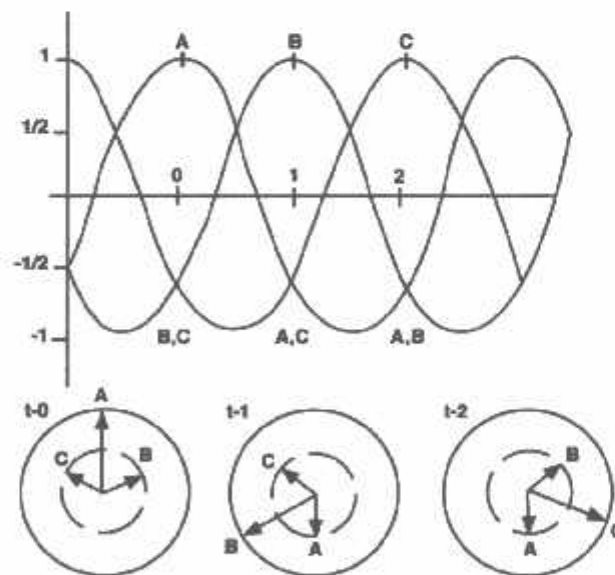
Motor arus bolak-balik (motor AC) adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik arus bolak-balik menjadi tenaga mekanik atau tenaga gerak, dimana tenaga gerak ini berupa perputaran pada motor. Salah satu jenis motor AC ini adalah motor induksi atau motor *asinkron*. Disebut motor *asinkron* karena putaran riil motor yakni pada rotor tidak sama dengan putaran fluks magnet stator. Dengan kata lain, bahwa antara putaran rotor dan putaran fluks magnet terdapat selisih putaran yang disebut slip. Motor induksi *polyphase* banyak dipakai di kalangan industri. Ini berkaitan dengan beberapa keuntungan, yaitu:

1. Sangat sederhana dan daya tahan kuat (kontruksi hampir tak pernah mengalami kerusakan).
2. Harga relatif murah dan perawatan mudah.

3. Efisiensi tinggi. Pada kondisi berputar normal, tidak dibutuhkan sikat dan karena rugi daya yang timbul dapat dikurangi (khususnya motor induksi rotor belitan).

2.2.1. Prinsip Kerja Motor Induksi

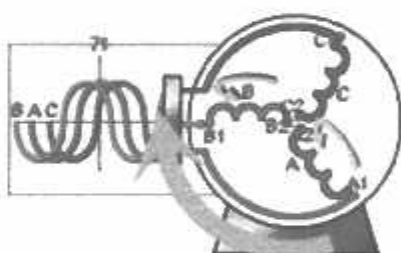
Daya tiga fasa terdiri dari tiga tegangan yang berdiri sendiri. Tiap phasanya memiliki beda sudut fasa 120° . Disaat phasa yang pertama (A) berada pada titik nol, maka phasa yang kedua (B) berada pada titik yang mendekati maksimum dan mempunyai nilai positif, sedangkan untuk phasa yang ketiga (C) berada pada titik yang mendekati maksimum tetapi mempunyai nilai yang negatif. Tiap-tiap phasa ini akan berubah dari positif ke negatif sebagai perputaran daya arus bolak-balik. Oleh karena itu suatu perputaran medan magnet akan dihasilkan apabila kumparan stator dari sebuah motor induksi dihubungkan dengan sumber tiga phasa.



Gambar 2.2. Perputaran tegangan tiga phasa^[3]

Pada t_1 (gambar 2.3), arus mengalir pada kumparan fasa A (hijau) bernilai positif sehingga A1 merupakan kutub utara dan kutub yang berlawanan yaitu A2 merupakan kutub magnet selatan, medan magnet bergerak dari utara ke selatan.

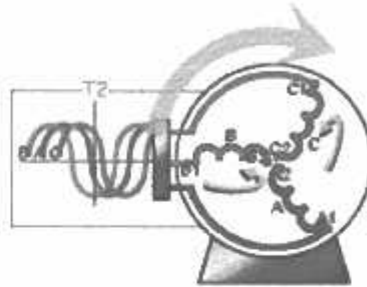
Arus yang mengalir pada kumparan fasa B (biru) bernilai negatif, sehingga B2 adalah kutub utara dan B1 adalah kutub selatan. Medan magnet terlihat mengalir dari B2 ke B1. Sedangkan pada kumparan fasa C (hitam) tidak ada arus yang mengalir, tidak ada kutub magnet yang terbentuk sehingga juga tidak ada medan magnet yang dihasilkan pada kumparan ini. Semua medan magnet yang terbentuk menghasilkan sebuah medan putar yang menyebabkan rotor berputar searah dengan medan putar yaitu searah jarum jam.



Gambar 2.3. Proses perputaran motor pada saat t_1 ^[3]

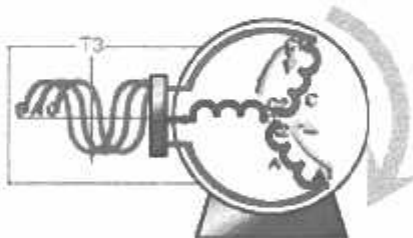
Pada t_2 (gambar 2.4), arus yang mengalir pada fasa C menjadi negatif, sehingga terbentuk kutub magnet pada kumparan ini yang mana C1 adalah selatan dan C2 adalah utara. Arus yang mengalir pada fasa B (biru) yang awalnya negatif menjadi positif, sehingga pada kumparan ini terbentuk kutub magnet yang mana B1 dan B2 adalah kutub utara dan selatan. Pada fasa A (hijau) adalah nol

atau tidak ada arus yang mengalir pada kumparan ini. Perpindahan medan magnet pada tiap kumparan ditunjukkan oleh anak panah.



Gambar 2.4. Proses perputaran motor pada saat t_2 ^[3]

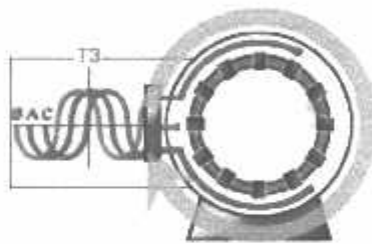
Akhirnya, pada saat t_3 (gambar 2.5), kita lihat bahwa fasa A (hijau) yang tadinya nol menjadi positif dan fasa C (merah) menjadi negatif. Pada masing-masing kutub timbul medan magnet yang menghasilkan suatu gaya medan putar yang berkelanjutan dan gaya inilah yang membuat pergerakan pada rotor.



Gambar 2.5. Proses perputaran motor pada saat t_3 ^[3]

Tegangan bolak-balik berputar 60 kali tiap detiknya antara negatif dan positif. Karena dalam kumparan stator motor terdapat medan magnetik, maka akan terjadi medan induksi magnetik dimana kutub-kutub yang berlainan antara

stator dan rotor akan saling tarik-menarik, sehingga akan menyebabkan perubahan medan magnetik pada rotor akan mengikuti perubahan medan magnetik pada stator. Secara kontinyu rotor terus mengikuti perubahan medan magnet yang terjadi pada stator, tiap-tiap fasa akan selalu bergeser 60° dan ini akan menyebabkan perpindahan polaritas secara kontinyu pula yang berakibat pada berputarnya suatu motor (gambar 2.6).

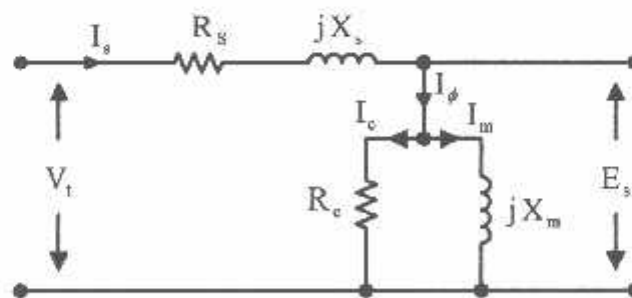


gambar 2.6. Proses putaran motor saat satu kali putaran penuh^[3]

2.2.2. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi

Seperti juga transformator, kerja motor induksi adalah berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet. Oleh karena itu rangkaian ekuivalennya dapat digambarkan sebagai berikut:

a. Rangkaian Stator



gambar 2.7. Rangkaian ekuivalen kumparan stator

dimana :

V_t = Tegangan terminal per-phaasa

R_s = Resistansi kumparan stator per-phaasa

E_s = Tegangan induksi (ggl) per-phaasa di dalam kumparan stator

R_c = Resistansi rugi-rugi inti stator per-phaasa

X_m = Reaktansi magnetisasi stator per-phaasa

b. Rangkaian Rotor

Pada saat rotor diam, medan putar stator akan memotong batang konduktor rotor dengan kecepatan putar sinkron (n_s), sehingga frekuensi arus rotor sama dengan frekuensi arus stator ($f_s=f_r$) dan slip sama dengan satu ($s=1$). Dengan mengetahui bahwa frekuensi arus/tegangan rotor adalah frekuensi slip, maka reaktansi bocor rotor (*leakage reactance*) per fasa adalah :

$$X_2' = sX_2 \dots\dots\dots (2-8)$$

$$X_2 = 2\pi f_s L_2 \dots\dots\dots (2-9)$$

dimana X_2 merupakan reaktansi rotor pada start atau diam.

Tegangan induksi pada rotor :

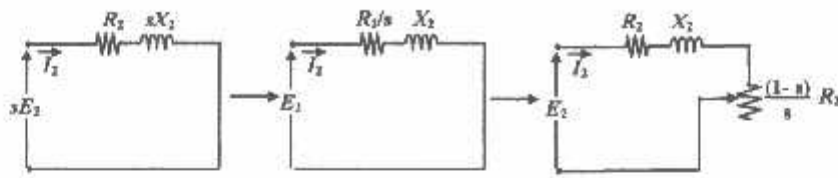
$$E_2 = 4,44f_2 N_2 \Phi_m \dots\dots\dots (2-10)$$

Pada slip (s), frekuensi rotor menjadi sf_s , maka tegangan induksi pada rotor (E_2') pada slip adalah :

$$E_2' = 4,44sf_1 N_2 \Phi_m \dots\dots\dots (2-11)$$

Dengan memasukkan persamaan (2.12) ke (2.13) maka didapat persamaan :

$$E_2' = s E_2 \dots \dots \dots (2-12)$$



Gambar 2.8
Rangkaian Ekivalen Rotor^[6]

Dimana :

S = Slip.

E_2 = Tegangan induksi per-fasa di dalam rotor pada keadaan diam.

R_2 = Resistansi kumparan rotor per-fasa berpatokan pada stator.

X_2 = Reaktansi bocor rotor per-fasa berpatokan pada stator.

Berdasarkan persamaan (2.10) dan (2.14) maka diperoleh rangkaian ekivalen rotor seperti pada gambar 2.6.

Besar arus rotor (I_2) saat berputar adalah :

$$I_2 = \frac{sE_2}{\sqrt{R_2^2 + (sX_2)^2}} \dots \dots \dots (2-13)$$

Atau

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{s}\right)^2 + X_2^2}} \dots \dots \dots (2-14)$$

Sedangkan torsi untuk motor induksi dapat dihtung dengan menggunakan rumus:

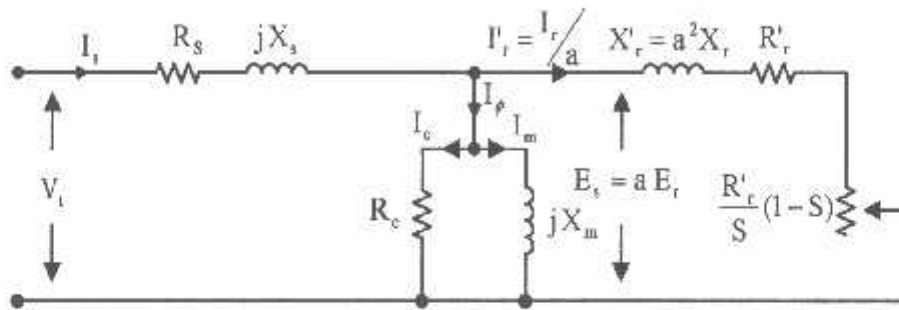
$$P_o = I_2 \cdot \omega_r \dots \dots \dots (2-15)$$

$$T_o = \frac{P_o}{\omega_r} \dots \dots \dots (2-16)$$

$$\omega_r = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_r}{60} \dots\dots\dots(2-17)$$

$$Pin = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I \cdot \cos \phi \dots\dots\dots(2-18)$$

c. Rangkaian Ekivalen Stator-Rotor



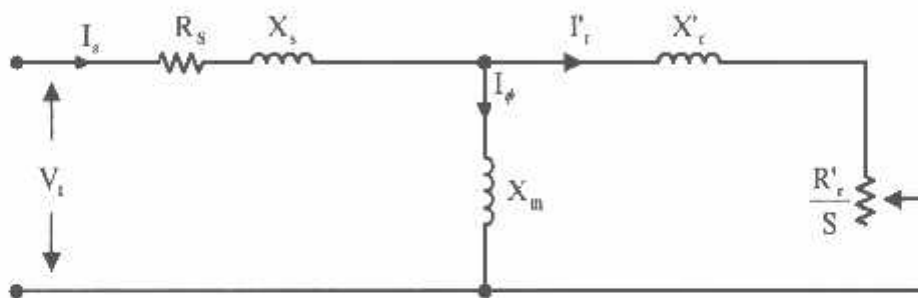
gambar 2.9. Rangkaian ekivalen kumparan stator-rotor

dimana :

a = Perbandingan lilitan stator dengan lilitan rotor

Sebagai catatan, apabila mesin induksi dihubungkan dengan suplai tegangan dan frekuensi yang tetap, maka rugi-rugi inti stator juga tetap pada kondisi tanpa beban, mesin akan beroperasi mendekati kecepatan sinkron. Sehingga frekuensi rotor (f_r) menjadi sangat kecil. Demikian juga dengan rugi-rugi inti rotor adalah sangat kecil. Apabila kecepatan rotor (n_r) diperlambat, maka frekuensi rotor (f_r) akan meningkat, demikian juga dengan rugi-rugi inti rotor akan meningkat. Total rugi-rugi inti R_c jadi meningkat sebagaimana putaran menurun. Sedangkan pada kondisi tanpa beban, rugi-rugi gesekan dan pelilitan adalah maksimum dan sebagaimana putaran menurun, rugi-rugi ini juga akan menurun. Sehingga jika mesin beroperasi pada sumber tegangan dan frekuensi

yang konstan, jumlah rugi-rugi inti, gesekan dan pelilitan juga akan konstan pada semua operasi kecepatan. Rugi-rugi ini akan bercampur bersama membentuk rugi-rugi putaran mesin induksi yang konstan. Jika rugi-rugi inti telah bercampur dengan rugi-rugi gesekan dan pelilitan, maka R_c dapat dihilangkan. Dari uraian diatas, maka gambar 2.9. dapat disederhanakan menjadi :



gambar 2.10. Rangkaian ekivalen kumparan stator-rotor yang disederhanakan

2.3. Generator Induksi

Generator arus bolak-balik (Generator AC) adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik atau tenaga gerak menjadi tenaga listrik arus bolak-balik. Jenis generator AC ini pada umumnya adalah generator induksi atau generator *asinkron*. Pada kenyataannya banyak generator induksi yang digunakan diperoleh dari pengoperasian motor induksi sebagai generator penguatan sendiri (SEIG). SEIG (*Self-Excited Induction Generator*) ini banyak diterapkan pada Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro* (PLTMh). Digunakannya generator induksi dikarenakan harganya murah dan mudah perawatannya, serta banyak tersedia di pasaran.

2.3.1. Prinsip Kerja

Dengan menghubungkan sumber tegangan pada kumparan stator, dihasilkan medan putar. Penggerak utama (*Prime Mover*) dipakai untuk memutar rotor searah dengan arah medan putar. Ketika putaran rotor dari mesin induksi (n_r) secara mekanis diputar lebih cepat dari pada kecepatan medan putar atau kecepatan sinkron (n_s), atau dengan kata lain slip (S) dibuat negatif:

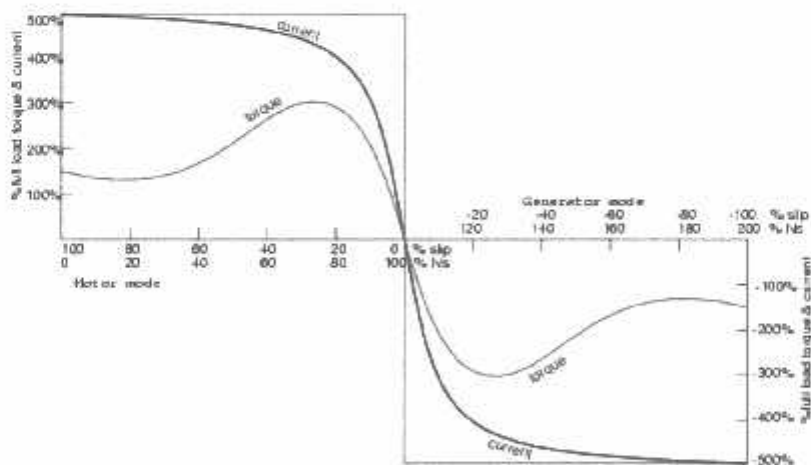
$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan : S : slip

n_s : kecepatan medan putar atau kecepatan sinkron

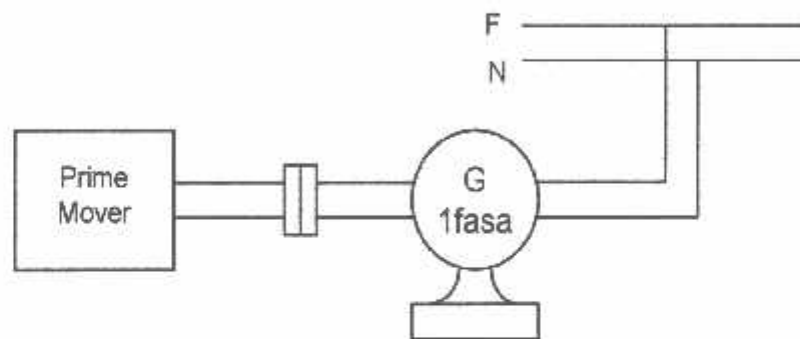
n_r : kecepatan putar rotor

Dengan s negative maka mesin akan berfungsi sebagai generator dan energi listrik akan dikembalikan ke jala-jala.



Gambar 2.11. Karakteristik Motor Induksi sebagai Generator. [7]

Berdasarkan hukum Faraday ($e = B.l.v$), apabila konduktor dengan panjang l digerakkan pada kecepatan v memotong medan magnet dengan kerapatan fluksi B , maka akan menghasilkan gaya gerak listrik (ggl) e . Dengan demikian agar operasi generator dapat berjalan dengan baik, maka dibutuhkan peralatan tambahan yaitu sumber penguatan (excitation source).

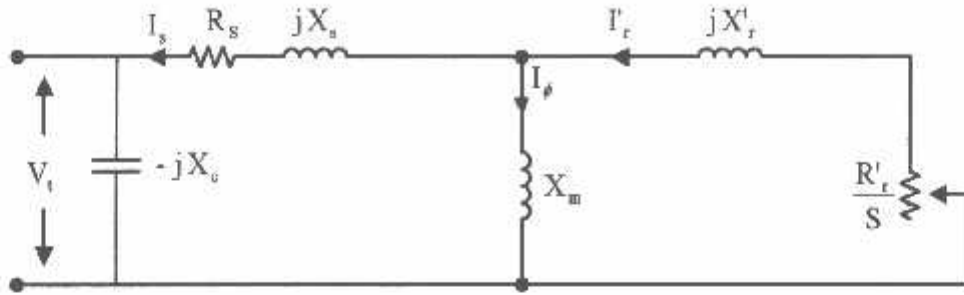


Gambar 2.12. Motor induksi satu fasa sebagai generator induksi satu fasa

Apabila generator induksi dihubungkan dengan jala-jala (interkoneksi), maka sumber penguatan ini akan disuplai oleh jala-jala. Tetapi jika generator induksi digerakkan secara terpisah atau tidak interkoneksi, maka dibutuhkan sumber penguatan sendiri (self-excited), yaitu dengan memasang kapasitor sesuai dengan parameter-parameter mesin. Generator inilah yang sering disebut generator induksi penguatan sendiri (*self-excited induction generator*).

Generator induksi hanya menghasilkan daya aktif (kw), berbeda dengan alternator yang dapat menghasilkan daya aktif (kw) maupun daya reaktif (KVar) atau dengan kata lain generator induksi merupakan mesin pasif sedangkan alternator merupakan mesin aktif.

2.3.2. Rangkaian Ekivalen Generator Induksi



gambar 2.13. Rangkaian ekivalen per-fasa generator induksi

Karena mesin dioperasikan sebagai generator induksi, maka pada terminal stator dipasang kapasitor yang berfungsi sebagai sumber penguatan (gambar 2.13). Agar generator induksi dapat memberikan arus kerja, maka perlu diberikan arus reaktif untuk keperluan magnetisasi. Generator penguatan sendiri ini mendapatkan arus reaktif melalui kapasitor penguat yang dipasang pada terminal keluarannya.

Suatu generator induksi memperoleh daya reaktif magnetisasi dari suatu banku kapasitor. Dalam hal ini tidak diperlukan penguatan luar, frekuensi dan tegangan operasi ditentukan oleh kecepatan generator, beban dan nilai kapasitor penguatan. Generator induksi rotornya harus memiliki fluks remanensi. Pada gambar 2.13, adalah gambar rangkaian generator induksi tanpa beban. Pada kondisi tanpa beban tersebut I_{sb} , arus pengisian kapasitor, $I_c = V_1/X_c$, harus sama dengan arus magnetisasi $I_m = V_1/X_m$ sebab V_1 merupakan fungsi dari I_m . Reaktansi kapasitif $X_c = 1/\omega C = 1/2\pi f C$ dan arus magnetisasi dapat ditulis

$I_m = 2\pi f C V_i$ yang nilainya sama dengan I_c . Jadi pada keadaan beban nol besarnya reaktansi X_m sama dengan besarnya reaktansi X_c .

BAB III

ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU MENGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN METODE KONEKSI *STEINMETZ*

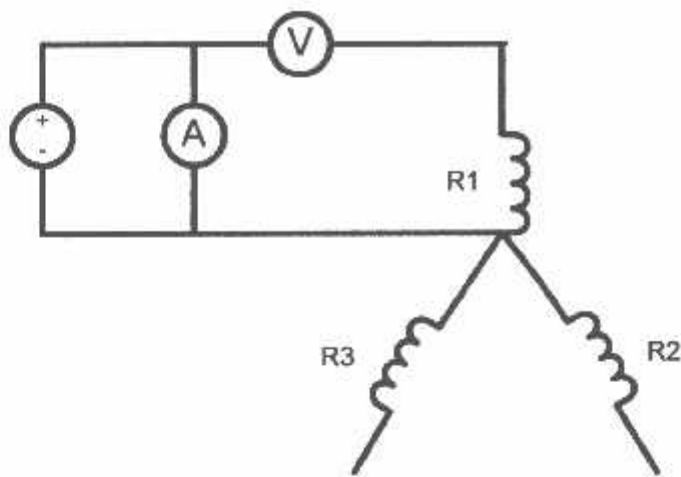
3.1. Menentukan Parameter Generator Induksi

Karena pada umumnya parameter suatu mesin induksi belum diketahui, maka terlebih dahulu dilakukan pengujian parameter terhadap mesin induksi yang akan dioperasikan sebagai generator induksi. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui parameter-parameter (R_s, R_r, X_s, X_r, X_m) dari generator induksi yang akan dianalisis. Pengujian ini dibagi atas tiga macam, yaitu pengujian arus searah (*DC Test*), pengujian tanpa beban (*No-Load Test*) dan pengujian rotor tertahan (*Blocked-Rotor Test*).

3.1.1. Pengujian Arus Searah (*DC Test*)

Selama pengujian arus searah ini, terminal stator generator induksi diberikan tegangan searah (dc), sehingga dalam stator mengalir arus searah. Tujuan dari pengujian arus searah (*DC Test*) adalah untuk memperoleh besarnya nilai resistansi stator (R_s). Rangkaian pengujian ditunjukkan pada gambar 3.1. Besarnya R_s dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$R_s = R_{dc} = \frac{V}{I} \dots\dots\dots(3.1)$$



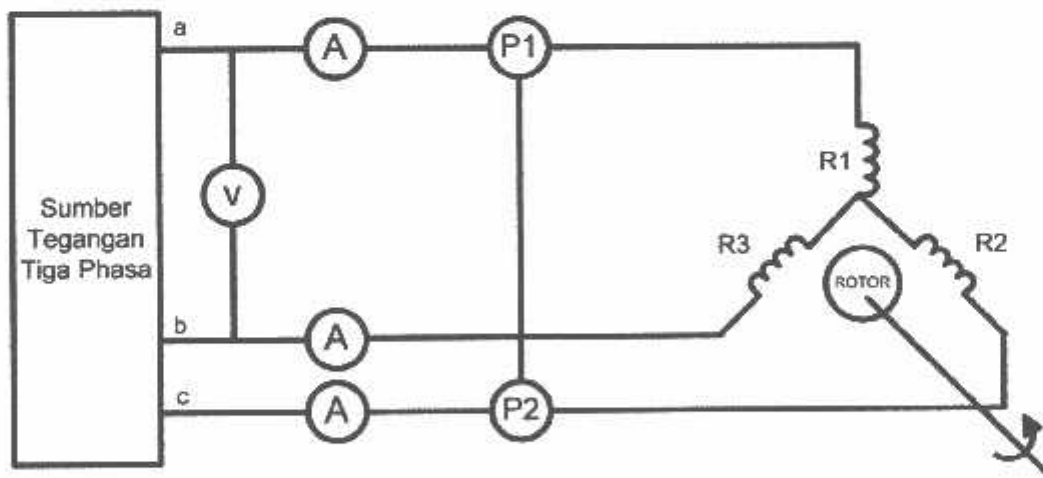
Gambar 3.1. Pengujian Arus Searah (*DC Test*)

Langkah-langkah Pengujian Arus Searah (*DC Test*)

- Kumaran Stator dihubung bintang
- Sumber tegangan DC dihubungkan dengan alat ukur (Voltmeter dan Amperemeter)
- Sumber Tegangan DC dari alat ukur dihubungkan pada kumaran stator yaitu pada titik A dan titik N
- Atur sumber tegangan dari yang paling kecil sampai arus yang terbaca pada alat ukur amperemeter mendekati arus nominal dari data name plate motor.
- Catat hasil pengukuran dari arus dan tegangan dari alat ukur untuk dianalisa.

3.1.2. Pengujian Tanpa Beban (*no-Load Test*)

Pengujian tanpa beban mesin induksi sama dengan pengujian rangkaian terbuka. Pada keadaan tanpa beban, besarnya arus rotor sangat kecil dan hanya diperlukan untuk menghasilkan torsi yang cukup untuk mengatasi gesekan dan perlilitan, sehingga rugi-rugi I^2R rotor tanpa beban sangat kecil dan dapat diabaikan. Sedangkan rugi-rugi I^2R stator pada keadaan tanpa beban tidak dapat diabaikan karena besarnya cukup berarti yang disebabkan arus peneralannya lebih besar. Pengujian Tanpa Beban (*no-Load Test*) bertujuan untuk menentukan nilai resistansi rugi-rugi inti (R_c) dan reaktansi pemagnetan (X_m). Pada pengujian ini motor induksi disuplai pada tegangan dan frekuensi nominalnya, serta rotor berputar tanpa terhubung dengan peralatan beban dimana harga slip mendekati nol ($s=0$).



Gambar 3.2. Rangkaian Pengujian Tanpa Beban (*No-Load Test*)

Rugi-rugi tahanan stator :

$$PI^2R_s = 3I_{nl}R_s \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan I_{nl} adalah arus tanpa beban.

Maka total rugi daya :

$$P_{\text{loss}} = P_{nl} - PI^2R_s \dots\dots\dots(3.3)$$

Reaktansi diri stator :

$$X_{ss} = X_s + X_m = X_{nl} \dots\dots\dots(3.4)$$

Untuk setiap mesin tiga fasa yang terhubung bintang besarnya impedansi tanpa beban (Z_{nl}) tiap fasa adalah :

$$Z_{nl} = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{V_{nl}}{I_{nl}} \dots\dots\dots(3.5)$$

Besarnya resistansi tanpa beban :

$$R_{nl} = \frac{P_{nl}}{3I_{nl}^2} \dots\dots\dots(3.6)$$

Dan reaktansi tanpa beban :

$$X_{nl} = \sqrt{Z_{nl}^2 - R_{nl}^2} \dots\dots\dots(3.7)$$

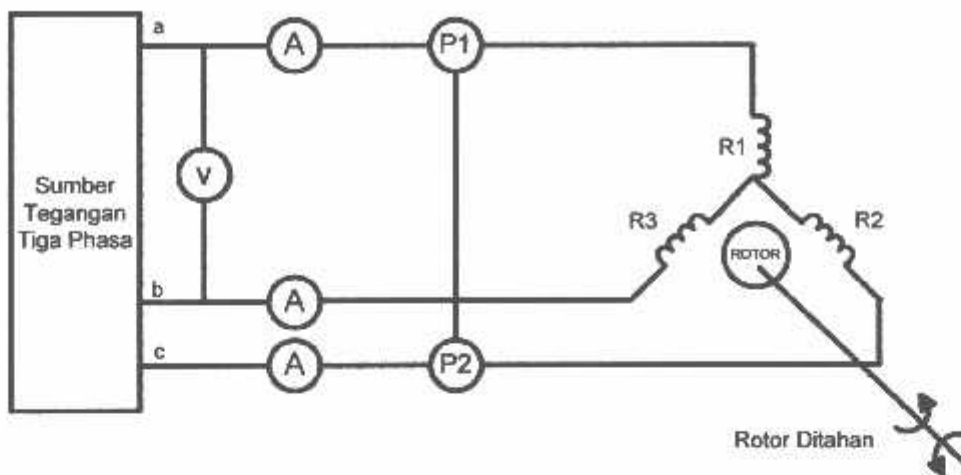
Langkah-langkah Pengujian Tanpa Beban (*No-Load Test*)

- Sumber tegangan tiga fasa dihubungkan pada alat ukur (Voltmeter, amperemeter dan wattmeter)
- Sumber tegangan tiga fasa dari alat ukur dihubungkan pada kumparan stator

- Kumparan stator motor dirangkai hubungan bintang
- Atur tegangan tiga fasa jala-jala sampai tegangan nominal motor.
- Ukur kecepatan (rpm) dengan tachometer pada kecepatan nominal motor.
- Catat hasil pengukuran dari alat ukur (Arus, tegangan dan daya) untuk dianalisa.

3.1.3. Pengujian Rotor Tertahan (*Blocked-Rotor Test*)

Pada pengujian rotor tertahan, bila diinginkan karakteristik waktu bekerja normal, pengujian rotor tertahan harus dilakukan pada tegangan yang lebih kecil yang akan menghasilkan arus yang diinginkan. Besarnya reaktansi rotor tertahan (X_{br}) yang ditentukan pada frekuensi normal sama dengan jumlah reaktansi bocor stator dan rotor pada frekuensi normal (X_s dan X_r). Tujuan pengujian rotor tertahan adalah untuk menentukan resistansi rotor pada motor induksi. Pada saat pengujian ini perputaran rotor motor induksi dikunci/diblok sehingga slip (s) sama dengan satu. Suplai tegangan tiga fasa motor induksi adalah tegangan yang nilainya dibawah tegangan nominalnya. Sebagai pendekatan, diansumsikan bahwa arus pemagnetan (I_m) cukup kecil akibat penurunan suplai tegangan serta motor dalam keadaan tidak berputar ($s=1$) sehingga rugi-rugi inti dapat diabaikan.



Gambar 3.3. Rangkaian Pengujian Rotor Tertahan (*Blocked-Rotor Test*)

Reaktansi magnetisasi dapat ditentukan dari pengujian tanpa beban, yaitu :

$$X_m = X_m - X_s \dots \dots \dots (3.8)$$

$$R = R_{bl} - R_s \dots \dots \dots (3.9)$$

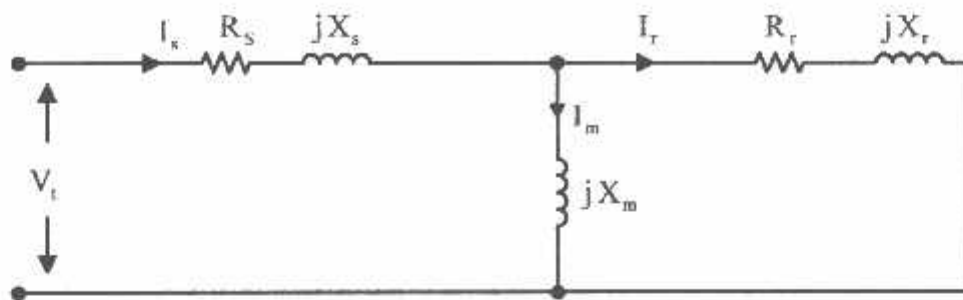
Dari rangkaian ekuivalen, dengan $s = 1$ maka tahanan R adalah tahanan kombinasi,

$R_r + jX_r$ parallel dengan jX_m , sehingga :

$$R = R_r \frac{X_m^2}{R_r^2 + X_{\sigma r}^2} \approx R_r \left[\frac{X_m}{X_{\sigma r}} \right]^2 \dots \dots \dots (3.10)$$

Dengan $X_{\sigma r} = X_r + X_m$ merupakan reaktansi diri rotor, maka :

$$R_r = R \left(\frac{X_{\sigma r}}{X_m} \right)^2 = (R_{bl} - R_s) \left[\frac{X_{\sigma r}}{X_m} \right]^2 \dots \dots \dots (3.11)$$



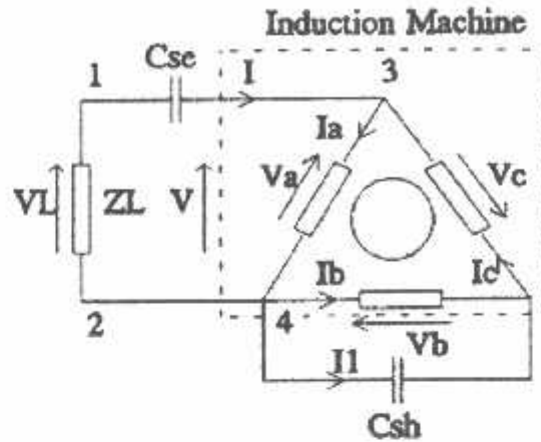
gambar 3.4. Rangkaian ekivalen pengujian rotor tertahan

Langkah-langkah Pengujian Rotor Tertahan (*Blocked-Rotor Test*)

- Sumber tegangan tiga fasa diatur dari tegangan kecil dan dihubungkan pada alat ukur (Voltmeter, Amperemeter dan Wattmeter).
- Sumber tegangan tiga fasa dari alat ukur dihubungkan pada kumparan stator motor induksi tiga fasa.
- Kumparan stator motor induksi dirangkai hubungan bintang.
- Motor induksi dikopel dengan *current-break*.
- Motor dalam keadaan berputar direm dengan injeksi tegangan DC dari *current-break* hingga motor berhenti sesaat.
- Motor direm hingga tidak berputar, penunjuk arus pada alat ukur di usahakan mendekati arus nominal dari data *nameplate* motor.

3.2. Generator Induksi dengan metode koneksi *steinmetz*

Seperti yang telah diketahui bahwa dengan suatu pengontrolan dari luar maka suatu mesin induksi bisa dioperasikan sebagai suatu generator induksi dengan menempatkan suatu nilai kapasitor bank diantara terminal statornya yang berfungsi sebagai penguatan sendiri. Kontruksi tanpa sikat dengan jenis rotor sangkar (*squirrel-cage rotor*), biaya perawatan yang rendah, tidak memerlukan suplai arus searah (DC) untuk penguatan, ukuran yang relatif lebih kecil, stabilitas yang lebih baik, dan performansi keadaan transient yang lebih baik, itu semua adalah beberapa kelebihan utama dari generator induksi penguatan sendiri (*self-regulated self-excited induction generator*) atau SRSEIG jika dibandingkan dengan generator sinkron. Tetapi kecilnya pengaturan daya dan tegangan dalam melayani beban yang selalu berubah dalam keadaan generator tersebut dioperasikan pada kecepatan yang konstan adalah kendala yang biasa terjadi dalam penggunaan suatu generator induksi penguatan sendiri. Keadaan mantap bisa ditingkatkan dengan adanya kapasitif VAR yang dikombinasikan dengan beban sehingga bisa mencapai suatu pengaturan yang diinginkan. Dengan menambahkan kapasitansi seri yang bertujuan menyediakan daya reaktif (VAR) tambahan yang dikombinasi dengan beban adalah salah satu pilihan yang menarik guna meningkatkan pengaturan tegangan dan daya pada generator induksi penguatan sendiri. Metode penambahan kompensasi seri kapasitif C_{se} dan kompensasi paralel kapasitif C_{sh} ini dinamakan konfigurasi penguatan dengan koneksi *steinmetz*.



Gambar 3.5 Rangkaian hubungan STEINMETZ

Untuk menganalisis performa dari rangkaian hubungan *steinmetz* diatas adalah dengan menggunakan metode komponen simetris dengan menganggap hubungan kumparan stator adalah tidak simetris. Persamaan – persamaan yang diperoleh dari gambar adalah sebagai berikut.

$$V = V_a \tag{1}$$

$$V_a + V_b + V_c \tag{2}$$

$$I_1 = V_b Y_{sh} = I_c - I_b \tag{3}$$

$$I = I_a - I_c \tag{4}$$

Pada (3) Y_{sh} adalah admintan kompleks dari kapasitansi pembangkit yang di berikan oleh:

$$Y_{sh} = \frac{1}{Z_{sh}} = j2\pi f_{base} C_{sh} a^2 \tag{5}$$

Untuk memecahkan persamaan menggunakan analisa komponen simetris, maka arus dan tegangan urutan nol dalam system generator diatas adalah tidak ada,

sehingga analisis perhitungannya hanya menggunakan besaran urutan positif dan negatif.

Sehingga substitusi persamaan diatas akan menghasilkan komponen tegangan urutan positif dan negative.

$$V_p = \sqrt{3V \cdot \frac{Y_n + \frac{\ell^{j\pi/6}}{\sqrt{3}} Y_{sh}}{Y_{sh} + Y_p + Y_n}} \quad (6)$$

$$V_n = \sqrt{3V \cdot \frac{Y_n + \frac{\ell^{-j\pi/6}}{\sqrt{3}} Y_{sh}}{Y_{sh} + Y_p + Y_n}} \quad (7)$$

Di mana Y_p dan Y_n adalah admitansi urutan positif dan negative pada generator induksi tiga fasa. Setelah Y_p dan Y_n diketahui, maka V_p dan V_n dapat dihitung, kemudian I_p dan I_n dihitung dari rangkaian ekuivalen urutan positif dan negatif. Dengan demikian performa generator seperti tegangan fasa, arus fasa, daya keluaran dan efisiensi dapat diperoleh.

Impedansi input dari generator induksi yang melalui terminal 3 dan 4 dapat di tulis sebagai berikut:

$$Z_{in} = \frac{Z_p Z_n + Z_p Z_{sh} + Z_n Z_{sh}}{3Z_{sh} + Z_p + Z_n} \quad (8)$$

Detail dari urutan positif impedansi Z_p dan urutan negatif impedansi Z_n dibrikan pada gambar ekuivalen di atas.

Untuk keberhasilan membangun tegangan, jumlah impedansi impedansi pada loop 1243 harus sama dengan ($= 0$), contoh:

$$Z_{in} + Z_L + Z_{se} = 0 \quad (9)$$

Dimana:

$$Z_L = \frac{R_L}{a} + jX_L \quad (10)$$

Dan:

$$Z_{se} = \frac{1}{j2\pi f_{base} C_{se} a^2} \quad (11)$$

Untuk menunjukkan impedansi input Z_{in} fungsi dari variabel a dan X_m , yang melibatkan impedansi kompleks Z_p , Z_n , dan Z_{sh} maka dari itu di tentukan lebih dahulu

$$Z(a, X_m) = \sqrt{\left(R_{in} + \frac{R_L}{a}\right)^2 + (X_{in} + X_L + X_{se})^2} \quad (12)$$

Dimana diperoleh nilai Z_p dan Z_n dari gambar hubungan positif dan negative :

$$Z_p = \frac{R_1}{a} + jX + \left[\frac{\frac{R_c}{a} \cdot jx_m}{\frac{R_c}{a} + jx_m} \right] \left[\frac{R_{2p}}{a - b} + jx_2 \right] \quad (13)$$

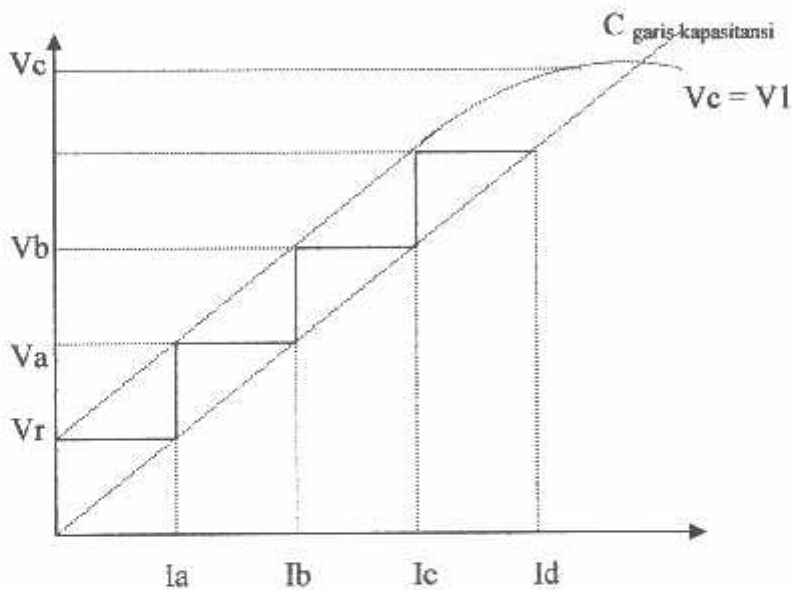
$$Z_n = \frac{R_1}{a} + jX + \left[\frac{\frac{R_c}{a} \cdot jx_m}{\frac{R_c}{a} + jx_m} \right] \left[\frac{R_{2p}}{a + b} + jx_2 \right] \quad (14)$$

Suatu generator memperoleh daya reaktif magnetisasi dari suatu kapasitor. Dalam hal ini tidak diperlukan penguatan luar, frekuensi dan tegangan operasi di tentukan oleh kecepatan generator, beban dan nilai kapasitor

Pada rangkaian generator induksi pada tanpa beban tersebut, arus pengisian kapasitor, $I_c = V_1/X_c$, harus sama dengan arus magnetisasi $I_m = V_1/X_1$ sebab V_1

merupakan fungsi dari I_m . Reaktansi kapasitif $X_c = 1/\omega C = 1/2\pi.f.C$ dan arus magnetisasi dapat di tulis $I_m = 2\pi.f.C.V_1$ yang nilainya sama dengan I_c .

PROSES PEMBENTUKAN TEGANGAN



Gambar 3.6 Proses pembentukan tegangan

Pertama – tama fluksi remanensi membentuk tegangan induksi yang kecil pada rotor (V_1) kemudian tegangan ini menimbulkan tegangan pada stator misalkan tegangan V_1 yang besarnya sama dengan V_r ini akan mengakibatkan timbulnya arus kapasitor sebesar I_a , arus I_a ini akan mengakibatkan naiknya fluksi celah udara sehingga besarnya tegangan V_1 yang terbentuk menjadi V_a . Selanjutnya tegangan V_a tersebut menimbulkan arus kapasitor sebesar I_b yang

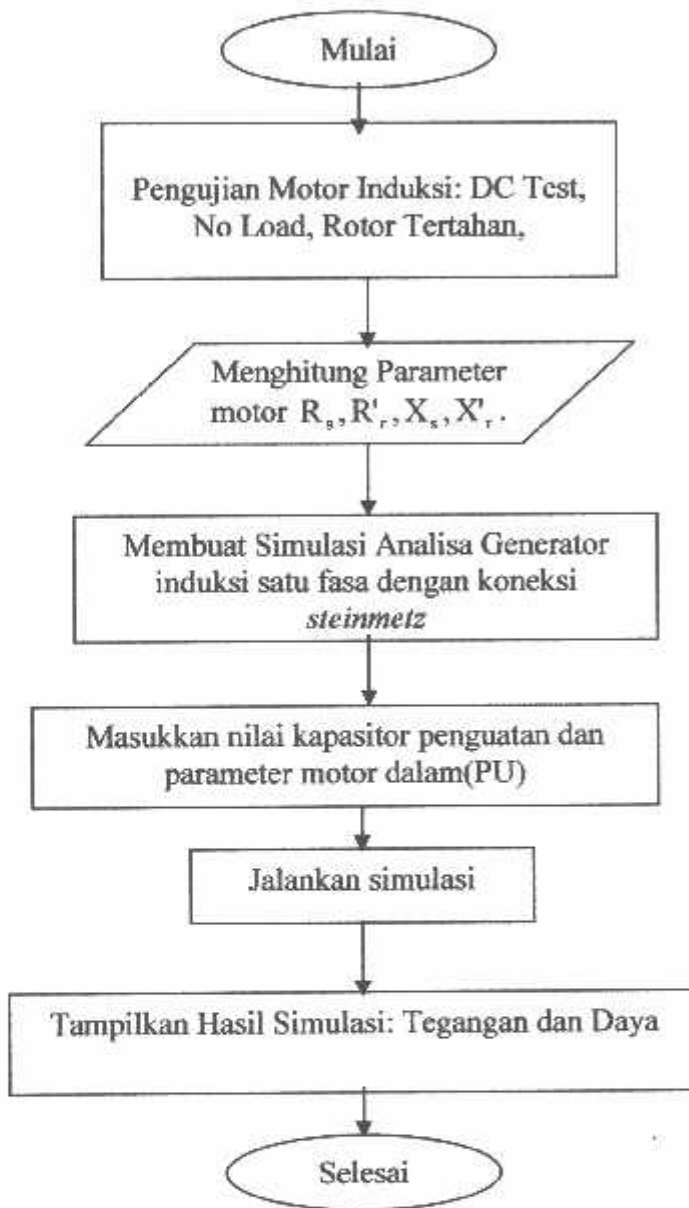
akan mengakibatkan tegangan menjadi V_b , tegangan sebesar V_b ini akan mengakibatkan besarnya arus menjadi I_c yang akan mengakibatkan menjadi tegangan V_c proses ini akan terus-menerus sampai di capai titik keseimbangan yang di tunjukkan oleh titik $V_c = V_1$ pada gambar di atas.

3.3. ALGORITMA PROGRAM

3.3.1. Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum

1. Pengujian Parameter generator Induksi satu fasa
 - a. Dc Test digunakan untuk menentukan nilai R_s
 - b. Beban Nol (*No Load Test*) untuk menentukan R_c dan X_m
 - c. Rotor Tertahan (*Blocked Rotor Test*) untuk menentukan R_r
2. Membuat analisa generator induksi satu fasa dengan metode koneksi *steinmetz* dengan bantuan *software* MATLAB
3. Memasukkan parameter generator $R_s(0,146)$ pu, $R'_r(0,178)$ pu, $X_s(0,195)$ pu, $X'_r(0,195)$ pu dan nilai kapasitor C_{se} (115 μ F) dan C_{sh} (38 μ F) sebagai penguatan.
4. Menjalankan simulasi
5. Menampilkan hasil simulasi Tegangan dan Daya untuk masing-masing nilai kapasitor.

3.3.2. Diagram Alir Percobaan



Gambar 3.7. *Flowchart* Generator Induksi satu fasa dengan koneksi *steinmetz*

BAB IV MENGHITUNG PARAMETER GENERATOR DAN ANALISA HASIL SIMULASI

Untuk menentukan parameter dari generator induksi yang akan dianalisa maka dapat dilakukan dengan mengambil parameter dengan melakukan pengujian.

4.1. Menentukan Parameter Generator Induksi

4.1.1. Alat-alat yang digunakan

- a. Generator induksi Tiga Phasa DE LORENZO / DL 1021

Data papan (*Name-Plate*)

TEGANGAN	: 220/380 (Δ/Y) VOLT
ARUS	: 4.3/2.5 (Δ/Y) AMPERE
COS ϕ	: 0.85
FREKUENSI	: 50 HZ
DAYA	: 1.1 KW
PUTARAN	: 2820 RPM
KUTUP	: 2 KUTUP
KELAS ISOLASI	: F

- b. Voltmeter : DE LORENZO DL 1031
- c. Amperemeter : DE LORENZO DL 1031
- d. Wattmeter 3 phasa : DE LORENZO DL 1031
- e. Tachometer : DE LORENZO 2026
- f. AC voltage Regulator : DE LORENZO 1013 M2
- g. DC Supply : DE LORENZO 1013 M2
- h. Current Break : DE LORENZO

4.1.2. Pengujian Arus Searah (*DC Test*)

Tabel 4.1
Data Hasil Pengujian Arus Searah

No	V_{dc} (Volt)	I (Ampere)
1	4	0.75
2	6	1.12
3	8	1.44
4	10	1.78
5	11	2.14

4.1.3. Pengujian Tanpa Beban (*No Load Test*)

Tabel 4.2
Data Hasil Pengujian Beban Nol

I_{stator} (Ampere)			$P_{3\text{ Phase}}$ (Watt)	V_{L-L} (Volt)	Frekuensi (Hz)
R	S	T			
0.59	0.68	0.59	90	220	50

4.1.4. Pengujian Rotor Tertahan (*Blocked Rotor Test*)

Tabel 4.3
Data Hasil Pengujian Generator Rotor Tertahan

I _{stator} (Ampere)			P _{3 Phasa} (Watt)	V _{L-L} (Volt)	Frekuensi (Hz)
R	S	T			
2.01	2.03	1.95	140	65	50

$$P_{3\text{phasa}} = P_1 + P_2 + P_3$$

4.2. Analisa Parameter Generator Induksi

A. Dari pengujian arus searah besarnya resistansi stator adalah:

Dengan menggunakan persamaan

$$R_s = R_{dc} = \frac{V_{dc}}{I_{dc}} = \Omega$$

$$\text{Maka } R_{dc(1)} = \frac{4}{0.75} = 5.33 \Omega$$

$$R_{dc(2)} = \frac{6}{1.12} = 5.35 \Omega$$

$$R_{dc(3)} = \frac{8}{1.44} = 5.55 \Omega$$

$$R_{dc(4)} = \frac{10}{1.78} = 5.61 \Omega$$

$$R_{dc(5)} = \frac{12}{2.14} = 5.61 \Omega$$

$$R_s = \frac{5.33 + 5.35 + 5.55 + 5.61 + 5.61}{5} = 5.49\Omega / \text{phasa}$$

B. Dari pengujian Tanpa Beban (*No-load Test*)

$$I_{tb} = \frac{I_{ta} + I_{tb} + I_{tc}}{3}$$

$$I_{tb} = \frac{0.59 + 0.68 + 0.59}{3} = 0.62\text{A}$$

$$Z_{tb} = \frac{V}{\sqrt{3}I_{tb}} = \frac{220}{\sqrt{3} \times 0.62} = 205\Omega$$

$$R_{tb} = \frac{P_{(3\phi)}}{3I_{tb}^2} = \frac{90}{3 \cdot (0.62^2)} = 78\Omega$$

$$X_{tb} = \sqrt{Z_{tb}^2 - R_{tb}^2}$$

$$= \sqrt{205^2 - 78^2} = 189.58\Omega$$

C. Dari Rotor tertahan (*Blocked Rotor Test*)

$$I_{br} = \frac{I_{bra} + I_{brb} + I_{brc}}{3}$$

$$I_{br} = \frac{2.01 + 2.03 + 1.97}{3} = 2.0\text{A}$$

$$Z_{br} = \frac{V}{\sqrt{3}I_{br}} = \frac{65}{\sqrt{3} \times 2} = 18.76\Omega$$

$$R_{br} = \frac{P_{(3\phi)}}{3I_{br}^2} = \frac{140}{3 \cdot (2^2)} = 11.78\Omega$$

$$X_{br} = \sqrt{Z_{br}^2 - R_{br}^2}$$

$$= \sqrt{18.76^2 - 11.67^2} = 14.6\Omega$$

$$X_{br} = X_s + X'_r$$

Generator induksi yang dipakai adalah generator induksi dengan model generator induksi rotor sangkar tunggal kelas A, maka secara umum X_s dan X'_r diasumsikan sama, sehingga :

$$X_s = X'_r = \frac{1}{2} X_{br} = \frac{1}{2} \cdot 14.6 = 7.3\Omega$$

Besarnya reaktansi yang diukur pada terminal stator pada keadaan tanpa beban (X_{tb}) mendekati sama dengan $X_s + X_m$ yang merupakan reaktansi diri stator^[1], sehingga:

$$X_{st} = X_{tb} = X_s + X_m$$

$$X_m = X_{tb} - X_s$$

$$= 189.58 - 7.3$$

$$= 182.28 \Omega$$

Resistansi stator dapat dipandang sebagai harga DC-nya maka resistansi rotor dapat ditentukan sebagai berikut :

$$R = R_{br} - R_s$$

$$= 11.67 - 5.49$$

$$= 6.18$$

$$X_{rr} = X'_r + X_m$$

$$X_{rr} = 7.3 + 182.58 = 189.58\Omega$$

$$R'_r = R \left(\frac{X_{\sigma}}{X_m} \right)^2$$

$$= 6.18 \cdot \left(\frac{189.58}{182.28} \right)^2 = 6.68 \Omega$$

Tabel 4.4
Hasil Perhitungan Pengujian Parameter Generator Induksi Tiga Phasa

R_s	R'_r	X_s	X'_r
5.49 Ω	6.68 Ω	7.3 Ω	7.3 Ω

Setelah mendapatkan data parameter generator induksi berdasarkan pengujian tersebut maka dapat dilakukan perhitungan parameter tersebut dirubah dalam bentuk PU (perunit).

Untuk melakukan perhitungan dalam PU maka

Untuk Mva

$$VA = \frac{P}{\cos\theta}$$

$$VA = \frac{1100}{0.85}$$

$$Z_{\text{dasar}} = \frac{KV^2}{MVA}$$

$$Z_{\text{dasar}} = \frac{(220 \times 10^{-3})^2}{1294.11 \times 10^{-6}} = 37.40 \text{ohm}$$

Untuk parameter generator dapat dihitung sebagai berikut

$R_s(\text{pu})$

$$R_s(\text{pu}) = \frac{R_s}{Z_{\text{dasar}}}$$

$$R_s = \frac{5.44}{37.40} = 0.146 \text{ pu}$$

$$R_r(\text{pu}) = \frac{R_r}{Z_{\text{dasar}}}$$

$$R_r = \frac{6.68}{37.40} = 0.178 \text{ pu}$$

$$X_s = \frac{7.3}{37.40} = 0.195 \text{ pu}$$

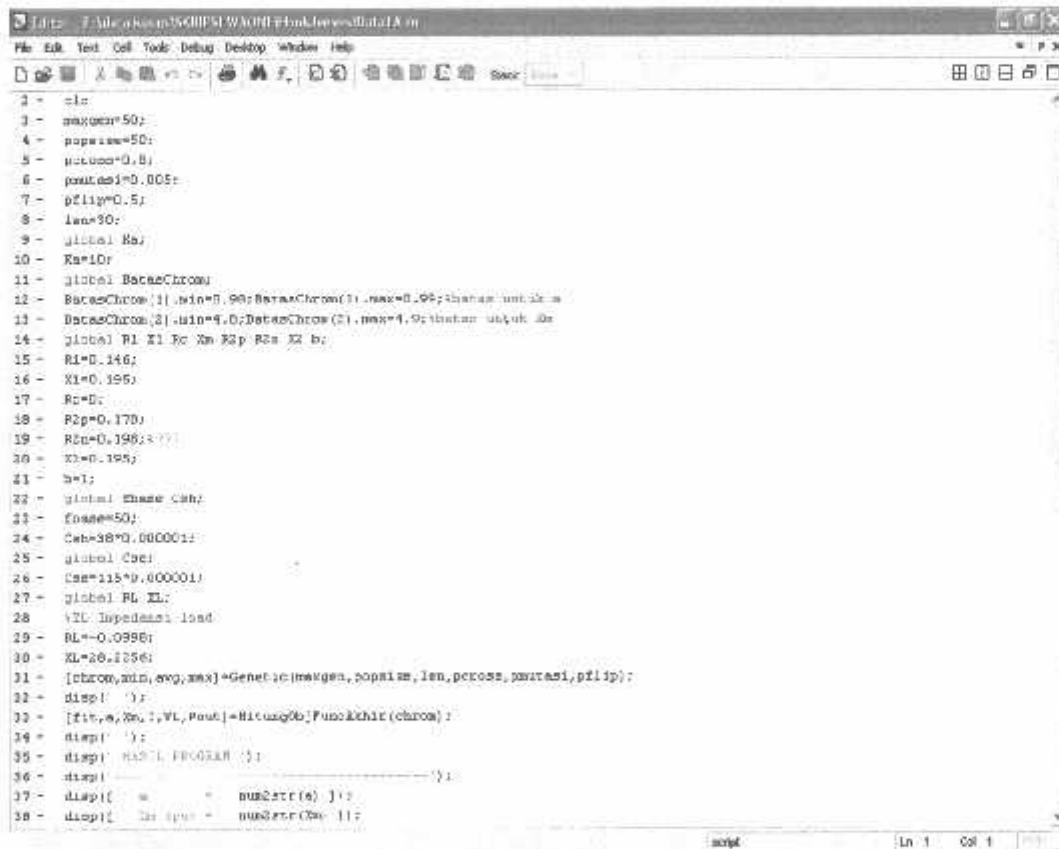
$$X_r = \frac{7.3}{37.40} = 0.195 \text{ pu}$$

4.3. Analisa Data Hasil Simulasi

Dengan menggunakan bantuan Software MATLAB, maka listing program analisa perbandingan generator induksi penguatan sendiri SRSEIG dengan penguatan sendiri SEIG dapat dilihat dari hasil program dan pengujian.

Untuk pemasukan dari nilai parameter generator beserta kapasitas penguatan dapat dilihat di bawah ini:

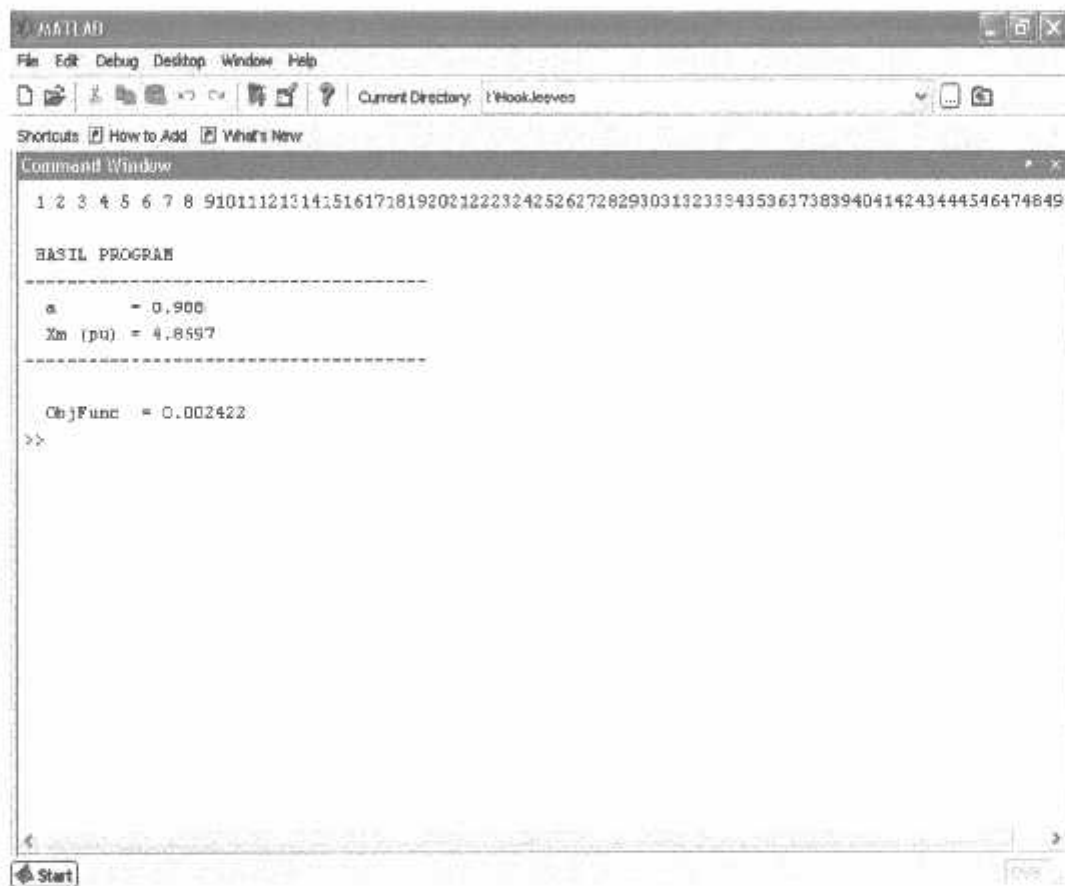
Tabel 4.5 Tampilan Untuk Proses Pemasukan Parameter Generator Induksi Beserta Kapasitas Penguatan



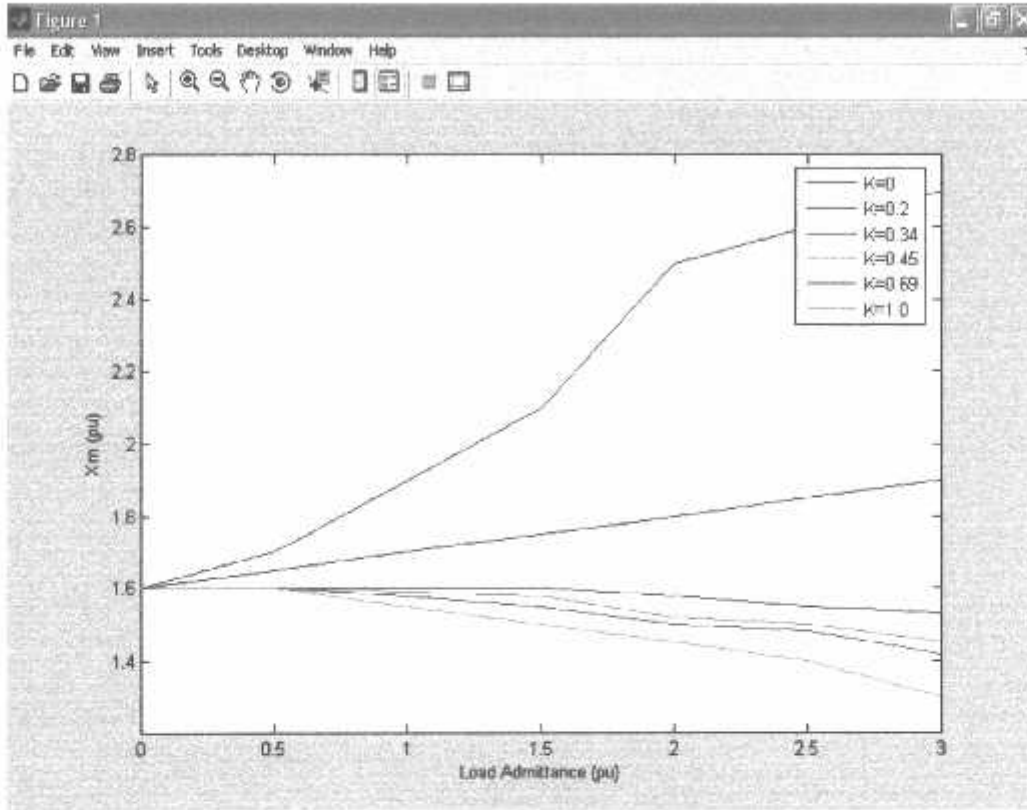
```
1 - cla;
2 - maxgen=50;
3 - popsize=50;
4 - mutation=0.8;
5 - prntase=0.005;
6 - pfit=0.5;
7 - len=30;
8 - global Ra;
9 - Ra=10;
10 - global BasesChrom;
11 - BasesChrom(1).min=0.98;BasesChrom(1).max=0.99;bases=umil;Ra
12 - BasesChrom(2).min=4.0;BasesChrom(2).max=4.9;bases=umil;Ra
13 - global R1 X1 R2 X2 R3 X3 R4 X4 R5 X5 R6 X6 R7 X7 R8 X8 R9 X9 R10 X10;
14 - R1=0.146;
15 - X1=0.195;
16 - R2=0;
17 - R3=0.170;
18 - X2=0.196;
19 - R4=0.195;
20 - X3=0.195;
21 - b=1;
22 - global phase_csb;
23 - phase=50;
24 - Csb=38*0.00001;
25 - global Cse;
26 - Cse=115*0.00001;
27 - global Rl Xl;
28 - %ZL Impedansi load
29 - Rl=-0.0998;
30 - Xl=26.1256;
31 - [chrom,min,avg,max]=Genetic(maugen,popsize,len,prntase,mutation,pfit);
32 - disp(' ');
33 - [fit,s,Xn,l,Vl,Psu]=Hitung(b,FungsiFit(chrom));
34 - disp(' ');
35 - disp(' hasil fitness = ');
36 - disp(' ');
37 - disp(' s = ');
38 - disp(' Xn = ');
```

Dari hasil pengujian *software* MATLAB menghasilkan keadaan mantap (steady state) di lihat pada gambar di bawah ini:

Tabel 4.6. Tampilan listing program analisa generator induksi satu fasa penguatan sendiri dengan koneksi *steinmetz* dalam kondisi steady state.

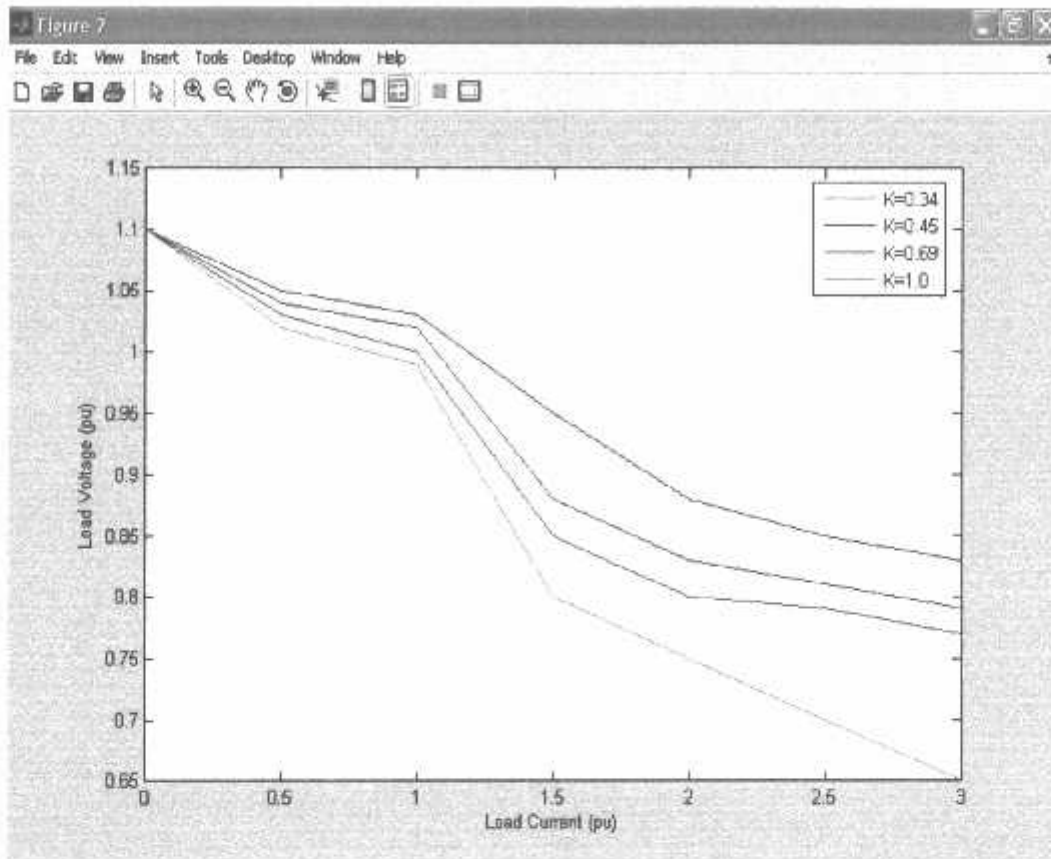


Grafik 4.1 Karakteristik Reaktansi magnetisasi X_m (pu) terhadap admitansi I_{load} (pu) pada generator induksi satu fasa SESEIG.



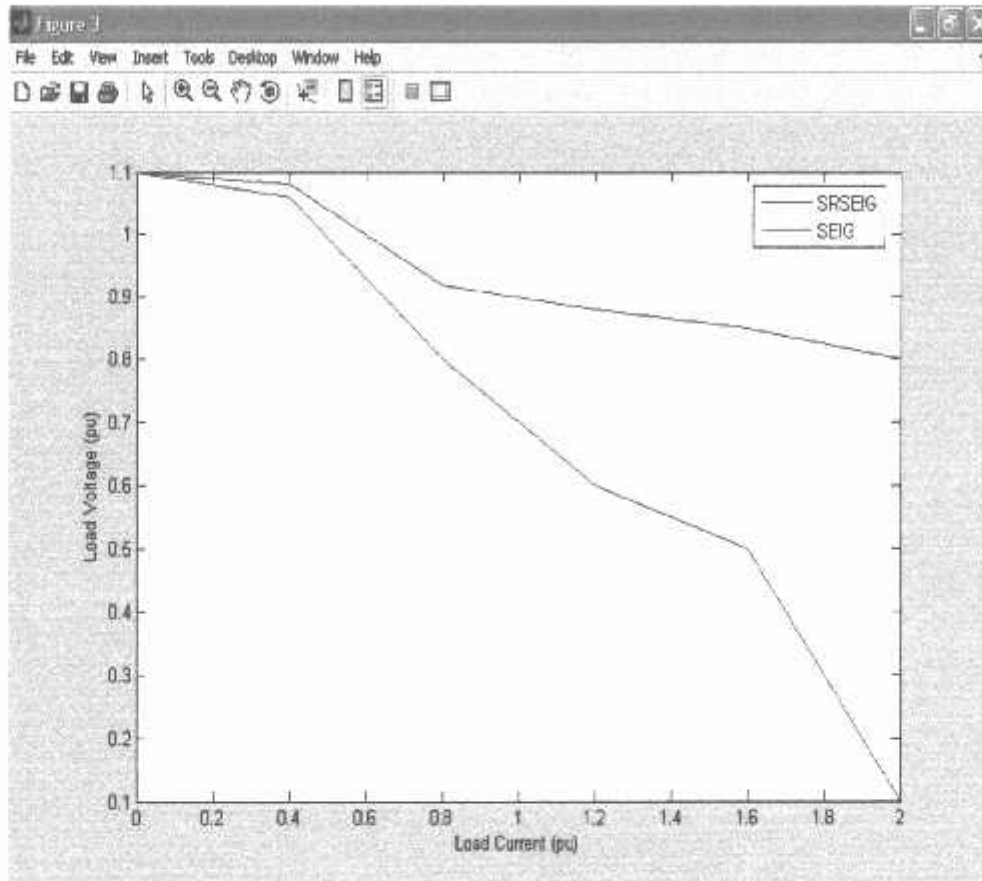
Pada grafik 4.1 menunjukkan variasi perhitungan reaktansi magnetisasi X_m dari SRSEIG dengan admitansi muatan X_l untuk nilai K yang berbeda. Generator menyuplai faktor daya muatan pada kecepatan yang telah di tentukan dan kapasitansi shunt $38 \mu F$ yang di gunakan. Bahwa tanpa kompensasi ($K=0$) X_m meningkat dengan cepat dan admitan muatan dapat mencapai nilai tak jenuh 2,48 pu pada admitan muatan 2 pu pada nilai K yang lebih besar, rentangan admitan muatan melebihi X_m yang kurang dari nilai tak tak jenuh. SRSEIG mampu membangkitkan excitasi sendiri melebihi admitan yang lebar. Pada $K=0,34$, X_m secara subtansial konstan pada rentangan praktikal admitan muatan.

Grafik 4.2 tegangan berbeban (pu) terhadap arus berbeban (pu) pada nilai **K** yang berbeda.



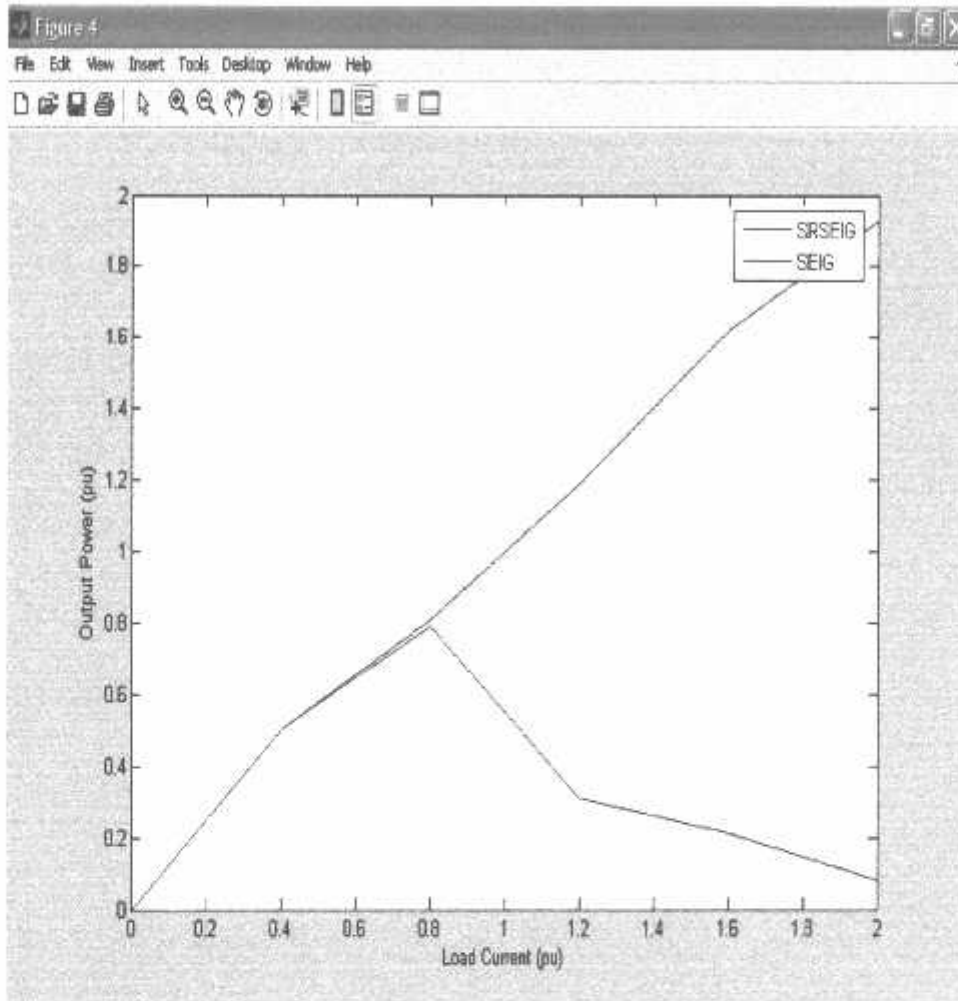
Pada grafik 4.2 menunjukkan karakteristik muatan yang di hitung dari mesin experimental dalam kondisi - kondisi pengoperasian. Karakteristik pengaturan tegangan yang baik di dapat ketika K ada di antara 0,34 hingga 0,45

Grafik 4.3 tegangan berbeban (pu) terhadap arus yang berbeban (pu) pada generator induksi satu fasa SRSEIG dan SEIG



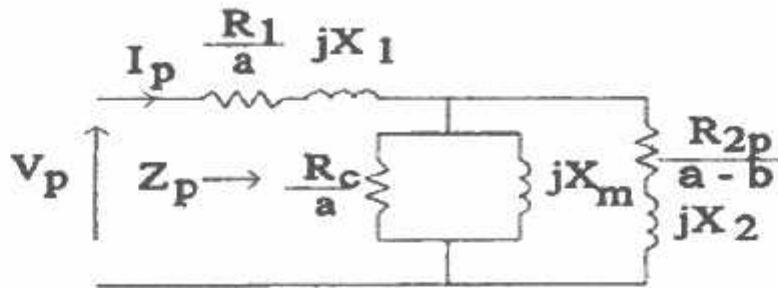
Pada grafik 4.3 menunjukkan karakteristik experimental dan perhitungan SRSEIG satu fasa dengan $C_{sh} = 38 \mu F$ dan $C_{se} = 115 \mu F$ pada ($K = 0$) generator dijalankan pada kecepatan yang telah di tentukan dan faktor daya muatan menjadi satu kesatuan. Hasilnya akan di tulis dalam perunit dari kuantitas fasa dari mesin tiga fasa yang menjadi dasar sebagai perbandingan karakteristik dari SRSEIG satu fasa yang tidak di kompensasikan memiliki "lengkung ke bawah" dan arus maksimum yang dapat di suplai adalah 1,12 pu dimana kira – kira tegangan drop hingga 2 pu pada arus muatan 1,8 pu tegangan drop 16%.

Grafik 4.4 Daya output berbeban (pu) terhadap arus beban (pu)

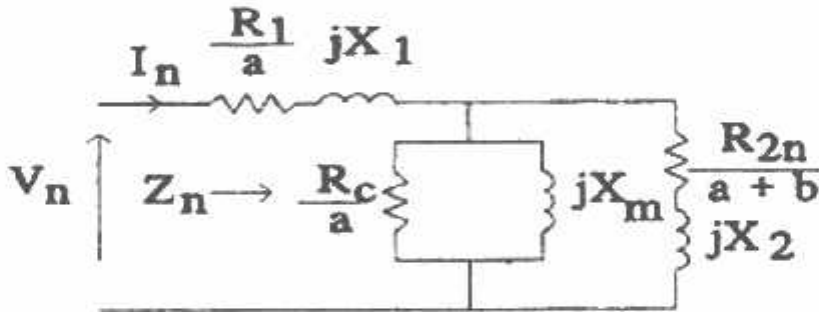


Pada grafik 4.4 menunjukkan variasi daya output dengan arus muatan sehubungan dengan tegangan output yang lebih besar, SRSEIG mampu menghasilkan daya output yang lebih besar pula. Pada arus muatan 1,8 pu daya outputnya 1,6 pu dan untuk SEIG yang tidak di kompensasikan daya output maksimumnya hanya mencapai 0,85 pu.

4.4 Rangkaian ekivalen generator induksi satu fasa dengan koneksi *steinmetz*



Gambar 4.1. Rangkaian Ekivalen generator induksi tiga fasa menggunakan motor tiga fasa dengan koneksi *steinmetz* urutan positif



Gambar 4.2 Rangkaian Ekivalen generator induksi tiga fasa menggunakan motor tiga fasa dengan koneksi *steinmetz* urutan negative

dimana :

- R1 : Resistansi stator
- X1 : Reaktor kebocoran stator
- R2p: Resistansi rotor urutan positif
- R2n: Resistansi rotor urutan negative
- X2: Reaktor kebocoran rotor
- Rc: Resistansi kerugian inti

4.5. Analisa perhitungan urutan positif (+) dan negatif (-)

4.5.1 Analisa perhitungan urutan positif (+)

$$Z_p = \frac{R_1}{a} + jX + \left[\frac{\frac{R_2}{a} + jX_m}{\frac{R_2}{a} + jX_m} \right] \left[\frac{R_{2p}}{a-b} + jX_2 \right]$$

$$Z_p = \frac{0,146}{0,92} + j0,195 + \left[\frac{\frac{22}{0,92} + j4,8697}{\frac{22}{0,92} + j4,8697} \right] \left[\frac{0,178}{0,92-1} + j0,195 \right]$$

$$= 0,1587 + j0,195 + [1] [-2,225 + j0,195]$$

$$= 0,1587 + j0,195 + [1] [-2,23 \angle -5^\circ]$$

$$= 0,1587 + j0,195 + [-2,23 \angle -5^\circ]$$

$$= 0,1587 + j0,195 - 2,225 + j0,195$$

$$= -2,0613 + j0,39 \text{ pu}$$

$$= 2,098 \angle -10,71 \text{ pu}$$

$$V_p = \sqrt{3V} \cdot \frac{Y_n + \frac{\rho^{j\pi/6}}{\sqrt{3}} Y_{sh}}{Y_{sh} + Y_p + Y_n}$$

$$V_p = 1,732 \frac{0,76 + \frac{j1,688}{1,732} 0,011}{0,011 + 0,88 + 0,76} = \frac{1,334}{1,651} = 0,808 \text{ pu}$$

4.5.2 Analisa perhitungan urutan negatif (-)

$$Z_n = \frac{R_1}{a} + jX + \left[\frac{\frac{R_c}{a} \cdot jX_m}{\frac{R_c}{a} + jX_m} \right] \left[\frac{R_{2p}}{a+b} + jX_2 \right]$$

$$Z_n = \frac{0,146}{0,92} + j0,195 + \left[\frac{\frac{22}{0,92} \cdot j4,8697}{\frac{22}{0,92} + j4,8697} \right] \left[\frac{0,178}{0,92+1} + j0,195 \right]$$

$$= 0,1587 + j0,195 + [1][0,093 + j0,195]$$

$$= 0,1587 + j0,195 + [0,22 \angle -64,5^\circ]$$

$$= (0,1587 + j0,195) + (0,093 + j0,195)$$

$$= 1,2517 + j0,39 \text{ pu}$$

$$= 1,31 \angle 17,31 \text{ pu}$$

$$V_n = \sqrt{3V \cdot \frac{Y_n + \frac{e^{-j\pi/6}}{\sqrt{3}} Y_{sh}}{Y_{sh} + Y_p + Y_n}}$$

$$V_n = 1,732 \frac{0,88 + \frac{-j1,688}{1,732} 0,011}{0,011 + 0,88 + 0,76} = \frac{1,54}{1,651} = 0,933 \text{ pu}$$

4.6. Pengujian generator

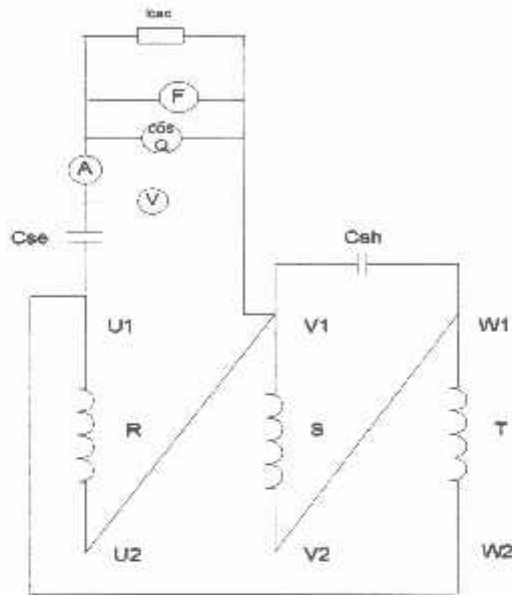
Tabel 4.7 Pengujian generator induksi satu fasa SRSEIG

Beban (Watt)	Kapasitor (μF)	Kecep Rotor (Rpm)	V_{load} (Volt)	CosQ	Teg. Output No load (Volt)	Pout (watt)	Arus (Amp)	Frek (Hz)
	Csh= 38	3360			220			
100		3160	191	0,98	220	160,97	0,86	54,5
200	Cse= 115	3041	186	0,98	220	240,61	1,32	53
300		2948	165	0,98	220	352,50	2,18	52,5

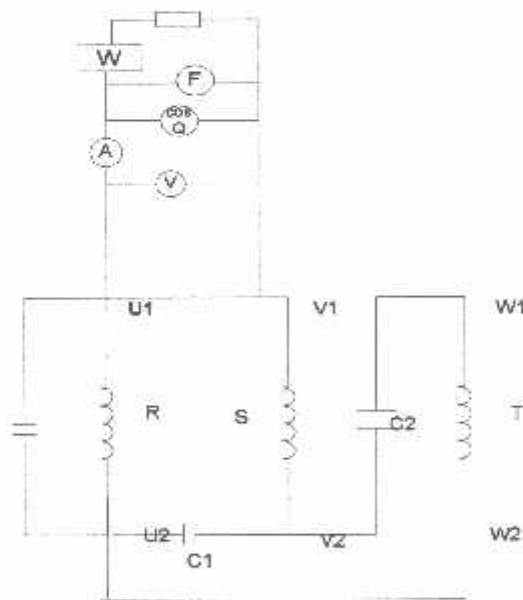
Tabel 4.8 Pengujian generator induksi satu fasa SEIG

Beban (Watt)	Kapasitor (μF)	Kecep Rotor (Rpm)	V_{load} (Volt)	CosQ	Teg. Output No load (Volt)	Pout (watt)	Arus (Amp)	Frek (Hz)
	C1 = 4,6 C2 = 3,0 C3 = 6,0	3360			220			
100		3160	174	1	220	104,4	0,6	50,5
200		3041	152	1	220	211,28	1,39	49
300		2948	126	1	220	309,96	2,46	48

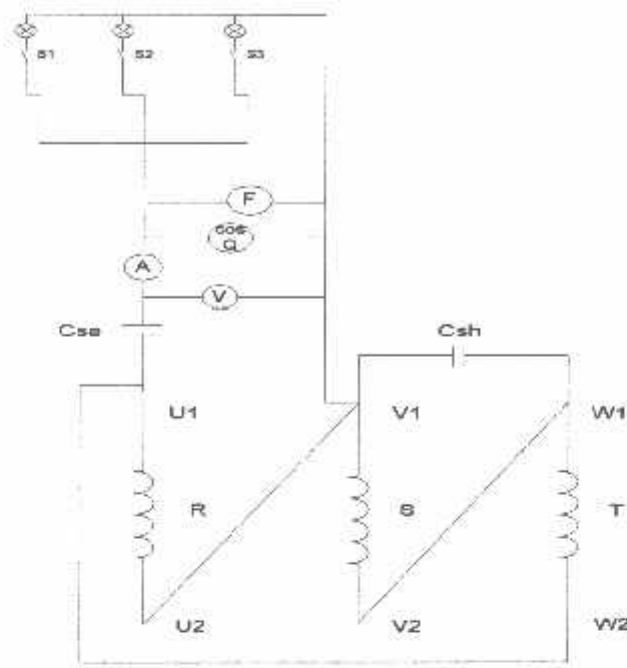
4.7. Rangkaian generator induksi satu fasa **SRSEIG** dan **SEIG** dengan koneksi *steinmetz*



Gambar 4.3 Rangkaian generator induksi satu fasa **SRSEIG**



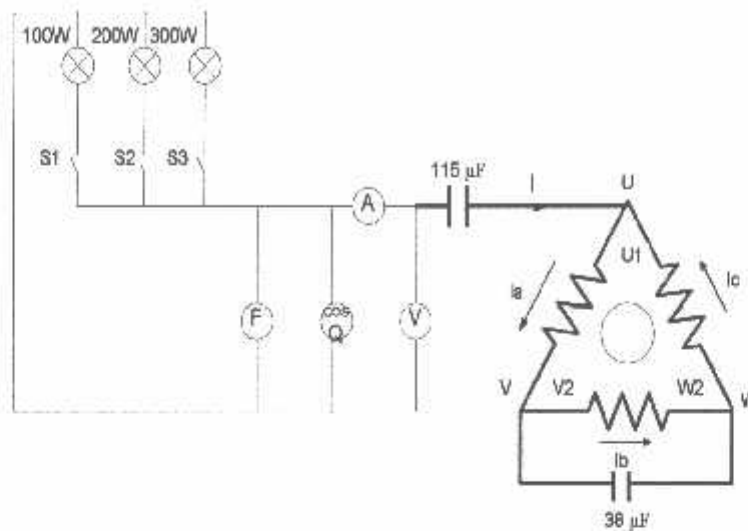
Gambar 4.4 Rangkaian generator induksi satu fasa **SEIG**



Gambar 4.5 Rangkaian generator induksi satu fasa SRSEIG apabila beban bertambah atau berkurang

Pada gambar 4.5 jika beban pada generator induksi satu fasa berkurang maka tegangan output tetap konstan, daya nya turun dan arusnya akan menurun sehingga beban lampu akan bertambah terang.

Dalam menganalisa suatu rangkaian maka tentukan beban nya dulu, karena kecepatan motor 3 fasa terbatas, maka tegangan output yang dikeluarkan juga terbatas dan juga mampu menghasilkan tegangan output tanpa beban 220 Volt tanpa beban, maka dari itu beban yang digunakan adalah lampu 100 W, 200 W, 300 W karena lampu merupakan beban yang bisa dilihat terang dan tidaknya .

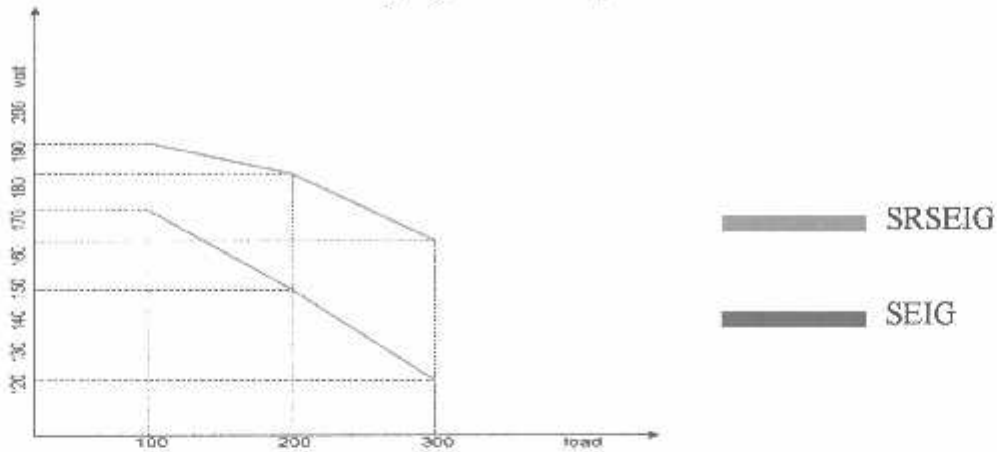


Gambar 4.6 Rangkaian generator induksi satu fasa *SRSEIG* dan motor induksi 3 fasa bekerja menyuplai beban.

Pada saat motor induksi tiga fasa di ubah menjadi generator induksi satu fasa di putar dengan menggunakan motor dc seri dengan kecepatan putar yang lebih besar dari motor induksi tiga fasa maka.

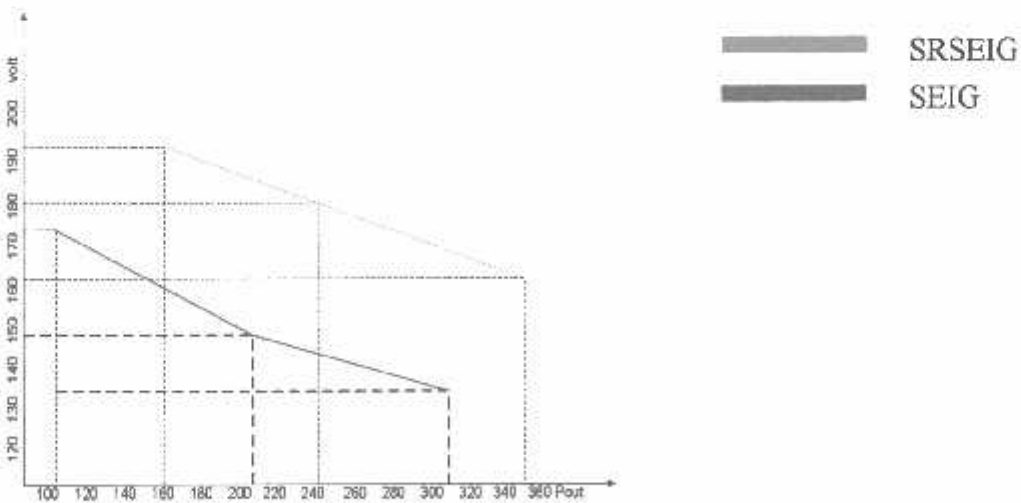
1. Pada kapasitor shunt (C_{sh}) berfungsi sebagai penguat dan mengeluarkan daya rektif.
2. Pada kapasitor seri (C_{sc}) berfungsi sebagai penguat tambahan dan daya reaktif pada saat arus meningkat dan juga sebagai outputnya.
3. Pada saat motor berputar dengan kecepatan sampai konstan maka akan mengeluarkan tegangan.
4. dan saat mengeluarkan tegangan pada kapasitor serinya, maka beban kita nyalakan jika tidak tegangan tidak dapat keluar.

Grafik 4.5 pengujian generator induksi satu fasa SRSEIG dan SEIG antara tegangan terhadap beban



Pada Grafik 4.5 menunjukkan karakteristik pada generator induksi satu fasa SRSEIG mampu menghasilkan tegangan yang lebih besar dari pada generator induksi satu fasa SEIG pada saat bersama – sama menyuplai pada beban sampai mencapai beban 300 Watt.

Grafik 4.6 pengujian generator induksi satu fasa SRSEIG dan SEIG antara tegangan terhadap daya



Pada Grafik 4.6 menunjukkan karakteristik bahwa generator induksi satu fasa SRSEIG juga mampu menghasilkan tegangan dan daya output yang lebih besar dari pada generator induksi satu fasa SEIG pada saat menyuplai beban lampu sampai 300Watt.

BAB V PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada generator induksi satu fasa dalam hubungan SRSEIG dan dalam hubungan SEIG dapat di tarik beberapa kesimpulan adalah:

Pada gencrator induksi satu fasa hubungan SRSEIG saat tanpa beban didapat tegangan output 220 V.

Pada generator induksi satu fasa hubungan SRSEIG saat dibebani lampu 100 W maka di dapatkan suatu tegangan (V) output 191 V dengan daya (P) 160,97 Watt

Sedangkan pada generator induksi satu fasa hubungan SEIG saat dibebani lampu 100 Watt maka didapat suatu tegangan (V) output 174 V dengan daya (P) 104,4 Watt.

Jadi dapat di simpulkan bahwa pada performansi generator induksi satu fasa hubungan SRSEIG lebih baik dari pada hubungan SEIG

5.2. Saran

Didalam prakteknya apabila kita ingin melakukan percobaan dan menganalisa perbandingan performansi generator induksi satu satu fasa SRSEIG dengan koneksi *STEINMETZ*, maka disarankan kita menggunakan kapasitor shunt C_{sh} dan kapasitor seri C_{se} sebagai penguatan tambahan serta sebagai output nya, sehingga kita mudah dalam merubah - ubah kapasitas penguatannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. Murthy, O. P. Malik, And A. K. Tandon. Nov. 1982. "*Analysis of self-excited induction generators*". Proceedings of IEEE.
- [2] G. Raina and O. P. Malik. Dec. 1983 "*Wind energy conversion using a self-excited induction generator*". IEE Trans. Power apparatus and systems.
- [3] S. S. Murphy. Sep. 1993. "*A novel self-excited self-regulated single phase induction generator Part 1: Basic system and theory*" IEE Trans. Energi Conversion.
- [5] B. Singh, L. Shridhar and C. S. Jha. November 1999. "*Improvements in The Performance of Self Excited Induction Generator Through Series Compensation*". JEE Proc.
- [4] B. Singh, R. B. Saxena, S. S. Murthy, and B. P. Singh. 1988. "*A single-phase self-excited induction generator for lighting loads in remote areas*".: international journal on Elect. Engg. Education.
- [5] B. Singh, L. Shridhar and C. S. Jha. November 1999. "*Improvements in The Performance of Self Excited Induction Generator Through Series Compensation*". JEE Proc-Gener. Transm. Distrib.
- [6] Zuhail, "*Dasar Teknik Tenaga Listrik*". Bandung: ITB

LAMPIRAN



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : WAWAN PRASETYONO
2. NIM : 03.12.073
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI
SATU FASA MENGGUNAKAN MOTOR INDUKSI
TIGA FASA DENGAN METODE KONEKSI
STEINMETZ.

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)
Pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Maret 2008
Dengan Nilai : 75,2 (B+) *Byf*

Panitia Ujian Skripsi



Ketua Majelis Penguji
Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP.Y.101 810 0036


Sekretaris Majelis Penguji
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y.103 9500 274

Anggota Penguji

Penguji Pertama

Irrine Budi S, ST, MT
NIP.132 314 400

Penguji Kedua

Ir. Choirul Salch, MT
NIP. Y. 1018800190

SURAT PERNYATAAN

Kpd : Yth Bapak Ir. F Yudi Limpraptono, MT

Kajur Teknik Elektro S-1

Ditempat

Dengan Hormat,

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : WAWAN PRASETYONO

Nim : 03.12.073

Jurusan : Teknik Energi Listrik S-1

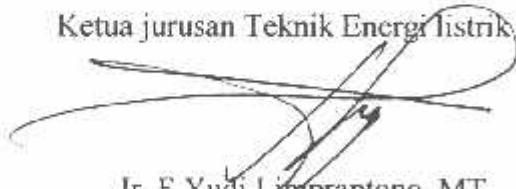
Dengan ini saya menyatakan bahwa saya dalam menyusun skripsi dan masih ada mata kuliah PILIHAN II, PEE, KAPITA SELECTA, PEMBUMIHAN yang masih saya tempuh semester ini.

Saya akan menyelesaikan mata kuliah tersebut sebelum pelaksanaan seminar hasil dan mata kuliah yang saya tempuh tersebut tidak lulus saya bersedia tidak mengikuti yudisium.

Demikian surat pernyataan ini saya buat sebagai salah satu syarat dalam pengajuan skripsi.

Mengetahui

Ketua jurusan Teknik Energi Listrik S-1



Ir. F Yudi Limpraptono, MT
NIP. P. 1039500274

Malang, September 2007

Hormat Saya



Wawan Prasetyono
Nim. 0312073



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : WAWANI PRASETYONO
NIM : 0212073
Semester : IX
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika / T. Energi Listrik
Alamat :

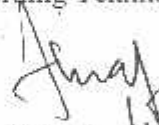
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat **SKRIPSI Tingkat Sarjana**. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan **SKRIPSI** adalah sebagai berikut :

1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan Laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh mata kuliah ≥ 134 sks dengan $IPK \geq 2$ dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
Recording Teknik Elektro


(..... M. Hidayati))

Malang,200

Pemohon


(..... WAWANI PRASETYONO))

Disetujui
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Ir. F. Yudi Lampraptono, MT
NIP. P. 1059500274

Mengetahui
Dosen Wali


(.....))

Catatan :

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan/Sekretaris Jurusan T. Elektro S-1

1. $IPK \frac{372.5}{130} = 2.87$
2.
3. - MK P.EE, pembuian, MK pil II, kapita selekt

- prakt. Akasi

Form. S-1a



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>WAWAH PRASETYONO</u>	Nim: <u>0312 073</u>
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: <u>29</u> Bulan: <u>10</u> Tahun: <u>2007</u>
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)	
	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen
	<input checked="" type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*) <u>Ir. M. Abd. Hamid, MT</u> <i>[Signature]</i>	Ketua Jurusan <i>[Signature]</i> <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	<u>ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DGN metode koneksi STEINMETZ</u>
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu
Catatan:		
.....		
7.	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui Dosen <u>30-10-2007</u> <i>[Signature]</i>

Perhatian:

1. Formulir pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
MALANG

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak Ir. M.ABDUL HAMID, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : WAWAN PRASETYONO
Nim : 03.12.073
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen pembimbing Utama / **Pendamping ***, untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

**ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN
METODE KONEKSI STEINMETZ.**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/ibu kami ucapkan terima kasih.


Malang,

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 1039500274

*) coret yang tidak perlu

Hormat kami,


Wawan Prasetyono
NIM. 03.12.073

Form S-3a

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i:

Nama : WAWAN PRASETYONO
Nim : 03.12.073
Semester : IX (sembilan)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini Menyatakan bersedia / tidak bersedia *) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU FASA DENGAN MENGGUNAKAN MOTOR INDUSI TIGA FASA DENGAN METODE KONEKSI *STEINMETZ*.

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat di pergunakan seperlunya.

Malang, 28-11-2007

Kami yang membuat pernyataan,

Catatan:

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut

*)Coret yang tidak perlu



Ir M. Abdul Hamid., MI
NIP.1018800188

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
MALANG

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak Ir. WIDODO PUDJI M, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : WAWAN PRASETYONO
Nim : 03.12.073
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen pembimbing ~~Utama~~ / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

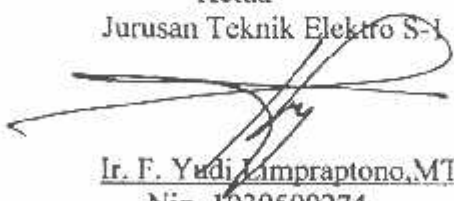
**ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN
METODE KONEKSI STEINMETZ.**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/ibu kami ucapkan terima kasih.


Malang,

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Lampraptono, MT
Nip. 1039500274

*) coret yang tidak perlu

Hormat kami,


Wawan Prasetyono
NIM. 03.12.073

Form S-3a

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i:

Nama : WAWAN PRASETYONO
Nim : 03.12.073
Semester : IX (sembilan)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini Menyatakan bersedia / tidak bersedia *) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU FASA DENGAN MENGGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN METODE KONEKSI *STEINMETZ*.

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat di pergunakan seperlunya.

Malang,

Kami yang membuat pernyataan,



Ir. Widodo Pudji Mulyanto, MT
NIP.1028700171


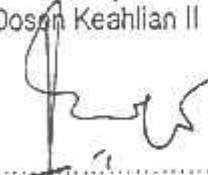


Catatan:

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut

*)Coret yang tidak perlu

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

(konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>WAYAN PRASE TYONO</u>	Nim: <u>0312075</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	Waktu
		Tempat
		Ruang:
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen
	<input checked="" type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>ANALISA PERFOR MANSI GENERATOR IMPRESI SATU FASA MENGGUNAKAN MOTOR IMPRESI TIGA FASA DENGAN MOTOR KONEKSI STEINMETZ</u>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	<u>tetap</u>
6.	Catatan:	
	
	Catatan:	
	
Persetujuan Judul Skripsi		
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II
		
	Mengetahui, Ketua Jurusan	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs
	 <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	

Perhatian

- 1 Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
 **) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>YAWAH PRASETYONO</u>	Nim: <u>03 12 075</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>18 Des - 2007</u>
Waktu		
Tempat		
Ruahg:		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen
	<input checked="" type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>ANALISA PERFORMANSI GENERATOR HUKUSI SO. IV FASA MENGGUNAKAN MOTOR IMPULSI TIGIT FASA RINGAN METODE KONEKSI STEINMETZ</u>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	<u>tidak</u>
6.	Catatan:	
	Catatan:	
Persetujuan Judul Skripsi		
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II
	Mengetahui, Ketua Jurusan	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs
	<u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	<u>W. ...</u>

Perhatian:

1 Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



(PERSERO) MALANG
K N I A G A M A L A N G

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 18 Januari 2008

Nomor : ITN-048/I.TA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. **Ir. M. ABDUL HAMID, MT**

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk Mahasiswa:

Nama : WAWAN PRASETYONO
Nim : 0312073
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/I selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai tanggal:

18 Desember 2007 s/d 18 Juni 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro-S1

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami sampaikan terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Lampraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

I (PERSERO) MALANG
K NAGA MALANG

Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 18 Januari 2008

Nomor : ITN-049/I.TA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. Ir. **WIDODO PUDJI M, MT**

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : WAWAN PRASETYONO
Nim : 0312073
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/I selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:

18 Desember 2007 s/d 18 Juni 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1
Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi *Yuy*
NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Wawan Prasetyono
Nim : 03.12.073
Masa Bimbingan : 18 Desember 2007 s/d 18 juni 2008
Judul Skripsi : **ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN
METODE KONEKSI STEINMETZ**

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	2 Jan 2008	Revisi Bab I	
2.	7 Jan 2008	Penyempurnaan Bab I	
3.	9 Jan 2008	Revisi Bab II dan Bab III	
4.	14 Jan 2008	Penyempurnaan Bab II dan Bab III	
5.	17 Jan 2008	Revisi Flowchart Pemecahan Masalah	
6.	21 Jan 2008	Revisi Bab IV (Hasil pengujian)	
7.	23 Jan 2008	Penyempurnaan Bab IV	
8.	4 Feb 2008	Penyempurnaan Bab IV dan Bab V	
9.	8 Maret 2008	ACC Makalah Seminar Hasil	
10.	15 Maret 2008	ACC Makalah Skripsi	

Malang, Maret 2008
Dosen Pembimbing

Ir. M. Abdul Hamid, MT
NIP. Y. 1018800188

Form. S-4b



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Wawan Prasetyono
Nim : 03.12.073
Masa Bimbingan : 18 Desember 2007s/d 18 Juni 2008
Judul Skripsi : **ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI
SATU FASA MENGGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA
FASA DENGAN METODE KONEKSI *STEINMETZ***

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	2 jan 2008	Revisi Bab I	
2.	7 jan 2008	ACC Bab I	
3.	9 jan 2008	Revisi Bab II dan Bab III(performansi generator induksi)	
4.	14 jan 2008	Revisi Flowchart pemecahan masalah	
5.	17 jan 2008	ACC Bab II dan III	
6.	21 jan 2008	penyempurnaan Bab IV	
7.	23 jan 2008	ACC Bab IV & V	
8.	4 Feb 2008	Penyempurnaan Bab I, II, III, IV, V	
9.	5 Maret 2008	ACC Seminar Hasil	
10.	15 Maret 2008	ACC Ujian SKRIPSI	

Malang, Maret 2008
Dosen Pembimbing

(Ir. Widodo Pudji M., MT)
NIP. Y. 1028700171

Form S-4b



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1)
yang diselenggarakan Pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Maret 2008
Yang dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : WAWAN
NIM : 03.12.073
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN
METODE KONEKSI *STEINMETZ*.

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1	Font harus 12	CS

Anggota Penguji :

Ir. Choirul Saleh, MT
Penguji Pertama

Dosen Pembimbing :

Ir. Abdul Hamid, MT
Pembimbing Utama

Ir. Widodo Pudji, M, MT
Pembimbing Kedua



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

ari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1)
ng diselenggarakan Pada :

ari : Selasa
anggal : 18 Maret 2008
elah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : WAWAN PRASETYONO
NIM : 03.12.073
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISA PERFORMANSI GENERATOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN
METODE KONEKSI *STEINMETZ*.

erbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1	Abstrak tidak ada	
2	Penulisan bab satu masih proposal	
3	Algoritma diperjelas juga flowcart	
4	Grafik 4.5 – 4.6 tidak ada penjelasan	
5	Daftar pustaka di sempurnakan	
6	Data pada pada tabel di beri satuan	
7	Penulisan judul ,tabel,dan grafik dicetak tebal (bold)	
8	Gab. Hal 13 tidak ada penjelasan	
9	Analisa perhitungan urutan positif (+) dan (-) ditambahkan dibab IV	
10	Pemilihan beban harus jelas berdasar apa	
11	Bagaimana rangk. Gen. 1fasa & motor induksi tiga fasa bekerja menyuplai beban	
12	Bagaimana jika beban berkurang (bentuk rangkaiannya)	
13	Font diubah	
14	Kesimpulan sesuaikan dengan tujuan	

Anggota Penguji :

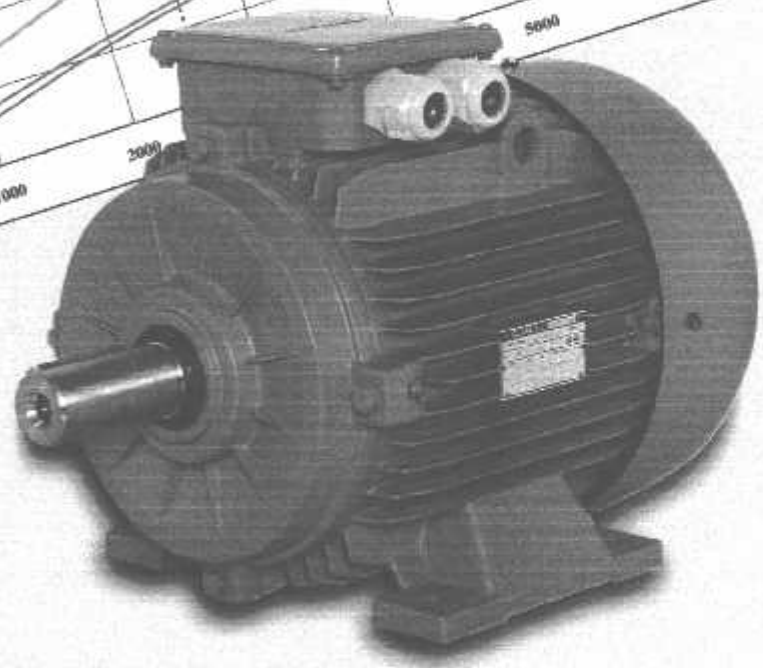
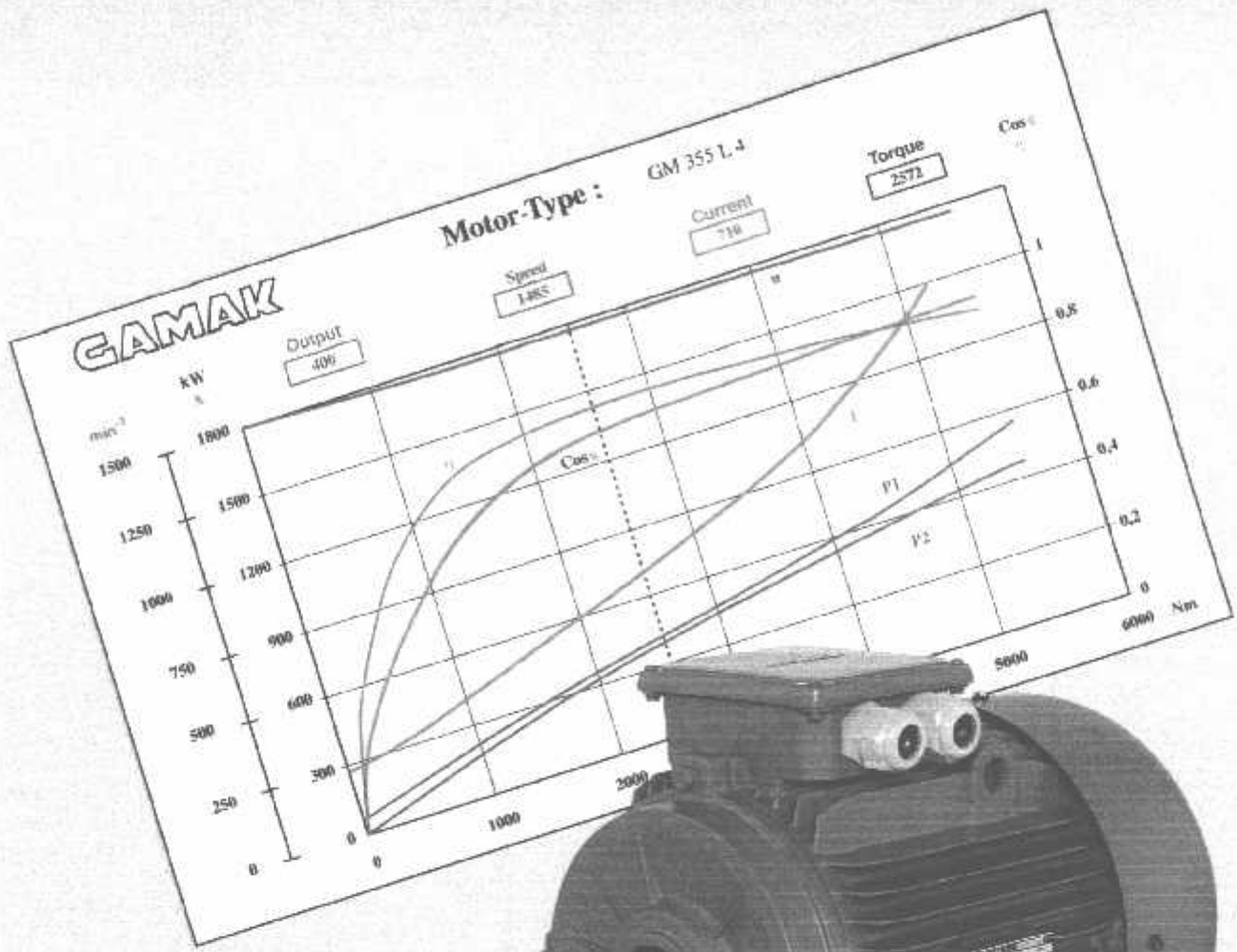
Irrine Budi S, ST, MT
Penguji Pertama

Dosen Pembimbing I

Ir. M. Abgul Hamid, MT

Dosen Pembimbing II

Ir. Widodo Pudji. M, MT





3-PHASE CAGE INDUCTION MOTORS TOTALLY ENCLOSED (IP 55)

GENERAL-PURPOSE INDUSTRIAL USE



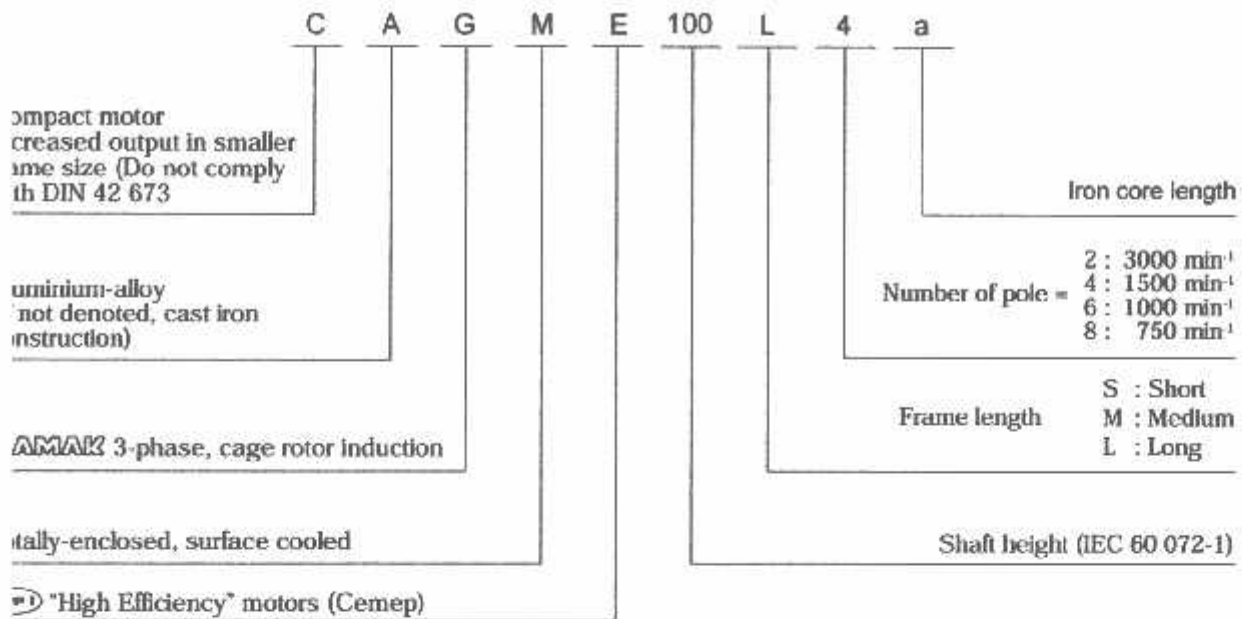
IEC Frame sizes
 56...355

CONTENTS

DESIGNATION OF MOTORS.....	2
STANDARDS AND RECOMMENDATIONS.....	2
MECHANICAL DESIGN	
Frames, end-shields and flanges.....	3
Enclosure degrees of protection.....	3
Cooling.....	4
Terminal box.....	4
Cable entry.....	4
Bearings.....	5
Standard design with single row deep groove ball bearings.....	5
- Arrangement of bearings.....	5
Reinforced design with cylindrical roller bearing.....	6
- Arrangement of bearings.....	6
Maintenance of bearings.....	6
Permissible mechanical forces.....	6
- Permissible radial loads.....	6
- Standard design with single row deep groove ball bearing.....	7
- Reinforced design with cylindrical roller bearing.....	7
- Permissible external axial loads.....	8
- Standard design with single row deep groove ball bearing.....	8
- Reinforced design with cylindrical roller bearing.....	9
Shaft extensions.....	10
Vibration.....	10
Noise level.....	10
Painting.....	10
Storage.....	10
Type of construction and mounting arrangements.....	11
ELECTRICAL DESIGN	
Voltage and frequency.....	12
Rated output.....	12
Environmental conditions.....	12
Over-load capacity.....	13
Rated torque.....	13
Insulation class.....	13
General Information on frequency converter fed A.C. cage induction motors.....	13
* Speed control of A.C. cage induction motors.....	13
* Reducing the speed of an A.C. cage induction motor below its rated speed.....	14
* Increasing the speed of an A.C. cage induction motor above its rated speed.....	14
Duty types.....	15
Starting frequency.....	16
Starting time.....	17
Terminal connections and starting of motors.....	18
* Direct-on-line starting.....	18
* Star/Delta (Y/Δ) Starting.....	18
* Soft starting.....	18
* Auto-transformer Starting.....	18
Electrical protection of motors.....	18
Tolerances.....	19
Information required when ordering motors.....	19
Efficiency and power factor at various loads.....	20
RATINGS AND PERFORMANCE	
-  High efficiency motors to CEMEP	
2 Pole, 3000 min ⁻¹	21
4 Pole, 1500 min ⁻¹	21
-  Improved efficiency motors to CEMEP	
2 Pole, 3000 min ⁻¹	22
4 Pole, 1500 min ⁻¹	23
6 Pole, 1000 min ⁻¹	24
8 Pole, 750 min ⁻¹	25
DIMENSIONS	
Foot mounted motors.....	26
D-Flange-mounted motors : Flange Form A-DIN 42 948.....	27
C-Face-Flange mounted motors : Flange Form C-DIN 42 948.....	28
Foot and D-Flange mounted motors : Flange Form A-DIN 42 948.....	29
Foot and C-Face-Flange mounted motors : Flange Form C-DIN 42 948.....	30
SPARES.....	31

We reserve the right to alter or delete, fully or partly the technical specifications given in this brochure without prior notice.

DESIGNATIONS OF MOTORS



STANDARDS AND RECOMMENDATIONS

This catalogue deals with mechanical and electrical features of 3-phase, cage-rotor, totally enclosed, general purpose industrial use induction motors of frame sizes ranging from 56 up to 355 which give the distance from center-line shaft to bottom of foot in mm, in accordance with IEC (International Electrotechnical Commission) Recommendations.

AMAR induction motors are designed, manufactured and tested according to the following standards and recommendations.

IEC	DIN/EN	
60 072-1	DIN 42 673 T1	Dimensions and output ratings of foot mounted motors (IM B3). Relationship between frame sizes and output ratings.
60 072-1	DIN 42 677 T1	Dimensions and output ratings of flange mounted motors (IM B5, B10, B14). Relationship between frame-sizes and output ratings.
60 034-1	DIN EN 60 034-1	Rating and performance.
60 034-5	DIN EN 60 034-5	Classification of degrees of protection provided by enclosures.
60 034-6	DIN EN 60 034-6	Methods of cooling.
60 034-7	DIN EN 60 034-7	Symbols for types of construction and mounting arrangements.
60 072-1	DIN 42 948 DIN 42 955	Mounting flanges. Tolerances of shaft extension run-out, and of mounting flanges; testing.
60 034-8	DIN VDE 0530 Part 8	Terminal markings and direction of rotation.
60 034 9	DIN EN 60 034-9	Noise limits.
60 034-11	-	Built-in thermal protection; rules for protection.
60 034-12	DIN EN 60 034-12	Starting performance of single-speed motors.
60 034-14	DIN EN 60 034-14	Measurement, evaluation and limits of the vibration severity.
60 038	DIN IEC 60 038	Standard voltages.
60 085	VDE 0530 T1	Classifications of materials for the insulation of electrical machineries in relation to their thermal stability in service.
	DIN 42 925	Terminal-box cable entries.
60 072-1	DIN 748 T3	Cylindrical shaft-ends.

IEC 60 072-1 specifies only dimensions and output ratings of both foot and flange mounted 3-phase cage induction motors (IEFV) but does not furnish the relationship between frame sizes and output ratings.

BS 5000 and BS 4999 are harmonized with IEC 60 034-1 or replaced by DIN EN 60 034-1.

MECHANICAL DESIGN

Frames, end-shields and flanges

Frame sizes 56 to 132 : The motor frames, end-shields and flanges are pressure die-cast in a corrosion resistant aluminium alloy (except flange type B14/F165 in frame size 112 and B14/F165, F215 in frame size 132, which are cast iron).

Frame size 160 to 355 : The motor frames, end-shields and flanges are cast iron.

The feet of all motors are cast integrally with frames.

Frame size 132 has two integrally-cast eyebolts. Frame sizes 160 to 355 are supplied with lifting eye-bolt (DIN 580).

Enclosure degrees of protection

The degrees of protection are specified in accordance with IEC publication 60 034-5, by means of letters 'IP' (International Protection) followed by two characteristic numerals.

Symbol	First Numeral	Second Numeral
	Protection against contact and ingress of foreign bodies.	Protection against water.
IP 55	Complete protection against contact with live or moving parts inside the enclosure. The ingress of dust is not totally prevented, but dust does not enter in sufficient quantity to interfere with satisfactory operation of the motor.	Water projected by a nozzle against the motor from any direction will have no harmful effect.
IP 56		Water from heavy seas or water projected in powerful jets will not enter the motor in harmful quantities.

Note: IEC 60 034-5 does not specify types of protection of machines for the use in an explosive atmosphere, as well as degrees of protection against mechanical damage of the machine or, conditions such as moisture (produced by condensation), corrosive vapours, fungus or vermin.

All standard range **GA** motors are totally enclosed and comply with IP 55 degree of protection suitable for use in dusty and damp surroundings. There is no need of special measures to be taken for protecting the standard range motors against the effects of moderate ambient conditions when they are properly installed outdoors. Motors must be protected against direct sun-rays.

However, the following protective measures have to be taken against extremely severe climatic conditions such as out-door operation, dampness, chemical and coastal corrosive atmospheres :

- Special protective paint finish.
- Degree of protection IP 56,
- Special varnishing of coil-heads against high humidity,
- For all out-door installations and vertical mounting arrangements, the following precautions are to be taken. The efficiency of motors must always be maintained.
 - Shaft down : Protective cover (Canopy),
 - Shaft up : Special protective cover or additional bearing-seal to prevent the ingress of water.
- Precautions against water condensation phenomenon are :
 - Providing drain holes at both sides of motors which are best positioned to suit the particular mounting arrangement.
 - Motor enclosure degree of protection will reduce to IP 44 if drain plugs are removed.

Bearings

The motors are fitted with high quality noise tested single-row deep-groove radial ball-bearings (DIN 625) or cylindrical roller bearings (DIN 5412).

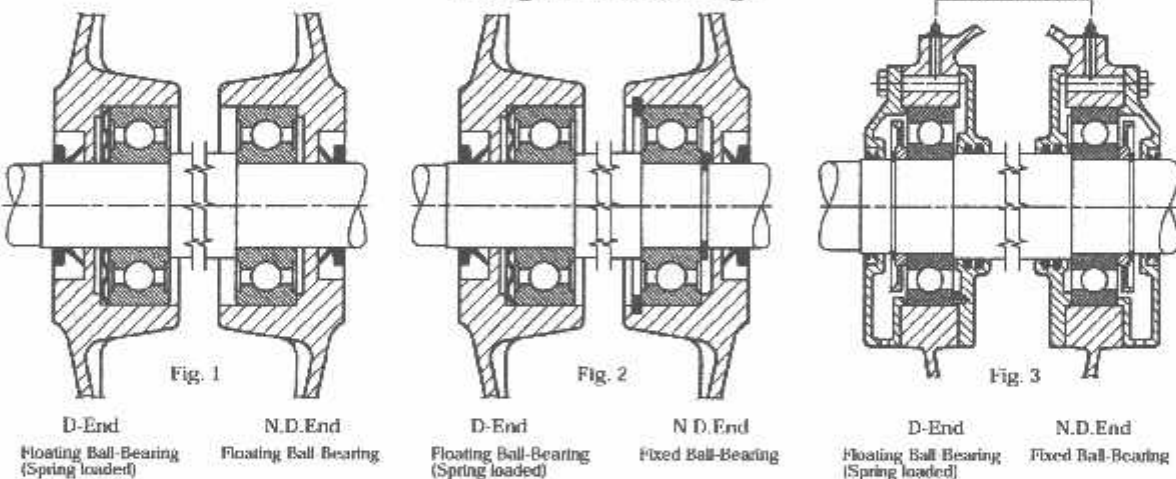
Single-row deep groove radial ball bearing design is the standard bearing arrangement of **CAMMOT** electric motors. The maximum radial and axial forces which can be subjected to the bearings of standard design (Fig. 1, 2 and 3) are given at page 7 and 8. Reinforced design with cylindrical roller bearing (Fig. 4) should be considered in motors above frame size 160 where external radial force applied on shaft extension is greater than the values given for standard design at page 7. Please consult us if the external axial load subjected on the bearings is even greater than the values given for reinforced design at page 7 as special bearing arrangement may be required.

Standard design with single row deep groove ball bearings

Frame size	No. of pole	D End	N.D. End	Fig. No.
56	2-4-6-8	6200 ZZ		1
63	2-4-6-8	6201 ZZ		
71	2-4-6-8	6202 ZZ		
80	2-4-6-8	6204 ZZ		
90	2-4-6-8	6205 ZZ		
100-112	2-4-6-8	6206 ZZ		
132	2-4-6-8	6208 ZZ		
160	2-4-6-8	6309 ZZ C3	6209 ZZ C3	2
180	2-4-6-8	6310 ZZ C3	6210 ZZ C3	
200	2-4-6-8	6312 ZZ C3	6212 ZZ C3	2
225	2-4-6-8	6313 ZZ C3	6213 ZZ C3	
250	2-4-6-8	6315 ZZ C3	6215 ZZ C3	
280	2	6315 ZZ C3		
	4-6-8	6316 ZZ C3		3
315	2	6217 C3		
	4-6-8	6318 C3		
	2	6217 C3		3
355	4-6-8	6321 C3		

Single row deep groove ball bearings are pre-loaded in the axial direction by corrugated disc springs (Fig.1 and 2) and helical compression springs (Fig. 3) in order to ensure smooth running (reduced vibrations and noise) which in turn allow the attainment of max. bearing life.

Arrangement of bearings



Motors of frame sizes 56 to 280 (Fig. 1 and 2) have double shielded ZZ bearings which are factory grease packed/sealed for life.

On request, motors of frame sizes 56 to 132 can be manufactured in fixed bearing design (Fig. 2) in order to avoid the movement of the shaft in axial direction.

Motors of frame sizes 315 and 355 (Fig. 3) have open type single-row deep groove ball bearings and are equipped with greasing nipples for re-lubrication during operation. The grease retaining disc between the bearing and the external bearing cap, keeps the grease in the bearing.

On request, motors of frame sizes 160 to 250 can be manufactured in identical bearing design by using same size ZZ (both sides sealed) or open type (greasing nipped) bearings at both ends. This design is capable of carrying greater external axial forces. Please consult us for the values of permissible external axial forces.

Rubber V-ring sealings are fitted at both drive and non drive end. Oil seals may be foreseen on request.

Where motors are left standing for long periods in damp conditions or where condensation is likely, we recommend that heaters are fitted. They should be energised whenever the motor is turned off to prevent condensation forming within the motor enclosure.

Recommended heater ratings

Frame size	Heater	
	Supply voltage V	Rating W
56... 71	110 or 220	16
80...100		40
112...180		60
200...280		80
315...355		120

Alternatively, a low voltage of 5 to 10% of motor rated voltage and a current of 20 to 30% of motor rated current applied to the stator terminals U₁ and V₁ via an auto-transformer, after the main supply is switched off, will provide an adequate heating.

Cooling (IEC 60 034-6)

Motors of frame size 56 have no cooling-fan (IC 410). Cooling is maintained by free convection.

Motors of frame sizes 63 to 355 are surface cooled by means of an external radial flow cooling-fan (IC 411) which is protected by a steel sheet cowl with standard test-finger proof openings for sufficient air flow. The cooling-fan is fixed onto the non-drive end of the motor shaft and operates independent of the direction of rotation. The cooling-fans are injection mould high grade polyamide.

Terminal box

All the terminal boxes comply with degree of protection IP 55, and are placed to the front and on top of motor frames, allowing an easy cable entry from both sides. In the basic design, the motors have six fixed terminals, and are fitted with an earthing-screw inside the terminal box. A connection diagram is provided in the cover of each terminal-box.

The terminal boxes of frame sizes 56 to 132 are injection mould, high-grade reinforced polyamide, the sizes 160 to 280 are pressure die-cast in corrosion resistant aluminium alloy and sizes 315 and 355 are in cast iron.

Cable entry

The entry of the cable to the terminal box as per DIN 42 925 is maintained by means of compression glands reduced to DIN 46 320 or water resistant (IP 68) compression glands on request.

Frame size	56	63	71	80	90	100	112	132	160	180	200	225	250	280	315	355
Dimension of compression glands	Pg 11		Pg 16				Pg 21	Pg 29	Pg 36	Pg 42	Pg 48	M72				
Number of compression glands	1						2									
Maximum cable outer diameter mm	11	16				21	29	36	42	48	59					
Maximum conductor cross section total mm ²	1.5	2.5				6	16	50	120	240	400					
Terminal size	M4x12				M5x15		M6x24		M8x28		M10x24	M12x43	M16x55			

reinforced design with cylindrical roller bearing (For excessive radial forces)

reinforced design with cylindrical roller bearings is recommended for applications like belt and pulley drives where external radial forces may be greater than stipulated at page 7.

Frame size	No. of pole	D End	N.D. End	Fig. No.
160	2-4-6-8	NU 309 E	6309 C3	4
180	2-4-6-8	NU 310 E	6310 C3	
200	2-4-6-8	NU 312 E	6312 C3	
225	2-4-6-8	NU 313 E	6313 C3	
250	2-4-6-8	NU 315 E	6315 C3	
280	2	NU 315 E	6315 C3	
	4-6-8	NU 316 E	6316 C3	
315	2	NU 217 E	6217 C3	
	4-6-8	NU 318 E	6318 C3	
355	2	NU 217 E	6217 C3	
	4-6-8	NU 321 E	6321 C3	

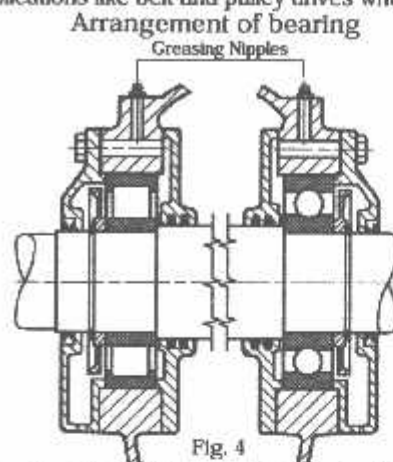


Fig. 4
D-End : Cylindrical Roller Bearing N.D. End : Fixed Ball-Bearing

In case the external radial force subjected to the bearing of motors having reinforced design with cylindrical roller bearing (NU series) is too small during operation, slippage occurs between the rollers and raceways which may result in smearing. Please consult us if radial force is very small or strong shock loads or vibration are expected. Special bearing arrangements may be required.

The reinforced design with cylindrical roller bearing is manufactured with greasing nipples in frame sizes 160 to 355.

Maintenance of Bearings

Bearings are recommended to be lubricated with a grease having lithium soap as thickener and mineral oil which contains oxidation and corrosion inhibitors (Antifriction bearing greases K3 to DIN 51 825, range of working temperature -30°C...+140°C). However, a grease suitable for working conditions should be used if the motor is going to be operated beyond rated ambient temperature limits.

The amount of grease to be filled in the bearing should be around 1/3 of its internal volume. Rule of thumb; the inner diameter of the bearing in mm corresponds to the minimum amount of grease to be used in g. The regreaseable bearings (Fig. 3 and 4) have to be relubricated as per the recommendations given at page 10 of our General Instructions Manual. However, the re-lubrication should be done after 3 years of operation at the test or more frequently where unfavourable operating conditions prevail.

In case the bearings of the motor is not subjected to any axial or radial forces, the nominal life of bearings is minimum 40 000 hrs. The permissible radial and axial forces given at pages 7, 8 and 9 are calculated according to 20 000 hrs nominal life at 50 Hz frequency. In practice, the majority of the bearings attain a much longer life. Most of motors are ground to extremely fine limits to ensure a perfect fit and interchangeability of bearings.

Permissible mechanical forces

The permissible axial and radial forces are given in the following tables in Newton (N). In case the given axial and radial forces are to be exceeded, the following information has to be specified when ordering, in order to determine the correct bearing arrangement and shaft size:

Frame size, type of construction and mounting arrangement, type of duty, point of load application, nature of load (magnitude, direction, constant, or varying), type of machine to be driven, type of drive (Pulley, toothwheel, coupling, etc.)

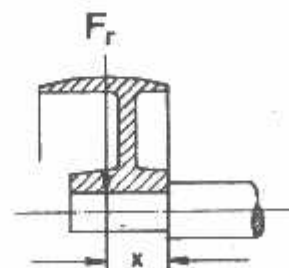
Permissible radial loads

- = Radial force (N)
- = The distance (mm) from the shoulder of the shaft to the line of application of the force. Dimension X_{max} is thus the length of free shaft extension. Centre line of pulley must be within the free shaft extension.

$$F_r = 1.91 \cdot \frac{P \cdot k}{D \cdot n} \cdot 10^7 \text{ (N)}$$

- : Motor output (kW)
- : Full-load speed (min⁻¹)
- : Pulley diameter (mm)
- : Belt tension factor (Approx.)

- 2 for flat belt with idler pulley drives.
- 2.25 for V-belt drives.
- 3 for flat and poly V-belt without idler pulley drives.



ermissible radial loads

tandard design with single row deep groove ball bearing (Axial force $F_a = 0$)

Frame size	3000 min ⁻¹		1500 min ⁻¹		1000 min ⁻¹		750 min ⁻¹	
	X_0 N	X_{max} N	X_0 N	X_{max} N	X_0 N	X_{max} N	X_0 N	X_{max} N
56	260	230	330	290	-	-	-	-
63	350	300	450	390	-	-	-	-
71	400	340	510	430	580	490	640	540
80	660	540	840	680	980	800	1070	880
90	740	600	930	760	1070	870	1190	970
100	1040	830	1310	1050	1500	1210	1670	1340
112	1040	840	1300	1050	1490	1210	1650	1340
132	1520	1220	1940	1560	2220	1790	2490	2000
160	2800	2230	3520	2800	4050	3220	4470	3560
180	3230	2630	4090	3330	4710	3830	5180	4210
200	4290	3540	5450	4500	6220	5140	6900	5700
225	4780	3980	6030	4810	6880	5500	7650	6100
250	5800	4730	7330	6000	8420	6870	9230	7540
280	5770	4800	7860	6610	9040	7600	10100	8480
315	3730	3200	8760	7270	9910	8220	11100	9180
355	3300	2820	10400	8620	12300	10100	13700	11300

einforced design with cylindrical roller bearing (Axial force $F_a = 0$)

Frame size	3000 min ⁻¹		1500 min ⁻¹		1000 min ⁻¹		750 min ⁻¹	
	X_0 N	X_{max} N	X_0 N	X_{max} N	X_0 N	X_{max} N	X_0 N	X_{max} N
160	6890	5490	8480	6750	9620	7660	10500	8370
180	7730	6270	9540	7750	10800	8790	11800	9580
200	10600	8740	13100	10800	14700	12200	16100	13300
225	12600	10500	15600	12400	17600	14000	19300	15400
250	16700	13700	20700	16900	23400	19100	25400	20700
280	16800	14200	22100	18600	25000	21000	27400	23000
315	11500	9800	28900	23700	32600	26800	35600	29200
355	11000	9400	26100	21500	29700	24500	32600	26900

Permissible external axial loads

Reinforced design with cylindrical roller bearing

Frame size	Horizontal Shaft				Vertical Shaft											
	Tensile	Thrust			Shaft down						Shaft up					
		Without F_r	With max. F_r at		Without F_r	Force down		Force up		Without F_r	Force down		Force up			
	X_0		X_{max}	X_0		X_{max}	X_0	X_{max}	X_0		X_{max}	X_0	X_{max}	X_0	X_{max}	
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
Speed (3000 min ⁻¹)																
160	2450	2040	1440	2450	1740	1140	2270	2220	1620	2750	1740	1140	2270	2220	1620	2750
180	2820	2400	1780	2820	1750	1330	2550	2680	2050	3280	1950	1330	2550	2680	2050	3280
200	3710	3160	2380	3710	2570	1790	3350	3520	2730	4290	2570	1790	3350	3520	2730	4290
225	4150	3480	2590	4150	2770	1870	3720	3920	3020	4870	2770	1870	3720	3920	3020	4870
250	5000	4150	2880	5000	3200	1920	4410	4750	3480	5960	3200	1920	4410	4750	3480	5960
280	5180	4080	2950	4650	3230	2090	4330	4940	3790	6040	2700	1550	3800	5470	4330	6570
315	3340	3380	2940	3340	930	190	1660	5330	4600	6060	930	190	1660	5330	4600	6060
355	3010	3020	3320	3010	*	*	*	6640	5890	7310	*	*	*	6640	5890	7310
Speed (1500 min ⁻¹)																
160	3240	2720	1940	3240	2320	1540	3010	2950	2160	3640	2320	1540	3010	2950	2160	3640
180	3760	3200	2390	3760	2650	1830	3440	3530	2710	4310	2650	1830	3440	3530	2710	4310
200	4950	4200	3180	4950	3530	2500	4550	4610	3580	5630	3530	2500	4550	4610	3580	5630
225	5520	4650	3250	5520	3710	2300	4960	5210	3800	6480	3710	2300	4960	5210	3800	6480
250	6640	5540	3880	6640	4340	2660	5930	6270	4600	7860	4340	2660	5930	6270	4600	7860
280	7100	6200	4630	7100	4440	3130	6040	7270	5960	8870	4440	3130	6040	7270	5960	8870
315	7840	7340	5220	7840	3910	1770	5750	9460	7320	11300	3910	1770	5750	9460	7320	11300
355	9410	8540	7920	9410	3280	1200	5330	14000	11900	16100	3280	1200	5330	14000	11900	16100
Speed (1000 min ⁻¹)																
160	3840	3240	2320	3840	2760	1830	3570	3520	2600	4330	2760	1830	3570	3520	2600	4330
180	4460	3790	2850	4460	3180	2230	4100	4150	3190	5070	3180	2230	4100	4150	3190	5070
200	5820	4960	3780	5820	4150	2950	5340	5450	4250	6640	4150	2950	5340	5450	4250	6640
225	6500	5530	3900	6500	4330	2680	5800	6240	4590	7710	4330	2680	5800	6240	4590	7710
250	7860	6580	4640	7860	5170	3210	7030	7420	5460	9280	5170	3210	7030	7420	5460	9280
280	8390	7320	5460	8390	5370	3490	7230	8490	6610	10400	5370	3490	7230	8490	6610	10400
315	9170	8740	6270	9170	4440	1920	8600	11300	8830	13500	4440	1920	6600	11300	8830	13500
355	11100	11300	9300	11100	4540	2110	6940	15900	13400	18300	4540	2110	6940	15900	13400	18300
Speed (750 min ⁻¹)																
160	4340	3640	2620	4340	3150	2130	4060	3910	2890	4820	3150	2130	4060	3910	2890	4820
180	5010	4270	3210	5010	3590	2530	4620	4660	3590	5690	3590	2530	4620	4660	3590	5690
200	6580	5590	4260	6580	4770	3430	6110	6070	4730	7410	4770	3430	6110	6070	4730	7410
225	7360	6180	4370	7360	5080	3240	6720	6830	4990	8480	5080	3240	6720	6830	4990	8480
250	8800	7370	5220	8800	5830	3660	7910	8270	6100	10400	5830	3660	7910	8270	6100	10400
280	9510	8210	6140	9510	6310	4210	8400	9340	7240	11500	6310	4210	8400	9340	7240	11500
315	10400	9760	7000	10400	5440	2630	7860	12300	9540	14800	5440	2630	7860	12300	9540	14800
355	12700	12800	10300	12700	5830	3120	8510	17200	14400	19800	5830	3120	8510	17200	14400	19800

Please consult us for the values.

Notes: • 1 Newton (N) = $\frac{1}{9.81}$ kgf \approx 0.1 kgf

- All above values are :
 - based on L_{10} bearing life of minimum 20 000 hours. for 50 Hz.
- Please inquire for :
 - 60 Hz.
 - multi-speed motors.

Shaft extensions

All motors of standard design are built with one cylindrical shaft extension with shaft-key fitted in accordance with IEC 60 072-1. Motors with double shaft extension may be delivered on special orders. The free shaft-ends have threaded centre-bore to DIN 322 form D.

The run-out of the shaft, concentricity of mounting spigot and the perpendicularity of the face flange are within the permissible limits (Normal class) according to IEC 60 072-1. Motors with increased accuracy (Precision class) may be supplied on request.

Vibration

Shaft/rotor assemblies of our standard range motors are, dynamically balanced with Half Shaft Key to the limits of normal mechanical vibration class quoted by DIN ISO 2373, shaft fittings such as couplings, pulleys, gears and fans must also be balanced likewise to prevent undue vibration and adverse effects on bearing life.

Noise level

The international limits of noise produced by general purpose electric motors are defined in IEC 60 034-9, with which our standard range of motors comply. There are 3 main sources of noise :

Magnetic forces which tend to the stator core radial oscillations.

Bearings which generate noise due to imperfections in the geometry of the balls and rollers.

Cooling fan which generates so called ventilation noise.

Among these 3 main sources of noise, the ventilation noise is the most dominating factor especially on large motors. Special measures for further noise limitation can be taken on request.

Air-borne sound measurements are performed in a deadened sound testing chamber (reflection free room) according to EN 21 680 Part 1.



The measuring surface sound pressure level ($L_{p(A)}$) in dB(A) is the mean value of the A-weighted sound pressure level measured in several places on a measuring surface at a distance of 1 m from the contour of the machine. Tolerance +3 dB(A).

Following values are for 50 Hz supply. Values will increase by approximately 4dB(A) for 60 Hz supply.

Measuring - surface sound pressure level ($L_{p(A)}$)

Frame size	2 Pole dB(A)	4 Pole dB(A)	6 Pole dB(A)	8 Pole dB(A)
56	42	42	—	—
63	52	43	—	—
71	50	44	42	40
80	54	46	43	43
90	61	46	46	45
100	62	50	50	48
112	63	52	55	53
132	66	54	61	56
160	70	63	62	61
180	70	64	62	61
200	73	64	61	62
225	73	64	62	63
250	76	67	64	64
280	76	67	65	65
315	79	74	72	70
355	79	75	72	70

Painting





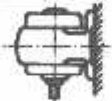
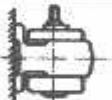
Standard range and  motors are painted in grey according to RAL 7031 (DIN 1843) and  motors are painted in blue according to RAL 5007 (DIN 1843) with a protective paint. Special external coatings for protection against excessive corrosive atmospheres, chemicals and microorganism are available on request.

Storage







Motors must be kept in a dry and vibration-free place if they have to be stored for a long period. The insulation resistance must be checked and the windings must be dried if necessary, before the motors are taken into operation.

Type of construction and mounting arrangement (DIN IEC 60 034-7)

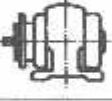

Foot mounted

Figure	Designation	Description
	B 3 IM 1001	On substructure.
	B 6 IM 1051	On wall. Feet to the left viewing from D-End
	B 7 IM 1061	On wall. Feet to the right viewing from D-End.
	B 8 IM 1071	On ceiling.
	V 5 IM 1011	On wall. Shaft extension downwards.
	V 6 IM 1031	On wall. Shaft extension upwards.




Flange mounted (Without foot)

Figure	Designation	Description
	B 5 IM 3001	D-End D-Flange form A.
	V 1 IM 3011	D-End D-Flange form A. Shaft extension downwards.
	V 3 IM 3031	D-End D-Flange form A. Shaft extension upwards.
	B 14 IM 3601	D-End C-Face Flange form C.
	V 18 IM 3611	D-End C-Face Flange form C. Shaft extension downwards.
	V 19 IM 3631	D-End C-Face Flange form C. Shaft extension upwards.

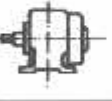
Foot and flange mounted

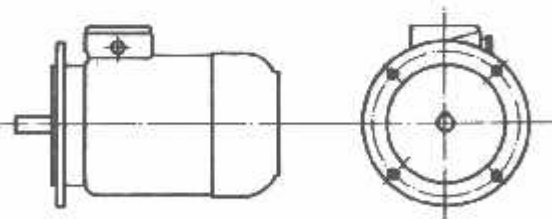
	B 35 IM 2001	D-End D-Flange form A.
	B 34 IM 2101	D-End C-Face Flange form C.

Without foot / Endshield at D-End

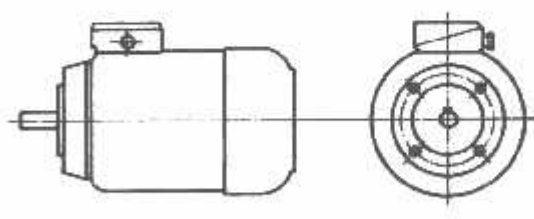
	B 9 IM 9101	Frame Face mounting.
	V 8 IM 9111	Frame Face mounting. Shaft extension downwards.
	V 9 IM 9131	Frame Face mounting. Shaft extension upwards.

Foot mounted / Without endshield at D-End

	B 15 IM 1201	On substructure Frame Face mounting.
-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------	-----------------------------------------



Motor with D-Flange form A (DIN 42 948)



Motor with C-Flange form C (DIN 42 948)

ELECTRICAL DESIGN

Voltage and frequency

Motors are normally wound for a rated supply of 400 Volt and frequency 50 Hz. However, motors for any standard supply from 110 to 660 V at frequencies of 50/60 Hz may be supplied on request.

Motors will operate satisfactorily with a voltage band of $\pm 10\%$ of the rated voltage. In case of continuous operation at the extreme voltage limits specified above, the temperature rise limits permitted for various insulation classes may be exceeded by 10 K maximum.

Motors wound for 50 Hz may generally be connected to 60 Hz supply. In this case the speed will increase by 20% with reference to various rated voltages at 50 Hz, the approximative multipliers to obtain the new performance values at 60 Hz are given in the following table.

50 Hz		60 Hz							
Rated voltage V	Supply voltage V	New performance data at full load							
		Output	Speed	I_N	M_N	I_A/I_N	M_A/M_N	M_k/M_N	I_D
220	220	1	1.2	1	0.83	0.87	0.75	0.85	0.73
	*220	1.15	1.2	1.15	0.96	0.98	1	1.12	1.12
	255	1.15	1.2	1	0.96	1	0.93	1	0.93
380	380	1	1.2	1	0.83	0.87	0.75	0.85	0.73
	*380	1.15	1.2	1.15	0.96	0.98	0.93	1	1.12
	415	1.1	1.2	1	0.91	0.96	0.83	0.94	0.85
	440	1.15	1.2	1	0.96	1	0.93	1	0.93
	460	1.2	1.2	1	1	1.03	0.98	1.03	0.98
415	415	1	1.2	1	0.83	0.87	0.75	0.85	0.73
	*415	1.15	1.2	1.15	0.96	0.98	0.93	1	1.12
	460	1.1	1.2	1	0.92	0.98	0.90	0.96	0.87
	480	1.15	1.2	1	0.96	1	0.93	1	0.93
500	500	1	1.2	1	0.83	0.87	0.75	0.85	0.73
	*500	1.15	1.2	1.15	0.96	0.98	0.93	1	1.12
	550	1.1	1.2	1	0.92	0.98	0.90	0.96	0.87
	575	1.15	1.2	1	0.96	1	0.93	1	0.93
	600	1.2	1.2	1	1	1.03	0.98	1.03	0.98

Special winding

Rated output

The rated output P_N is the mechanical power in Watts available at the shaft, and it is specified on the motor name-plate. The active power P_1 is the power in Watts transmitted from the supply to the motor, and it is always bigger than the mechanical power due to losses.

$$P_1 (W) = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Efficiency is the ratio of the mechanical power to the active power. The efficiency values given at ratings and performance tables are calculated by the method of summation of losses.

The rated outputs tabulated in this catalogue expressed in kW, refer to the mechanical power where motor is running continuously (S1) at rated load, voltage, frequency, at ambient temperature not exceeding $+40^\circ\text{C}$ and an altitude of installation up to 1000 m above sea-level.

Environmental conditions

If standard range F class insulated **CAMAZ** motors are operated at an ambient temperature beyond 40°C and altitude over 1000 m above sea level, their rated outputs will change at the ratios given below.

Ambient temp.	$^\circ\text{C}$	< 30	30..40	45	50	55	60
Rated output	%	107	100	95	90	85	80

Altitude	m	1000	2000	3000	4000
Rated output	%	100	95	90	80

If ambient temperature and altitude both vary, multiply the rated output with its respective factors to obtain the new permitted output. If the output reduction exceeds 15%, please consult us as the operating characteristics of the motor will become unfavourable due to its low utilization factor.

At altitudes over 1000 m, the rated output of a motor will remain unchanged if the ambient temperature of 35°C drops by 1.0°C for insulation class F, 1.25°C for insulation class H for every 100 m increment of altitude.

Over-load capacity

No harmful temperature rise will occur, if an excess current of 1.5 times the rated current is applied for 2 min, at intervals of minimum 15 min, to a motor running at thermal equilibrium.

Motors are also capable of withstanding for 15 sec. to a momentary gradually increasing excess torque of 1.6 times their rated torque, when they are running at their rated voltage and frequency.

The size of overloads for longer periods than specified above depends on the size of motor, temperature rise characteristics of motor, period/frequency of overload, and whether overloads take place upon starting when the motor is running cold or at its thermal equilibrium.

Rated torque

The torque transmitted to the motor shaft is :

$$\text{Rated torque (Nm)} = 9550 \frac{\text{Rated output (kW)}}{\text{Rated speed (rpm)}}$$

$$\text{kgf m} = 9.81 \text{ Nm} = 10 \text{ Nm}$$

The load-torque of a motor during acceleration must always be bigger than the opposing torque of the driven machine.

Insulation class

The insulation class of our standard range motors is "F".

Although the permitted limit of temperature rise for Insulation Class "F" is 105 K by resistance method, the motors are designed to operate within class "B" limit (80 K) which gives longer life and reliability. Furthermore, this gives the ability to withstand ambient temperatures as high as 60°C (upto size 160) and 55°C (size 180 and upwards), or alternatively to overloads upto 15% and 10% respectively, or adverse electrical supply conditions.

Motors of superior Insulation Class H (125 K) may be supplied on request.

The enamelled round copper winding wire used in our standard range of motors are double enamelled (2L) with polyesterimide as base coat (Thermal Class "H" 180°C) plus polyamideimide as top coat. (Thermal class "C" 200°C) IEC 60 317-13.

The windings are impregnated by dipping in class F synthetic resin (polyester) and then they are thoroughly baked to ensure a high resistance to vibrations and a better heat transfer. The winding insulation of standard production is tropic proof and can thus be used at normal climatic conditions as well as moderately damp locations, and is resistant against aggressive gases, vapour and oils. As an option, motors with increased winding insulation resistant against relative humidity of 95% can be supplied.

General Information on Frequency Converter Fed A.C. Cage Induction Motors

The static frequency converters is an electronic unit for infinite speed control of A.C. motors by providing a power supply of variable frequency and voltage simultaneously. A full stepless variable speed is obtained when an A.C. cage induction motor is fed by a suitably designed converter.

Frequency converters are grouped according to the switching pattern controlling the motor supply. The commonly used type so called PWM converter has a constant intermediate D.C. voltage and Pulse Width Modulated output voltage. Another type with intermediate D.C. voltage is the PAM (Pulse Amplitude Modulation) converter.

Speed Control of A.C. Cage Induction Motors

Today, the frequency converter controlled A.C. cage induction motors are used for all kinds of automated plant and equipment. The infinite speed control of A.C. motors gives the advantages of energy saving, process and quality improvements.

Extensive calculations and measurements show that the best operating characteristics can be obtained with 4 pole A.C. cage induction motors for all common speed ranges, therefore, this number of pole is preferred for variable-speed motors. For applications with very low or high speeds, different numbers of pole might also be considered. The rated voltage of the motor is usually chosen as the mains supply voltage in order to allow the motor to run directly from the mains supply in the event of frequency converter failure.

Standard motors are generally used with frequency converter, in any case for the lower power ranges. There are different systems depending on the power range involved and other requirements. A common feature of all systems is that there are additional losses in the motor caused by inverter output voltages and currents which are effected by harmonic components, as the voltage is not fully sinusoidal. Hence the motor cannot provide its rated output. The type of motor and converter being used should be well chosen according to the magnitude of these extra losses. Usual practice is to derate the output of the motor by 0-20% at rated speed to compensate for the increase in losses. To determine the derating factor, the thermal reserve of a particular motor has to be considered. (IEC 60034-17 application guide for cage induction motors when fed from converters).

Due to the very high rate of voltage rise and the possibility of transient voltages at the motor terminals, the insulation system of inverter-fed induction motors may be subject to greater stress than that of mains-operated motors. Apart from the leakage reactance of the motor, this additional stress mainly depends on the frequency converter used and the cable length between the frequency converter and motor. Consequently it may be necessary to consider cable length, filter requirement and in some cases the consideration of special insulation systems. Peak voltages and rates of voltage rise exceeding the values given in IEC 60034-17 can be accepted only if agreed with the motor manufacturer.

The double cage or deep-bar rotor design should be avoided particularly on large motors due to high harmonic losses. It may be preferable to use different rotor configurations as there is no need of a high starting from the mains in the case of emergencies particularly with constant torque drives.

A motor fed by a converter may run noisier than a standard main supply fed motor due to harmonics. This can be reduced by suitable motor and converter design.

The frequency converter output voltage waveform interacts with the stray impedances of the motor and cables to induce voltages into the motor shaft. If these voltages are sufficient, damaging currents may flow in unintended circuits through the bearings, resulting in premature failure. Failure due to bearing currents is seldom encountered, but for security of operation in large motors, insulated non-drive-end bearing assembly may be foreseen.

Reducing the speed of an A.C. Cage Induction Motor below its rated speed

The motor can be loaded at constant torque when the frequency is reduced and the primary voltage is changed in proportion to the frequency. Both current and power-factor will remain unchanged if the torque is kept constant. However, at low frequency, if the same maximum torque is to be maintained, the voltage should also be slightly more than proportional to the frequency, in order to compensate for the voltage drop in the stator.

For variable torque loads when the torque reduces with decreasing speed such as with centrifugal pumps and fans, it is better to choose a converter so that the voltage decreases more than the frequency.

At low speeds, the motor fan cannot supply sufficient amount of cooling air when the load torque is constant across the speed range. The dissipation of heat from the motor is poorer and is only partly offset by the decrease in iron losses. For self ventilated motors with a wide speed range, it may be necessary to derate the motor output or alternatively use forced ventilation.

Increasing the speed of an A.C. Cage Induction Motor above its rated speed

As the frequency converter cannot supply a voltage that is higher than the voltage from the mains supply, the magnetic field is weakened due to the reduction of voltage-frequency ratio. This in turn results in the motor to yield reduced torque above its rated speed and will only supply constant power, so the I^2R losses are about constant and the iron losses may reduce. Depending on the breakdown torque at the rated operation, the motor should continue to operate at constant output upto a speed where the power starts to reduce. At higher frequencies, due to severe field weakening, the increased slip increases the I^2R losses. Additionally, skin effect can start having a detrimental effect. However, the losses are not the main problem.

Although the losses at high speed limit motor operation to a constant power characteristic above the base speed, maximum speed limit is determined by :

• Breakdown torque.

• Bearing capability: The bearings will be subjected to more mechanical stress due to greater vibration above the rated speeds which will reduce the life of the bearings and the grease. In such case, it is necessary to specify the balancing of the rotors to be the vibration severity grade S - Special (DIN EN 60034-14).

• Fan design: The fan should be mechanically strong enough to withstand the centrifugal forces. It is usual to consider a shaft mounted fan only upto say 60 Hz. Furthermore, increased fan noise may occur in self ventilated motors. Thus, as an alternative the use of a forced ventilation needs to be considered.

Duty types

Duty is a statement of the loads to which the machine is subjected, including starting, electric braking, no-load and rest and de-energized periods, and also their durations and sequence in time.

However, duty type is a continuous, short-time or periodic duty, comprised of one or more loads remaining constant for the duration specified, or a non-periodic duty in which generally, load and speed vary within the permissible operating range.

Electric motors are manufactured as adaptable to various operating conditions. Standard duty types are classified by IEC 60 034-1 :

- 1 : Continuous running duty.
Operation at constant load of sufficient duration for thermal equilibrium to be reached.
- 2 : Short-time duty.
Operation at constant load for a duration that is shorter than the time required to reach thermal equilibrium. After each operation period, the motor has to be de-energized for a sufficient duration until the windings are cooled to ambient temperature. Operation period at constant load can be recommended as 10, 30, 60 and 90 mins.
- 3 : Intermittent periodic duty.
A sequence of identical duty cycles, each including a period of operation at constant load and a rest and de-energized period. In this type of duty, the cycle is such that the starting current does not significantly effect the temperature rise. Duty cycle is 10 min. unless otherwise agreed. Cyclic duration factor of 15%, 25%, 40% and 60% may be considered.
- 4 : Intermittent periodic duty with starting.
A sequence of identical duty cycles, each cycle including a significant period of starting, a period of operation at constant load and a rest and de-energized period. In this type of duty the starting current has no significant effect on the temperature rise. The duty cycles are too short for thermal equilibrium. Starting load-torque (N), number of starts per hour, cyclic duration factor and factor of inertia (FI) have to be given.
- 5 : Intermittent periodic duty with electric braking.
A sequence of identical duty cycles, where each cycle consists of a period of starting, a period of operation at constant load, followed by rapid electric braking and a rest and de-energized period. Starting and brakings have influence on temperature rise of windings. Starting/braking load-torque (N), number of starting and brakings per hour, cyclic duration factor and factor of inertia (FI) have to be given.
- 6 : Continuous-operation periodic duty.
A sequence of identical duty cycles, where each cycle consists of a period of operation at constant load and a period of operation at no-load. There is no rest and de-energized period. The duty cycles are too short for thermal equilibrium to be reached. Duty cycle is 10 min unless otherwise agreed. Cyclic duration factor of 15%, 25%, 40% and 60% may be considered.
- 7 : Continuous-operation periodic duty with electric braking.
A sequence of identical duty cycles, where each cycle consists of a period of starting, a period of operation at constant load and a period of electric braking. There is no rest and de-energized period. The duty cycles are too short for thermal equilibrium to be reached. Load and factor of inertia (FI) at the operating period have to be given.
- 8 : Continuous-operation periodic duty with related load/speed changes.
A sequence of identical duty cycles, each cycle consisting of a period of operation at constant load corresponding to a predetermined speed of rotation, followed by one or more periods of operation at other constant loads corresponding to different speeds of rotation. There is no rest and de-energized period. Load, cyclic duration factor and factor of inertia (FI) for each speed at the operating period have to be given.
- 9 : Duty with non-periodic load and speed variations.
A duty in which generally load and speed are varying non-periodically within the permissible operating range. This duty includes frequently applied overloads that may greatly exceed the full loads. Load and factor of inertia (FI) for each speed have to be given.

Cyclic duration factor is the ratio of the period of loading, including starting and electrical braking, to the duration of the duty cycle and is expressed as a percentage.

$$\text{Factor of inertia (FI)} = \frac{J_M / J_Z}{J_M}$$

J_M : Moment of inertia of the motor (kgm²).

J_Z : Total moment of inertia of driven machine and parts such as couplings, etc., referred to motor shaft (kgm²).

The nature of braking, whether mechanical or electrical (D.C. or reversed current) has also to be stated.

The ratings and performance data given in this catalogue, are for continuous running at constant load for a sufficient duration to reach thermal equilibrium which correspond to duty type S1.

However, our standard range motors may be operated at all the other duty types, provided that the limit of permissible temperature rise is not exceeded.

Starting frequency

For a cage induction motor is started frequently, the permissible number of starts for a given period of time is limited by the temperature rise of windings during starting. The values of permissible starting frequency per hour at no-load (z_0) are given in the table below for **ABB** motors.

The starting frequency per hour under given operating conditions are calculated according to the following formula:

$$z = \frac{J_M}{J_M + J_Z} \cdot \frac{M_M - M_L}{M_M} \cdot \left[1 - \left(\frac{P}{P_N} \right)^2 \right] \cdot z_0$$

- z : Starting frequency per hour under given operating conditions.
- z_0 : Starting frequency per hour at no-load (given in the table).
- J_M : Moment of inertia of motor (kgm^2).
- J_Z : Total moment of inertia of driven machine and parts such as couplings, etc., referred to motor shaft (kgm^2).
- M_M : Mean torque value of motor during acceleration (Nm).
- M_L : Mean torque value of driven machine during acceleration (Nm).
- P : Rated motor output (kW).
- P_N : Required load power (kW).

A cage induction motor is not allowed to be loaded at its rated output P_N , if it starts and stops frequently. The permissible motor power P is smaller than the rated output P_N and is calculated according to the following formula:

$$P = P_N \cdot \left[1 - \frac{z}{z_0} \cdot \frac{J_M + J_Z}{J_M} \cdot \frac{M_M}{M_M - M_L} \right]$$

For **ABB** motors, M_M may be taken as approximately twice the rated motor torque.

For electrical reversal sets up approximately 3.5 to 4 times the starting heat, this means that an electric reversal equals about 4 startings. Therefore, the starting frequency may be divided by 4 to obtain the reversal frequency. However when calculating reversal frequency, the load torque M_L should not be taken into consideration.

Permissible starting frequency per hour at no-load (z_0)

Frame size	Motor speed (min^{-1})			
	3000	1500	1000	750
* 56	12200	21000	—	—
63	31000	49000	—	—
71	15700	21700	32000	35000
80	9800	18500	29000	33000
S	9400	17500	26600	32000
90 L	9100	16800	24500	32000
100 L	6600	11200	14000	19000
112 M	3500	9400	13000	13000
132 S	2200	5100	10000	12300
M	—	4900	8000	10500
160 M	1100	3100	4200	—
L	1050	3000	3700	9100
180 M	700	2200	—	—
L	—	2100	3500	6700
200 L	520	2000	3200	3900
225 S	—	1900	—	—
M	450	1800	2300	3400
250 M	350	1000	1900	2400
280 S	230	740	1500	1900
M	210	700	1200	1750
S	140	460	840	1050
315 M	120	420	700	800
L	100	370	600	700
355 M	60	180	300	350
L	50	160	250	300

Without cooling fan (IC 410, DIN IEC 60 034-6).

Starting time

To start an induction motor safely, the load torque produced during acceleration must be bigger than the load-torque of the driven machine at every speed value. Especially the starting torque of the motors has to be bigger than the load-torque of the driven machine at rest. For drives requiring high load-torque during acceleration, special rotors may be designed to increase starting torque of motors.

Starting time is an important factor of an electric motor regarding its operating behaviour. As each start increases the temperature of motor windings, the starting time and starting frequency have to be limited to avoid any possible damage.

Calculation of starting time is rather complicated but the following formula may be applied as a first approximative.

$$t_s = \frac{(J_M + J_Z) \cdot n}{9.55 \cdot (M_M - M_L)}$$

t_s : Starting time (s)

J_M : Moment of inertia of motor (kgm²)

J_Z : Total moment of inertia of the driven machine and parts such as couplings, etc., referred to motor shaft (kgm²)

n : Full-load speed of motor (rpm)

M_M : Mean torque of motor during acceleration (Nm)

M_L : Mean torque of driven machine during acceleration (Nm)

There is no danger in starting up a motor in relation to temperature rise if the starting time obtained by this calculation is less than the value given at the below table for **EMANX** motors. The permissible starting time depends on whether the motor starts in a cold or thermal equilibrium condition. However, in case the calculated starting time exceeds the permissible value below, either precautions to provide an easier start should be taken, or a more favourable motor having higher starting performance may be preferred.

Generally speaking, a cage-rotor induction motor can consecutively be started 3 times in cold condition and twice at thermal equilibrium at drives where the load-torque rises with the square of speed and its moment of inertia is not excessively high. The motor should be rested (approx. 30 min.) until it has cooled down before re-starting.

Permissible starting time (s) at direct-on-line starting

Frame size	Motor speed (min ⁻¹)							
	3000		1500		1000		750	
	In cold condition	At thermal equilibrium	In cold condition	At thermal equilibrium	In cold condition	At thermal equilibrium	In cold condition	At thermal equilibrium
56	90	35	180	75	—	—	—	—
63	70	28	100	45	—	—	—	—
71	50	20	75	30	140	55	140	55
80	40	15	60	25	90	35	90	35
90	35	13	50	20	65	25	65	25
100	32	12	40	17	50	20	50	20
112	30	11	35	14	40	16	40	16
132	28	10	30	12	32	13	32	13
160	26	9	27	10	28	10	28	10
180	24	8	25	9	25	9	25	9
200	22	8	23	8	23	9	23	9
225	20	7	21	8	22	8	22	8
250	19	7	20	7	21	8	21	8
280	18	6	19	7	20	7	20	7
315	18	6	18	6	19	7	19	7
355	16	5	16	5	17	6	17	6

△ Starting time is three times the above given direct-on-line starting values.

Terminal connections and starting of motors

Terminal connections and methods of starting of our standard range motors

Number of poles	Output ranges in kW at the rated voltage 400V, 50 Hz (Eurovolt)	
	220-240 V (Δ) / 380-415 V (Y)	380-415 V (Δ)
2 and 4	3 kW and below.	4 kW and above.
6	2.2 kW and below.	3 kW and above.
8	1.5 kW and below.	2.2 kW and above.
Methods of starting	Direct-on-line	Direct-on-line Y / Δ or others

Terminal connections other than above, can be provided upon request

Direct-on-line starting

The simplest way to start a cage induction motor is to connect the mains supply to the motor directly. The only starting equipment required is a direct-on-line starter.

Star/Delta (Y/ Δ) Starting

If the starting current of the motor is higher than the limit of the power supply, a star/delta starter can be used. A motor wound 380 or 400V (Delta) is started with the winding (Star) connected. This method reduces the starting current and torque to about 1/3 of the value for direct-on-line starting. In order to limit current and torque surges during switch-over from Star to Delta, switch-over should not be carried out until the motor reaches at least 90% of its rated speed.

Soft starting

In occasion some motors need to be started smoothly where the starting current is not so important, a suitable soft-starter may be used. A soft-starter permits the starting time to be set for a smooth start and the operation of motor to be monitored continuously so that the voltage can be adjusted according to the demand, which minimise the losses. However, the torque characteristic of the motor must conform to the requirements of the driven machine, when a soft-starter is used.

Auto-transformer Starting

Auto-transformers can be used to reduce starting current and torque by a ratio other than 1/3, which is fixed with Star/Delta starting. If insufficient acceleration torque is produced with a Star/Delta start, a suitable compromise may be reached using an auto-transformer, the supply side current and motor torque are reduced by the square of transformer turns ratio. For example, if the transformer has a 70% tapping, the torque is reduced to 0.70^2 (49%) of the DOL value. The motor current is reduced to 70% of its DOL value, but the supply side of the transformer only "sees" 70% of this current due to the transformer turns ratio. Thus the supply current is also reduced to 49% of its DOL value.

A Korndorfer arrangement on the transformer can eliminate the surge experienced during switching from the lower starting voltage to the rated voltage.

Electric protection of motors

The thermal protection of the stator windings should be chosen as an optimum in respect of the operating conditions. Apart from the use of circuit-breakers with thermally delayed (bi-metal release) over-current protection, motors can also be thermally protected against over-loads by means of thermistors (semiconductor temperature sensors) or thermostats (bi-metal switches) embedded in the winding. Thermal motor protection provides a higher degree of protection because the temperature is controlled in the winding which is the most critical point and independent of outside influences or type of duty etc.

Tolerances (IEC 60 034-1)

- Efficiency (by summation of losses)			
Motor up to 50 kW	: P ≤ 50 kW	- 0.15 (1 - η)	
Motors above 50 kW	: P > 50 kW	- 0.10 (1 - η)	
- Power factor (cos φ)			
		$-\frac{1 - \cos \phi}{6}$	minimum 0.02 maximum 0.07
- Slip (At full load and working temperature)			
		± 20 % of the guaranteed slip	
- Locked-rotor current			
		+ 20 % of the guaranteed starting current	(No lower limit)
- Locked-rotor torque			
		- 15 %, + 25 % of the guaranteed torque	(+ 25 % may be exceeded by agreement)
- Pull-up torque (Not quoted in VDE 0530)			
		- 15 % of the guaranteed torque	
- Breakdown torque			
		- 10 % of the guaranteed torque except that after allowing for this tolerance, the torque shall be not less than 1.6 times the rated torque.	
- Moment of inertia			
		± 10 % of the guaranteed value	
- Noise-level (Mean sound pressure level)			
		+ 3 dB (A)	

Information required when ordering motors

When inquiring or ordering, the following particulars are requested to be specified :

- Quantity
- Type of motor
- Rated output (kW)
- Rated voltage/frequency and terminal connection
- Speed (min⁻¹)
- Type of construction and mounting arrangement
- Enclosure-degree of protection
- Insulation class
- Ambient conditions (Temperature, relative humidity, altitude, etc.)
- Type of duty
- Type and specifications of machine to be driven
- Miscellaneous

Efficiency and power factor
(used in conjunction with detailed performance data on pages 21 to 25 inclusive)

% Efficiency (η) at					Power factor (Cos φ) at				
1/4	1/2	3/4	4/4	5/4	1/4	1/2	3/4	4/4	5/4
of rated output					of rated output				
92	94.5	96	96	95.5	0.70	0.86	0.91	0.92	0.93
90	93.5	95	95	94.5	0.65	0.84	0.90	0.91	0.92
89	92.5	94	94	93.5	0.63	0.83	0.89	0.90	0.91
88	91.5	93	93	92.5	0.61	0.80	0.88	0.89	0.90
87	91	92	92	91.5	0.57	0.78	0.86	0.88	0.89
86	90	91	91	90	0.53	0.76	0.85	0.87	0.87
85	89	90	90	89	0.51	0.75	0.84	0.86	0.86
84	88	89	89	88	0.49	0.73	0.83	0.85	0.86
80	87	88	88	87	0.47	0.71	0.81	0.84	0.85
79	86	87	87	86	0.45	0.69	0.80	0.83	0.84
78	85	86	86	85	0.43	0.67	0.79	0.82	0.83
76	84	85	85	83	0.41	0.66	0.77	0.81	0.82
74	83	84	84	82	0.40	0.65	0.76	0.80	0.81
72	82	83	83	81	0.38	0.63	0.75	0.79	0.80
70	81	82	82	80	0.36	0.61	0.74	0.78	0.80
68	80	81	81	79	0.34	0.59	0.72	0.77	0.79
66	79	80	80	78	0.32	0.58	0.71	0.76	0.78
64	77	79	79	77	0.30	0.56	0.69	0.75	0.78
62	75	78	78	76	0.29	0.55	0.68	0.74	0.77
60	74	77	77	75	0.28	0.54	0.67	0.73	0.76
58	73	76	76	74	0.27	0.52	0.63	0.72	0.76
56	72	75	75	73	0.26	0.50	0.62	0.71	0.76
55	71	74	74	72	0.25	0.49	0.61	0.70	0.75
54	70	73	73	71	0.24	0.48	0.59	0.69	0.74
53	68	72	72	70	0.23	0.47	0.58	0.68	0.74
52	67	71	71	69	0.23	0.46	0.57	0.67	0.73
51	66	70	70	68	0.22	0.45	0.56	0.66	0.72
50	65	69	69	67	0.22	0.44	0.55	0.65	0.71
49	64	68	68	66	0.22	0.43	0.54	0.64	0.70

The above given values are averages. The exact values for a specific motor may be supplied upon request.



"HIGH EFFICIENCY" MOTORS TO CEMEP

3-phase, 400 V, 50 Hz. (Eurovolt)

Duty type : S1 (continuous)

Degree of protection : IP 55 (TEFV)

Insulation class : F (105K)

Temp. Rise : Class B (80K)

RATINGS AND PERFORMANCE

Speed, Power Factor, Efficiency, Locked-rotor current and Torque values are quoted at 400V, 50 Hz

Rated output kW	Type	Full-load data							Starting data				Breakdown torque ratio M _K /M _N	Moment of Inertia J	Weight approx. B3 kg	
		Speed n min ⁻¹	Current I _N A			Torque M _N Nm	Power Factor Cos φ	Efficiency η %		Locked-rotor current ratio I _A /I _N		Locked-rotor torque ratio M _A /M _N				
			At 380V	At 400V	At 415V			%		D.O.L	Y/Δ	D.O.L				Y/Δ
								At 4/4	At 3/4							

4 pole, 3000 min⁻¹

1.1	AGME 80 2b	2900	2.34	2.31	2.32	3.6	0.82	84.0	83.9	6.2	-	2.7	-	3.3	0.0008	10.4
1.5	AGME 90 S 2	2900	3.43	3.42	3.58	4.9	0.74	85.0	85.0	6.3	-	3.1	-	3.7	0.0014	13.5
2.2	AGME 90 L 2	2900	4.55	4.48	4.50	7.2	0.82	86.5	86.5	6.6	-	2.9	-	3.5	0.0017	16
3	AGME 100 L 2	2900	6.1	6.0	5.9	9.9	0.83	87.2	87.2	7.6	-	3.4	-	4.0	0.0031	21
4	AGME 112 M 2	2910	7.7	7.4	7.2	13	0.88	88.5	88.4	7.2	2.3	2.8	0.9	3.5	0.0048	30
5.5	AGME 132 S 2a	2930	11.0	10.7	10.8	18	0.83	89.2	89.2	7.3	2.3	2.8	0.9	3.5	0.0120	39
7.5	AGME 132 S 2b	2910	14.1	13.6	13.3	25	0.89	89.8	89.6	7.2	2.3	3.0	1.0	3.4	0.014	44
11	GME 160 M 2a	2945	20.1	19.5	18.6	36	0.89	91.1	91.0	8.5	2.8	3.4	1.1	3.6	0.034	107
15	GME 160 M 2b	2945	29.7	28.3	27.6	49	0.83	91.7	91.7	7.5	2.4	3.0	1.0	3.5	0.041	115
22	GME 180 L 2	2950	33.1	32.3	31.1	60	0.89	92.5	92.6	7.5	2.4	3.1	1.0	3.2	0.051	140
30	GME 180 M 2	2960	40.3	38.3	37.1	71	0.90	92.6	92.5	8.2	2.6	3.0	1.0	3.5	0.075	179
40	GME 200 L 2a	2970	54	52	50	96	0.89	93.2	93.1	8.3	2.7	2.7	0.9	3.0	0.13	240
55	GME 200 L 2b	2970	68	65	63	119	0.88	93.7	93.5	8.1	2.9	3.0	1.0	3.4	0.15	275
75	GME 225 M 2	2975	80	77	75	144	0.90	93.9	93.7	8.7	2.8	2.7	0.9	3.1	0.23	343
100	GME 250 M 2	2980	99	94	91	176	0.90	94.1	93.8	8.7	2.8	2.9	0.9	3.0	0.41	450
150	GME 280 S 2	2980	133	127	124	240	0.90	94.7	94.4	8.0	2.6	2.9	0.9	3.2	0.62	567
200	GME 280 M 2	2980	156	151	144	288	0.91	95.1	94.9	8.5	2.7	2.7	0.9	3.0	0.74	640

6 pole, 1500 min⁻¹

1.1	AGME 80 S 4	1430	2.70	2.60	2.60	7.3	0.73	84.0	84.0	5.5	-	3.0	-	3.3	0.0025	13.7
1.5	AGME 90 L 4	1430	3.60	3.50	3.50	10	0.73	85.0	85.0	5.9	-	3.3	-	3.5	0.0033	17
2.2	AGME 100 L 4a	1435	5.0	5.0	5.0	15	0.74	86.5	86.6	5.9	-	2.9	-	3.4	0.0052	20.8
3	AGME 100 L 4b	1435	6.8	6.6	6.5	20	0.75	87.4	87.6	6.2	-	2.9	-	3.4	0.0068	27.7
4	AGME 112 M 4	1455	8.4	8.2	8.2	26	0.79	88.6	88.7	6.6	2.1	2.5	0.8	3.3	0.012	36
5.5	AGME 132 S 4	1485	11.5	11.2	11.1	36	0.79	89.8	89.0	7.0	2.3	2.8	0.9	3.5	0.026	46
7.5	AGME 132 M 4	1485	15.7	15.4	15.2	49	0.78	90.4	90.6	7.1	2.3	2.7	0.9	3.4	0.032	56
11	GME 160 M 4	1470	22.2	21.0	20.2	71	0.83	91.2	91.3	6.9	2.2	2.8	0.9	3.1	0.072	133
15	GME 160 L 4	1470	30.1	29.3	28.0	97	0.80	92.0	91.9	7.5	2.4	2.6	0.8	3.5	0.092	161
22	GME 180 M 4	1475	36.3	34.5	34.0	120	0.84	92.4	92.5	7.7	2.5	3.2	1.0	3.4	0.15	188
30	GME 180 L 4	1475	43.8	42.5	41.8	142	0.81	92.8	92.8	8.3	2.7	3.7	1.2	3.8	0.17	204
40	GME 200 L 4	1475	58	55	53	194	0.85	93.4	93.5	8.0	2.6	3.1	1.0	3.6	0.23	260
55	GME 225 S 4	1475	70	67	66	240	0.85	93.6	93.6	7.2	2.3	3.0	1.0	3.0	0.35	314
75	GME 225 M 4	1475	84	80	79	291	0.86	94.1	94.1	7.3	2.3	3.0	1.0	3.0	0.44	360
100	GME 250 M 4	1480	101	96	91	355	0.86	94.3	94.4	7.6	2.5	3.1	1.0	2.9	0.78	451
150	GME 280 S 4	1485	137	133	131	482	0.86	94.7	94.8	7.8	2.6	2.6	0.8	2.8	1.11	588
200	GME 280 M 4	1485	164	158	152	579	0.87	95.0	95.2	7.4	2.4	2.9	0.9	3.0	1.32	660





3-phase, 400 V, 50 Hz. (Eurovolt)
 Duty type : S1 (continuous)
 Degree of protection : IP 55 (TEFV)
 Insulation class : F (105K)
 Temp. Rise : Class B (80K)

LOADING AND PERFORMANCE

Speed, Power Factor, Efficiency, Locked-rotor current and Torque values are quoted at 400V, 50 Hz

Rated output kW	Type	Full-load data							Starting data				Breakdown torque ratio M_K/M_N	Moment of inertia J kgm ²	Weight approx. B3 kg	
		Speed n min ⁻¹	Current			Torque M_N Nm	Power factor Cos ϕ	Efficiency		Locked-rotor current ratio I_K/I_N		Locked-rotor torque ratio M_K/M_N				
			A					%	D.O.L.	Y/A	D.O.L.	Y/A				
			At 380V	At 400V	At 415V											At 4/4

4 pole, 3000 min⁻¹

0.09	AGM 56	2a	2800	0.26	0.26	0.29	0.31	0.74	85.3	85.0	4.1	-	2.7	-	2.8	0.00011	2.7
0.12	AGM 56	2b	2800	0.39	0.35	0.37	0.41	0.72	88.4	86.0	4.2	-	2.5	-	2.8	0.00012	2.9
0.18	AGM 63	2a	2820	0.50	0.49	0.50	0.81	0.80	86.3	86.0	4.6	-	2.9	-	2.9	0.00011	3.3
0.25	AGM 63	2b	2840	0.85	0.86	0.81	0.85	0.79	89.2	89.0	4.5	-	2.5	-	2.9	0.00013	3.7
0.37	AGM 71	2a	2800	1.10	1.05	1.02	1.26	0.73	87.8	87.5	4.0	-	2.4	-	2.6	0.00026	5.1
0.55	AGM 71	2b	2780	1.30	1.27	1.25	1.90	0.84	73.5	73.2	4.5	-	2.4	-	2.6	0.00034	6.3
0.75	AGM 80	2a	2790	1.90	1.80	1.80	2.80	0.83	71.6	71.3	4.5	-	2.4	-	2.6	0.00053	7.8
1.1	AGM 80	2b	2800	2.50	2.45	2.35	3.80	0.83	78.1	78.0	4.8	-	2.5	-	2.8	0.00086	8.9
1.5	AGM 90	S 2	2800	3.45	3.30	3.30	5.10	0.84	79.2	79.0	4.9	-	2.2	-	2.5	0.0011	11.4
2.2	AGM 90	L 2	2840	4.90	4.65	4.60	7.40	0.84	81.6	81.5	5.2	-	2.5	-	2.6	0.0014	13.8
3	C.AGM 90	L 2	2840	6.50	6.20	6	10	0.84	83.7	83.6	6.1	-	2.8	-	2.9	0.0017	16
3	AGM 100	L 2	2850	6.60	6	6.10	10	0.87	83.2	83.1	6.2	-	2.9	-	3.0	0.0024	17.3
4	C.AGM 100	L 2	2870	8.20	8	7.60	13.3	0.85	84.8	84.7	7.0	2.2	3.0	0.97	3.2	0.0031	21
4	AGM 112	M 2	2850	8.20	7.80	7.70	13.4	0.87	84.8	84.8	5.9	1.9	2.6	0.84	3.0	0.0039	27
5.5	C.AGM 112	M 2	2870	11	10.8	10.6	18.3	0.86	86.1	86.0	6.9	2.2	3.0	0.97	3.2	0.0048	30
5.5	AGM 132	S 2a	2870	11.3	11	10.8	18.4	0.84	85.9	86.8	5.5	1.8	2.5	0.81	2.7	0.0080	33
7.5	AGM 132	S 2b	2890	15.4	14.7	14.3	24.8	0.85	87.6	87.5	5.8	1.9	2.6	0.84	2.9	0.012	39
11	C.AGM 132	M 2	2915	22	21.5	21	36	0.84	89.1	89.2	8.8	2.2	2.8	0.90	2.9	0.018	59
15	GM 160	M 2a	2935	22.4	21.5	21	36	0.84	88.5	88.5	7.2	2.3	2.9	0.94	3.0	0.026	96
15	GM 160	M 2b	2940	26.5	28	27	49	0.86	89.5	89.5	7.6	2.5	2.8	0.90	3.2	0.034	107
18.5	GM 160	L 2	2940	35	34	33	60.4	0.87	90.5	90.5	7.6	2.5	2.8	0.90	2.9	0.041	122
22	C. GM 160	L 2	2930	41	39	38	71.7	0.88	91.3	91.3	7.3	2.4	2.7	0.87	2.8	0.051	140
22	GM 180	M 2	2950	41.5	40	39	71.5	0.88	91.0	91.0	7.6	2.5	2.8	0.90	3.1	0.064	164
30	C. GM 180	L 2	2940	56	54	52	97	0.88	92.2	92.2	7.0	2.3	2.7	0.87	2.8	0.082	190
30	GM 200	L 2a	2940	56	54	52	97	0.88	91.8	91.7	7.2	2.3	2.6	0.84	2.8	0.10	220
37	GM 200	L 2b	2955	68	66	63	120	0.89	92.5	92.5	7.7	2.5	2.6	0.84	2.8	0.13	240
45	C. GM 200	L 2	2960	82	78	76	145	0.90	93.0	93.0	8.0	2.6	2.6	0.84	2.8	0.15	275
45	GM 225	M 2	2960	82	78	76	145	0.90	93.0	93.0	6.9	2.2	2.3	0.74	2.7	0.19	315
45	C. GM 225	M 2	2965	100	95	92	177	0.90	93.3	93.2	7.7	2.5	2.6	0.84	2.9	0.23	343
55	GM 250	M 2	2970	100	95	92	177	0.90	93.3	93.2	6.8	2.2	2.4	0.74	2.5	0.32	390
55	C. GM 250	M 2	2970	134	128	123	241	0.90	93.9	93.9	6.8	2.2	2.2	0.71	2.4	0.41	450
55	GM 280	S 2	2975	136	129	125	241	0.90	93.8	93.8	7.0	2.3	2.3	0.74	2.6	0.50	540
60	GM 280	M 2	2970	161	152	146	289	0.91	94.0	94.0	7.0	2.3	2.6	0.84	2.8	0.62	590
60	C. GM 280	M 2	2975	196	186	180	353	0.91	94.0	94.0	7.3	2.4	2.2	0.71	2.4	0.74	640
60	GM 315	S 2	2980	196	186	180	353	0.91	93.8	93.8	8.3	2.7	1.9	0.61	2.9	1.3	787
72	GM 315	M 2a	2980	235	223	216	423	0.91	93.9	93.9	7.5	2.4	1.9	0.61	2.8	1.5	895
72	GM 315	M 2b	2980	280	266	258	513	0.92	94.4	94.4	7.4	2.4	1.8	0.58	2.5	2.0	1020
75	GM 315	L 2a	2900	320	304	295	593	0.93	94.5	94.4	7.5	2.4	2.0	0.65	2.4	2.2	1120
75	GM 315	L 2b	2900	341	330	320	641	0.93	94.5	94.4	6.7	2.2	1.7	0.55	2.1	2.3	1150
90	GM 355	M 2a	2980	438	416	401	801	0.91	95.0	95.0	8.7	2.2	1.1	0.37	2.2	2.8	1310
95	GM 355	M 2b	2975	545	518	499	1011	0.92	95.0	95.0	7.3	2.4	1.3	0.43	2.3	3.6	1460
115	GM 355	M 2c	2980	610	580	563	1138	0.93	95.0	95.0	8.0	2.5	1.3	0.43	2.3	4.2	1620
130	GM 355	L 2	2980	690	656	632	1292	0.92	95.1	95.0	8.0	2.5	1.3	0.43	2.3	4.7	1850

Motors with dark base are within the limits of efficiency class **EFF 2** to CEMEP.



3-phase, 400 V, 50 Hz. (Eurovolt)
 Duty type : S1 (continuous)
 Degree of protection : IP 55 (TEFV)
 Insulation class : F (105K)
 Temp. Rise : Class B (80K)

RATINGS AND PERFORMANCE

Speed, Power Factor, Efficiency, Locked-rotor current and Torque values are quoted at 400V, 50 Hz

Rated output kW	Type	Full-load data							Starting data				Breakdown torque ratio M_K/M_N	Moment of inertia J	Weight approx. kg	
		Speed n min ⁻¹	Current			Torque M_N Nm	Power factor $\cos \varphi$	Efficiency		Locked-rotor current ratio		Locked-rotor torque ratio				
			I_N					η		I_L/I_N		M_L/M_N				
			At 380V	At 400V	At 415V			%		D.O.L.	Y/ Δ	D.O.L.				Y/ Δ

4 pole, 1500 min⁻¹

0.06	AGM 56	4a	1370	0.24	0.25	0.27	0.42	0.56	58.7	58.8	3.0	-	2.4	-	2.6	0.00011	2.7
0.09	AGM 56	4b	1375	0.35	0.36	0.38	0.63	0.54	64.4	64.2	3.2	-	2.2	-	2.4	0.00012	2.8
0.12	AGM 63	4a	1365	0.40	0.41	0.42	0.84	0.65	58.8	58.8	3.1	-	2.0	-	2.2	0.00017	3.2
0.18	AGM 63	4b	1340	0.58	0.60	0.60	1.28	0.65	61.4	61.4	3.0	-	1.8	-	1.9	0.00021	3.7
0.25	AGM 71	4a	1380	0.81	0.81	0.82	1.73	0.66	63.6	63.5	3.3	-	1.9	-	2.2	0.00040	4.9
0.37	AGM 71	4b	1390	1.20	1.15	1.15	2.54	0.69	70.0	70.0	3.7	-	2.2	-	2.5	0.00054	5.9
0.55	AGM 80	4a	1365	1.60	1.60	1.55	3.90	0.71	70.9	70.8	3.4	-	1.8	-	2.0	0.00083	7.5
0.75	AGM 80	4b	1370	2.10	2.00	2.00	5.20	0.74	72.2	72.2	3.8	-	1.9	-	2.0	0.0011	8.7
1.1	AGM 90	S 4	1380	2.70	2.60	2.55	7.60	0.79	76.8	76.7	4.6	-	2.1	-	2.3	0.0019	11.5
1.5	AGM 90	L 4	1390	3.80	3.50	3.40	10.3	0.78	78.6	78.5	4.5	-	2.2	-	2.3	0.0024	13.6
2.2	AGM 100	L 4a	1400	5.30	5.10	5.20	15	0.77	81.3	81.2	4.9	-	2.5	-	2.6	0.0040	17.3
3	AGM 100	L 4b	1405	6.80	6.45	6.35	20.4	0.81	82.9	82.9	5.4	-	2.2	-	2.4	0.0052	20.8
4	AGM 112	M 4	1420	8.70	8.20	8.20	27	0.82	84.7	84.7	5.8	1.9	2.4	0.78	2.7	0.0092	26.7
6.5	AGM 132	S 4	1430	11.8	11.3	11	36.7	0.82	86.2	86.2	5.9	1.9	2.4	0.78	2.5	0.019	39
7.5	AGM 132	M 4	1430	15.8	15.3	15	50	0.80	87.4	87.2	6.0	1.9	2.5	0.81	2.5	0.026	47
9	C.AGM 132	M 4	1445	19	18	17.5	58.5	0.82	86.4	86.0	6.9	1.9	2.5	0.81	2.6	0.032	56
11	GM 160	M 4	1455	22.5	21.5	21	72.2	0.84	88.6	88.5	6.6	2.2	2.5	0.81	2.6	0.054	108
15	GM 160	L 4	1460	30.5	29	28.5	96	0.83	89.5	89.5	6.9	2.1	2.5	0.81	2.6	0.072	140
18.5	C.GM 160	L 4	1450	37	35	34.5	122	0.83	90.1	90.1	6.2	2.0	2.3	0.74	2.5	0.084	150
18.5	GM 180	M 4	1460	38	38	35	121	0.82	90.1	90.1	6.4	2.1	2.6	0.84	2.7	0.11	160
32	GM 180	L 4	1460	44	42	40.5	144	0.83	90.7	90.7	6.4	2.1	2.5	0.81	2.5	0.13	185
30	GM 200	L 4	1460	57	54	52	196	0.88	91.5	91.5	6.5	2.1	2.5	0.81	2.7	0.19	240
37	C.GM 200	L 4	1465	69	66	64	241	0.88	92.1	92.1	7.2	2.3	2.7	0.87	2.8	0.23	280
37	GM 225	S 4	1465	70	66	64	241	0.87	92.2	92.2	6.3	2.0	2.4	0.78	2.6	0.29	275
45	GM 225	M 4	1465	84	80	77	283	0.87	92.7	92.7	6.6	2.1	2.5	0.84	2.7	0.35	320
45	C.GM 225	M 4	1470	101	96	93	357	0.88	93.2	93.2	6.8	2.2	2.5	0.81	2.6	0.44	360
45	GM 250	M 4	1470	102	97	94	357	0.88	93.0	93.0	6.8	2.2	2.4	0.78	2.5	0.54	400
75	C.GM 250	M 4	1470	138	131	127	487	0.87	93.3	93.6	6.8	2.2	2.6	0.84	2.5	0.72	455
75	GM 280	S 4	1475	140	133	128	485	0.87	93.6	93.6	6.4	2.1	2.2	0.71	2.4	0.90	530
90	GM 280	M 4	1480	166	158	152	581	0.88	93.9	93.9	7.2	2.3	2.4	0.77	2.6	1.1	610
110	C.GM 280	M 4	1480	204	194	183	710	0.87	94.0	94.0	6.6	2.1	2.2	0.71	2.3	1.3	660
110	GM 315	S 4	1480	205	195	189	710	0.87	94.0	94.0	6.3	2.0	1.8	0.58	2.0	1.8	770
132	GM 315	M 4a	1485	245	233	225	849	0.87	94.0	94.0	6.6	2.1	2.0	0.65	2.0	2.4	890
130	GM 315	M 4b	1485	295	280	272	1029	0.88	94.3	94.2	7.1	2.3	2.0	0.65	2.3	3.1	1015
135	GM 315	L 4a	1485	340	323	312	1190	0.88	94.4	94.3	7.2	2.3	2.1	0.68	2.2	3.6	1115
170	GM 315	L 4b	1485	368	350	339	1286	0.87	94.4	94.3	7.5	2.4	2.3	0.75	2.4	3.9	1185
150	GM 355	M 4a	1485	450	428	415	1608	0.88	95.8	95.8	6.9	2.2	1.7	0.55	2.2	6.5	1450
165	GM 355	M 4b	1485	560	532	515	2026	0.89	96.2	96.2	7.3	2.3	1.6	0.58	2.0	6.1	1657
155	GM 355	M 4c	1485	635	603	582	2283	0.88	96.3	96.3	7.3	2.3	1.8	0.58	2.0	6.4	1800
170	GM 355	L 4	1485	710	675	650	2572	0.89	96.3	96.3	7.2	2.3	2.2	0.71	2.5	10	1965

Values with dark base are within the limits of efficiency class to CEMEP.

RATING AND PERFORMANCE

3-phase, 400 V, 50 Hz. (Eurovolt)
 Duty type : S1 (continuous)
 Degree of protection : IP 55 (TEFV)
 Insulation class : F (105K)
 Temp. Rise : Class B (80K)

Speed, Power Factor, Efficiency, Locked-rotor current and Torque values are quoted at 400V, 50 Hz

Rated output kW	Type	Full-load data							Starting data				Breakdown torque ratio M_K/M_M	Moment of inertia J	Weight approx. kg
		Speed min^{-1}	Current I_N			Torque M_N	Power factor $\cos \phi$	Efficiency η	Locked-rotor current ratio		Locked-rotor torque ratio				
			At 380V	At 400V	At 415V				Nm	% At 4/4	D.O.L. Y/ Δ	D.O.L. Y/ Δ			

Speed, pole, 1000 min^{-1}

0.18	AGM 71	6a	920	0.60	0.61	0.62	1.87	0.64	67.0	3.6	-	1.8	-	2.2	0.00064	5.4
0.25	AGM 71	6b	910	0.83	0.83	0.85	2.62	0.66	65.3	3.6	-	2	-	2.3	0.00086	6.3
0.37	AGM 80	6a	910	1.10	1.10	1.10	3.90	0.65	74.9	3.8	-	2	-	2.4	0.0017	8.1
0.55	AGM 80	6b	890	1.60	1.50	1.50	5.90	0.73	72.3	3.7	-	1.8	-	2	0.0022	9.5
0.75	AGM 90	S 6	910	2.20	2.10	2.10	7.90	0.70	74.0	3.6	-	1.8	-	1.9	0.0029	11.4
1.1	AGM 90	L 6	915	3.10	3.00	3.00	11.5	0.69	76.8	3.9	-	1.9	-	2.1	0.0038	13.7
1.5	AGM 100	L 6	925	3.60	3.50	3.60	15.5	0.77	75.9	4.6	-	2	-	2.2	0.0084	19.4
2.2	AGM 112	M 6	940	5.30	5.10	5.00	22.4	0.75	82.6	4.6	-	2.1	-	2.4	0.013	26.5
3	AGM 132	S 6	945	7.00	6.80	6.80	30.5	0.76	82.6	5.5	1.8	2.2	0.71	2.4	0.022	36
4	AGM 132	M 6a	940	9.40	9.00	8.80	41	0.78	82.6	4.7	1.5	2	0.65	2.4	0.028	43.5
5.5	AGM 132	M 6b	945	13	12.3	12	55.6	0.76	84.4	5	1.6	2.3	0.75	2.3	0.043	49.6
7.5	GM 160	M 6	960	16	15.2	14.3	74.8	0.82	87.1	6.4	2.1	2.4	0.77	2.9	0.079	115
11	GM 180	L 6	955	23	22	21.5	110	0.83	86.6	7	2.2	2.5	0.81	3	0.11	131
15	GM 180	L 6	960	30.5	29	28	149	0.83	89.7	6.2	2	2.2	0.71	2.7	0.16	187
18.5	GM 200	L 6a	970	38	36	35	182	0.83	89.6	8.2	2	2.1	0.68	2.9	0.21	216
22	GM 200	L 6b	975	45	43	41	216	0.82	90.5	7.3	2.4	2.3	0.75	3.4	0.26	240
30	GM 225	M 6	970	61	58	56	294	0.82	91.0	5.9	1.9	3.1	1	2.3	0.57	330
37	C. GM 225	M 6	980	75	71	68	363	0.82	91.6	6.2	2	2.6	0.84	2.4	0.71	365
37	GM 250	M 6	970	75	71	68	364	0.82	91.6	4.5	1.6	2.2	0.71	1.8	0.77	400
45	C. GM 250	M 6	975	90	86	83	441	0.82	91.8	6.8	2.2	2.5	0.81	2.1	0.99	450
45	GM 280	S 6	980	93	90	85	439	0.80	91.8	5.4	1.6	2.6	0.84	1.9	1.2	530
55	GM 280	M 6	985	113	107	104	533	0.80	92.7	5.9	1.9	3	0.97	2.1	1.5	605
75	C. GM 280	M 6	985	150	143	138	727	0.81	93.3	5.8	1.9	2.7	0.87	1.9	1.6	700
75	GM 315	S 6	985	146	139	134	727	0.83	93.3	6.6	2.1	2	0.65	2.1	3.3	740
90	GM 315	M 6a	985	175	166	161	873	0.85	92.5	6.6	2.1	2	0.65	2.1	4.1	850
10	GM 315	M 6b	990	208	198	191	1061	0.85	94.5	7	2.3	2.2	0.71	2.3	5.4	975
12	GM 315	L 6	990	247	235	227	1273	0.86	94.2	8	1.9	1.9	0.61	1.9	6.4	1040
30	GM 355	M 6a	990	305	290	281	1543	0.84	94.6	6.5	2.1	1.9	0.61	2.1	7.1	1350
30	GM 355	M 6b	990	380	361	350	1828	0.85	94.4	6.8	2.2	2.4	0.78	2.3	8.9	1540
50	GM 355	M 6c	990	474	450	431	2388	0.85	94.5	6.1	2.1	1.7	0.55	2	11	1720
15	GM 355	L 6	990	600	570	550	3038	0.84	94.5	6.8	2.2	1.9	0.61	2	13	2100

RATINGS AND PERFORMANCE

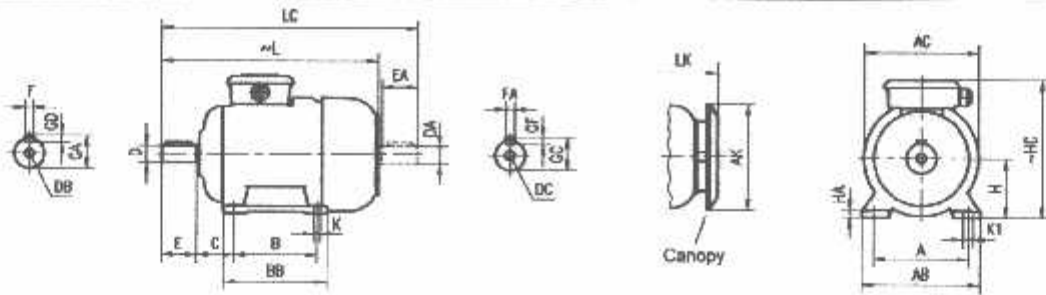
3-phase, 400 V, 50 Hz. (Eurovolt)
 Duty type : S1 (continuous)
 Degree of protection : IP 55 (TEFV)
 Insulation class : F (105K)
 Temp. Rise : Class B (80K)

Speed, Power Factor, Efficiency, Locked-rotor current
 and Torque values are quoted at 400V, 50 Hz

Rated output kW	Type		Full-load data							Starting data				Breakdown torque ratio M_K/M_N	Moment of inertia J kgm ²	Weight approx. kg
			Speed min ⁻¹	Current			Torque M_N Nm	Power factor Cos ϕ	Efficiency η %	Locked-rotor current ratio		Locked-rotor torque ratio				
				A						I_A/I_N	M_A/M_N					
				At 380V	At 400V	At 415V						D.O.L.	Y/ Δ			

4 pole, 750 min⁻¹

0.09	AGM 71	8a	690	0.41	0.41	0.42	1.3	0.54	58.2	2.3	-	1.7	-	1.9	0.0084	5.4
0.12	AGM 71	8b	670	0.60	0.60	0.62	1.7	0.49	58.4	2.2	-	1.9	-	2	0.0086	6.3
0.18	AGM 80	8a	695	0.85	0.90	0.92	2.5	0.47	62.0	3	-	2.8	-	3	0.0017	8.1
0.25	AGM 80	8b	680	1.15	1.14	1.18	3.5	0.49	64.8	2.9	-	2.6	-	2.8	0.0022	9.4
0.37	AGM 90	S 8	690	1.35	1.33	1.37	5.1	0.59	68.5	3.2	-	1.8	-	2	0.0029	11.3
0.55	AGM 90	L 8	670	1.90	1.82	1.85	7.8	0.61	71.4	3	-	1.4	-	1.7	0.0038	13.5
0.75	AGM 100	L 8a	700	2.45	2.40	2.40	10.5	0.61	74.0	3.4	-	1.8	-	2.1	0.0062	17.4
1.1	AGM 100	L 8b	680	3.45	3.30	3.30	15.4	0.66	72.9	3.2	-	1.7	-	1.8	0.0064	19.3
1.5	AGM 112	M 8	700	4.50	4.40	4.20	20.5	0.63	77.6	3.6	-	1.9	-	2.2	0.013	26.5
2.2	AGM 132	S 8	700	5.70	5.40	5.30	30	0.74	79.0	3.8	1.2	2.1	0.68	2.4	0.024	35
3	AGM 132	M 8	690	7.70	7.30	7.20	41.5	0.74	79.9	3.6	1.2	2.2	0.71	2.2	0.033	43
4	GM 160	M 8a	710	9.60	9.10	9.00	53.8	0.78	84.0	4.8	1.6	2.1	0.68	2.4	0.060	97
5.5	GM 160	M 8b	720	13.2	12.5	12.3	73	0.75	84.4	5.3	1.7	2.2	0.71	2.7	0.083	107
7.5	GM 160	L 8	715	18	17	16.8	100	0.74	86.3	5.8	1.9	2.4	0.77	2.9	0.12	138
11	GM 180	L 8	720	25	24	23.5	146	0.76	86.9	6.8	2.2	2.7	0.87	3	0.20	160
15	GM 200	L 8	725	33	31.5	30.8	197	0.77	88.9	6	1.9	2.1	0.68	2.9	0.29	234
18.5	GM 225	S 8	725	39.5	37.5	37	244	0.79	89.6	5.8	1.9	2	0.65	2.7	0.43	285
22	GM 225	M 8	725	47	45	44	290	0.80	88.7	5.8	1.9	2	0.85	2.6	0.52	310
30	GM 250	M 8	735	62	59	58	380	0.80	91.4	6.1	2	1.8	0.58	2.6	0.92	405
37	GM 280	S 8	730	77	73	72	484	0.80	91.3	4.7	1.5	2	0.85	2	1.3	500
45	GM 280	M 8	730	90	86	84	589	0.81	92.9	4.9	1.6	1.9	0.81	1.8	1.6	565
55	GM 315	S 8	740	110	105	103	710	0.81	93.7	5.7	1.8	1.8	0.58	1.9	3.3	740
75	GM 315	M 8a	740	153	145	142	966	0.81	92.7	5.9	1.9	1.9	0.61	2	4.1	850
90	GM 315	M 8b	740	180	171	168	1162	0.81	93.6	6.2	2	1.9	0.61	2	5.4	975
110	GM 315	L 8	740	220	209	205	1420	0.81	93.6	6.5	2.1	1.9	0.61	2	6.4	1040
132	GM 355	M 8a	740	275	261	256	1704	0.77	94.5	6	1.9	1.9	0.61	2	7.1	1350
150	GM 355	M 8b	740	325	309	302	2065	0.79	94.2	6	1.9	1.9	0.61	2	8.9	1540
170	GM 355	M 8c	740	408	388	380	2581	0.79	94.4	6	1.9	1.9	0.61	2	11	1720
200	GM 355	L 8	740	500	475	458	3226	0.79	94.5	6	1.9	1.9	0.61	2	13	2100



Dimensions of foot mounted motors for mounting arrangements : B3, B6¹⁾, B7²⁾, B8³⁾, B15, V5⁴⁾, V6⁵⁾

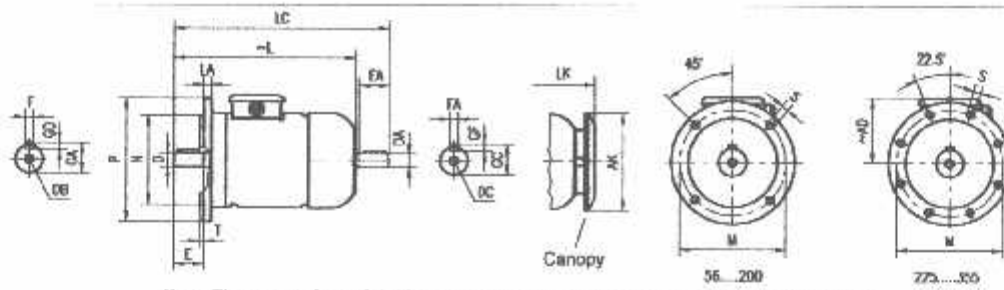
Frame Size	Number of pole	Dimensions of foot mounted motors for mounting arrangements : B3, B6 ¹⁾ , B7 ²⁾ , B8 ³⁾ , B15, V5 ⁴⁾ , V6 ⁵⁾																				
		H	HD	HA	A	AB	AC	AK	K	K1	B	BB	L	LC	LK	C	E	EA	DB	DA	GA	FxGD
56	2-4	56	152	9	90	112	106	-	5.8	9	71	87	161	185	-	36	20	M4	9	10.2	3X3	
63	2-4	63	160	10	100	125	121	116	7	11	80	103	215	242	244	40	23	M4	11	12.5	4X4	
71	2-4-6-8	71	182	10	112	140	138	116	7	11	90	108	247	282	278	45	30	M5	14	16	5X5	
80	2-4-6-8	80	198	10	125	160	156	150	10	15	100	125	278	323	307	50	40	M6	19	21.5	6X6	
80	S L	2-4-6-8	90	216	12	140	180	176	150	10	15	100	130	306	363	337	56	50	M8	24	27	8X7
100	L	2-4-6-8	100	235	13	160	200	194	188	12	18	140	175	375	441	415	63	60	M10	28	31	8X7
112	M	2-4-6-8	112	258	13	180	230	218	188	12	18	140	175	394	460	434	70	60	M10	28	31	8X7
132	S M	2-4-6-8	132	300	15	216	280	258	230	12	18	140	180	455	541	495	89	80	M12	38	41	10X8
160	M L	2-4-6-8	160	385	22	254	312	310	290	15	-	210	260	601	717	658	108	110	M16	42	45	12X8
180	M L	2-4-6-8	180	421	24	279	354	348	290	15	-	241	291	659	775	718	121	110	M16	48	51.5	14X9
200	L	2-4-6-8	200	475	26	318	400	385	370	19	-	305	355	747	865	803	133	110	M20	55	59	16X10
225	S M	2	225	510	30	356	436	433	370	18	-	311	371	790	908	846	149	110	M20	55	59	16X10
250	M	2	250	572	35	408	484	480	440	24	-	349	410	900	1048	956	168	140	M20	60	64	18X11
280	S M	2	280	630	40	457	556	536	440	24	-	368	450	958	1106	1014	190	140	M20	65	69	18X11
280	M	2	280	630	40	457	556	536	440	24	-	419	501	1010	1158	1068	190	140	M20	65	69	18X11
315	S M	2	315	840	50	508	630	579	570	28	-	406	500	1068	1218	1145	216	140	M20	65	69	18X11
315	M	2	315	840	50	508	630	579	570	28	-	457	550	1120	1270	1197	216	140	M20	65	69	18X11
315	L	2	315	840	50	508	630	579	570	28	-	508	600	1190	1340	1267	216	140	M20	65	69	18X11
355	M L	2	355	990	50	610	740	732	570	28	-	560	680	1330	1510	1407	254	170	M20	80	85	22X14
355	L	2	355	990	50	610	740	732	570	28	-	630	750	1400	1580	1477	254	170	M20	80	85	22X14

olerances

motor type AGME 100 L 4b
motor type AGME 112 M 4

B6, B7, B8, V5 and V6 are up to frame size 315 L
DB, DC to DIN 332 form D

All dimensions in mm.



Note: The seating face of the flange lies in the same plane as the shoulder on the shaft

Frame Size	Number of pole	Flange number	Dimensions of flanged motors : (D-Flange form A - DIN 42 948) mounting arrangements B5 ³⁾ , V1 ³⁾ , V3 ³⁾																	
			MØ	NØ	PØ	Clearance hole		T	LA	AD	AK Ø	L	LC	LK	E EA	DB ⁴⁾ DC	D Ø DA Ø	GA GC	FxGD FAxGF	
						No	SØ													
56	2-4	F 100	100	80	120	4	7	3	8	96	-	161	185	-	20	M4	9	10.2	3X3	
63	2-4	F 115	115	95	140	4	10	3	10	96	116	215	242	244	23	M4	11	12.5	4X4	
71	2-4-6-8	F 130	130	110	160	4	10	3.5	10	110	116	247	282	278	30	M5	14	16	5X5	
80	2-4-6-8	F 165	165	130	200	4	12	3.5	12	118	150	278	323	307	40	M5	18	21.5	6X6	
90	S L	2-4-6-8	F 165	165	130	200	4	12	3.5	12	126	150	308	363	337	50	M8	24	27	8X7
													333	388	362					
100	L	2-4-6-8	F 215	215	180	250	4	14.5	4	15	135	188	375	441	415	80	M10	28	31	8X7
													406	472	446					
112	M	2-4-6-8	F 215	215	180	250	4	14.5	4	15	146	188	394	460	434	60	M10	28	31	8X7
													423	489	463					
132	S M	2-4-6-8	F 265	265	230	300	4	14.5	4	20	168	230	455	541	495	80	M12	38	41	10X8
													493	579	533					
160	M L	2-4-6-8	F 300	300	250	350	4	18.5	5	20	225	290	601	717	658	110	M16	42	45	12X8
													645	761	702					
180	M L	2-4-6-8	F 300	300	250	350	4	18.5	5	20	241	290	659	775	716	110	M16	48	51.5	14X8
													697	813	754					
200	L	2-4-6-8	F 350	350	300	400	4	18.5	5	20	275	370	747	865	803	110	M20	55	59	16X10
225	S M	2 4-6-8	F 400	400	350	450	8	18.5	5	20	285	370	795	943	851	140	M20	55	64	18X11
													790	908	846					
													820	968	878					
250	M	2 4-6-8	F 500	500	450	550	8	18.5	5	22	322	440	900	1048	958	140	M20	60	69	18X11
																		65		
280	S M	2 4-6-8	F 500	500	450	550	8	18.5	5	24	350	440	958	1106	1014	140	M20	65	79.5	20X12
													75							
													1010	1158	1066					
315	S M L	2 4-6-8	F 600	600	550	660	8	24	6	24	550	570	1068	1218	1145	170	M20	65	85	22X14
													1096	1278	1175					
													1120	1270	1197					
													1150	1330	1227					
													1190	1340	1267					
1220	1400	1297																		
355	M L	2 4-6-8	F 740	740	680	800	8	24	6	32	635	570	1330	1510	1407	170	M20	80	106	28X16
													1370	1590	1447					
													1400	1580	1477					
													1440	1660	1517					

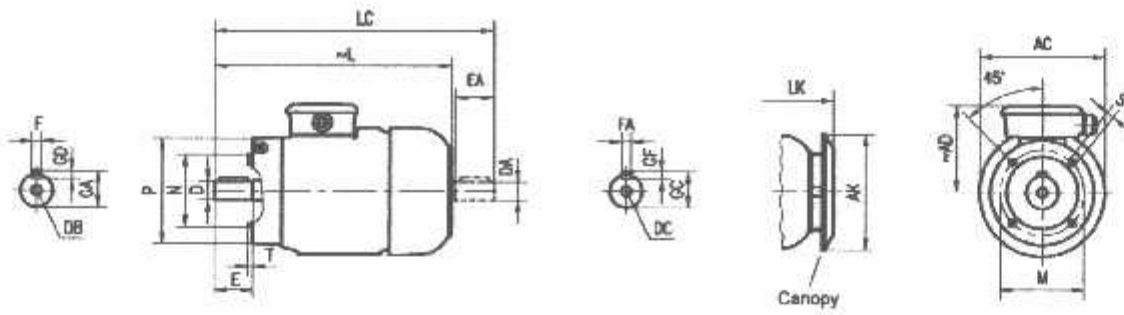
olerances

j8

motor type ACME 100 L 4h
motor type ACME 112 M 4

³⁾ B5 and V3 are up to frame size 315 L.
⁴⁾ DB, DC to DIN 332 form D

All dimensions in mm.



Note: The seating face of the flange lies in the same plane as the shoulder on the shaft

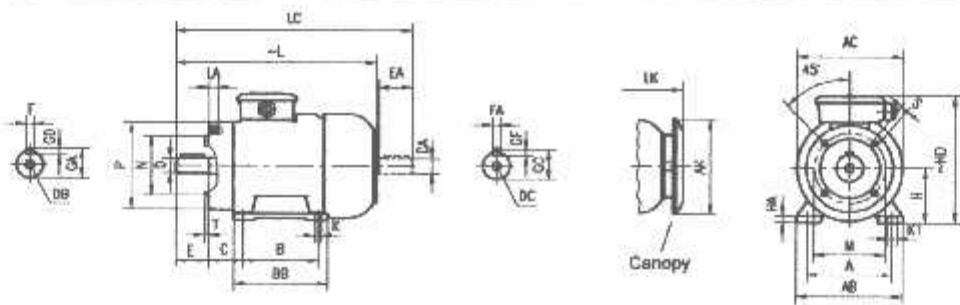
Dimensions of flanged motors : (C-Face Flange form C - DIN 42 948) mounting arrangements B14, V18, V19

Frame Size	Number of pole	Flange number	Dimensions of flanged motors : (C-Face Flange form C - DIN 42 948) mounting arrangements B14, V18, V19																
			MØ	NØ	PØ	S	T	LA	AC Ø	AK Ø	AD	L	LC	LK	E EA	DB ³⁾ DC	D Ø DA Ø	GA GC	FxGD FAxGF
56	2-4-6-8	F 65	65	50	80	M5	2.5	10	106	-	96	161	185	-	20	M4	8	10.2	3x3
		F 85	85	70	105	M8	3	12											
63	2-4-6-8	F 75	75	60	90	M5	2.5	10	121	116	96	215	242	244	23	M4	11	12.5	4x4
		F 100	100	80	120	M6	3	12											
71	2-4-6-8	F 85	85	70	105	M6	2.5	12	138	116	110	247	282	276	30	M5	14	16	5x5
		F 115	115	95	140	M8	3	16											
80	2-4-6-8	F 100	100	80	120	M6	3	12	156	-	150	278	323	307	40	M6	19	21.5	6x6
		F 130	130	110	160	M8	3.5	16											
90	2-4-6-8	F 115	115	95	140	M8	3	16	176	150	126	308	363	337	50	M8	24	27	8x7
		F 130	130	110	160		3.5												
		F 115	115	95	140		3												
		F 130	130	110	160		3.5												
100	2-4-6-8	F 130	130	110	160	M8	3.5	16	194	188	135	375	441	415	60	M10	28	31	8x7
												4 ¹⁾	406	472					
	2-4-6-8	F 165	165	130	200	M10	3.5	20	-	-	-	375	441	415	60	M10	28	31	8x7
												4 ¹⁾	406	472					
112	2-4-6-8	F 130	130	110	160	M8	3.5	16	218	188	146	394	460	434	60	M10	28	31	8x7
												4 ²⁾	423	489					
	2-4-6-8	F 165 ⁴⁾	165	130	200	M10	3.5	16	218	188	146	394	460	434	60	M10	28	31	8x7
												4 ²⁾	423	489					
132	2-4-6-8	F 165 ⁴⁾	165	130	200	M10	3.5	18	258	230	168	455	541	495	80	M12	38	41	10x8
		F 215 ⁴⁾	215	180	250	M12	4												
	F 165 ⁴⁾	165	130	200	M10	3.5													
	F 215 ⁴⁾	215	180	250	M12	4													
160	2-4-6-8	F 215 ⁴⁾	215	180	250	M12	4	18	310	290	225	601	717	658	100	M16	42	45	12x8
												L	645	761					
olerances			j6																

¹⁾ motor type ACME 100 L 4b
²⁾ motor type ACME 112 M 4

³⁾ DB, DC to DIN 332 Form D
⁴⁾ Flanges are cast iron

All dimensions in mm



Note: The seating face of the flange lies in the same plane as the shoulder on the shaft

Dimensions of foot and flange mounted motors : (C-Face Flange form C - DIN 42 948) mounting arrangements : B34

frame size	Number of pole	H	HD	HA	A	AB	AC Ø	AK Ø	K Ø	KI	B	BB	Flange Number	M Ø	N Ø	P Ø	S	T	LA	L	LC	LK	C	E EA	DB DC	D Ø DA Ø	GA GC	FxGD FxGF	
36	2-4-6-8	56	152	9	90	112	106	-	5.8	9	71	87	F 65	65	50	80	M5	2.5	10	161	185	-	36	20	M4	9	10.2	3x3	
													F 85	85	70	105	M6	3	12										
33	2-4-6-8	63	160	10	100	125	121	116	7	11	80	103	F 75	75	80	90	M5	2.5	10	215	242	244	40	23	M4	11	12.5	4x4	
													F 100	100	80	120	M8	3	12										
71	2-4-6-8	71	182	10	112	140	138	116	7	11	90	108	F 85	85	70	105	M8	2.5	12	247	282	276	45	30	M5	14	16	5x5	
													F 115	115	95	140	M8	3	16										
10	2-4-6-8	80	198	10	125	160	156	150	10	15	100	125	F 100	100	80	120	M6	3	12	278	323	307	50	40	M6	19	21.5	6x6	
													F 130	130	110	160	M8	3.5	16										
S 10	2-4-6-8	90	216	12	140	180	176	150	10	15	100	130	F 115	115	95	140	M8	3	16	308	363	337	56	50	M8	24	27	8x7	
													F 130	130	110	160		3.5		333	388	362							
L 10	2-4-6-8	100	235	13	160	200	194	188	12	18	140	175	F 130	130	110	160	M8	3.5	16	375	441	415	63	60	M10	28	31	8x7	
													F 165	165	130	200	M10	20	406	472	446								
2	2-4-6-8	112	258	13	190	230	218	188	12	18	140	175	F 130	130	110	160	M8	3.5	16	394	460	434	70	60	M10	28	31	8x7	
													F 165	165	130	200	M10	20	423	489	463								
S 12	2-4-6-8	132	300	15	216	260	256	230	12	18	140	180	F 165 ¹⁾	165	130	200	M10	3.5	18	455	541	495	89	80	M12	38	41	10x8	
													F 215 ⁴⁾	215	180	250	M12	4	493	579	533								
M 10	2-4-6-8	160	385	22	254	312	310	290	16	-	210	260	F 165 ¹⁾	165	130	200	M10	3.5	18	601	717	658	100	110	M16	42	45	12x8	
													F 215 ⁴⁾	215	180	250	M12	4	645	761	702								
Clearances		-0.5																											

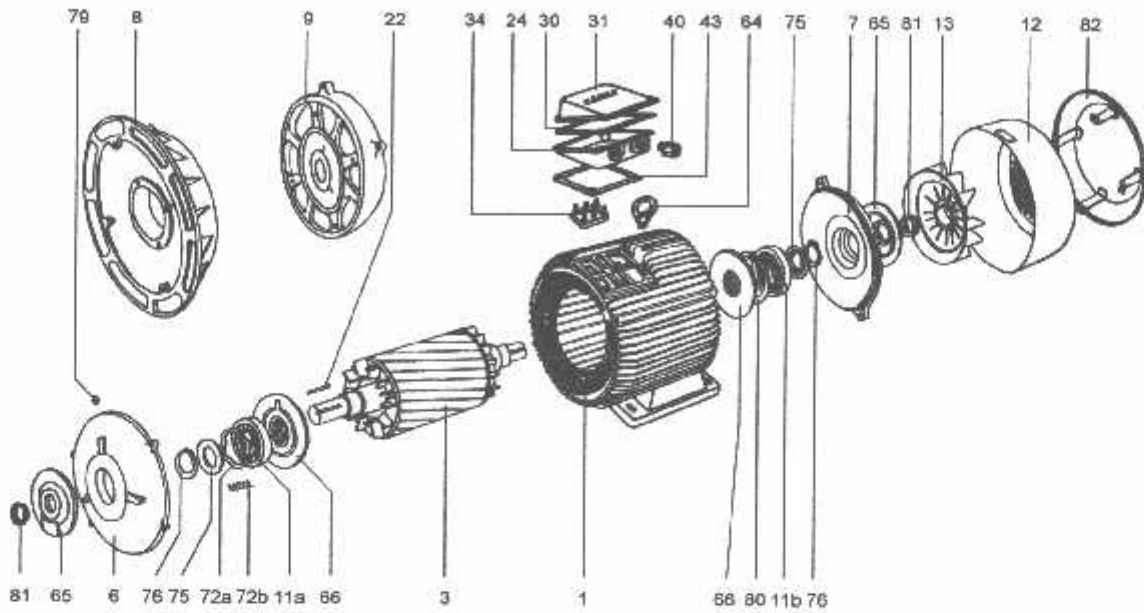
¹⁾ motor type AGME 100 L 4b
²⁾ motor type AGME 112 M 4
³⁾ DB, DC to DIN 332 form D
⁴⁾ Flanges are cast iron

All dimensions in mm.

SPARES

The spare-parts are fully interchangeable as they are designed and manufactured to fine limits of their dimensional tolerances.

Please state motor type, serial number, type of construction/mounting arrangement and, part number with full description when ordering spare parts.

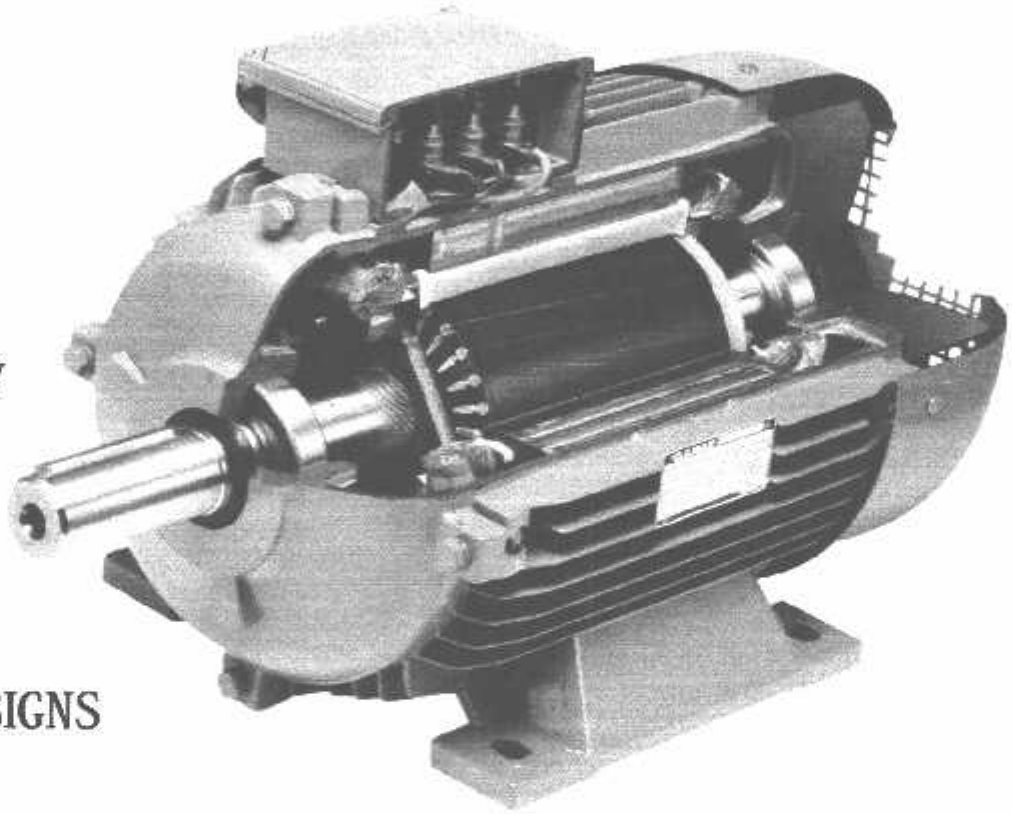


Part No.	Description	
1	Stator complete with winding, varnished and fitted in the frame	
3	Rotor complete with shaft, finish machined and balanced (Excluding keys)	
6	End shield Drive-end B3 mounting	
7	End shield Non Drive-end	
8	D-Flange (Form A)	DIN 42 948
9	C-Face Flange (Form C)	DIN 42 948
11 a	Bearing Drive-end (Ball or Roller)	DIN 625 or DIN 5412
11 b	Ball bearing Non Drive-end	DIN 625
12	Fan cover (63 to 355)	
13	Fan (63 to 355)	
22	Shaft key	DIN 6885
24	Terminal-box	
30	Terminal-box to lid gasket	
31	Terminal-box lid	
34	Terminal board complete with terminal links, nuts and washers	DIN 46 294
40	Cable-gland	DIN 46 320
43	Terminal-box to frame gasket	
64	Eye bolt (160 to 355)	DIN 580
65	External bearing cap (motors with greasing nipples)	
66	Internal bearing cap (motors with greasing nipples)	
72a	Corrugated disc spring for preloading ball-bearing (56 to 280)	
72b	Helical compression spring (315 - 355)	
75	Grease retaining disc (motors with greasing nipples)	
76	External circlip for retaining ball-bearing and grease retaining disc on the shaft (At DE, N.DE of motors with greasing nipples, and at N.DE of frames 160 to 280)	DIN 471
79	Greasing nipple (315 and 355 standard, 160 to 280 optional)	DIN 71 412
80	Internal circlip for retaining ball-bearing at Non Drive-end shield (160 to 280)	DIN 472
81	V-Ring (Oil-Seal)	(DIN 3760 Form "A")
82	Canopy	

GAMAK

THE A *Credible.* Alternative

QUALITY WITH
SERVICE
WHAT'S READILY
AVAILABLE
NATIONWIDE
IN ALL OUR DESIGNS



Class "F" insulation with class "B" Temp. Rise
200 V Euro voltage, 50 Hz and 60 Hz supplies
High efficiencies - High power factors
Low noise levels

Wide range 56 - 355 2/4/6/8 pole including flameproof

Available ex - stock
Nationwide delivery service

— Gives you reliability and longer life

— One motor for the U.K. mainland/Europe and beyond

— Energy efficiency - Lowering your running costs

— For your peace of mind

— Covering all your requirements

Ring the team now on (01226) 382727
or Fax: (01226) 383370 for all your needs

GAMAK MOTORS LTD.

Claycliffe Business Park, Barugh Green Road, Barugh Green,
Barnsley, South Yorkshire S75 1JU