

TUGAS AKHIR

Penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)* Untuk Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa dengan Mengubah Frekuensi



MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

**Disusun Oleh:
Randa Praduta
NIM : 1352002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK DIPLOMA TIGA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)* Untuk Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa dengan Mengubah Frekuensi

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya Pada Program Studi Teknik Listrik Diploma Tiga



Disusun Oleh:

**Randa Praduta
1352002**

Diperiksa Dan Disetujui
Oleh:



Ketua Program Studi Teknik Listrik DIII

**Bambang Prio Hartono, ST, MT.
NIP. X. 1028400082**

Dosen Pembimbing I

**Ir. Taufik Hidayat, MT.
NIP. Y. 10118700151**

Dosen Pembimbing II

**Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT.
NIP. P. 1031400472**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK DIPLOMA TIGA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan berkat rahmat dan hidayah-NYA, serta perlindungan, pertolongan dan ridho-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Penggunaan Variable Speed Drive (VSD) Untuk Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa”.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar ahli madya teknik. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan pada:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Bambang Prio Hartono, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Listrik DIII.
3. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Listrik DIII yang tidak pernah berhenti memberikan motivasi
4. Bapak Ir. Taufik Hidayat, MT. selaku Dosen pembimbing I Tugas Akhir.
5. Bapak Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT. selaku Dosen pembimbing II Tugas Akhir
6. Kepada kedua Orang Tua yang selalu terus menerus memberikan semangat.
7. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.

Dengan terselesaikan buku laporan ini, kami berharap semoga buku ini dapat membawa manfaat bagi pembaca umumnya. Kami menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan laporan ini.

Malang, Agustus 2016

Penulis

Penggunaan Variable Speed Drive (VSD) Untuk Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa dengan Mengubah Frekuensi

Randa Praduta, 1352002, Dosen Pembimbing 1: Ir. Taufik Hidayat, MT.
Dosen Pembimbing II: Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT.
Program Studi Teknik Listrik Diploma Tiga, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
e-mail: randapraduta@gmail.com

Abstraksi

Motor induksi tiga fasa merupakan jenis motor yang paling banyak digunakan di bidang industri dibandingkan motor jenis lain. Ini dikarenakan motor induksi tiga fasa memiliki banyak keunggulan. Tetapi terdapat juga suatu kelemahan dari motor induksi tiga fasa yaitu kesulitan dalam mengatur kecepatan. Karena pengaturan kecepatan motor induksi tiga fasa pada dasarnya dapat dilakukan dengan mengubah jumlah kutub motor atau mengubah frekuensi suplai motor. Pengaturan kecepatan dengan mengubah jumlah kutub sangat sulit karena dilakukan dengan merubah konstruksi fisik motor, jadi pengaturannya akan sangat terbatas sedangkan pengaturan kecepatan motor induksi tiga fasa dengan mengubah frekuensi suplai motor akan jauh lebih mudah dan tidak terbatas tanpa harus merubah konstruksi fisik motor. pengendali motor 3 phase menyearahkan tegangan AC menjadi tegangan DC dengan meniadakan frekuensi jala-jala. Tegangan DC yang dihasilkan dirubah kembali menjadi tegangan AC dengan menambahkan frekuensi baru yang dibangkitkan oleh osilator. yang nantiya frekuensi ini juga berfungsi sebagai kendali putaran motor. Kerja inverter kendali motor ini merupakan kerja close circuit/kerja rangkaian tertutup, sehingga apabila salah satu phase terbuka maka tegangan output akan lose dan system akan reset. Design controller rangkaian ini merupakan system kendali micro PLC yang fungsi dan kerjanya dapat diatur dengan program masukan sesuai kebutuhan yang dikehendaki. Pengendalian mikrokontroler mencakup temperatur kerja, tegangan kerja, pengendalian kecepatan yang diatur dengan menggunakan control tegangan 0 - 5V yang diumpan langsung pada driver IGBT berfungsi sebagai perangkat keras kendali motor. Sehingga motor yang kapasitasnya sesuai dengan kemampuan kerja arus *IGBT* dapat diumpan langsung pada *IGBT*.

Kata kunci: Motor induksi tiga fasa, Pengaturan Frekuensi, *IGBT*.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GRAFIK	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Motor induksi tiga fasa.....	3
2.1.1 Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa.....	3
2.1.2 Prinsip kerja motor.....	8
2.1.3 Rangkaian ekivalen motor induksi.....	9
2.2 <i>Variable Speed Drive</i>	10
2.3 Pengaturan kecepatan sebuah motor induksi.....	11
2.3.1 Mengubah jumlah kutub.....	11
2.3.3 Pengaturan tahanan rotor.....	12
2.2.3 Pengaturan tegangan.....	12
2.2.4 Pengaturan frekuensi.....	12
BAB III PENGGUNAAN ALAT	
3.1 Penggunaan <i>Variable Speed Drive (VSD)</i>	13
3.2 <i>Variable Speed Drive</i>	13
3.2.1 <i>Rectifier</i>	17
3.2.2 <i>Optocopler</i>	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor induksi tiga fasa	3
Gambar 2.2 Konstruksi utama Motor induksi tiga fasa.....	4
Gambar 2.3 Stator	4
Gambar 2.4 Rotor sangkar	5
Gambar 2.5 Konstruksi rotor sangkar.....	6
Gambar 2.6 Rotor belitan.....	7
Gambar 2.7 Jenis rotor sangkar dan belitan pada motor induksi 3 fasa	7
Gambar 2.8 Analogi dan rangkaian ekuivalen motor induksi tiga fasa.....	9
Gambar 2.9 Inverter blok diagram.....	10
Gambar 3.1 Diagram blok sistem	13
Gambar 3.2 Single line rangkaian (<i>VSD</i>).....	16
Gambar 3.3 Singe Line Rangkaian <i>VSD</i>	17
Gambar 3.4 <i>IGBT</i>	20
Gambar 3.5 Rangkaian <i>Keyped</i>	22
Gambar 3.6 Rangkaian <i>Display</i>	23
Gambar 3.7 Flowchat Penggunaan Variable Speed Drive (<i>VSD</i>).....	25
Gambar 4.1 blok diagram percobaan pengukuran tegangan output.....	33
Gambar 4.2 Grafik perbandingan antara arus dan frekuensi	34
Gambar 4.3 Tampak luar Peralatan	35
Gambar 4.4 tampak dalam Peralatan	35

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Tegangan terhadap frekuensi.....	27
Grafik 4.2 Frekuensi terhadap Arus.....	29
Grafik 4.3 Hasil Pengukuran dan Perhitungan kecepatan motor	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Motor induksi merupakan jenis motor yang paling banyak digunakan di industri dibandingkan dengan motor listrik lainnya, karena jenis motor ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya konstruksinya yang sederhana dan kokoh harganya relatif murah dan tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit. Disamping keunggulan diatas kelemahan motor induksi adalah sulitnya mengatur kecepatan karena karakteristiknya motor juga akan berubah.

Mesin-mesin di industri tersebut masih ada yang mempergunakan cara-cara manual, terutama dalam hal untuk pengaturan kecepatan. Sehingga tidak terlalu efektif, karena mesin-mesin tersebut dibutuhkan untuk jenis pekerjaan yang menuntut suatu ketelitian, kerutinitasan, kekuatan dan kemampuan untuk melakukan pekerjaan dalam waktu yang lama.

Karena itu maka dilakukan usaha bagaimana cara mengatur putaran motor induksi tersebut. Salah satunya adalah dengan cara mengubah frekuensi catu daya yang masuk ke motor untuk mengatur kecepatan motor. Jadi tujuan dari penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)* di sini adalah untuk menghasilkan peralatan yang dapat digunakan untuk mengatur kecepatan putar motor induksi 3 Fasa.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah bagaimana penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)* untuk motor induksi 3 fasa dengan pengaturan frekuensi.

1.3. Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak meluas maka perlu adanya pembatasan-pembatasan permasalahan, yang mana meliputi :

- a. Motor yang digunakan adalah motor induksi 3 fasa $V = 220 \text{ V} / 380 \text{ V}$, $P = 0,25 \text{ HP}$, $I = 1,1 \text{ A}$, $N = 1310 \text{ RPM}$

- b. Frekuensi yang digunakan untuk pengaturan kecepatan motor dari 5 Hz – 50 Hz.
- c. Komponen dan rangkaian elektronika yang digunakan sebagai kontrol adalah *Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)*.
- d. Tidak membahas masalah proteksi motor induksi 3 fasa.

1.4. Tujuan

- a. Melakukan penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)* untuk mengatur kecepatan motor induksi 3 fasa dengan mengubah frekuensi.
- b. Memahami hubungan antara frekuensi, tegangan, arus dan kecepatan motor induksi 3 fasa.

1.5. Sitematika Penulisan

Untuk mempermudah dan memahami pembahasan penulisan tugas akhir ini, maka sitematika penulisan disusun sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, dan sistematika penyusunan laporan tugas akhir.

BAB II : Landasan Teori

Membahas tentang dasar teori yang berkaitan dengan penggunaan alat.

BAB III : Penggunaan Alat

Bab ini berisi tentang perancangan alat, komponen perangkat dan cara kerja rangkaian.

BAB IV : Pengujian Alat

Pada bab ini akan diuraikan tentang hasil pengujian alat.

BAB V : Kesimpulan

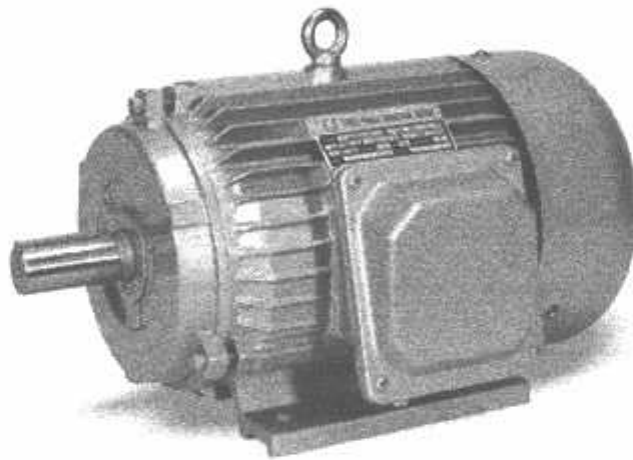
Merupakan bab yang berisi kesimpulan dan saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan oleh dunia industri karena memiliki beberapa keuntungan. Keuntungan yang dapat diperoleh dalam pengendalian motor-motor induksi tiga fasa yaitu, struktur motor induksi tiga fasa lebih ringan (20%-40%) dibandingkan motor arus searah (DC) untuk daya yang sama, harga satuan relatif lebih murah, dan perawatan motor induksi lebih hemat.

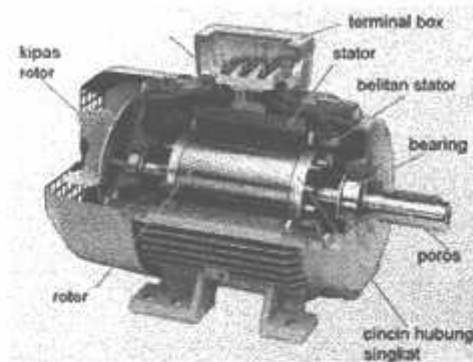


Gambar 2.1 Motor induksi tiga fasa

Sumber : <http://blogs.itb.ac.id/>

2.1.1 Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa

Sebagaimana mesin pada umumnya menunjukkan bahwa motor induksi juga memiliki konstruksi yang sama baik motor DC maupun AC. Konstruksi dimaksud terdiri dari 2 bagian utama yaitu stator dan rotor. Secara lengkap dan detail dari kedua konstruksi dapat dilihat pada gambar 1 berikut :

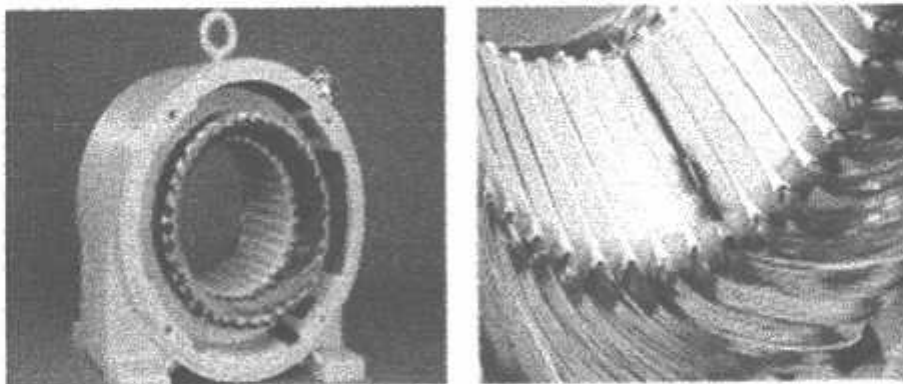


Gambar 2.2. Konstruksi utama Motor induksi tiga fasa

Sumber : <https://circuitbooks.wordpress.com>

a. Stator

Stator pada motor induksi adalah sama dengan yang dimiliki oleh motor sinkron dan generator sinkron. Konstruksi stator terbuat dari laminasi-laminasi dari bahan besi silikon dengan ketebalan (4 s/d 5) mm dengan dibuat alur sebagai tempat meletakkan belitan/kumparan, secara detail ditunjukkan pada gambar 2 berikut:



Gambar 2.3 Stator

Sumber : <http://kuliahelektro.blogspot.co.id/>

Dalam alur-alur stator diletakkan belitan stator yang posisinya saling berbeda satu dengan lainnya, sesuai dengan fase derajat listrik yaitu 120° antar fase (motor 3 fase). Jumlah gulungan pada stator dibuat sesuai dengan jumlah kutub dan jumlah putaran yang diinginkan atau ditentukan. Khusus untuk Stator pada motor-motor listrik

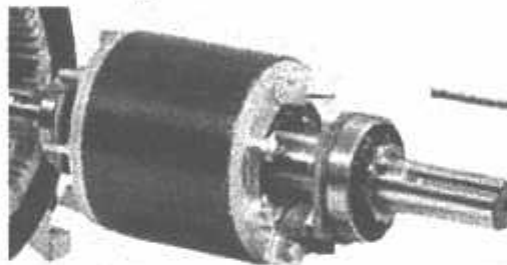
dengan ukuran kecil dibentuk dalam potongan utuh. Sedangkan untuk motor-motor dengan ukuran besar adalah tersusun dari sejumlah besar segmen-segmen laminasi.

b. Rotor

Ini adalah bagian yang berputar dari motor. Seperti dengan stator atas, rotor terdiri dari satu set laminasi baja beralur ditekan bersama dalam bentuk jalur magnetik silinder dan sirkuit listrik. Menurut jenis rotor pada motor induksi dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu :

➤ Rotor Sangkar Tupai (*Squirrel Cage Rotor*)

Rotor yang terdiri dari sejumlah lilitan yang berbentuk Batang tembaga yang dihubungkan singkat pada setiap ujungnya kemudian disatukan (di cor) menjadi satu kesatuan sebagaimana gambar 2.4

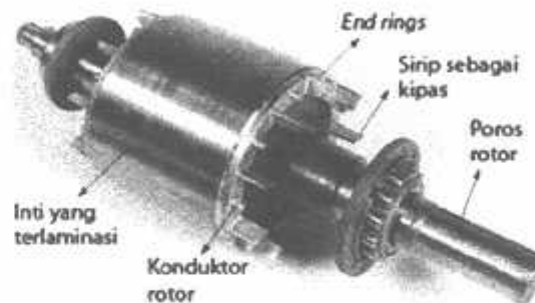


Gambar 2.4 Rotor sangkar

Sumber : <http://kuliahelektro.blogspot.co.id/>

Jenis rotor sangkar tupai, yang terdiri dari satu set tembaga atau potongan aluminium yang dipasang ke dalam slot, yang terhubung ke sebuah akhir-cincin pada setiap akhir rotor. Konstruksi gulungan rotor ini menyerupai 'kandang tupai'. Potongan aluminium rotor biasanya dicor mati ke dalam slot rotor, yang membuat konstruksinya sangat kasar. Meskipun potongan rotor aluminium berada dalam kontak langsung dengan laminasi baja, hampir semua arus rotor melalui jeruji aluminium dan tidak di laminasi. Sejumlah motor induksi yang beredar dipasaran maupun yang banyak digunakan sekitar 90% adalah motor induksi dengan "Rotor Sangkar". Alasan umum yang diperoleh adalah karena konstruksi yang sederhana dan juga lebih murah

harganya. Konstruksi rotor sebagaimana gambar 2.5 berikut ini, menunjukkan konstruksi batang-batang konduktor dari bahan tembaga atau aluminium yang dihubungkan singkat.



Gambar 2.5 Konstruksi rotor sangkar

Sumber : <http://kuliahelektro.blogspot.co.id/>

Sejumlah batang-batang konduktor tersebut dimasukkan ke dalam laminasi-laminasi yang terbuat dari bahan besi silikon serta menjadi satu dengan poros rotor. Sebagaimana konstruksi tersebut di atas terutama batang-batang konduktor yang terhubung singkat, maka tidak dimungkinkan untuk menambah "Tahanan Luar" (yang dipasang secara seri) dengan rotor guna keperluan "Pengasutan". Selain itu pula posisi dari batang-batang konduktor/tembaga posisinya dibuat tidak paralel (tidak segaris) dengan poros rotor. Posisi batang konduktor agak dimiringkan sebagaimana terlihat pada gambar 2.5 di atas.

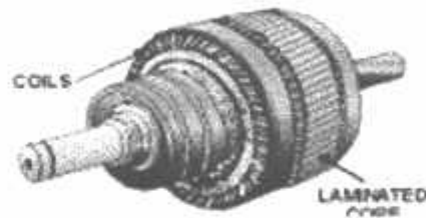
Alasan diletakan posisi miring dari konduktor terhadap poros adalah :

- Memperhalus suara pada saat motor berputar (memperkecil dengungan magnetis/suara bising)
- Menghilangkan kecenderungan "Lock atau mengunci" yang disebabkan karena interaksi langsung antara medan magnet stator dan rotor.

Pada motor-motor dengan kapasitas kecil, batang-batang konduktor di cor menjadi satu bagian dengan *aluminium alloy*. Selain itu pula contoh lainnya adalah ada juga yang rotornya hanya berupa besi masip tanpa satupun konduktor. Jenis seperti ini biasanya disebut sebagai "Motor Arus Eddy".

➤ Rotor Belitan (*Wound Rotor*)

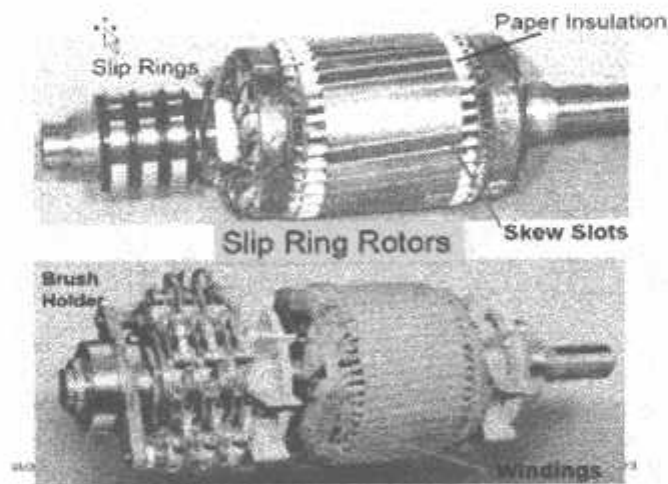
Rotor yang terbuat dari laminasi-laminasi besi dengan alur-alur sebagai tempat meletakkan belitan (kumparan) dengan ujung-ujung belitan yang juga terhubung singkat seperti gambar 2.6



Gambar 2.6 Rotor belitan

Sumber : <http://kuliahelektro.blogspot.co.id/>

Motor dengan jenis rotor belitan biasanya diperlukan pada saat pengasutan atau pengaturan kecepatan dimana dikehendaki torsi asut yang tinggi.



Gambar 2.7 Jenis rotor sangkar dan belitan pada motor induksi 3 fasa

Sumber : <http://kuliahelektro.blogspot.co.id/>

Belitan-belitan yang terpasang pada rotor telah diisolasi sebagaimana belitan yang terdapat pada stator. Belitan yang ada pada rotor diletakkan juga pada alur-alur rotor dan pada setiap ujungnya dihubungkan secara langsung pada cincin (*slipring*)

yang posisinya dibagian depan dari rotor serta menjadi satu dengan poros (gambar 2.7). Belitan rotor ini di desain sama dengan kutub yang dimiliki belitan statornya dan selalu dalam bentuk belitan 3 fasa sekalipun statornya hanya 2 fasa. Pengaturan belitan/gulungan/kumparan dilakukan untuk masing-masing fasa adalah sama. Sedangkan pada ujung-ujung dari masing kumparan/fasa yang keluar dihubungkan ke 3 buah cincin (*slipring*) berdasarkan jumlah fasenya. Konstruksi *slipring* terhubung secara langsung dengan masing-masing sikat. Dengan demikian, maka pada jenis ini dapat dihubungkan secara langsung ke "Tahanan luar" guna keperluan pengasutan.

2.1.2 Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa

motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Garis-garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya sehingga timbul emf (ggl) atau tegangan induksi dan karena penghantar (kumparan) rotor merupakan rangkaian yang tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor.

Penghantar (kumparan) rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya fluks yang berasal dari kumparan stator sehingga kumparan rotor akan mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sesuai dengan arah pergerakan medan induksi stator. Pada rangka stator terdapat kumparan stator yang ditempatkan pada slot-slotnya yang dililitkan pada sejumlah kutub tertentu. Jumlah kutub ini menentukan kecepatan berputarnya medan stator yang terjadi yang diinduksikan ke rotornya. Makin besar jumlah kutub akan mengakibatkan makin kecilnya kecepatan putar medan stator dan sebaliknya. Kecepatan berputarnya medan putar ini disebut kecepatan sinkron, maka prinsip kerja motor induksi itu sebagai berikut:

- a) Apabila sumber tegangan 3 fasa dipasang pada kumparan stator, timbullah medan putar dengan kecepatan

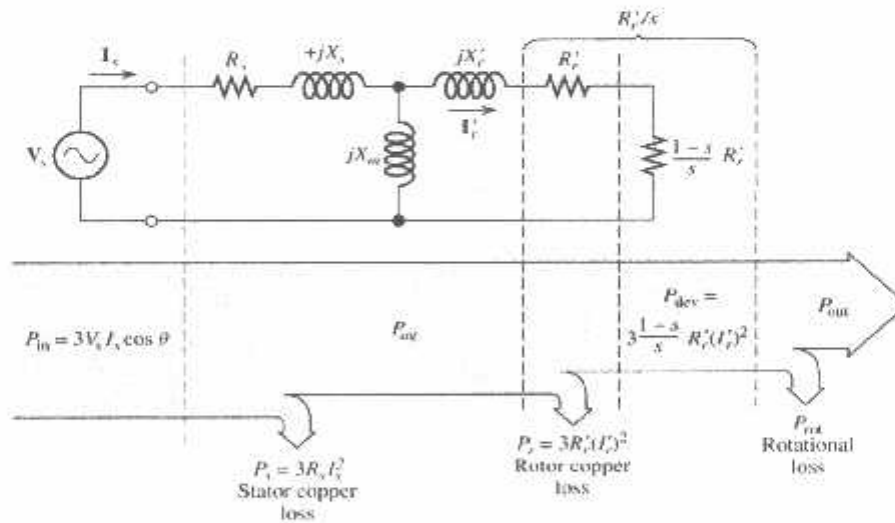
$$n_s = \frac{120f}{p} \dots\dots\dots (2.1)$$

- b) Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada motor.

- c) Karena kumparan rotor merupakan rangkaian yang tertutup, ggl (E) akan menghasilkan arus (I).
- d) Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor cukup besar untuk mememikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.
- e) Perbedaan kecepatan antara n_r dan n_s disebut slip (s) dinyatakan dengan
- $$S = \frac{n_r - n_s}{n_s} \times 100 \dots \dots \dots (2.2)$$
- f) Bila $n_r = n_s$, tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak mengalir pada kumparan jangkar rotor, dengan demikian tidak dihasilkan kopel. Kopel motor akan ditimbulkan apabila n_r lebih kecil n_s .
- g) Perputaran dilihat dari cara kerjanya, motor induksi disebut juga sebagai motor tak serempak atau asinkron.

2.1.3 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 3 Fasa

Dari analogi gambar 2.8, pengoperasian motor induksi pasti menghasilkan *power loss*. *Power loss* tersebut dapat berasal dari daya mekanik motor, rugi-rugi tembaga rotor, dan rugi-rugi tembaga stator. (Gede, 2013).



Gambar 2.8 Analogi dan rangkaian ekuivalen motor induksi tiga fasa
 Sumber : <https://id.scribd.com> (Gede, 2013)

2.2 Variable Speed Drive (VSD)

Aplikasi *variable speed* banyak diperlukan dalam industri. Jika sebelumnya banyak dipergunakan system mekanik, kemudian beralih ke motor slip/ pengereman maka saat ini banyak menggunakan semikonduktor. Tidak seperti *softstarter* yang mengolah level tegangan, inverter ini menggunakan input 1 fasa dengan frekuensi tegangan masuk untuk mengatur *speed motor*. Seperti diketahui, pada kondisi ideal (tanpa slip)

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{p} \dots\dots\dots(3.1)$$

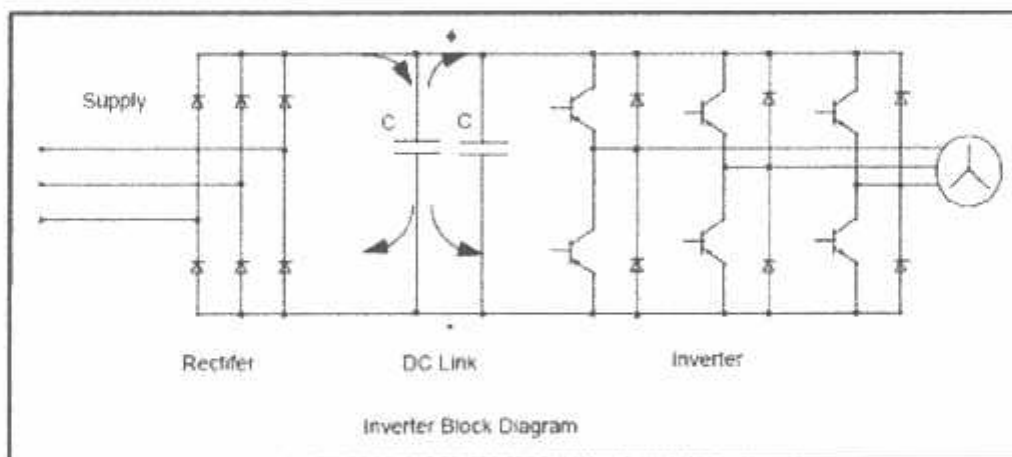
Keterangan :

n_s : Speed Motor

f : Frekuensi

p : Kutub motor

Jadi dengan memainkan perubahan frekuensi tegangan yang masuk pada motor, speed akan berubah. Karena itu inverter *Variable Speed Drive* disebut juga.



Gambar 2.9 Inverter blok diagram

Prinsip kerja inverter yang sederhana adalah :

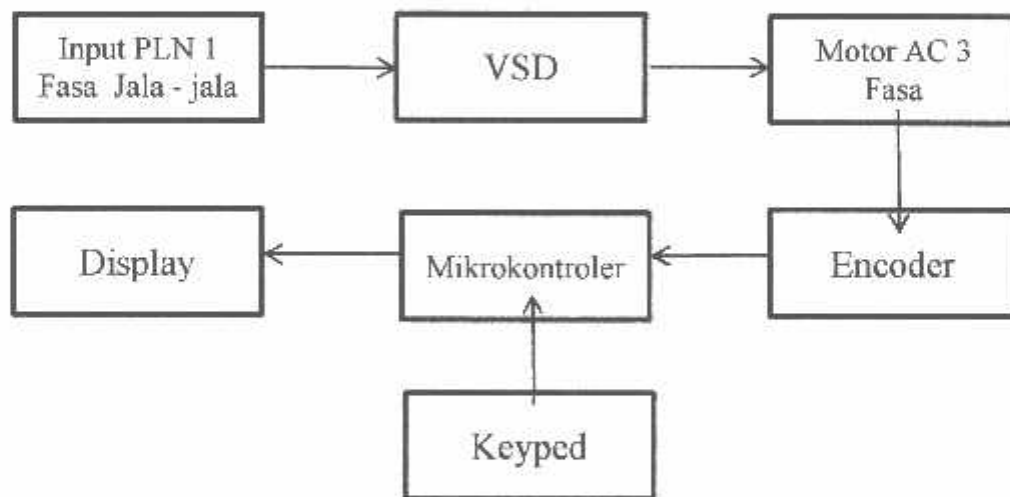
- Tegangan yang masuk dari jala jala 50 Hz dialirkan ke *board Rectifier* penyearah DC, dan ditampung ke bank capacitor. Jadi dari AC di jadikan DC.

BAB III PENGUNAAN ALAT

3.1 Penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)*

Penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)* merupakan pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa, pada umumnya banyak digunakan di Industri untuk keperluan penggerak berbagai proses yang ada di industri diantaranya adalah : Pompa, *Kompresor, Fan, Blower, Konveyor*, dan penggerak proses produksi lainnya.

Parameter yang dibutuhkan dari motor induksi adalah pengaturan kecepatan dan torsi motor. Untuk itu dibutuhkan pengaturan yang *fleksibel* dengan cara mengubah frekuensi inputannya, agar motor dapat berputar pada kecepatan yang diinginkan. Sistem kerja alat seperti ditunjukkan pada blok diagram gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram blok sistem

3.2 *Variable Speed Drive (VSD)*

Pada mode ini, pengaturan kecepatan motor dilakukan dengan menggunakan fasilitas internal yang tersedia pada inverter. Berikut ini adalah langkah mengatur setting inverter untuk memutar motor 3 phasa menggunakan referensi internal dengan arah putaran motor searah jarum jam.

- Siapkan *Variable Speed Drive (VSD)* dan motor 3 phase lalu sambungkan kedua peralatan tersebut
- Sambungkan kabel *power* ke sumber tegangan AC 220 V. Selanjutnya pada *display seven segment* akan menampilkan *nSt (3-wire-control)* atau *rdy (2-wire-control)*.
- Tekan tombol *MODE* selama lebih dari 3 detik hingga tampilan led berjalan pada *display* berhenti.
- Mengeset parameter motor .

Tekan tombol *MODE* kemudian putar tombol *MODE* ke kiri atau ke kanan sampai *display seven segment* menampilkan menu motor *control drC*. Perhatikan *nameplate* pada motor. Untuk memilih menu dilakukan dengan memutar tombol dan setelah muncul tampilan yang dikehendaki lalu tekan tombol tersebut maka pilihan menu akan tersimpan dan untuk keluar dari menu tekan tombol ESC. selanjutnya *setting* parameter motor pada menu *drC* sesuai dengan *nameplate* pada motor :

Tabel 3.1 Setingan Parameter Motor

Menu	Code	Description	Factory setting
drC	bFr	[Standard mot. freq]: Standard motor frequency (Hz)	50.0
	Un5	[Rated motor volt.]: Nominal motor voltage on motor nameplate (V)	drive rating
	Fr5	[Rated motor freq.]: Nominal motor frequency on motor nameplate (Hz)	50.0
	nCr	Rated motor freq.]: Nominal motor current on motor nameplate (A)	drive rating
	n5P	[Rated motorspeed]: Nominal motor speed on motor nameplate (rpm)	drive rating
	CD5	[Motor 1 Cosinus Phi.]: Nominal motor <u>cos</u> on motor nameplate	drive rating
	tUn	[Auto Tunning]: Auto-Tunning for <i>Un5, Fr5, nCr, n5P, nPr and CD5</i>	n0

Untuk mengeset parameter di atas secara otomatis dapat dilakukan dengan memilih menu drC tUn *YES*

e) Mengeset parameter dasar :

Tabel 3.2 Parameter Dasar

Menu	Code	Description	Factory setting
SEK-	ACC	[Acceleration]: Acceleration time (s)	3.0
	DEC	[Deceleration]: Deceleration time (s)	3.0
	LSP	[Low speed]: Motor frequency at minimum reference (Hz)	0.0
	HSP	[High speed]: Motor frequency at maximum reference (Hz)	50.0
	REN	[Motor current]: Nominal current indicated on the motor's rating plate (A)	drive rating
I-D-	REV	[Reverse assign]: Reverse assignment	L12
Fun-> PSS-	P52	[2 preset speeds]: Preset speeds	L13
	P54	[4 preset speeds]: Preset speeds	L14
Fun-> SRI-	SAR	[Summing ref 2] Analog input	R12

f) Mengeset pilihan kontrol :

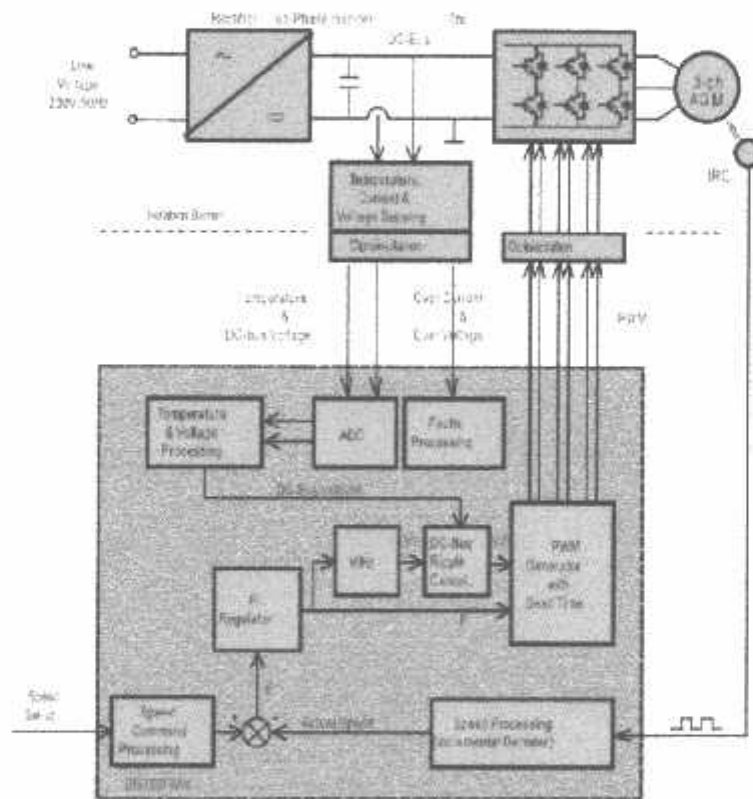
Karena pada bagian ini kita kan mengontrol kecepatan motor 3 phase menggunakan referensi internal, maka pilihlah setting *LOCAL* configuration seperti pada table di bawah ini.

Tabel 3.3 Referensi Kontrol Kecepatan Motor

Menu	Code	Description	REMOTE configuration	LOCAL configuration
CEL-	RC1	[Ref.1 channel]: Reference control	R11, R12, R13	R101
I-D-	CCC	[2/3 wire control]: Command control	2L: 2-wire 3L: 3-wire	L00

- g) Apabila tampilan pada *display* belum muncul rdy , misalnya muncul tnF berkedip, maka tekan tombol *MODE* selama lebih dari 3 detik hingga tampilan led pada *display* berjalan, kemudian tekan tombol *STOP RESET* maka tnF akan hilang dan muncul rdy pada display yang artinya inverter siap dipergunakan.
- h) Untuk menjalankan motor, tekan tombol *RUN*.
- i) Untuk mengatur kecepatan motor, putar tombol *MODE*
Pada *display seven segment* dapat ditampilkan setting kecepatan motor.
- j) Untuk menghentikan / menstop motor, tekan tombol *STOP RESET*.

Single line rangkaian *Variable Speed Drive (VSD)* ditunjukkan pada gambar 3.2.

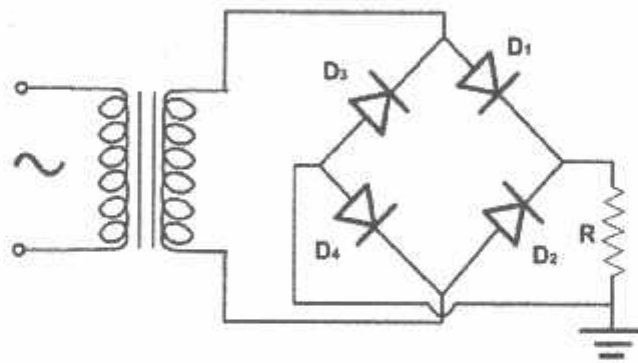


Gambar 3.2 Single line rangkaian (*VSD*)

Variable Speed Drive (VSD) terdiri dari *Rectifier*, *Optoisolator*, *Converter (ADC)*, *Rasio (perbandingan)*, *Volt per hertz (V/Hz)*, *PWM*, *PID*, *IGBT*.

3.2.1 Rectifier

Rectifier adalah alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik (AC) menjadi sinyal sumber arus searah (DC). Gelombang AC yang berbentuk gelombang sinus hanya dapat dilihat dengan alat ukur CRO. Rangkaian *rectifier* banyak menggunakan transformator *step down* yang digunakan untuk menurunkan tegangan sesuai dengan perbandingan transformasi transformator yang digunakan. Penyearah dibedakan menjadi 2 jenis, penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh, sedangkan untuk penyearah gelombang penuh dibedakan menjadi penyearah gelombang penuh dengan *center tap (CT)*, dan penyearah gelombang penuh dengan menggunakan dioda *bridge*.



Gambar 3.3 Singe Line Rangkaian *VSD*

Rectifier merupakan peralatan elektronika yang digunakan untuk mengubah tegangan listrik AC menjadi DC. *Rectifier* dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu ; *Rectifier* setengah gelombang dan *rectifier* gelombang penuh, sedangkan *rectifier* gelombang penuh masih dibagi lagi menjadi dua jenis, yaitu *Rectifier* gelombang penuh dengan menggunakan *CT*, dan *Rectifier* gelombang penuh dengan menggunakan jembatan dioda. *Rectifier* dapat digunakan untuk keperluan catu daya pada rangkaian elektronika seperti ; *HT (handy talky)*, televisi, Pesawat radio *CB (Cityzen Band)*, dan lain-lain.

3.2.2 Optocoupler

Optoisolator merupakan komponen semikonduktor yang tersusun atas *LED* infra merah dan sebuah *photo triac* yang digunakan sebagai pengendali *triac*. *Optoisolator* biasanya digunakan sebagai antar muka (*interface*) antara rangkaian pengendali dengan rangkaian daya (*triac*) dan juga sebagai pengaman rangkaian kendali, karena antara *LED* infra merah dan *photo triac* tidak terhubung secara elektrik, sehingga bila terjadi kerusakan pada rangkaian daya (*triac*) maka rangkaian pengendali tidak ikut rusak. *Optoisolator* biasanya terdiri dari dua macam yaitu *optoisolator* yang terintegrasi dengan rangkaian *zero crossing detector* dan *optoisolator* yang tidak memiliki rangkaian *zero crossing detector*. *Optoisolator* yang terintegrasi dengan *zero crossing detector* biasanya menggunakan *triac* sebagai *solid state relay (SSR)*, sedangkan pada *optoisolator* yang tidak terintegrasi dengan *zero crossing detector* biasanya menggunakan *triac* untuk mengendalikan tegangan.

3.2.3 Converter ADC

Analog To Digital Converter (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. *ADC* banyak digunakan sebagai Pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/ pengujian. Umumnya *ADC* digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/ berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer). *ADC (Analog to Digital Converter)* memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi. Kecepatan sampling suatu *ADC* menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam sample per second (*SPS*).

3.2.4 Rasio Volt per Hertz (V/Hz)

Rasio (perbandingan) *Volt per hertz (V/Hz)* adalah perbandingan antara besarnya tegangan suplay terhadap nilai frekuensi pada motor induksi yang akan diatur

kecepatannya. Pada motor induksi dengan tegangan 400 VAC, frekuensi 50 Hz, rasio V/Hz motor tersebut adalah sebesar $400/50 = 8$. Ini berarti, dengan frekuensi yang diiringi dengan variasi nilai tegangan ke motor, maka nilai torsi motor tersebut tetap konstan selagi rasio V/Hz pada *suplay power* ke motor tersebut tidak berubah.

3.2.5 PWM (Pulse Width Modulation)

PWM merupakan sebuah mekanisma untuk membangkitkan sinyal keluaran yang periodenya berulang antara *high* dan *low* dimana kita dapat mengontrol durasisinyal *high* dan *low* sesuai dengan yang kita inginkan. *Duty cycle* merupakan prosentase periode sinyal *high* dan periode sinyal, prosentase *duty cycle* akan bebanding lurus dengan tegangan rata-rata yang dihasilkan. Berikut ilustrasi sinyal *PWM*, misalkan kondisi *high* 5 V dan kondisi *low* 0 V. Pengaturan lebar pulsa modulasi atau *PWM* merupakan salah satu teknik yang baik digunakan dalam sistem kendali (*control system*) saat ini. Pengaturan lebar modulasi dipergunakan di berbagai bidang yang sangat luas, salah satu diantaranya adalah: *speed control* (kendali kecepatan), *power control* (kendali system tenaga), *measurement and communication* (pengukuran atau instrumentasi dan telekomunikasi).

3.2.6 PID (Proportional–Integral–Derivative controller)

Instrumentasi dan control industri tentu tidak lepas dari sistem instrumentasi sebagai pengontrol yang digunakan dalam keperluan pabrik. Sistem kontrol pada pabrik tidak lagi manual seperti dahulu, tetapi saat sekarang ini telah dibantu dengan perangkat kontroler sehingga dalam proses produksinya suatu pabrik bisa lebih efisien dan efektif. Kontroler juga berfungsi untuk memastikan bahwa setiap proses produksi terjadi dengan baik. *PID* (*Proportional–Integral–Derivative controller*) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Pengontrol *PID* adalah pengontrol konvensional yang banyak dipakai dalam dunia industri. Pengontrol *PID* akan memberikan aksi kepada *Control Valve* berdasarkan besar error yang diperoleh. *Control valve* akan menjadi aktuator yang mengatur aliran fluida dalam proses industri yang terjadi. Level air yang

diinginkan disebut dengan *Set Point*. *Error* adalah perbedaan dari *Set Point* dengan level air aktual.

3.2.7 *Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)*

IGBT merupakan gabungan antara *MOSFET* dengan *Transistor-bipolar* seperti terlihat pada gambar, dan kaki-kakinya dinamakan *G (gate)*, *C (collector)* dan *E (emitor)*. Bedanya dengan transistor, *IGBT* memiliki impedansi input yang sangat tinggi sehingga tidak membebani rangkaian pengendalinya (atau sering disebut rangkaian driver). Kemudian disisi output, *IGBT* memiliki tahanan (*Roff*) yang sangat besar pada saat tidak menghantar, sehingga arus bocor sangat kecil. Sebaliknya pada saat menghantar, tahanan pensaklaran (*Ron*) sangat kecil, mengakibatkan tegangan jatuh (*voltage drop*) lebih kecil daripada transistor pada umumnya. Disamping itu, *IGBT* memiliki kecepatan pensaklaran/frekuensi kerja yang lebih tinggi dibanding transistor lainnya. Oleh sebab itulah mengapa *IGBT* sering digunakan dalam *driver* (alat penggerak motor) yang membutuhkan arus yang besar dan beroperasi di tegangan tinggi, karena memiliki efisiensi yang lebih baik dibanding jenis transistor lainnya. Selain memiliki kelebihan seperti di atas, *IGBT* juga memiliki kekurangan. Diantaranya, harganya lebih mahal dibanding transistor biasa, sehingga jarang dipakai dalam alat elektronika rumah tangga. Berbeda dengan *driver* penggerak motor listrik yang membutuhkan arus besar hingga ratusan bahkan ribuan ampere.



Gambar 3.4 *IGBT*

Selain itu *IGBT* juga rentan rusak pada saat *standby* (tidak menghantar) apabila tegangan pengendali (tegangan antara *gate* dengan *source/emitor*) hilang ($=0v$), maka *IGBT* bisa jebol/*short*. Oleh sebab itu meskipun sedang tidak bekerja/menghantar

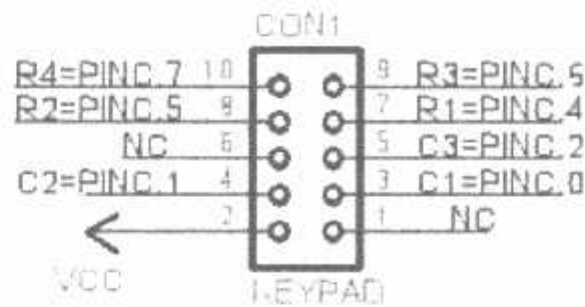
input/gate IGBT harus diberi tegangan *standby* sekitar 2 - 15 V tergantung spesifikasi *IGBT*. Sedangkan untuk jumlah kaki, pada dasarnya *IGBT* memiliki jumlah kaki sama dengan transistor yakni 3 kaki. Terdiri dari *gate*, di *transistor* disebut basis, lalu drain atau sering disebut *collector* pada *transistor*, dan terakhir *source* atau sering disebut *emitor*. Seperti gambar di atas, yang pertama *IGBT* sedang yang kedua transistor yang biasa kita temui.

3.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada tugas akhir ini adalah modul *DT-AVR LOW COST MICRO SYSTEM* dengan IC *ATMEGA16*. *Mikrokontroler* ini tidak memiliki fitur *DAC*, sehingga *output* dari *mikrokontroler* yang akan masuk ke *VSD* harus dikonversi dulu oleh *DAC* agar sinyal kontrol dari *mikrokontroler* dapat dibaca oleh *VSD*. Sinyal 8 bit yang dikirimkan oleh *mikrokontroler* akan dikonversi menjadi tegangan *DC* yang berkisar antara 0 sampai 5 volt oleh modul *DAC*. Program yang digunakan dalam *mikrokontroler* berfungsi untuk memilih *range* kecepatan putar motor yang diinginkan atau untuk mengatur frekuensi dari sinyal tegangan output *VSD*. Sebagai rangkaian bantuan digunakan rangkaian *LCD* sebagai *display* dan rangkaian *keypad* untuk memberikan inputan *range* kecepatan dan jarak putar yang diinginkan. Selain itu juga terdapat *encoder* sebagai *feedback* dari motor untuk mengetahui jarak putar yang telah dijalankan. Sehingga jika telah tercapai jarak putar yang diinginkan *mikrokontroler* akan mengirimkan sinyal untuk menghentikan putaran motor pada *VSD*.

3.4 Keypad

Rangkaian *keypad* berfungsi untuk memberikan inputan pada mikrokontroler sehingga dapat memberikan sinyal kontrol yang sesuai pada *output*. *Keypad* yang digunakan adalah jenis rangkaian keypad 3x4 dengan model rangkaian seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian *Keyped*

Input yg diberikan oleh rangkaian *keypad* adalah pemilihan *range* kecepatan yang diinginkan dan jarak putar yang harus dijalankan oleh motor AC 3 fasa. Nilai *variable* yang diinputkan pada *keypad* akan ditampilkan pada rangkaian *display*. Frekuensi dikontrol dengan berbagai macam cara yaitu : melalui *keypad (local)*, dengan *external potensiometer*, Input 0 ~ 10 VDC , 4 ~ 20 mA atau dengan preset memori. Semua itu bisa dilakukan dengan mengisi parameter program yang sesuai. Beberapa parameter yang umum dipergunakan/ minimal adalah sebagai berikut (istilah/nama parameter bisa berbeda untuk tiap merk) :

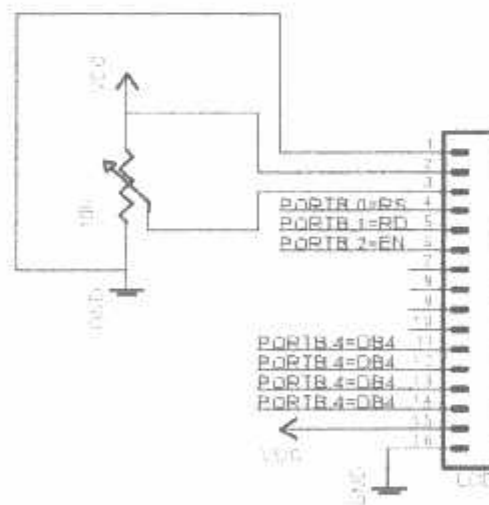
- *Display* : Untuk mengatur parameter yang ditampilkan pada *keypad display*.
- *Control* : Untuk menentukan jenis *control local/ remote*.
- *Speed Control* : Untuk menentukan jenis *control frekuensi reference*
- *Voltage* : Tegangan *Suply Inverter*.
- *Base Freq.* : Frekuensi tegangan *supply*.
- *Lower Freq.* : Frekuensi operasi terendah.
- *Upper Freq.* : Frekuensi operasi tertinggi.
- *Stop mode* : *Stop* bisa dengan *braking*, penurunan frekuensi dan di lepas seperti starter *DOL/Y-D*.

- *Acceleration* : *Setting* waktu Percepatan.
- *Deceleration* : *Setting* waktu Perlambatan.
- *Overload* : *Setting* pembatasan arus.
- *Lock* : Penguncian *setting* program.

Jika beban motor memiliki inerti yang tinggi maka perlu diperhatikan beberapa hal dalam *acceleration* dan *deceleration*. Untuk *acceleration*/percepatan akan memerlukan torsi yang lebih, terutama pada saat start dari kondisi diam. Pada saat *deceleration*/perlambatan, energi inerti beban harus didisipasi/dibuang. Untuk perlambatan dalam waktu singkat atau pengereman, maka energi akan dikembalikan ke sumbernya. Motor dengan beban yang berat pada saat dilakukan pengereman akan berubah sifat menjadi "generator". Jadi energi yang kembali ini akan masuk ke dalam *DC Bus Inverter* dan terakumulasi di sana karena terhalang oleh *rectifier*. Sebagai pengamanan, *inverter* akan *trip* jika level tegangan *DC Bus* melebihi batas yang ditoleransi. Untuk mengatasi *tripnya inverter* dalam kondisi ini diperlukan *resistor brake*. *Resistor brake* akan membuang tegangan yang lebih dalam bentuk panas. Besar kecilnya *resistor brake* ini sangat tergantung dengan beban dan siklus kerja *inverter*.

3.5 Display

Display yang digunakan adalah rangkaian *LCD* yang mempunyai 16 pin konektor, yang didefinisikan sebagai berikut.



Gambar 3.6 Rangkaian *Display*

3.6 Encoder

Encoder yang digunakan berfungsi sebagai sensor jumlah putaran motor yang telah ditempuh. Ketika motor melakukan putaran, maka *encoder* akan mengirimkan *sinyal pulse* pada *mikrokontroler* untuk diproses lebih lanjut. Data *pulse* dari *encoder* akan menentukan jumlah putaran motor yang telah tercapai, sekaligus juga menentukan panjang bahan yang telah tergulung pada motor. Ketika data *pulse* dari *encoder* sudah mencapai nilai yang sama dengan nilai data input pada *mikrokontroler*, maka *mikrokontroler* akan berhenti mengirimkan sinyal pada *VSD* untuk memutar motor.

3.7 Program Mikrokontroler

Program *mikrokontroler* yang digunakan bertujuan untuk memberikan input panjang bahan yang harus digulung dan *range* kecepatan yang ingin digunakan. Dalam tugas akhir ini menggunakan *software codevision* untuk memprogram *IC mikrokontroler ATMEGA 16* yang digunakan. Data *range* kecepatan motor dan jarak putaran yang diinginkan diinputkan pada keypad untuk memberikan nilai *variabel* pada *mikrokontroler*. Ketika data telah diinputkan, maka *mikrokontroler* akan mengirimkan sinyal kepada *VSD* untuk memutar motor dengan kecepatan yang diinputkan pada keypad. Motor akan terus berputar hingga jarak putar yang telah diinputkan pada keypad tercapai. *Encoder* akan memberikan sinyal pada *mikrokontroler* untuk mengetahui jarak putar motor *AC 3 phasa* yang telah tercapai. Ketika sinyal dari *encoder* telah sesuai dengan jarak putar yang diinputkan pada *keypad*, maka *mikrokontroler* akan berhenti mengirimkan sinyal pada *VSD*.

BAB IV
PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengukuran Tegangan Output Variable Speed Drive

Untuk mengetahui data yang ada pada peralatan *Variable Speed Drive (VSD)* diperlukan suatu pengujian dan pengukuran pada peralatan tersebut, pengujian dilakukan agar mendapatkan hasil berupa perubahan disetiap frekuensi dari range 5 Hz – 50 Hz. Pengukuran tegangan Output dapat dilakukan dengan menggunakan AVO Meter yg diukur dikedua fasa pada peralatan *Variable Speed Drive (VSD)* yang terhubung dengan motor induksi 3 fasa dan hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Pengukuran Tegangan Output *Variable Speed Drive (VSD)*

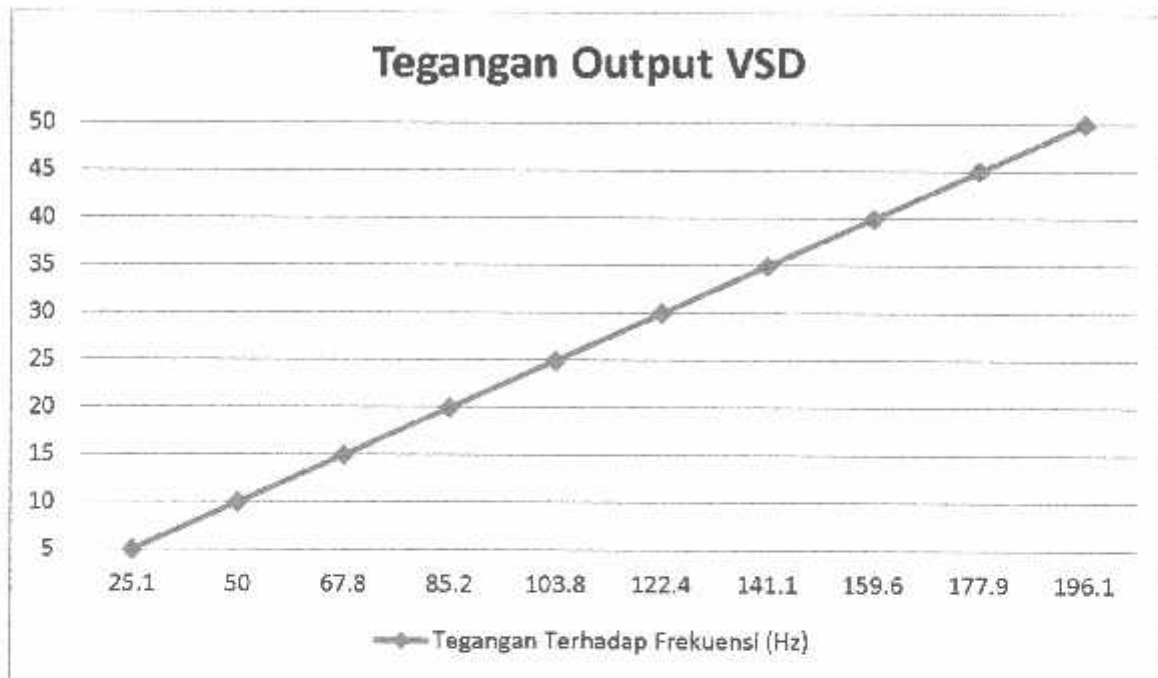
No.	Frekuensi (Hz)	Tegangan Output VSD
1	5	25,1
2	10	50,0
3	15	67,8
4	20	85,2
5	25	103,8
6	30	122,4
7	35	141,1
8	40	159,6
9	45	177,9
10	50	196,1

3.8 Flowchart



Gambar 3.7 Flowchat Penggunaan Variable Speed Drive (VSD)

Dari hasil pengukuran tersebut dapat dilihat bahwa, *Variable Speed Drive (VSD)* ini sistem kerjanya baik. Karena jika frekuensi tinggi maka tegangannya semakin tinggi juga, seperti yang terlihat pada Grafik 4.1.



Grafik 4.1 Tegangan terhadap frekuensi

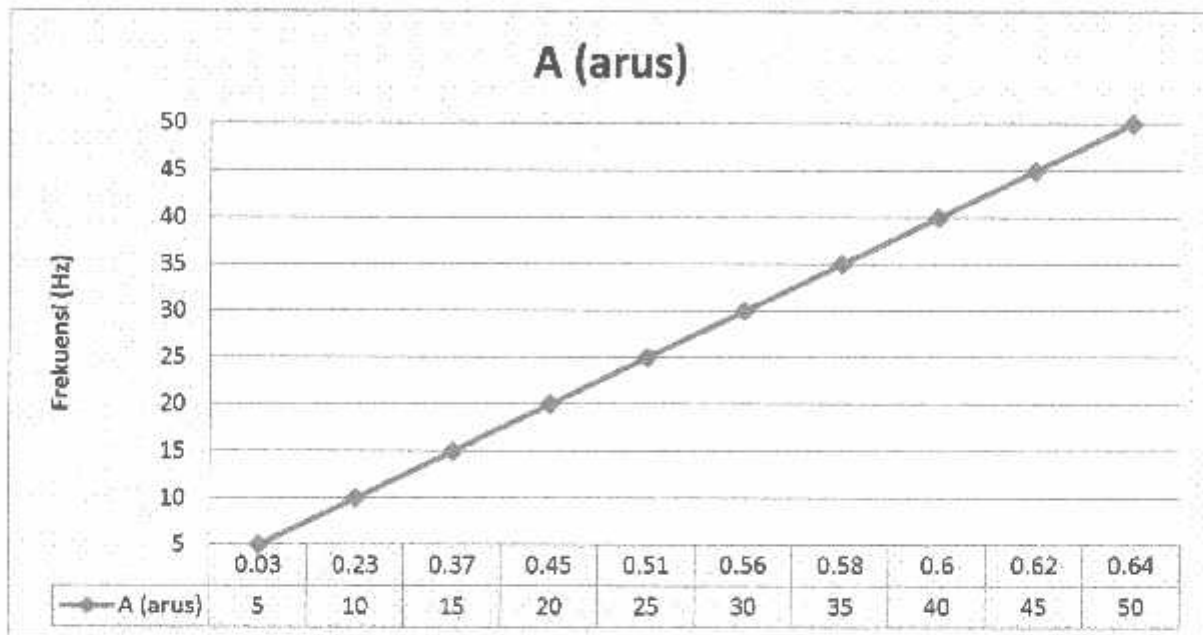
4.2 Pengukuran Frekuensi Terhadap Arus

Pengujian pengaruh pengaturan kecepatan motor induksi dengan mengubah frekuensi dapat dilihat pada tabel 4.2. Sesuai dengan teori pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa dengan cara merubah frekuensinya maka kelemahannya adalah apabila frekuensi yang diberikan ke *Variable Speed Drive (VSD)* kecil maka arus yang dikeluarkan akan semakin besar. Dan apabila frekuensi yang diberikan besar mencapai 50 Hz maka arus yang dikeluarkan inverter akan semakin kecil. Untuk membuktikan teori tersebut maka kita dapat melihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian Ferkuensi Terhadap Arus

No.	Input AC	Frekuensi (Hz)	Arus (A)		
			U	V	W
1	220 Volt	5	0,03	0,03	0,03
2		10	0,23	0,23	0,23
3		15	0,37	0,37	0,37
4		20	0,45	0,45	0,45
5		25	0,51	0,51	0,51
6		30	0,56	0,56	0,56
7		35	0,58	0,58	0,58
8		40	0,60	0,60	0,60
9		45	0,62	0,62	0,62
10		50	0,64	0,64	0,64

Pada tabel tersebut dapat dianalisa bahwa semakin kecil frekuensi maka semakin kecil arus yang dikeluarkan oleh *Variable Speed Drive (VSD)*. Dan sebaliknya semakin besar frekuensi maka semakin besar pula arus yang dikeluarkan oleh *Variable Speed Drive (VSD)*. Dari data tersebut maka apabila arus yang dikeluarkan oleh *inverter* terlalu besar maka dapat merusak motor induksi. Hasil pengukuran tersebut bisa dilihat dalam bentuk Grafik 4.2.



Grafik 4.2 Frekuensi terhadap Arus

Merujuk pada Grafik 4.2 pada grafik perbandingan antara besarnya arus berbanding lurus dengan besarnya frekuensi. Apabila arus besar maka frekuensi besar dan apabila arus kecil maka frekuensi kecil. Kenyataan seperti itu akan menyebabkan kerusakan pada motor induksi. Pengaturan kecepatan motor induksi dilakukan dengan cara mengubah-ubah frekuensi kerapatan fluk tidak akan setimbang. Maka agar menjaga kerapatan fluk, perubahan frekuensi harus dilakukan bersamaan dengan perubahan tegangan. Pengaturan frekuensi untuk mengendalikan kecepatan motor induksi biasanya dibarengi juga dengan pengaturan tegangan masukan VI yang sebanding dengan frekuensi tersebut karena untuk mendapatkan fluk konstan,

4.3 Perhitungan Pada Putaran Kecepatan Motor

Hasil perhitungan pada putaran kecepatan motor dari rumus berikut :

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

Contoh perhitungan pada frekuensi 5 Hz Adalah :

$$Ns = \frac{120 \cdot 5}{4} = 150 \text{ Rpm}$$

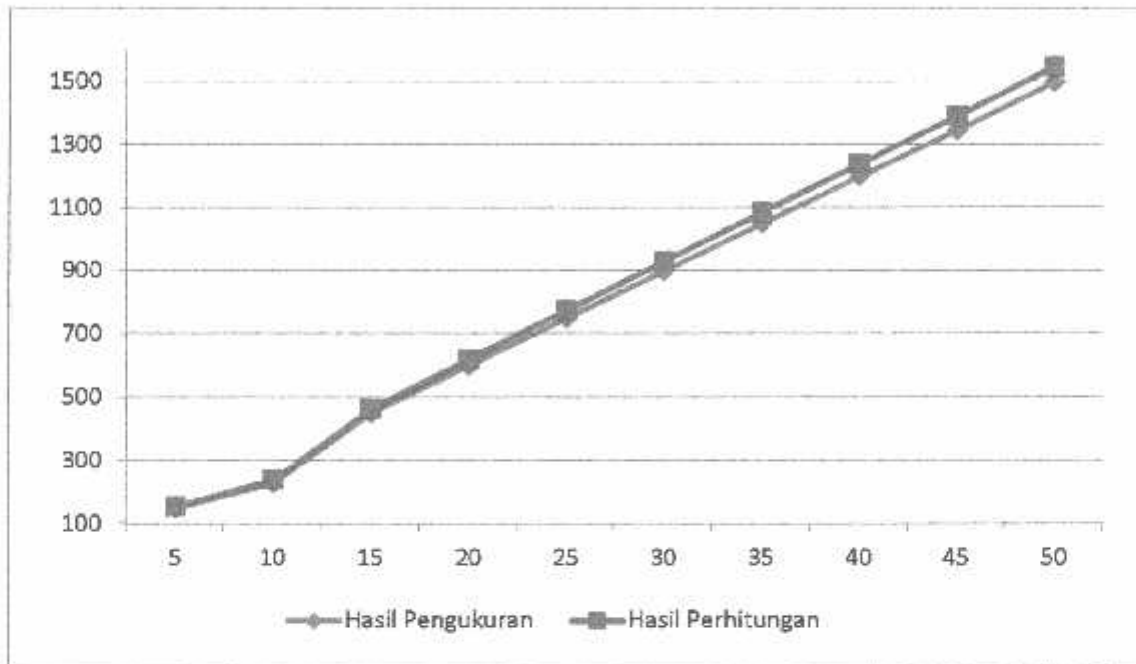
Dengan cara yang sama, hasil perhitungan frekuensi dari 5 Hz – 50 Hz dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran, Perhitungan dan Error kecepatan motor

No.	Frekuensi (Hz)	Kecepatan (rpm)		Error %
		Pengukuran	Perhitungan	
1	5	148	150	0,01
2	10	299	300	0,003
3	15	448	450	0,004
4	20	599	600	0,001
5	25	748	750	0,002
6	30	898	900	0,002
7	35	1048	1050	0,001
8	40	1198	1200	0,001
9	45	1345	1350	0,003
10	50	1498	1500	0,001

Dari table 4.3 diatas dapat dilihat pada grafik 4.3 adanya perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan teori tidak terlalu besar karena adanya rugi-rugi yang disebabkan pemilihan komponen yang kurang bagus, dan terjadi penurunan tegangan. Karena komponen dari rangkaian penyearah kurang bagus, missal kapasitor yang digunakan kurang besar maka tingkat penurunan lebih besar.

Grafik 4.3 Hasil Pengukuran dan Perhitungan kecepatan motor



Grafik 4.3 Hasil Pengukuran dan Perhitungan kecepatan Motor

pada grafik 4.3 diatas menunjukkan perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan teori tidak terlalu besar. dari kedua data tersebut dapat dihitung *error* antara perhitungan dan juga pengukuran, menggunakan rumus Perhitungan *Error* sebagai berikut :

$$\text{Error} = \frac{\text{Teori perhitungan} - \text{hasil Pengukuran}}{\text{Teori perhitungan}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan pada frekuensi 5 Hz Adalah :

$$\text{Error} = \frac{150 - 148}{150} \times 100\% = 0,01 \%$$

Dengan cara yang sama, hasil perhitungan frekuensi dari 5 Hz – 50 Hz dapat dilihat pada tabel 4.3.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian alat maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Peralatan *Variable Speed Drive (VSD)* untuk pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa kecepatan 148 rpm pada frekuensi 5 Hz sampai sekitar 1498 RPM pada frekuensi 50 Hz.
2. Jika Tegangan pada *Variable Speed Drive (VSD)* tinggi maka kecepatannya semakin tinggi.
3. Apabila frekuensi yang diberikan ke *Variable Speed Drive (VSD)* kecil maka arus yang dikeluarkan akan semakin besar

5.2 Saran

Adapun Sara-saran Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang disampaikan berdasarkan hasil pengamatan dan analisa selama melakukan perhitungan dan pengukuran penggunaan *variable speed drive (VSD)* adalah sebagai berikut :

1. Sebelum menerapkan sistem terlebih dahulu harus dipastikan tegangan jala-jala adalah 220V.
2. Perlu ditambahkan dengan pengembangan filter harmonisa pada sisi outputnya.

Daftar Pustaka

1. Zuhail "Dasar Tenaga Listrik" ITB BANDUNG 2000.
 2. Kristianto H " Inverter Treprogram Berbasis Atmega 8535sebagai sumber listrik untuk penerangan" Proyek akhir PENS ITS 2010.
 3. Andrianto heri "Pemrograman Mikrokontroller AVRATMEGA16" Informatika, 2008.
 4. Dimas Pungky,"Rancang Bangun Inverter Satu Fase pada Daya Rumah Tangga/switching PWM)",Proyek Akhir PENS-ITS 2010<http://teknikelektronika.com/>
 5. <http://teknikelektronika.com/>
-

LAMPIRAN



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Berdungan 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

**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Randa Praduta
N.I.M : 1352002
Jurusan/Prodi : Teknik Listrik DIII
Masa Bimbingan : Semester Genap 2015-2016
Judul : PENGGUNAAN *VARIABLE SPEED DRIVE (VSD)* UNTUK
MENGATUR KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN MERUBAH
FREKUENSI.

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Tugas Akhir Jenjang diploma tiga pada :

Hari : Senin
Tanggal : 8 Agustus 2016
Nilai : 82 (A)

Panitia Ujian Tugas Akhir :

Ketua Majelis Penguji

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP. Y. 1028400082

Sekretaris Majelis Penguji

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP. Y. 1028700172

Anggota Penguji :

Penguji Pertama

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP. Y. 1018800190

Penguji Kedua

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP. Y. 1028700172



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

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

PT RNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA : RANDA PRADUTA
NIM : 1352002
MASA BIMBINGAN : SEMESTER GENAP 2015/2016
JUDUL : PENGGUNAAN VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) UNTUK MENGATUR KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN MERUBAH FREKUENSI

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	29 Juli 06	Buat blok diagram rangkaian alat	As
2	30 Juli 06	Berikan penjelasan prinsip masing-	
3		masing rangkaian	As
4	5 Agustus 06	Tambahkan Penjelasan tentang Setting VSD nya	As
5	10 Agst 06	lanjutkan bab iv (pengujian alat)	As
6	20 Agst 06	Tambahkan Tabel pengujian fthd tegangan arus, dan kee.	As
7	22 Agst 06	lanjutkan bab v (kesimpulan)	As
8	26 Agst 06	Revisi kesimpulan, sesuaikan dengan Tujuan dan rumusan masalah	As
9	28 Agst.	Ace mengoleksi T.A	As
10			

Malang, 06 sept 2016
Dosen Pembimbing I,

Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y : 10118700151



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

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

PT. SNI (PERSEFO) MALANG
 BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigurgura 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

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA : RANDA PRADUTA
 N.I.M : 1352002
 MASA BIMBINGAN : SEMESTER GENAP 2015/2016
 JUDUL : PENGGUNAAN VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) UNTUK MENGATUR KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN MERUBAH FREKUENSI

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	Selasa 26/7 2016	lutar belakang, Rumusan Masalah dan Tujuan.	
2	Jumat 29/7 16	Ace Bab I.	
3	Sabtu 30/7 16	landasan Teori : Motor Induksi 3 fasa Inventar 3 fasa.	
4	Minggu 31/7 16	Ace Bab II	
5	Selasa 2/8 16	Perancangan diperjelas ^{untuk} Variasi frekuensi	
6	4/8 16	Validasi dengan perhitungan : $n_s = \frac{120f}{p}$ (rpm)	
7	Sabtu 6/8 16	Ace Bab III dan IV	
8	Minggu 7/8 16	Bab V Penutup diperbaiki, secara.	
9			
10			

Malang, 2 Sept 2016
 Dosen Pembimbing II,

Laubil Mahfudz Hayusman ST, MT
 NIP.P.1031400472

1. Read first

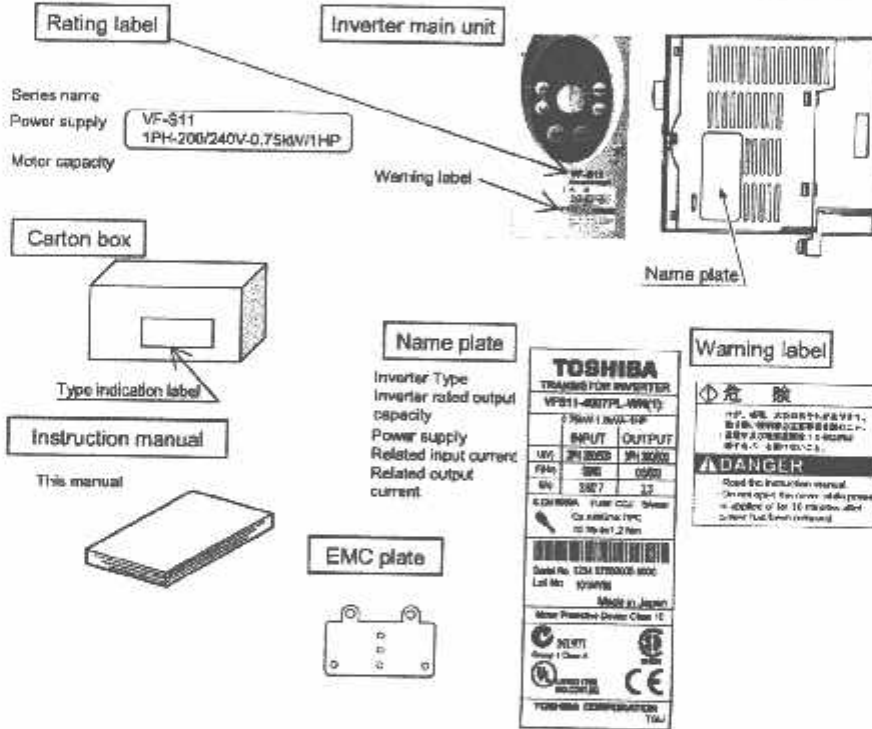
1.1 Check product purchase

Before using the product you have purchased, check to make sure that it is exactly what you ordered.

Warning

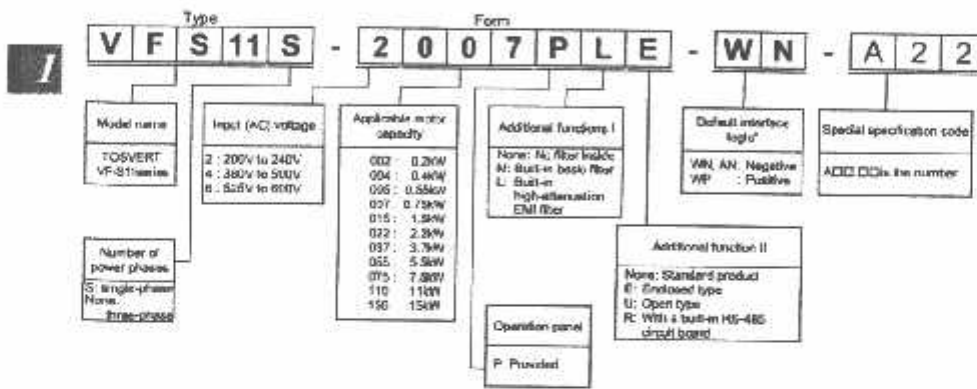
Mandatory Use an inverter that conforms to the specifications of power supply and three-phase induction motor being used. If the inverter being used does not conform to those specifications, not only will the three-phase induction motor not rotate correctly, it may also cause serious accidents through overheating and fire.

7



1.2 Contents of the product

Explanation of the name plate label.

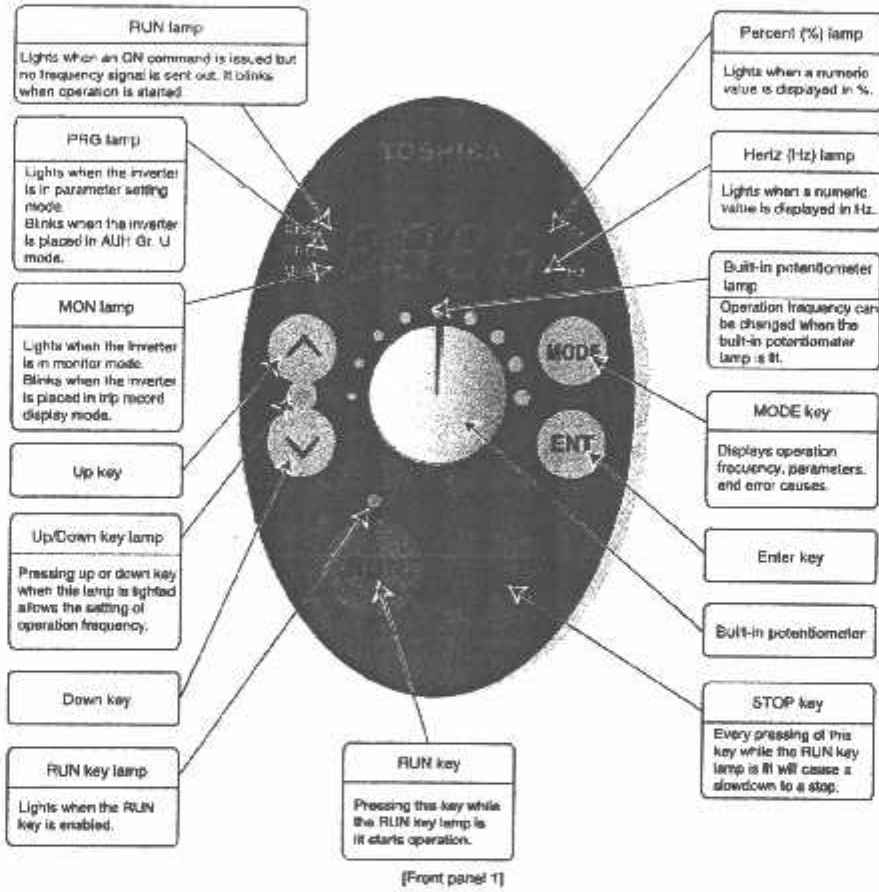


* This code represents the factory default logic setting. You can switch from one input/output logic to the other using slide switch SW1. (See 2.3.2)

Warning: Always shut power off first then check the ratings label of inverter held in a cabinet.

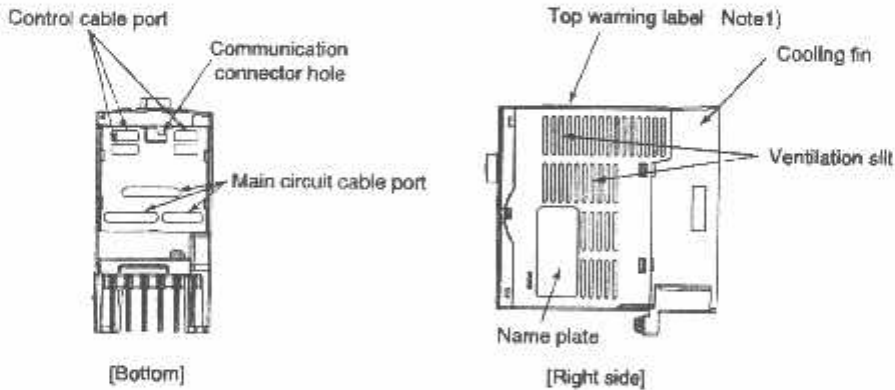
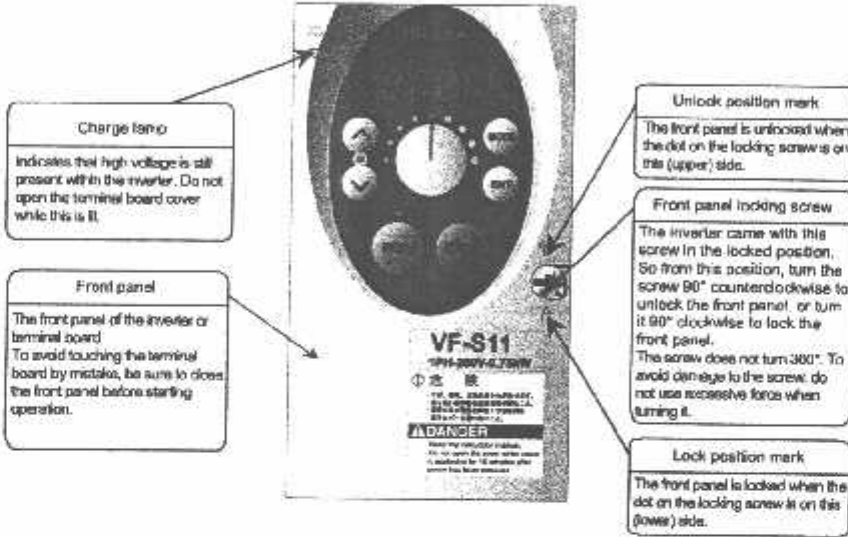
1.3 Names and functions

1.3.1 Outside view



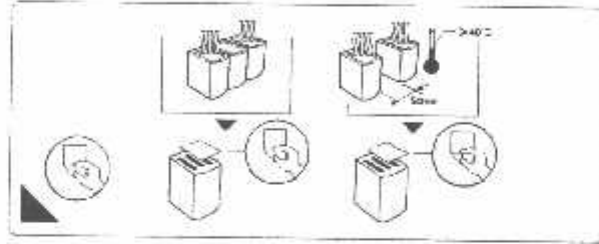
1

7



Note 1) Remove this seal when installing the inverter side by side with other inverters where the ambient temperature will rise above 40°C.

Example of the label



1.3.2 Power circuit and control circuit terminal boards

In case of the lug connector, cover the lug connector with insulated tube, or use the insulated lug connector.

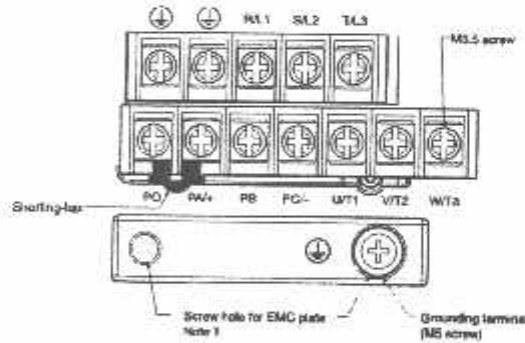
Note 1: EMC plate is supplied as standard

1) Power circuit terminal board

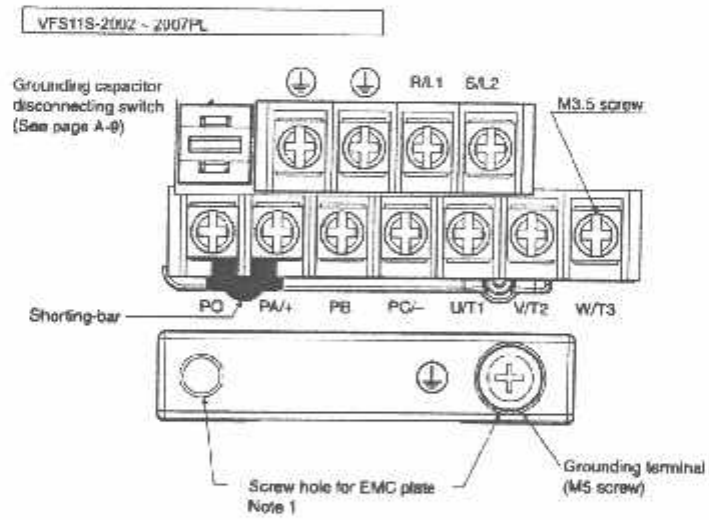
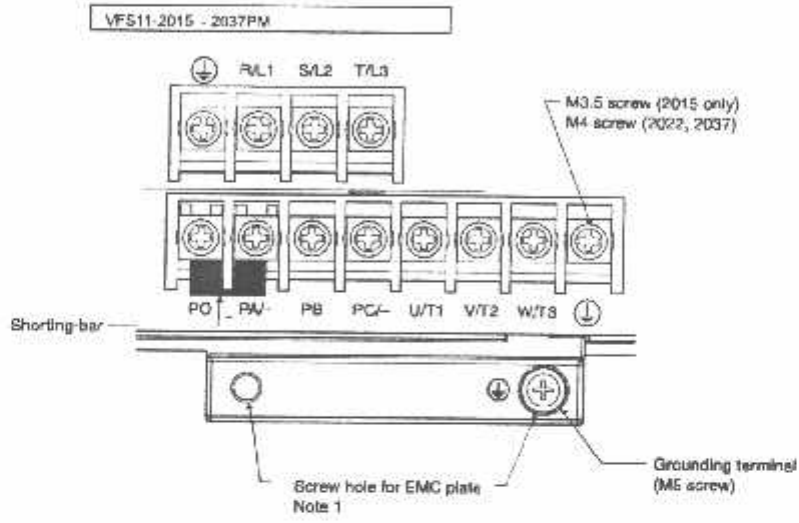
In case of the lug connector, cover the lug connector with insulated tube, or use the insulated lug connector.

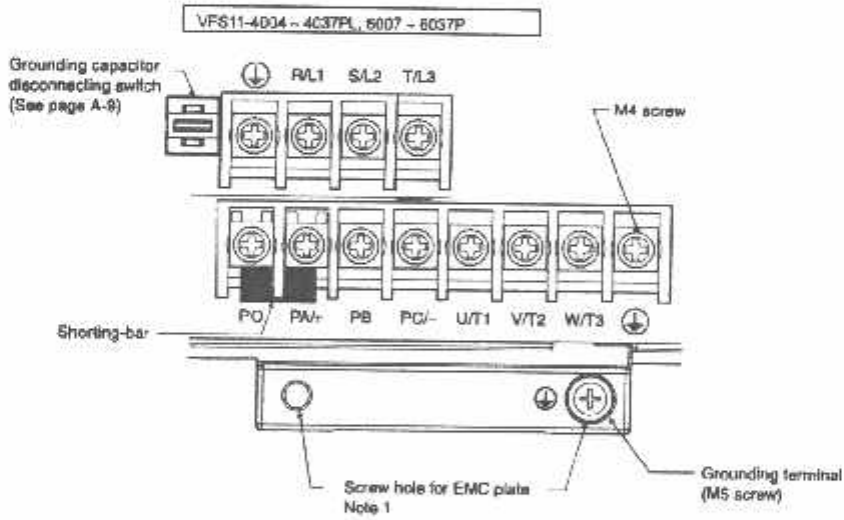
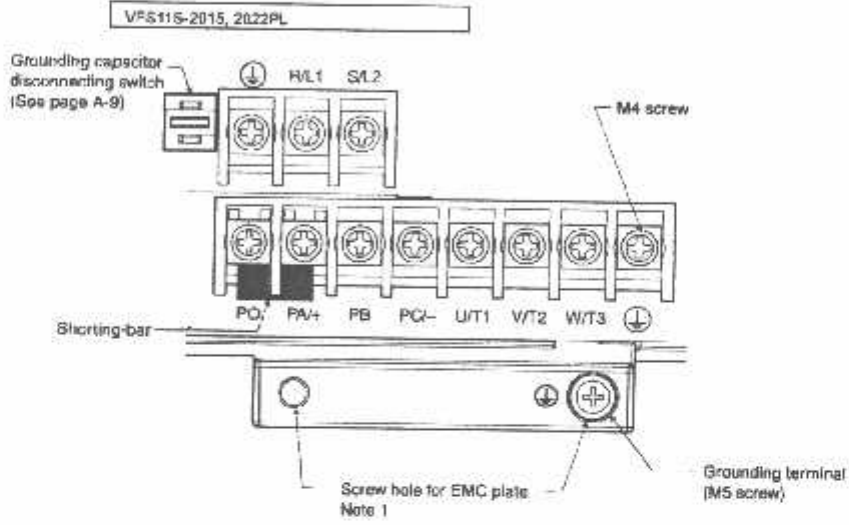
Screw size	Tightening torque	
M3.6 screw	0.9Nm	7.1lb • in
M4 screw	1.3Nm	10.7lb • in
M5 screw	2.5Nm	22.3lb • in
M6 screw	4.5Nm	40.3lb • in

VFS11-2002 - 2007PM



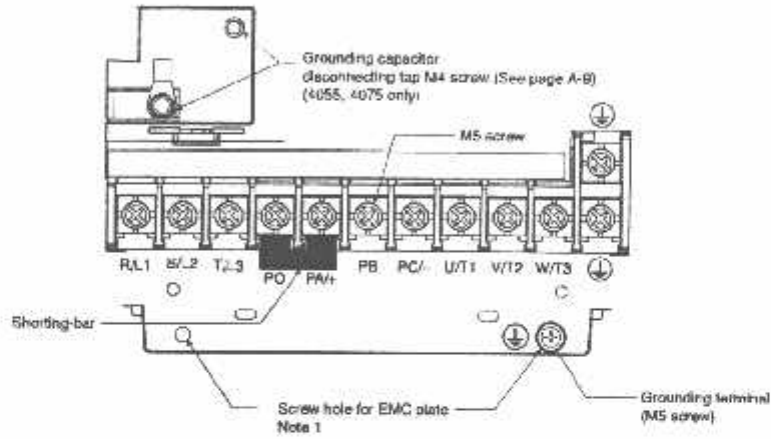
1



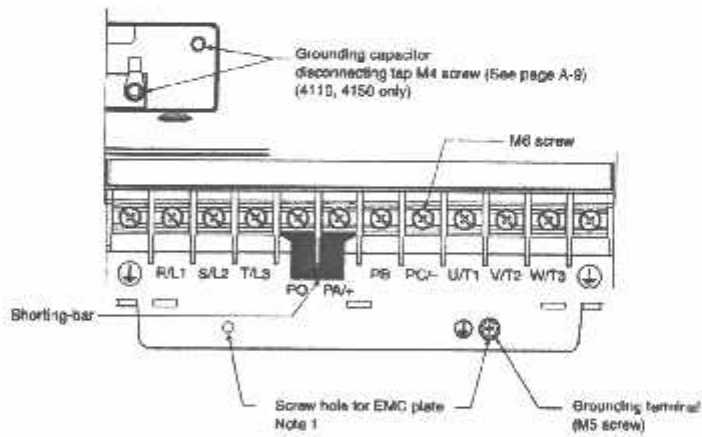


1



VFS11-2055, 2075PM
-4055, 4075PL, 8055, 8075P



VFS11-2110, 2150PM
-4110, 4150PL, 6110, 6150P



2) Grounding capacitor disconnecting switch and taps

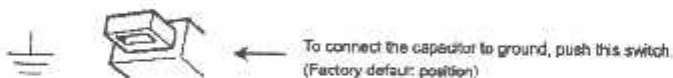
 Warning	
 Mandatory	The grounding capacitor disconnecting tap is provided with a protection cover. To avoid shock hazards, always attach the cover after connecting or disconnecting the capacitor to or from the tap.

1

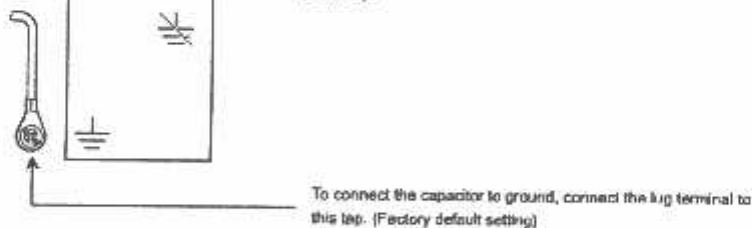
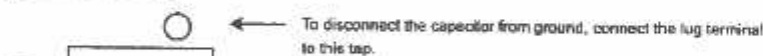
Every single-phase 240V/three-phase 500V model has a built-in high-attenuation noise filter, which is grounded through a capacitor. If you want to disconnect the capacitor from the grounding line to reduce the amount of leakage current, you can do so easily using the switch or tap. Keep in mind, however, that disconnecting the capacitor from the grounding line causes the inverter to become non-compliant with the EMC directive. Also note that the inverter must always be turned off before the capacitor is disconnected or reconnected.

Note) In case of three phase 500V-4.0kW model, if you disconnect the capacitor from ground, set the parameter of carrier frequency *F300* to 4kHz or less with motor cable length 30m or less.

4.0kW or less : Switch



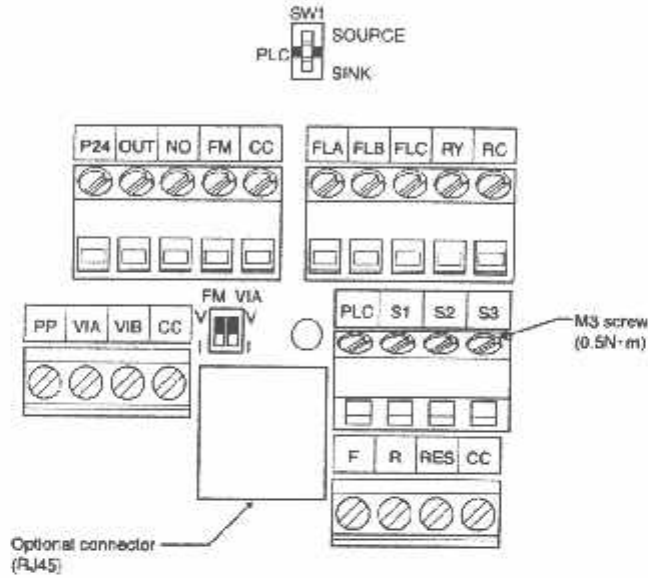
5.5kW or more : Tap



3) Control circuit terminal board

The control circuit terminal board is common to all equipment.

1



Wire size

Solid wire: 0.3 ~ 1.5 (mm²)

Stranded wire: 0.3 ~ 1.5 (mm²)
(AWG 22 ~ 16)

Sheath strip length: 6 (mm)

Screwdriver: Small-sized flat-blade screwdriver

(Blade thickness: 0.4 mm or less, blade width: 2.2 mm or less)

Factory default settings of slide switches

SW1: SINK (Negative) side (WN, AN type)

SOURCE (Positive) side (WP type)

FM: V side

VIA: V side

See 2.3.2 for details on all terminal functions.

1.3.3 How to open the front (terminal board) cover

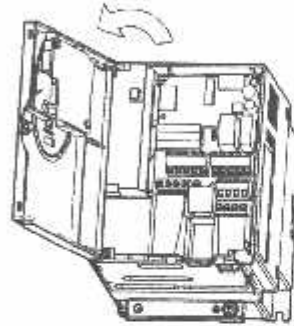
To wire the terminal board, remove the front lower cover in line with the steps given below.

(1)



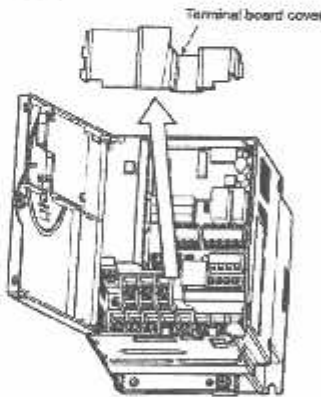
Turn the locking screw on the right side of the front panel 90° counterclockwise to align the dot on the screw with the unlock position mark (upper side). To avoid damage to the screw, do not apply excessive force to turn the screw more than 90 degrees.

(2)



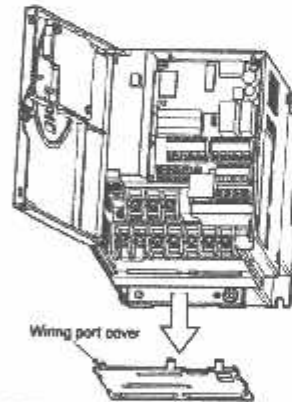
Pull the front panel toward you and swing it open to the left.

(3)



Remove the terminal board cover by pulling it up toward you.

(4)



Remove the wiring port cover by pulling it down, pass cables through the wiring port, and connect the cables to the terminal board.



7

1.4 Notes on the application

1.4.1 Motors

When the VF-S11 and the motor are used in conjunction, pay attention to the following items.

7

 Warning	
 Mandatory	Use an inverter that conforms to the specifications of power supply and three-phase induction motor being used. If the inverter being used does not conform to those specifications, not only will the three-phase induction motor not rotate correctly, but it may cause serious accidents through overheating and fire.

Comparisons with commercial power operation.

The VF-S11 inverter employs the sinusoidal PWM system. However, the output voltage and output current are not perfect sine waves, they have a distorted wave that is close to sinusoidal waveform. This is why compared to operation with a commercial power there will be a slight increase in motor temperature, noise and vibration.

Operation in the low-speed area

When running continuously at low speed in conjunction with a general purpose motor, there may be a decline in that motor's cooling effect. If this happens, operate with the output decreased from rated load.

To carry out low-speed operation continuously at the rated torque, we recommend to use a inverter rated motor or a forced cooled motor designed for use with an inverter. When operating in conjunction with a inverter rated motor, you must change the inverter's motor overload protection level to VF motor use ($\beta L \uparrow$).

Adjusting the overload protection level

The VF-S11 inverter protects against overloads with its overload detection circuits (electronic thermal). The electronic thermal's reference current is set to the inverter's rated current, so it must be adjusted in line with the rated current of the general purpose motor being used in combination.

High speed operation at and above 60Hz

Operating at frequencies greater than 60Hz will increase noise and vibration. There is also a possibility this will exceed the motor's mechanical strength limits and the bearing limits so you should inquire to the motor's manufacturer about such operation.

Method of lubricating load mechanisms

Operating an oil-lubricated reduction gear and gear motor in the low-speed areas will worsen the lubricating effect. Check with the manufacturer of the reduction gear to find out about operable gearing area.

Low loads and low inertia loads

The motor may demonstrate instability such as abnormal vibrations or overcurrent trips at light loads of 50 % or under of the load percentage, or when the load's inertia moment is extremely small. If this happens reduce the carrier frequency.

Occurrence of instability

Unstable phenomena may occur with the load and motor combinations shown below.

- Combined with a motor that exceeds applicable motor ratings recommended for the inverter
- Combined with special motors
- For 600V class or 660V class with long cable

To deal with the above lower the settings of inverter carrier frequency.

- Combined with couplings between load devices and motors with high backlash

When using the inverter in the above combination, use the S-pattern acceleration/deceleration function, or when vector control is selected, adjust the speed control response/stability factor or switch to V/f control mode.

- Combined with loads that have sharp fluctuations in rotation such as piston movements

In this case, adjust the response time (inertial moment setting) during vector control or switch to V/f control.

Braking a motor when cutting off power supply

A motor with its power cut off goes into free-run, and does not stop immediately. To stop the motor quickly as soon as the power is cut off install an auxiliary brake. There are different kinds of brake devices, both electrical and mechanical. Select the brake that is best for the system.

Load that produces regenerative torque

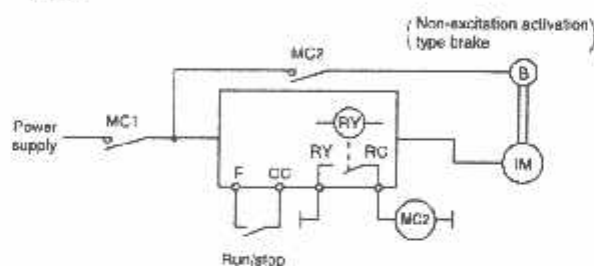
When combined with a load that produces regenerative torque, the overvoltage or overcurrent protection function may be activated to trip the inverter. For this kind of situation, you must install a dynamic braking resistor that complies with the load conditions, or increase deceleration time.

I

Braking motor

When using a braking motor, if the braking circuit is directly connected to the inverter's output terminals, the brake cannot be released because of the lowered starting voltage. Therefore, when using a braking motor, connect the braking circuit to the inverter's power supply side, as shown in the figure below. Usually, braking motors produce larger noise in low speed ranges.

Note: In the case of the circuit shown on the below, assign the function of detecting low-speed signals to the RY and RC terminals. Make sure the parameter $F \ 3 \ 0$ is set to 4 (factory default setting).



Measures to protect motors against surge voltages

In a system in which a 500V-class inverter is used to control the operation of a motor, very high surge voltages may be produced. When applied to the motor coils repeatedly for a long time, may cause deterioration of their insulation, depending on the cable length, cable routing and types of cables used. Here are some examples of measures against surge voltages.

- (1) Lower the inverter's carrier frequency.
- (2) Set the parameter $F \ 3 \ 15$ (Carrier frequency control mode selection) to 2 or 3.
- (3) Use a motor with high insulation strength.
- (4) Insert an AC reactor or a surge voltage suppression filter between the inverter and the motor.

1.4.2 Inverters

Protecting inverters from overcurrent

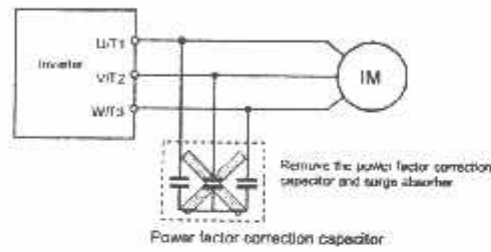
The inverter has an overcurrent protection function. The programmed current level is set to the inverter's maximum applicable motor. If the motor used has a small capacity, the overcurrent level and the electronic thermal protection must be readjusted. If adjustment is necessary, see 5-13, and make adjustments as directed.

Inverter capacity

Do not use a small-capacity (kVA) inverter to control the operation of a large-capacity motor (two-class or more larger motor), no matter how light the load is. Current ripple will raise the output peak current making it easier to set off the overcurrent trip.

Power factor correction capacitor

Power factor correction capacitors cannot be installed on the output side of the inverter. When a motor is run that has a power factor correction capacitor attached to it, remove the capacitors. This can cause inverter malfunction trips and capacitor destruction.

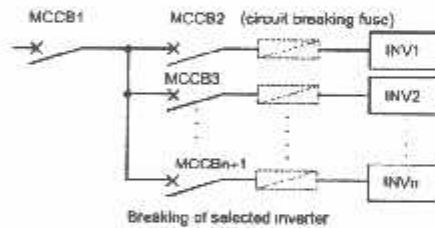


7

Operating at other than rated voltage

Connections to voltages other than the rated voltage described in the rating label cannot be made. If a connection must be made to a power supply other than one with rated voltage, use a transformer to raise or lower the voltage to the rated voltage.

Circuit breaking when two or more inverters are used on the same power line.



There is no fuse in the inverter's main circuit. Thus, as the diagram above shows, when more than one inverter is used on the same power line, you must select interrupting characteristics so that only the MCCB2 will trip and the MCCB1 will not trip when a short occurs in the inverter (INV1). When you cannot select the proper characteristics install a circuit interrupting fuse between the MCCB2 and the INV1.

If power supply distortion is not negligible

If the power supply distortion is not negligible because the inverter shares a power distribution line with other systems causing distorted waves, such as systems with thyristors or large-capacity inverters, install an input reactor to improve the input power factor, to reduce higher harmonics, or to suppress external surges.

■ Disposal

If an inverter is no longer usable, dispose of it as industrial waste.

1.4.3 What to do about the leak current

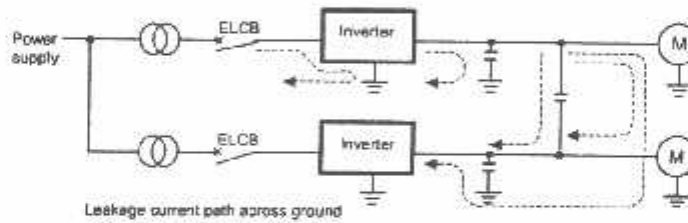
1

⚠ Warning

Current may leak through the inverter's input/output wires because of insufficient electrostatic capacity on the motor with bad effects on peripheral equipment.
The leakage current's value is affected by the carrier frequency and the length of the input/output wires. Test and adopt the following remedies against leak current.

(1) Effects of leak current across ground

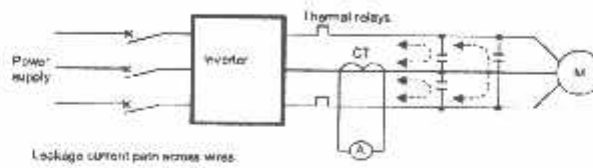
Leakage current may flow not just through the inverter system but also through ground wires to other systems. Leakage current will cause earth leakage breakers, leakage current relays, ground relays, fire alarms and sensors to operate improperly, and it will cause superimposed noise on the CRT screen or display of incorrect current detection with the CT.



Remedies:

1. If there is no radio-frequency interference or similar problem, detach the built-in noise filter capacitor, using the grounding capacitor disconnecting switch or tap. (See 1.3.2-2)
2. Reduce PWM carrier frequency.
The setting of PWM carrier frequency is done with the parameter *F300*.
Although the electromagnetic noise level is reduced, the motor acoustic noise is increased.
3. Use high frequency remedial products for earth leakage breakers.

(2) Affects of leakage current across lines



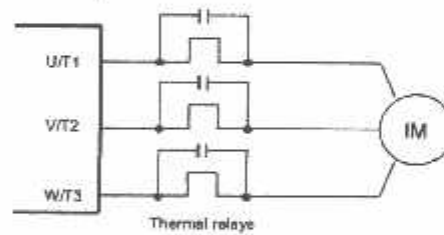
7

(1) Thermal relays

The high frequency component of current leaking into electrostatic capacity between inverter output wires will increase the effective current values and make externally connected thermal relays operate improperly. If the wires are more than 50 meters long, it will be easy for the external thermal relay to operate improperly with models having motors of low rated current (several A/ampere) or less, especially the 500V and 600V class low capacity (3.7kW or less) models, because the leak current will increase in proportion to the motor rating.

Remedies:

1. Use the electronic thermal built into the Inverter. (See 5.13)
The setting of the electronic thermal is done using parameter $UL\Omega, t Hr$.
2. Reduce the inverter's PWM carrier frequency. However, that will increase the motor's magnetic noise.
The setting of PWM carrier frequency is done with the parameter $F300$. (See 6.12)
3. This can be improved by installing $0.1\mu-0.5\mu F - 1000V$ film capacitor to the input/output terminals of each phase in the thermal relay.



(2) CT and ammeter

If a CT and ammeter are connected externally to detect inverter output current, the leak current's high frequency component may destroy the ammeter. If the wires are more than 50 meters long, it will be easy for the high frequency component to pass through the externally connected CT and be superimposed on and burn the ammeter with models having motors of low rated current (several A (ampere) or less), especially the 500V and 600V class low capacity (3.7kW or less) models, because the leak current will increase in proportion to the motor's rated current.

7

Remedies:

1. Use a meter output terminal in the inverter control circuit.

The load current can be output on the meter output terminal (FM). If the meter is connected, use an ammeter of 1mA dc full scale or a voltmeter of 7.5V-1mA full scale.

0-20mA dc (4-20mA dc) can be also output. (See 5.5)







2. Use the monitor functions built into the inverter.

Use the monitor functions on the panel built into the inverter to check current values. (See 8.1.1)

1.4.4 Installation

■ Installation environment

The VF-S11 Inverter is an electronic control instrument. Take full consideration to installing it in the proper operating environment.

 Danger	
 Prohibited	<ul style="list-style-type: none"> Do not place any inflammable substances near the VF-S11 Inverter. If an accident occurs in which flame is emitted, this could lead to fire.
 Mandatory	<ul style="list-style-type: none"> Operate under the environmental conditions prescribed in the instruction manual. Operations under any other conditions may result in malfunction.
 Warning	
 Prohibited	<ul style="list-style-type: none"> Do not install the VF-S11 Inverter in any location subject to large amounts of vibration. This could cause the unit to fall, resulting in bodily injury.
 Mandatory	<ul style="list-style-type: none"> Check to make sure that the input power voltage is +10%, -15% of the rated power voltage written on the rating label ($\pm 10\%$ when the load is 100% in continuous operation) if the input power voltage is not +10%, -15% of the rated power voltage ($\pm 10\%$ when the load is 100% in continuous operation) this may result in fire.

Warning

Prohibited

- Avoid operation in any location where there is direct spraying of the following solvents or other chemicals. The plastic parts may be damaged to a certain degree depending on their shape, and there is a possibility of the plastic covers coming off. If the chemical or solvent is anything other than those shown below, please contact us in advance.

Acetic acid (density of 10% or less)
Hydrochloric acid (density of 10% or less)
Sulfuric acid (density of 10% or less)
Sodium chloride
Hexane
Triethylene glycol

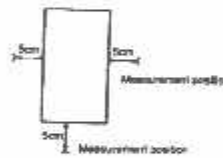
Acetone
Benzene
Chloroform
Ethylene chloride
Ethyl acetate
Glycerin
Tetrachloroethylene
Trichloroethylene
Xylene

Note: The plastic cover has resistance to deformation by the above applicable solvents. They are not examples for resistance to fire or explosion.



- Do not install in any location of high temperature, high humidity, moisture condensation and freezing and avoid locations where there is exposure to water and/or where there may be large amounts of dust, metallic fragments and oil mist.
- Do not install in any location where corrosive gases or grinding fluids are present.

- Operate in areas where ambient temperature ranges from 10°C to 60°C. Operation over 40°C is allowed when the top label is peeled off. When installing the inverter where the ambient temperature will rise above 50°C, remove the label (seal) from the top and operate it at a current lower than the rated one.



Note: The inverter is a heat-emitting body. Make sure proper space and ventilation is provided when installing in the cabinet. When installing inside a cabinet, we recommend the top seal peeled off although 40°C or less.

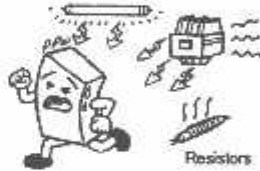
1

- Do not install in any location that is subject to large amounts of vibration.



Note: If the VF-S11 inverter is installed in a location that is subject to vibration, anti-vibration measures are required. Please consult with Toshiba about these measures.

- If the VF-S11 Inverter is installed near any of the equipment listed below, provide measures to insure against errors in operation.

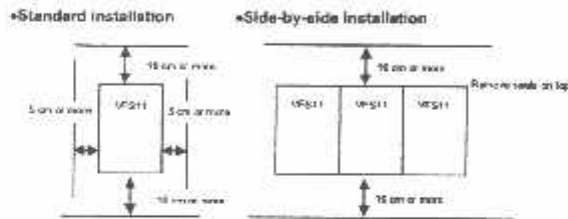


- Solenoids: Attach surge suppressor on coil.
- Brakes: Attach surge suppressor on coil.
- Magnetic contactors: Attach surge suppressor on coil.
- Fluorescent lights: Attach surge suppressor on coil.
- Resistors: Place far away from VF-S11 Inverter.

■ How to install

⚠ Danger	
 Prohibited	<ul style="list-style-type: none"> Do not install or operate the inverter if it is damaged or any component is missing. This can result in electric shock or fire. Please consult your local sales agency for repairs. Call your local sales agency for repairs.
 Mandatory	<ul style="list-style-type: none"> Mount the inverter on a metal plate. The rear panel gets very hot. Do not install in an inflammable object, this can result in fire. Do not operate with the front panel cover removed. This can result in electric shock. An emergency stop device must be installed that fits with system specifications (e.g. shut off input power then engage mechanical brake). Operation cannot be stopped immediately by the inverter alone, thus risking an accident or injury. All options used must be those specified by Toshiba. The use of any other option may result in an accident.
⚠ Warning	
 Mandatory	<ul style="list-style-type: none"> The main unit must be installed on a base that can bear the unit's weight. If the unit is installed on a base that cannot withstand that weight, the unit may fall resulting in injury. If braking is necessary (to hold motor shaft), install a mechanical brake. The brake on the inverter will not function as a mechanical hold, and if used for that purpose, injury may result.

Install the inverter in a well-ventilated indoor place and mount it on a flat metal plate in portrait orientation. If you are installing more than one inverter, the separation between inverters should be at least 5 centimeters, and they should be arranged in horizontal rows. If the inverters are horizontally arranged with no space between them (side-by-side installation), peel off the ventilation seals on top of the inverter. It is necessary to decrease the current if the inverter is operated at over 50°C.



The space shown in the diagram is the minimum allowable space. Because air cooled equipment has cooling fans built in on the top or bottom surfaces, make the space on top and bottom as large as possible to allow for air passage.

Note: Do not install in any location where there is high humidity or high temperatures and where there are large amounts of dust, metallic fragments and oil mist.

■ Calorific values of the inverter and the required ventilation

About 5% of the rated power of the inverter will be lost as a result of conversion from AC to DC or from DC to AC. In order to suppress the rise in temperature inside the cabinet when this loss becomes heat loss, the interior of the cabinet must be ventilated and cooled.

The amount of forcible air-cooling ventilation required and the necessary heat discharge surface quantity when operating in a sealed cabinet according to motor capacity are as follows.

Notes

- 1) The heat loss for the optional external devices (input reactor, DC reactor, radio noise reduction filters, etc.) is not included in the calorific values in the table.
- 2) Case of 100% Load Continuation operation.

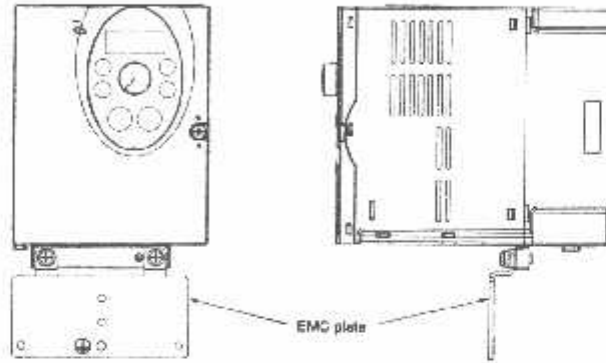
Voltage class	Operating motor capacity (kW)	Inverter type	Carrier Values		Amount of fusable or fusing wire (m ² /mm ²)	Res. discharge surface area required for correct discharge (mm ² /cm ²)	
			Carrier frequency (kHz)	Carrier frequency (kHz)			
Single-phase 240V class	0.2	VFS11B	2002PL	21	26	0.15	0.52
	0.4		2004PL	36	44	0.25	0.85
	0.75		2007PL	52	59	0.34	1.13
	1.5		2015PL	87	99	0.54	1.98
	2.2		2022PL	115	125	0.71	2.50
Three-Phase 240V class	0.2	VFS11	2002PM	21	26	0.15	0.52
	0.4		2004PM	36	44	0.25	0.85
	0.55		2005PM	4.0	4.6	0.25	0.85
	0.75		2007PM	51	58	0.33	1.15
	1.5		2015PM	86	101	0.58	2.02
	2.2		2022PM	115	125	0.71	2.50
	4.0		2037PM	171	188	1.07	3.78
	5.5		2052PM	206	231	1.60	5.52
	7.5		2075PM	346	382	2.23	7.84
	11		2110PM	483	549	3.13	10.98
15	2150PM	634	704	4.01	14.08		
Three-Phase 500V class	0.4	VFS11	4004PL	43	60	0.34	1.20
	0.75		4007PL	51	68	0.39	1.38
	1.5		4015PL	71	90	0.54	1.90
	2.2		4022PL	89	112	0.87	2.38
	4.0		4037PL	138	161	0.92	3.22
	5.5		4052PL	205	230	1.31	4.60
	7.5		4075PL	247	324	1.85	6.48
	11		4110PL	414	351	3.14	11.02
	15		4155PL	501	559	3.78	13.10
Three-Phase 500V class	0.75	VFS11	6007P	44	44	0.38	1.28
	1.5		6015P	61	33	0.47	1.68
	2.2		6022P	76	104	0.58	2.08
	4.0		6037P	97	119	0.98	2.88
	5.5		6052P	132	155	0.98	2.88
	7.5		6075P	171	216	1.40	4.32
	11		6110P	302	422	2.41	8.44
	15		6150P	383	527	3.00	10.54

■ Panel designing taking into consideration the effects of noise

The inverter generates high frequency noise. When designing the control panel setup, consideration must be given to that noise. Examples of measures are given below.

- Wire so that the main circuit wires and the control circuit wires are separated. Do not place them in the same conduit, do not run them parallel, and do not bundle them.
- Provide shielding and twisted wire for control circuit wiring.
- Separate the input (power) and output (motor) wires of the main circuit. Do not place them in the same conduit, do not run them parallel, and do not bundle them.
- Ground the inverter ground terminals (⏚).
- Install surge suppressor on any magnetic contactor and relay coils used around the inverter.
- Install noise filters if necessary.

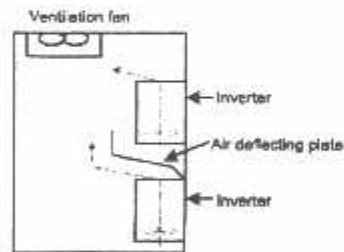
- Install EMC plate and use shielded wires.






■ Installing more than one unit in a cabinet

If you are installing two or more inverters in one cabinet, pay attention to the following.



- Inverters may be installed side by side with each other with no space left between them.
- When installing inverters side by side, detach the caution label on the top surface of each inverter and use them where the ambient temperature will not rise above 40°C.
When using inverters where the ambient temperature will rise above 40°C, leave a space of 5 cm or more between them and remove the caution label from the top of each inverter, or operate each inverter at a current lower than the rated one.
- Ensure a space of at least 20 centimeters on the top and bottom of the inverters.
- Install an air deflecting plate so that the heat rising up from the inverter on the bottom does not affect the inverter on the top.






2. Connection



 Danger	
 Disassembly prohibited	<ul style="list-style-type: none"> Never disassemble, modify or repair. This can result in electric shock, fire and injury. For repairs, call your sales agency.
 Prohibited	<ul style="list-style-type: none"> Don't stick your fingers into openings such as cable wiring hole and cooling fan covers. This can result in electric shock or other injury. Don't place or insert any kind of object into the inverter (electrical wire cuttings, rods, wires). This can result in electric shock or fire. Do not allow water or any other fluid to come in contact with the inverter. That may result in electric shock or fire.



2

 Warning	
 Prohibited	<ul style="list-style-type: none"> When transporting or carrying, do not hold by the front panel covers. The covers may come off and the unit will drop out resulting in injury.

2.1 Cautions on wiring

 Danger	
 Prohibited	<ul style="list-style-type: none"> Never remove the front cover when power is on or open door if enclosed in a cabinet. The unit contains many high voltage parts and contact with them will result in electric shock.
 Mandatory	<ul style="list-style-type: none"> Turn power on only after attaching the front cover or closing door if enclosed in a cabinet. If power is turned on without the front cover attached or closing door if enclosed in a cabinet. This can result in electric shock or other injury. Electrical construction work must be done by a qualified expert. Connection of input power by someone who does not have that expert knowledge may result in fire or electric shock. Connect output terminals (motor side) correctly. If the phase sequence is incorrect, the motor will operate in reverse and that may result in injury. Wiring must be done after installation. If wiring is done prior to installation that may result in injury or electric shock. The following steps must be performed before wiring. <ol style="list-style-type: none"> (1) Shut off all input power. (2) Wait at least ten minutes and check to make sure that the charge lamp is no longer lit. (3) Use a tester that can measure DC voltage (800VDC or more), and check to make sure that the voltage to the DC main circuits (across PA-PC) is 45V or less. If these steps are not properly performed, the wiring will cause electric shock. Tighten the screws on the terminal board to specified torque. If the screws are not tightened to the specified torque, it may lead to fire.

 Danger	
 Be Grounded	<ul style="list-style-type: none"> Ground must be connected securely. If the ground is not securely connected, it could lead to electric shock or fire when a malfunction or current leak occurs.

 Warning	
 Prohibited	<ul style="list-style-type: none"> Do not attach devices with built-in capacitors (such as noise filters or surge absorber) to the output (motor side) terminal. This could cause a fire.

2


■ Preventing radio noise

To prevent electrical interference such as radio noise, separately bundle wires to the main circuit's power terminals (R/L1, S/L2, T/L3) and wires to the motor terminals (U/T1, V/T2, W/T3).



■ Control and main power supply

The control power supply and the main circuit power supply for the VFS11 are the same. (See 6.19.3) If a malfunction or trip causes the main circuit to be shut off, control power will also be shut off. When checking the cause of the malfunction or the trip, use the trip holding retention selection parameter.

■ Wiring

- Because the space between the main circuit terminals is small, use sleeved pressure terminals for the connections. Connect the terminals so that adjacent terminals do not touch each other.
- For ground terminal  Use wires of the size that is equivalent to or larger than those given in table 10.1 and always ground the inverter (240V voltage class: D type ground, 500V class: C type ground). Use as large and short a ground wire as possible and wire it as close as possible to the inverter.
- For the sizes of electric wires used in the main circuit, see the table in 10.1.
- The length of the main circuit wire in 10-1 should be no longer than 30 meters. If the wire is longer than 30 meters, the wire size (diameter) must be increased.

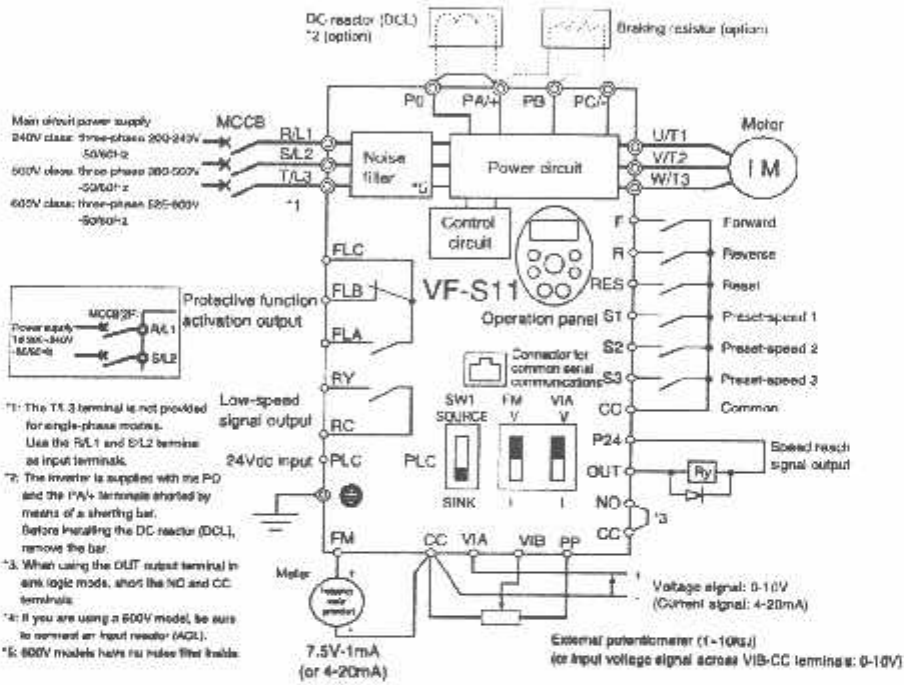
2.2 Standard connections

 Danger	
 Prohibited	<ul style="list-style-type: none"> Do not connect input power to the output (motor side) terminals (U/T1, V/T2, W/T3). Connecting input power to the output could destroy the Inverter or cause a fire. Do not insert a resistor between DC terminals (between PA+ and PC-, or between PO and PC-). It could cause a fire. See 5.13.4 for the connection of a resistor. First shut off input power and wait at least 10 minutes before touching wires on equipment (MCCB) that is connected to inverter power side. Touching the wires before that time could result in electric shock.

2.2.1 Standard connection diagram 1

This diagram shows a standard wiring of the main circuit.

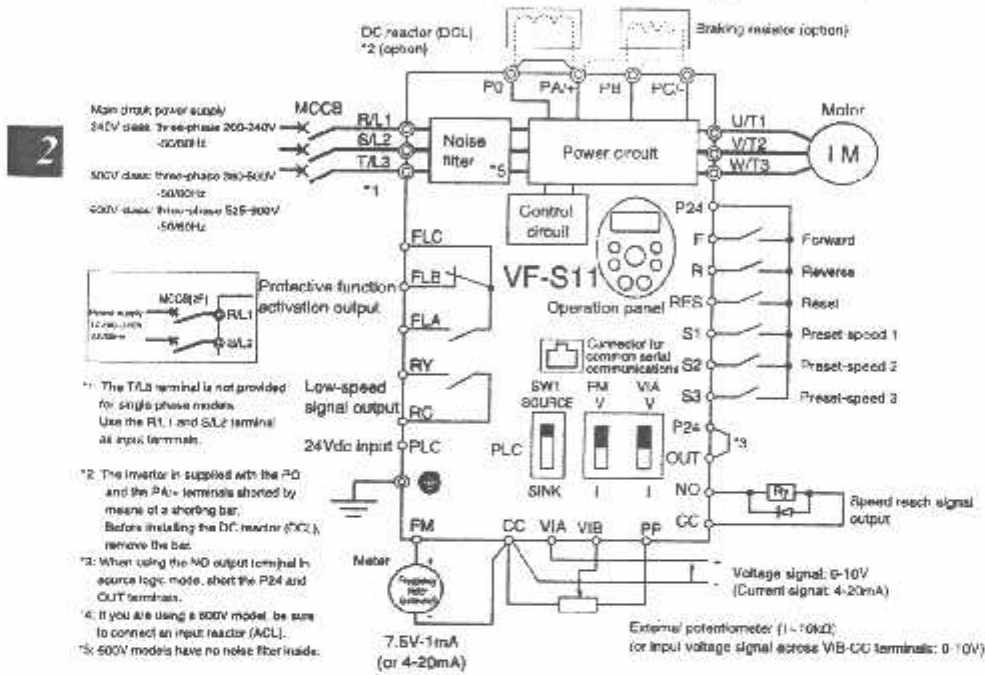
Standard connection diagram - SINK (Negative) (common:CC)



2

2.2.2 Standard connection diagram 2

Standard connection diagram - SOURCE (Positive) (common:P24)

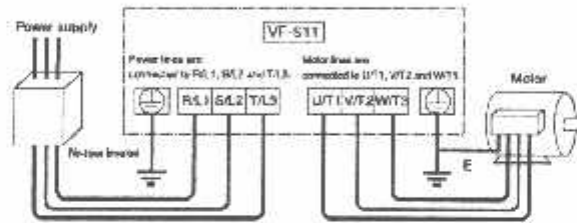


2.3 Description of terminals

2.3.1 Power circuit terminals

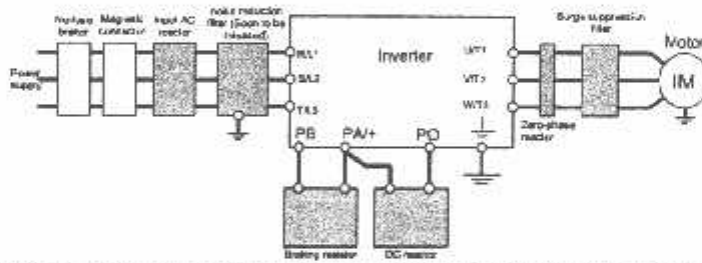
This diagram shows an example of wiring of the main circuit. Use options if necessary.

■ Power supply and motor connections



2

■ Connections with peripheral equipment



- Note 1: The TL3 terminal is not provided for any single-phase 240V model. So if you are using a single-phase 240V model, use the RL1 and SL2 terminals to connect power cables.
- Note 2: If you are using a 500V model, be sure to connect an input reactor (ACL).

2

■ Power circuit

Terminal symbol	Terminal function
⏏	Grounding terminal for connecting inverter. There are 3 terminals in total. 2 terminals in the terminal board, 1 terminal in the cooling fan.
R/L1, S/L2, T/L3	240V class: single-phase 200 to 240V-50/60Hz three-phase 200 to 240V-50/60Hz 500V class: three-phase 380 to 500V-50/60Hz 600V class: three-phase 525 to 600V-50/60Hz * Single-phase input: R/L1 and S/L2 terminals
U/T1, V/T2, W/T3	Connect to a (three-phase induction) motor.
PA+, PB	Connect to braking resistors. Change parameters <i>F304, F305, F308, F309</i> if necessary.
PC-	This is a negative potential terminal in the internal DC main circuit. DC common power can be input across the PA terminals (positive potential).
PQ, PA=-	Terminals for connecting a DC reactor (DCL: optional external device). Shorted by a short bar when shipped from the factory. Before installing DCL, remove the short bar.


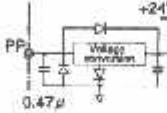
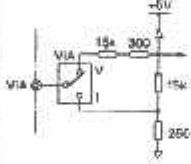
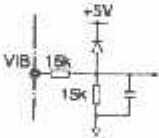
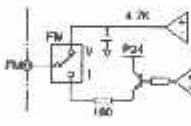
The arrangement of power circuit terminals are different from each range.
Refer to 1.3.2.1).

2.3.2 Control circuit terminals

The control circuit terminal board is common to all equipment.
Regarding to the function and specification of each terminal, please refer to the following table.
Refer to 1.3.2.3) about the arrangement of control circuit terminals.

■ Control circuit terminals

Terminal symbol	Input/output	Function	Electrical specifications	Inverter internal circuits	
F	Input	Multifunction programmable contact input	No voltage contact input 24Vdc-5mA or less *Sink/Source/PLC selectable using SW1		
R	Input				Shorting across F-CC causes forward rotation; open causes slow-down and stop. (When ST is always ON)
RES	Input				Shorting across R-CC causes reverse rotation; open causes slow-down and stop. (When ST is always ON)
S1	Input				This inverter protective function is disabled if RES and CC is connected. Shorting RES and CC has no effect when the inverter is in a normal condition.
S2	Input				Shorting across S1-CC causes preset speed operation.
S3	Input				Shorting across S2-CC causes preset speed operation.
PLC	Input (common)	Shorting across S3-CC causes preset speed operation.	24VDC (Insulation resistance: DC50V)	Factory default setting WN, AN type : SINK side WP type : SOURCE side	

Terminal symbol	Input/output	Function	Electrical specifications	Inverter internal circuits
CC	Common to Input/output	Control circuit's equipotential terminal (S terminal)		
PP	Output	Analog power supply output	10Vdc (permissible load current; 10mA)	
VIA	Input	Multifunction programmable analog input. Factory default setting: 0-10Vdc and 0-60Hz (0-50Hz) frequency input. The function can be changed to 4-20mAdc (0-20mA) current input by flipping the dip switch to the I position. By changing parameter setting, this terminal can also be used as a multifunction programmable contact input terminal. When using the sink logic, be sure to insert a resistor between P24-VIA (4.7 kΩ-1/2 W). Also move the VIA dip switch to the V position.	10Vdc (Internal impedance: 30kΩ) 4-20mA (Internal impedance: 250Ω)	
VIB	Input	Multifunction programmable analog input. Standard default setting: 0-10Vdc input and 0-60Hz (0-50Hz) frequency. By changing parameter setting, this terminal can also be used as a multifunction programmable contact input terminal. When using the sink logic, be sure to insert a resistor between P24 and VIB. (4.7 kΩ-1/2 W)	10Vdc (Internal impedance: 30kΩ)	
FM	Output	Multifunction programmable analog output. Standard default setting: output frequency. The function can be changed to 0-20mAdc (4-20mA) current output by flipping the FM slide switch to the I position.	1mAdc full-scale ammeter or 7.5Vdc (10Vdc)1mA full-scale voltmeter 0-20mA (4-20mA) DC ammeter Permissible load resistance: 750Ω or less	

2

2

Terminal symbol	Input/output	Function	Electrical specifications	Inverter internal circuits
P24	Output	24Vdc power output	24Vdc-100mA	
OUT NO	Output	Multifunction programmable open collector output. Standard default settings detect and output speed reach signal output frequencies. Multifunction output terminals to which two different functions can be assigned. The NO terminal is an isoelectric output terminal. It is insulated from the CC terminal. By changing parameter settings, these terminals can also be used as multifunction programmable pulse train output terminals.	Open collector output 24Vdc-50mA To output pulse trains, a current of 10mA or more needs to be passed. Pulse frequency range: 3B-1600Hz	
FLA FLB FLC	Output	Multifunction programmable relay contact output. Detects the operation of the inverter's protection function. Contact across FLA-FLC is closed and FLB-FLC is opened during protection function operation.	250Vac-1A (cosφ=1) : at resistance load 30Vdc-0.5A 250Vac-0.5A (cosφ=0.4)	
RY RC	Output	Multifunction programmable relay contact output. Standard default settings detect and output low-speed signal output frequencies. Multifunction output terminals to which two different functions can be assigned.	250Vac-1A (cosφ=1) : at resistance load 30Vdc-0.5A 250Vac-0.5A (cosφ=0.4)	

* PTC (Positive Temperature Coefficient) : Resettable thermal fuse resistor for over current protection

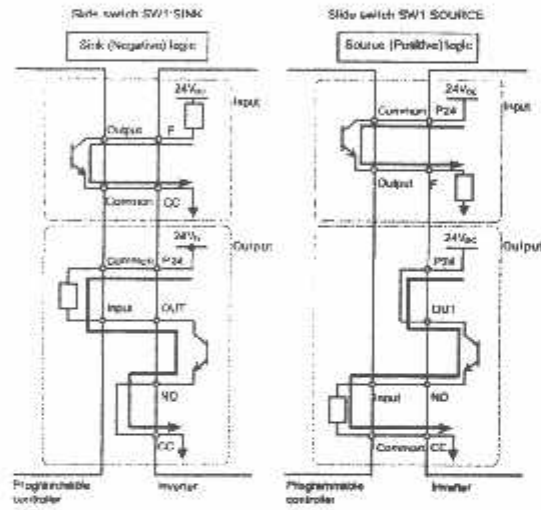
■ SINK (Negative) logic/SOURCE (Positive) logic (When the inverter's internal power supply is used)

Current flowing out turns control input terminals on. These are called sink logic terminals. (Type: -AN-WN). The general used method in Europe is source logic in which current flowing into the input terminal turns it on (Typ: -WP).

Sink logic is sometimes referred to as negative logic, and source logic is referred to as positive logic. Each logic is supplied with electricity from either the inverter's internal power supply or an external power supply, and its connections vary depending on the power supply used.

<Examples of connections when the inverter's internal power supply is used>

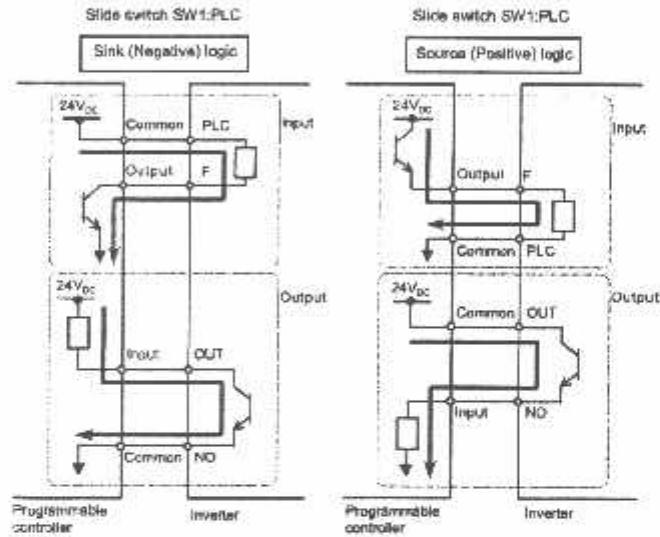
2



■ SINK (Negative) logic/SOURCE (Positive) logic (When an external power supply is used)

The PLC terminal is used to connect to an external power supply or to insulate a terminal from other input or output terminals. As for input terminals, turn the SW1 side switch to the PLC position.

<Examples of connections when an external power supply is used>



■ Selecting the functions of the VIA and VIB terminals between analog input and contact input

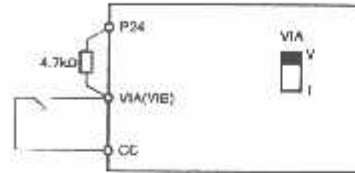
The functions of the VIA and VIB terminals can be selected between analog input and contact input by changing parameter settings (F 109). (Factory default setting: Analog input)

When using these terminals as contact input terminals in a sink logic circuit, be sure to insert a resistor between the P24 and VIA terminals or between the P24 and VIB terminals. (Recommended resistance: 4.7KΩ-1/2W)

When using the VIA terminal as a contact input terminal, be sure to turn the VIA switch to the V position. If no resistor is inserted or the VIA slide switch is not turned to the V position, contact input will be left always ON, which is very dangerous.

Switch between analog input and contact input before connecting the terminals to the control circuit terminals. Otherwise the inverter or devices connected to it may be damaged.

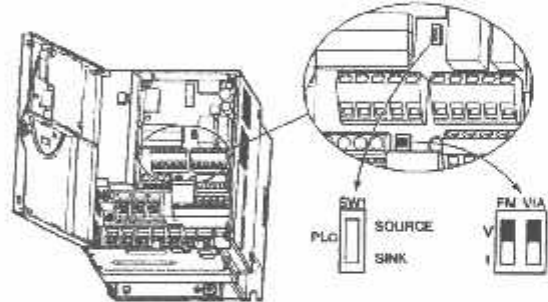
➤ The figure on the right shows an example of the connection of input terminals VIA and VIB when they are used as contact input terminals. This example illustrates the connection when the inverter is used in sink (Negative) logic mode.



■ Logic switching/Voltage-current output switching (slide switch)







2

- (1) Logic switching
Use SW1 to switch between logics.
Switch between logics before wiring to the inverter and without supplying power. If switching between sink, source and PLC is done when power is turned on after switching or when the inverter is supplied with power, the inverter might become damaged. Confirm it before supplying power.
- (2) Voltage-current output switching
Use the FM switch to switch between voltage output and current output.
Switch the FM terminal's voltage-current output before wiring to inverter or without supplying power.



Factory default settings of slide switches
 SW1 : SINK (Negative) side (WN, AN type)
 SOURCE (Positive) side (WP type)
 FM : V side
 VIA : V side

3. Operations

 Danger	
 Prohibited	<ul style="list-style-type: none"> Do not touch inverter terminals when electrical power is going to the inverter even if the motor is stopped. Touching the inverter terminals while power is connected to it may result in electric shock. Do not touch switches when the hands are wet and do not try to clean the inverter with a damp cloth. Such practices may result in electric shock. Do not go near the motor in alarm-stop status when the retry function is selected. The motor may suddenly restart and that could result in injury. Take measures for safety, e.g. attaching a cover to the motor, against accidents when the motor unexpectedly restarts.
 Mandatory	<ul style="list-style-type: none"> Turn power on only after attaching the front cover or closing door if enclosed in a cabinet. If power is turned on without the front cover attached or closing door if enclosed in a cabinet, that may result in electric shock or other injury. If the inverter begins to emit smoke or an unusual odor, or unusual sounds, immediately turn power off. If the equipment is continued in operation in such a state, the result may be fire. Call your local sales agency for repairs. Always turn power off if the inverter is not used for long periods of time. Turn input power on after attaching the front cover. When enclosed inside a cabinet and using with the front cover removed, always close the cabinet doors first and then turn power on. If the power is turned on with the front cover or the cabinet doors open, it may result in electric shock. Make sure that operation signals are off before resetting the inverter after malfunction. If the inverter is reset before turning off the operating signal, the motor may restart suddenly causing injury.
 Warning	
 Contact prohibited	<ul style="list-style-type: none"> Do not touch heat radiating fins or discharge resistors. These device are hot, and you'll get burned if you touch them.
 Prohibited	<ul style="list-style-type: none"> Observe all permissible operating ranges of motors and mechanical equipment. (Refer to the motor's instruction manual.) Not observing these ranges may result in injury.

3

3.1 Simplified Operation of the VF-S11

The procedures for setting operation frequency and the methods of operation can be selected from the following.

- | | | |
|-----------------------|---|--|
| Start / Stop | : | <ul style="list-style-type: none"> (1) Start and stop using the operation panel keys (2) Run and stop from the operation panel |
| Setting the frequency | : | <ul style="list-style-type: none"> (1) Setting using the potentiometer on the inverter main unit (2) Setting using the operation panel (3) Setting using external signals to the terminal board (0-10Vdc, 4-20mAdc) |

3

Use the basic parameters $CNDd$ (Operation command mode selection), $FNDd$ (Speed setting mode selection).

Title	Function	Adjustment range	Default setting
$CNDd$	Command mode selection	0: Terminal board 1: Panel	1
$FNDd$	Frequency setting mode	0: Internal potentiometer setting 1: VIA 2: VIB 3: Operation panel 4: Serial communication 5: External contact up/down 6: VIA+VIB (Override)	0

* See 5.4 for $FNDd=4, 5$ and 6 .

3.1.1 How to start and stop

Example of a CNDd setting procedure:

Key operated	LED display	Operation
	0.0	Displays the operation frequency (operation stopped). (When standard monitor display selection $F110=0$ [Operation frequency])
MODE	RUH	Displays the first basic parameter [History (RUH)].
Δ ∇	CNDd	Press either the Δ or ∇ key to select "CNDd".
ENT	1	Press ENTER key to display the parameter setting. (Default setting: 1).
Δ ∇	0	Change the parameter to 0 (terminal board) by pressing the Δ key.
ENT	0 \leftrightarrow CNDd	Press the ENTER key to save the changed parameter. CNDd and the parameter set value are displayed alternately.

3

(1) Start and stop using the operation panel keys ($\text{CNDd}=1$)

Use the RUN and STOP keys on the operation panel to start and stop the motor.

RUN : Motor starts. STOP : Motor stops.

★ To switch between forward run and reverse run from the control panel, the parameter $F1$ (forward/reverse run selection) needs to be set to 2 or 3.

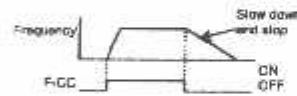
(2) RUN/STOP by means of an external signal to the terminal board ($\text{CNDd}=0$):

Sink (Negative) logic

Use external signals to the inverter terminal board to start and stop the motor.

Short F and CC terminals: run forward

Open F and CC terminals: slow down and stop

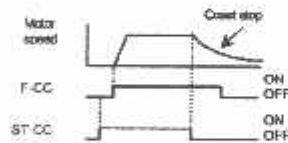


(3) Coast stop

The standard default setting is for slowdown stop. To make a coast stop, assign a "1(ST)" terminal function to an idle terminal using the programmable terminal function.

Change to $F110=0$.

For coast stop, open the ST-CC when stopping the motor in the state described at left. The monitor on the inverter at this time will display 0FF.



3.1.2 How to set the frequency

Example of a $F \cdot \text{F} \cdot \text{D}$ setting procedure

Key operated	LED display	Operation
	0.0	Displays the operation frequency (operation stopped). (When standard monitor display selection $F \cdot 7 \cdot 1 \cdot 0 = 0$ [Operation frequency])
MODE	R.U.H	Displays the first basic parameter [History (R.U.H)].
Δ ∇	F.F.D	Press either the Δ key or ∇ key to select "F.F.D".
ENT	0	Press ENTER key to display the parameter setting. (Default setting: 0).
Δ ∇	3	Change the parameter to 3 (Operation panel) by pressing the Δ key.
ENT	3 \Rightarrow F.F.D	Press the ENTER key to save the changed parameter. F.F.D and the parameter set value are displayed alternately.

* Pressing the MODE key twice returns the display to standard monitor mode (displaying operation frequency).

(1) Setting the frequency using the potentiometer on the inverter main unit ($F \cdot \text{F} \cdot \text{D} = 0$)

Set the frequency with the notches on the potentiometer.



Move clockwise for the higher frequencies.

The potentiometer has hysteresis. So the set value may slightly change when the inverter is turned off, and then turned back on.

(2) Setting the frequency using the operation panel ($F \cdot \text{F} \cdot \text{D} = 3$)

Set the frequency with the operation panel.



Moves the frequency up



Moves the frequency down

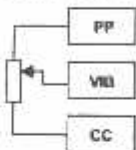
Example of operating a run from the panel

Key operated	LED display	Operation
	0.0	Displays the operation frequency. (When standard monitor display selection $F \cdot 7 \cdot 1 \cdot 0 = 0$ [Operation frequency])
Δ ∇	50.0	Set the operation frequency.
ENT	50.0 \Leftrightarrow F.C	Press the ENT key to save the operation frequency. F.C and the frequency are displayed alternately.
Δ ∇	60.0	Pressing the Δ key or the ∇ key will change the operation frequency even during operation.

(3) Setting the frequency using the operation panel (FREQ d= 1 or 2)

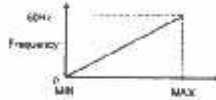
■ Frequency setting

1) Setting the frequency using external potentiometer



Setting frequency using potentiometer

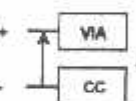
*Potentiometer
Setting frequency using the potentiometer (1~10kΩ, 1kW)
For more detailed information on adjustments, see 6.5.



* The input terminal VIA can be used in the same way.
FREQ d= 1: VIA effective, FREQ d=2: VBI effective.
For more details, see 6.5.

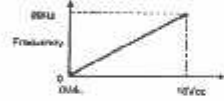
3

2) Setting the frequency using input voltage (0~10V)



Voltage signal 0~10mVdc

*Voltage signal
Setting frequency using voltage signals (0~10V)
For more detailed information on adjustments, see 6.5.



* The input terminal VBI can be used in the same way.
FREQ d= 1: VIA effective, FREQ d=2: VBI effective.
For more details, see 6.5.

Note: Be sure to turn the VIA side switch to the V (voltage) position.

3) Setting the frequency using current input (4~20mA)



Current signal 4~20mAdc

*Current Signal
Current signal: Setting frequency using current signals (4~20mA). For more detailed information on adjustments, see 6.5.



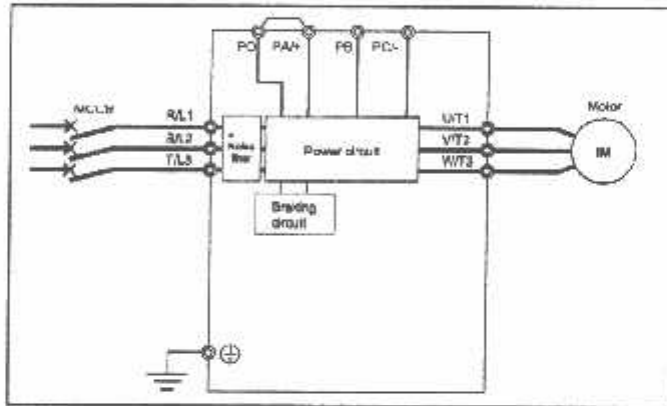
* Setting of parameters also allow 0~20mAdc.
Note: Be sure to turn the VIA side switch to the I (current) position.

3.2 How to operate the VF-S11

Overview of how to operate the inverter with simple examples.

Ex.1 Setting the operation frequency using built-in potentiometer and running and stopping using the operation panel.

(1) Wiring



Parameter setting (default setting)

Title	Function	Programmed value
<i>FN0d</i>	Command mode selection	1
<i>FN0d</i>	Frequency setting mode selection 1	0

(3) Operation

Run/stop: Press the **Run** and **Stop** keys on the panel.

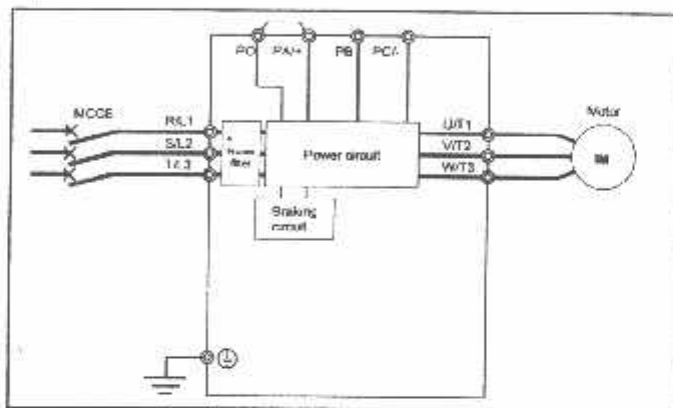
Frequency setting: Set adjusting position of notches on the potentiometer.

* 600V models have no noise filter inside.

3

Ex.2 Setting the operation frequency using the operation panel and running and stopping using the operation panel.

(1) Wiring



(2) Parameter setting

Title	Function	Programmed value
$\overline{C00d}$	Command mode selection	1
$\overline{F00d}$	Frequency setting mode selection 1	3

(3) Operation

Run/stop: Press the RUN and STOP keys on the panel.

Frequency setting: Set with the \uparrow \downarrow keys on the operation panel.

To store the set frequencies in memory, press the ENT key.

\overline{F} and the set frequency will flash on and off alternately.

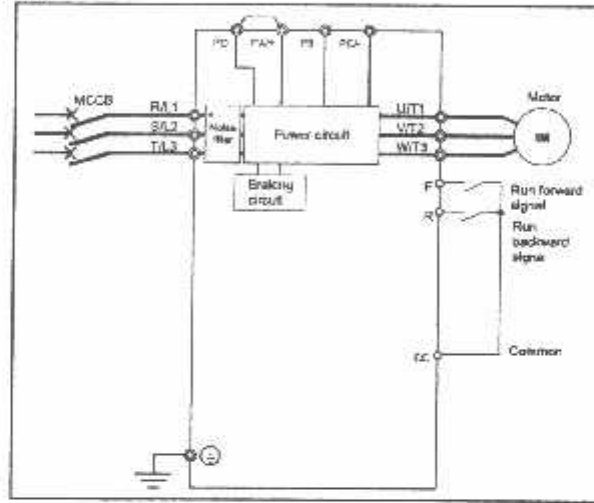
3

* 800V models have no noise filter inside.

3

Ex.3 Setting the operation frequency using built-in potentiometer and running and stopping using external signals.

(1) Wiring



(2) Parameter setting

Code	Function	Programmed value
C.F.F.d	Command mode selection	0
F.F.F.d	Frequency setting mode selection	0

(3) Operation

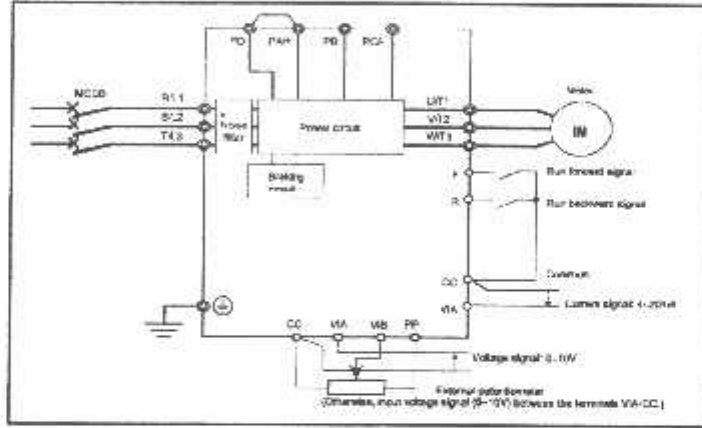
Run/stop: ON/OFF Input to F-CC, R-CC. (See SW1 to SW4 logic)

Frequency setting: Set adjusting position of notches on the potentiometer.

* 600V models have no noise filter inside.

Ex.4 Operation frequency setting, running and stopping using external signals.

(1) Wiring



(2) Parameter setting

Title	Function	Programmed value
<i>C.D.D.</i>	Command mode selection	0
<i>F.D.D.</i>	Frequency setting mode selection	1 or 2

(3) Operation

Run/stop: ON/OFF input to F-CC, R-CC. (Set SW1 to Sink logic)
 Frequency setting: VIA and VIB: 0-10Vdc (External potentiometer)
 VIA: Input 4-20mAdc.
 Use the VIA slide switch to switch between voltage and current to the VIA terminal.
 Voltage input: V side
 Current input: I side

* 600V models have no noise filter inside.

