STUDI PENGATURAN PUTARAN MOTOR INDUKSI 3-FASA DENGAN MERUBAH FREKUENSI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas
Dan Persyaratan Untuk Mencapai
Gelar Sarjana Teknik

Oleh :

DARIONO SINAMO
07 812 0030

UNIVERSITAS MEDAN AREA PERPUSTAKAAN PUSAT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2011

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 20/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

ABSTRAK

Motor induksi mempunyai peranaan penting dalam perkebangan industri, apakah
dalam peralatan rumah tangga, industri kecil, maupun industri besar. Hal ini disebabkan karena instrukturnya yang sederhana, mudah dalam perawatannya, kuat dan sedikit gangguan serta biaya relative rendah.pada umumnya motor induksi berputar dengan kecepatan yang konstan, mendekati sinkron. Meskipun demikian pada penggunaan tertentu dikehendaki adanya suatu pengaturan putaran. Pengaturan putaran motor ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, tapi dengan semakin pesatnya semikonduktor daya,telah dilakukan suatu pengaturan motor dengan merubah frekuensi. Perubahan frekuensi dalam mengtur putaran motor ini yaitu dengan menggunakan perubah dalam mengatur putaran motor ini dengan menggunakan perubah frekuensi statis (Converter Frequency Static). Daya dengan frekuensi yang dapat diatur ini dihasilkan oleh SCR yang terdapat dalam rangkaian inverter. Sumber daya dari jala-jalasistem tenaga listrik terlebih dahulu diserahkan oleh penyearah jembatan tiga fasa tak terkendali,kemudian dalam tahap arus searah digunakan sebuah dc chopper sebagai pengatur tegangan (voltage regulator) yang diberikan pada motor. Kemudian komponen ac yang masih ada pada keluaran chopper dihilangkan oleh LC-Filter. Dan keluaran LC-Filter ini menjadi masukan inverter.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 20/9/23
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

ABSRACK

Induction motors have important effect in perkebangan industry, whether in household appliances, small industries, as well as large industries. This is because the instructor is simple, easy maintenance, robust and cost relatively little disruption as well as general rendah.pada induction motor rotates with a constant velocity, near synchronous. Nevertheless, in particular the use of an arrangement desired rotation. Setting the motor rotation can be done in several ways, but with the rapid power semiconductors, has done a motor arrangement by changing the frequency. Changes in the frequency of motor rotation specifying this is by using the change in motor rotation is set up using static frequency changes (Static Frequency Converter). Power with an adjustable frequency is generated by the SCR contained in the inverter circuit. Resources from the net-power jalasistem first submitted by the three-phase bridge rectifier uncontrolled, then in the stage of direct current is used as a dc chopper voltage regulator (voltage regulator) that is given to the motor. Then the remaining ac component at the output of chopper eliminated by the LC-filter. And output LC-filter is the input inverter.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 20/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena berkat rahmat dan karunia-Nyalah penulis dapat menyyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area (UMA).

Melalui tulisan ini penulis bermaksud memperdalam pengertian tentang hal yang berhubungan dengan studi yang telah didapat selama ini dan menerapkannya dalam bentuk yang lebih tersusun.

Dalam hal ini penulis mengambil suatu topik permasalahan yang berjudul tentang : **"Studi Pengaturan Putaran Motor Induksi 3-Fasa dengan merubah Frekuensi"**. Penulis ini menggunakan metoda litenature dimana bahan dan analisanya diperoleh dari buku-buku referensi teknik elektro. Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan,baik dari segi pembahasan teori maupun analisa. Justru itulah penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sehat dan bersifat membangun demi penyempurnaan tulisan ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan terutama:

1. Ibu Hj.Haniza AS.MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Bapak Ir. Yance Syarif, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area dan juga sebagai Pembimbing I.
3. Agus Junaidi ST.MT, selaku Pembimbing II.
4. Seluruh staf pegawai Fakultas Teknik Universitas Medan Area

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

5. Orang tua penulis serta abang dan kakak yang telah bannyak memberikan bantuan dan dorongan dalam penulisan ini..
6. Rekan-rekan yang telah memberikan bantuan dan dorongan dalam penulisan ini.

Akhir kata penulis mengaharapkan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat pada penulis sendiri pada khususnya dan rekan-rekan mahasiswa pada umumnya.

Medan, Maret 2011

Dariono Sinamo

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 20/9/23
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

DAFTAR ISI

		Halaman
RINGKASAN		**i**
KATA PENGANTAR		**iii**
DAFTAR ISI		**v**
BAB I	**PENDAHULUAN**	1
	1.1. Latar belakang Masalah	1
	1.2. Rumusan Masalah	3
	1.3. Tujuan penelitian	4
	1.4. Batasan masalah	4
	1.5. Sistematika Penulisan	5
BAB II	**MOTOR INDUKSI 3-FASA**	6
	II.I. Penggunaan Motor Induksi	6
	II.2. Prinsip Kerja	7
	II.3. Medan Putar Stator	9
	II.4. Slip	11
	II.5. Rangkaian Ekivalen	13
	II.6. Karakteristik Putaran Kopel	15
	II.7. Daya	17
BAB III	**SILIKON CONTROLLED RECTIFIER (SCR)**	19
	III.I. Prinsip Kerja	19
	III.2. Karakteristik Dan Daerah Kerja	20

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 20/9/23
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

III.3. Rating..... 22

III.4. Prinsip Penyalaan..... 24

III.5. Keuntungan dan Kerugian SCR..... 26

BAB IV SISTEM PERUBAHAN FREKUENSI MELALUI KONVERTER FREKUENSI STATIS DALAM MENGATUR PUTARAN..... 27

IV.I. Prinsip Operasi..... 27

IV.2. Hubungan Rangkaian..... 28

IV.3. Pengaturan Tegangan Searah Melalui DC Chopper..... 30

IV.4. Peralatan Arus Searah Dengan LC-Filte..... 32

IV.4.1. Faktor Ripple..... 32

IV.4.2. LC-Filter..... 33

IV.5. Inverter Jembatan 3-Fasa..... 34

IV.5.1. Tahap-Tahap Penyalaan SCR..... 35

IV.5.2. Pengaturan Frekuensi Output Inverter..... 36

IV.6. Hubungan Rangkaian Sistem Perubahan Frekuensi..... 38

IV.7. Tabel Hasil Pengukuran Percobaan Frekuensi (f) Pada Putaran (rpm)..... 39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 40

V.1. Kesimpulan..... 40

V.2. Saran..... 41

DAFTAR PUSTAKA

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 20/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang masalah

Motor induksi umumnya berputar dengan kecepatan konstan mendekati kecepatan sinkronnya, sehingga untuk kebutuhan tertentu diperlukan pengaturannya. Kecepatan sinkron ini dapat diatur dengan merubah frekuensi daya yang diberikan, hal ini disebut dengan persamaan kecepatan sinkron. Perubahan frekuensi dalam mengatur putaran motor induksi biasnya diikuti juga dengan pengaturan tegangan terminal stator yang sebanding dengan frekuensi tersebut, hal ini bertujuan untuk mendapatkan fluks maksimum dan kopel yang konstan.

Dalam mengatur motor induksi 3 fasa dengan merubah frekuensi ini, yang menjadi permasalahan yaitu bagaimana sistem hubungan rangkaian peralatan semikonduktor tersebut dalam membangkitkan daya dengan frekuensi yang variabel. Cara pengaturan yang digunakan dalam hal ini yaitu dengan menggunakan peralatan konverter frekuensi statis setelah melalui suatu tahap arus searah. Daya dengan frekuensi yang dapat datur ini dibangkitkan oleh rangkaian SCR yang disebut inverter. sumber daya dari jala jala sistem tenaga listrik terlebih dahulu disearahkan oleh penyearah jembatan 3 fasa takterkendali, kemudian dalam tahap arus searah digunakan sebuah copper sebagai pengatur tegangan yang diberikan pada motor setelah keluaran dari chopper ini lebih diratakan bentuk arusnya oleh rangkaian filter maka besar tegangan inilah yang merupakan tegangan input inverter yang kemudian dirubah kembali menjadi sumber daya bolak balik 3 fasa dengan frekuensi yang dapat diatur. Perubahan frekuensi dapat

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

dilakukan melalui pengaturan kecepatan perioda pulsa yang memacu gate SCR,jadi dengan mempercepat atau memperlambat perioda, maka frekuensi daya yang dibangkitkan inverter akan berubah sehingga putaran motor juga akan berubah.

Motor induksi merupakan motor arus bolak balik (AC) yang paling luas pemakaiannya,baik untuk satu fasa maupun tiga fasa.motor induksi ini memiliki beberapa keuntungan atau keistimewaan yaitu :

1. struktur dan konstruksinya sederhana
2. mudah dioperasikan
3. kuat dan sedikit gangguan
4. perawatan sederhana
5. motor induksi mempunyai putaran yang konstan
6. biaya relatip rendah

Daya keluaran motor induksi 1 fasa dimulai dari beberapa watt sampai beberapa kilo watt, tetapi mempunyai beberapa kerugian dibandingkan dengan motor 3 fasa yaitu :

1. Diperlukan arus start awal yang khusus
2. Tersedia untuk keluaran yang besar

Motor induksi 3 fasa terdapat dua type,yaitu motor type *rotor belitan* dan *rotor sangkar* . suatu motor rotor belitan adalah apabila belitan rotor dimasukkan ke alur alur inti besi rotor dan belitan ini sama seperti belitan rotor.

Ketiga ujung ujung kumparan ini dihubung singkat pada 3 buah cincin geser slip yang dipasang di sumbu rotor sehingga waktu mesin ini akan dijalankan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

kumparan rotornya dapat dihubungkan dengan tahanan mula untuk mengurangi arus start.

Sedangkan motor induksi rotor sangkar,lilitanya terdiri atas batang penghantar tak berisolasi yang dipasang paralel dengan poros dan mengelilingi inti.

Motor induksi 3 fasa umumnya berputar pada kecepatan konstan,terutama untuk menggerakkan beban tetap pada kecepatan konstan dimana operasi motor ini adalah khas pada slip yang rendah dan efisien.

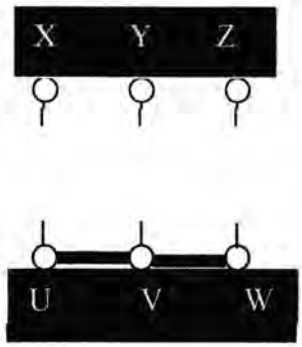
1.2. Rumusan masalah

Melakukan starting motor induksi 3 fasa

Kumparan stator saat pengawalan dalam hubungan bintang (Y), setelah motor mencapai putaran nominal hubungan berubah menjadi delta (Δ). Sehingga hubungan tegangan dan arusnya dapat dilihat sebagai berikut :

Tegangan , pada hubungan bintang (Y) tegangan pada kumparan mendapat tegangan sebesar 1/T dari tegangan jala-jala , untuk hubungan delta (Δ).tegangan pada kumparan mendapat tegangan sama dengan tegangan jala-jala. Seperti terlihat pada gambar 1.1

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23



Gambar 1.1. hubungan delta

1.3. Tujuan penelitian

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini :

1. Memahami dan dapat menjelaskan prinsip kerja motor induksi 3 fasa.
2. Untuk mengetahui putaran motor induksi dengan merubah frekuensi

1.4 Batasan masalah

Untuk membatasi luasnya ruang lingkup permasalahan hal ini diberikan beberapa batasan masalah:

- Motor induksi yang diatur yaitu motor jenis rotor beliten. Pengaturan putaran dengan merubah frekuensi dapat dilakukan pada motor induksi 3-fasa rotor belitan.
- Dalam sistem pengaturan ini tidak dibicarakan mengenai rangkaian pulsa yang berfungsi sebagai pembangkit pulsa untuk menjalankan SCR.
- Perubahan frekuensi daya yang dapat diberikan pada motor hanya dibawah frekuensi nominal yaitu batas dari penggunaan yang dijamin untuk suatu motor. dengan demikian pengaturan putaran motor ini hanya dibawah nominalnya saja.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

I.5 Sistematika penulisan

Susunan laporan tugas akhir terdiri dari BAB I sampai dengan BAB V .

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang, batasan masalah, tujuan penulisan, metode penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II MOTOR INDUKSI 3-FASA

Bab ini berisi tentang prinsip kerja motor induksi 3 fasa

BAB III SILIKON KONTROLLED

Bab ini berisi tentang karakteristik,cara kerja dan keuntungan juga kerugian SCR.

BAB IV SISTEM PERUBAHAN FREKUENSI MELALUI KONVERTER FREKUENSI

Bab ini membahas penyearah 3 fasa tak terkontrol dan pengaturan tegangan searah melalui DC Chopper.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulisan tugas akhir ini.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 20/9/23
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

BAB II

MOTOR INDUKSI 3-FASA

II.I. Penggunaan Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor listrik yang banyak dimanfaatkan pada industri-industri dan peralatan rumah tangga, seperti : pompa, fan, kipas, penutup katup, pembuka katup dan lain sebagainya, dimana pada dasarnya peralatan atau mesin produksi tersebut membutuhkan motor listrik sebagai penggeraknya. Pada kondisi tertentu, putaran dari motor ada yang diinginkan dapat diatur kecepatannya.Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dapat digunakan salah satu teknik pengaturan kecepatan putaran motor listrik yaitu dengan metode Eddy current. Metode ini bila dibandingkan dengan metode pengaturan yang lainnya seperti metode PWM, memiliki tingkat pengaturan yang lebih rinci dan juga keamanan yang lebih baik bagi keamanan motornya. Metode ini pengaturan kecepatan putarannya tidak dilakukan pada motornya tetapi pada alat yang dihubungkan dengan motor tersebut yang disebut dengan penggerak Eddy current, dimana motor digunakan hanya sebagai penggerak bagi drum yang berada pada penggerak eddy current supaya rotor pada penggerak eddy current dapat berputar. Dengan demikian kecepatan putaran yang diatur dengan metode eddy current ini adalah kecepatan putaran pada rotor penggerak eddy current, bukan kecepatan putaran pada rotor motornya, hal ini berbeda dengan metode PWM yang pengaturan kecepatannya dilakukan langsung pada rotor motor itu sendiri.

Pada pengaturan kecepatan metode eddy current ini, apabila terjadi gangguan seperti overload beban mekanik yang diputarnya, maka kemungkinan terjadinya

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

kerusakan pada motor dapat diminimalkan dikarenakan pengaturan kecepatan putarannya yang dilakukan pada penggerak eddy current bukan pada motornya serta beban yang diputarnya pun diputar oleh rotor penggerak eddy currentnya bukan oleh rotor motor. Jadi apabila terjadi overload, motor tidak terpengaruh dampak secara langsung tetapi penggerak eddy currentnya lah yang terkena dampaknya secara langsung.

II.2.rinsip Kerja

Bila belitan stator di hubungkan ke jala- jala yang seimbang, maka di dalam belitan motor akan mengalir arus-arus ini selanjutnya akan menimbulkan suatu putaran di celah udara yang akan memotong penhantar pada rotor (dalam hal ini rotor ini masih belum keadaan berputar) :

$$N_s = \frac{120 f}{p} (\text{rpm}) \quad \ldots\ldots (2.1)$$

Dimana : f = frekunsi tegangan jala-jala yang mengalir ke stator

P = jumlah kutup

Medan putaran fluksi yang terjadi akan memotong batang- batang konduktor rotor, sehingga pada kumparan rotor ini timbul gaya gerak listrik industri dan jika kumparan rotor tertutup maka arus akan mengalir pada kumparan tersebut. Mengalir arus pada kumparan rotor yang terletak didalam medan putaran akan menimbulkan gaya lorentz pada setiap kumparan yang besarnya :

$$F = B\, I\, \ell \quad \ldots\ldots (2.2)$$

Dimana : F = gaya pada rotor

B = kecepatan fluksi rotor

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 20/9/23
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

I = arus mengalir pada rotor

ℓ= panjang kumparan pada fluksi

Gaya ini akan menimbulkan kopel yang arahnya di tentukan oleh hukum tangan kiri, dan kopel ini akan menyebabkan rotor berputar.

Perlu diketahui bahwa tegangan induksi timbul karena terpotongnya batang- batang konduktor, hal ini berarti supaya tegangan terinduksi, di perlukan adanya perbedaan relatif antara kecepatan medan putar stator dengan putaran poros stator. Dimana tegangan induksi (emf) yang timbul pada setiap fasa sebesar:

$E_{2s} = 4{,}44\ f_2\ N_2\ Ø_m$ ..... (2.3)

$E_{2s} = 4{,}44\ f_1\ N_2\ Ø_m$

$E_{2s} = SE_2$

Dimana: f_2 = Frekuensi rotor

N_2 = jumlah lilitan

$Ø_m$ = fluksi maksimum yang dihasilkan perkutub

E_2 = tegangan induksi pada saat start

E_{2s} = tegangan induksi pada saat motor berputar

Pada keadaan dibebani kopel harus tambah lebih besar dan untuk mengimbangi keadaan ini arus rotor harus bertambah besar, ini berarti beda kecepatan perputaran (s) harus bertambah

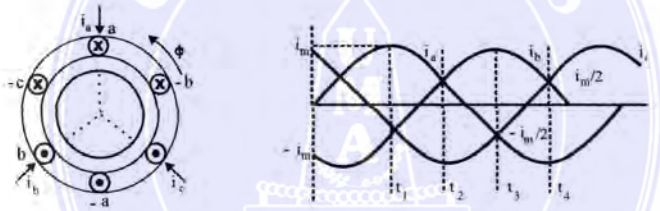
Jika perputaran rotor sinkron dengan kecepatan medan putar maka tidak akan ada fluksi yang memotong kumparan rotor

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 20/9/23
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

Dari prinsip kerja diatas terlihat bahwa putaran rotor tidak serempak dengan medan putar stator, sehingga motor induksi disebut juga dengan motor tak serempak (asinkron)

II.2 Medan Putar Stator

Prinsip dasar dari motor induksi 3 fasa adalah timbulnya medan putar fluksi apabila kumparan statornya di hubungkan dengan kumparan dengan sumber daya bolak- balik 3 fasa. Proses terjadinya medan putar ini dapat dilihat melalui gambar 2.1



Gambar 2.1. Kumparan stator 3-fasa dan distribusi aru:

Kumparan a-a ; b-b ; c-c dihubungkan dengan sumber daya 3 fasa bolak-balik dengan beda fasa masing- masing 120^0 listrik dalam ruang sekeliling celah udara.

Masing- masing fasa dialiri oleh arus bolak- balik yang amplitudonya berubah- ubah secara sinusoidal menurut waktu.

Dalam keadaan 3-fasa seimbang, maka besar arus sesaat adalah :

$I_a = I_m \cos \omega t$ ..... (2. 4)

$I_b = I_m (\omega t - 120^0)$

$I_c = I_m (\omega t - 140^0)$

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

dimana I_m yaitu harga maksimum arus. Titik awal waktu dapat di ambil sembarang yaitu yaitu saat arus fasa a maksimum positif. Urutan fasa dapat di ambil 'abc': artinya fasa a mendahului fasa b dan fasa b mendahului fasa c sebesar 120^0 listrik

gaya gerak magnet (MMF) masing-masing fasa adalah:

$F_a = F_m \cos \omega t$ .....(2.5)

$F_b = F_m \cos (\omega t - 120^0)$

$F_c = F_m \cos (\omega t - 240^0)$

Gaya gerak magnet total (MMT total) merupakan jumlah dari ketiga MMF masing-masing fasa,

$F_{\acute{o}t} = f_a + f_b + f_c$ .....(2.6)

$f_{(\acute{o},t)} = F_m [\cos \omega t \cos \acute{O} + \cos (\omega t - 120^o) \cos (0 - 120^0) + \cos (\omega t - 240^0) \cos (0 - 120^0)]$

Secara trigonometri :

$F_{(0,t)} = {}^1/_2 \ F_m \cos (\acute{O} - \omega t) + {}^1/_2 \ F_m [\cos (\acute{O} + \omega t) + \cos (\acute{O} + \omega t - 240^0) + \cos (\acute{O} + {}_{wr} - 480^0)]$

Sedangkan, $\cos (\acute{O} + \omega t - 480^0) = \cos (\acute{O} + \omega t - 120^0)$

Dari persamaan diatas diperoleh :

$$F_{(\acute{o},t)} = {}^3/_2 \ f_m \cos (\acute{O} - \omega t) \quad \text{.....(2.7)}$$

Persamaan diatas adalah suatu bentuk gelombang berjalan (trelavelling wave).

Harga puncak dari resultance MMF adalah :

$$F_{peak} = {}^3/_2 \ F_m$$

Arah putaran resultance MMF bisa dibalik yaitu dengan merubah urutan fasa dari arus. Kecepatan putar MMF adalah :

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

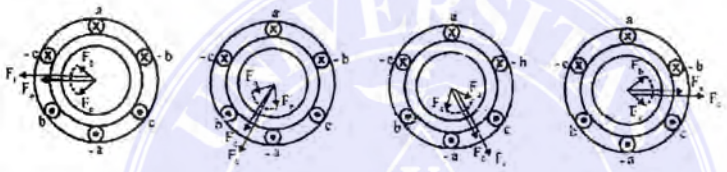
$$\omega m = \left(\frac{2}{p}\right) \text{ x } \omega \text{ rad /det} \quad \text{.....(2.8)}$$

$$\frac{2\pi n}{60} = \frac{2}{p} \text{ x } 2\pi f$$

$$Ns = \frac{120f}{p}$$

Kecepatan putar inilah yang disebut dengan kecepatan sikon, dengan notasis Ns.

Secara vektoris analisa medan putar dapat dilihat dari gambar 2.2



Gambar 2.2. Analisa medan putar secara vektoris

II. 3 slip

Slip merupakan perbedaan relatif antara kecepatan madan putar stator (Ns) dengan putaran poros (N) yang dinyatakan dengan notasi ''s''

Yaitu

$$\text{Slip} = \frac{Ns - Nr}{Ns} \text{ x } 100\% \quad \text{.....(2.9)}$$

Harga slip di pengaruhi oleh beban, mangkin besar semangkin besar slip akibatnya kecepatan rotor berkurang dan begitu sebaliknya. Berubah-ubahnya putaran rotor menyebabkan slip berubah dari 1 sampai 0 (100% -0%)

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

Pada saat star (s = 1), artinya motor dalam keadaan diam sehingga frekuensi arus rotor sama dengan frekuensi arus stator. Kemudian saat motor berputar, frekuensi dari arus yang diinduksi pada rotor dipengaruhi oleh slip yaitu:

$$F_2 = \frac{(ns - nr)xp}{120} \quad \text{.....(2.10)}$$

$$= \frac{(ns - nr)}{ns} \text{ x } \frac{ns}{120} \text{ x p}$$

Hubungan slip dengan tegangan induksi serta reaktansi pada rangkaian rotor adalah :

$E_{2s} = 4{,}44\ N_2\ f_2\ Ø_m$ ..... (2.11)

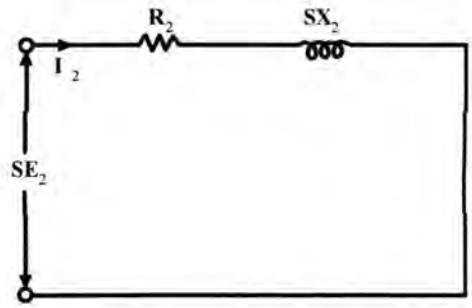
Sedangkan pada saat motor berjalan pada saat slip, frekuensi arus motor (sF_1) akan menyebabkan :

$E_{2s} = sE_2$ .....(2. 12)

$X_{2s} = sX_2$

$Z_2 = R_2 + j\ sX_2$

Bentuk rangkaian rotor pada saat motor sudah berjalan pada harga slip dapat harga slip dapat dilihat melalui gambar 2.3



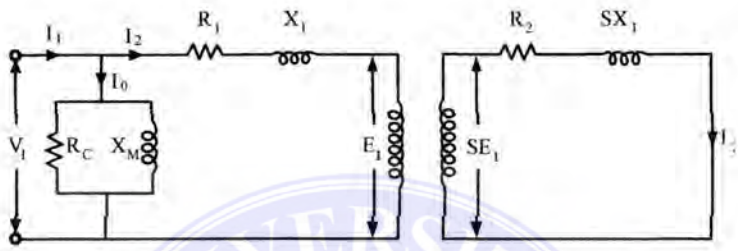
Gambar 2.3. Rangkaian rotor pada frekuensi sf_1

II. 4. Rangkaian ekivalen

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

Perinsip kerja motor induksi seperti juga halnya transformator adalah berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.

Motor induksi dapat di anggap sebagai analogi dari trasformator dengan rangkaian skunder yang berputar. Hal ini dapat dilihat melalui gambar 2.4



Gambar 2.4. Model rangkaian motor induksi

Sebelumnya perhatikan keadaan stator, dimana gelombang fluks celah udara yang berputar serempak akan membangkitkan tegangan induksi (emf lawan) 3- fasa seimbang didalam fasa stator. Besar tegangan terminal pada stator berbeda. Dari emf lawan sebesar jatuhnya tegangan pada impedansi bocor stator, dimana hubungan fasornya dinyatakan sebagai :

$$V_1 = E_1 + I_1 (R_1 + jX_1) \quad \text{.....(2.13)}$$

Dimana : V_1 = tegangan stator

: E_1 = emf lawan yang diasilkan fluks celah udara result

: I_1 = arus sator

: R_1 = tahanan efektif stator

: X_1 = reaktasi bocor stator Vi - Ei + Ii (Ri + jx)

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

Sedangkan,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_2} = \alpha \quad \text{.....(2. 14)}$$

karena rotor terhubung singkat, maka hubungan fasor antara emf lawan yaitu dengan mengalikan tegangan rotor dengan "a" dan arus rotor dengan "I/a", maka impedansi rotor adalah :

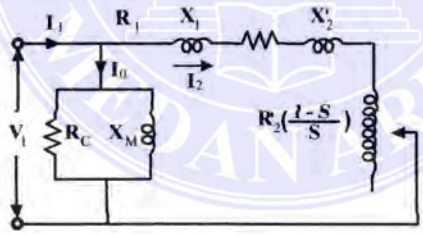
$Z_2 = a^2 (R_2 + JsX_2)$

$= a^2 R_2 + Js\, a^2 X_2$

$= r_2 + JsX_2$

$r_2 = a^2 \ . \ R_2$ dan $X_2 = a^2 X_2$

Berdasarkan beberapa persamaan diatas, maka diperoleh rangkaian ekivalen motor induksi seperti gambar 2.5.



Gambar 2.5. Rangkaian ekivalen motor induks

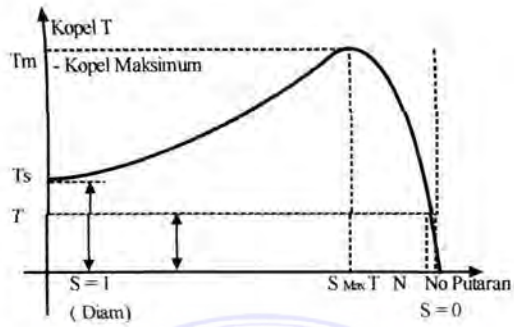
11.5. Karakteristik Putaran-Kopel

Karakteristik ini memperlihatkan bagaimana kopel berubah menurut perubahan putaran motor.

Nilai kopel untuk masing-masing putaran motor, mulai dari posisi diam sampai putaran nominal (N), dan seterusnya putaran sinkron (No). Gambar 2.6. berikut

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

memperlihatkan contoh karakteristik dari motor tak serempak rotor sangkar tiga fasa.



Gambar 2.6. Kurva karakteristik putaran-kopel

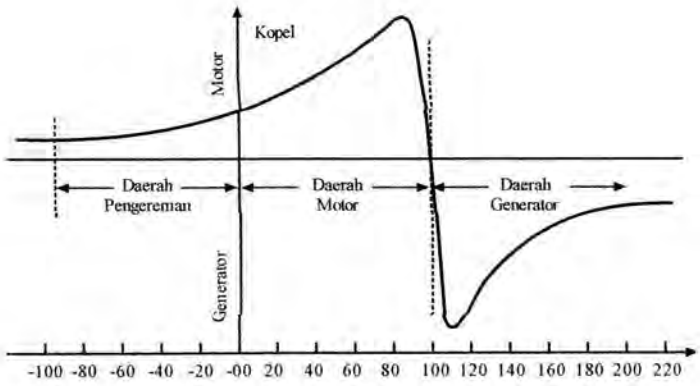
Kopel mula (Ts) adalah kopel yang tersedia, bila motor mulai berputar dari posisi diam. Sedangkan kopel beban penuh (T) adalah kopel yang dibasilkan bila motor berjalan pada keluaran nominal, dan perputaran motor pada kopel itu disebut pularan nominal.

Kemudian beban secara berangsur-angsur diperbesar dari keadaan dimana motor berputar pada keluaran nominal untuk melayani beban dan apabila kopel maksimum (Tm) dari poros motor yang dapat digunakan dilampaui, maka motor akan menjadi tak mampu melayani beban dan akhirnya berhenti. Kopel maksimum ini disebut juga kopel breakdown

motor. Pada umumnya kopel mula dan kopel maksimnm ini dinyatakan dalam persen dari kopel beban penuh.

Bentuk umum kurva putaran-kopel atau slip-kopel yang dihubungkan pada suatu sumber tegangan dan frekuensi tetap terlihat pada gambar 2.7.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23



Gambar 2.7. Kurva slip dari motor, generator dan pengareman

Pada keadaan kerja yang normal, maka rotor akan berputar pada arah putaran medan putar yang dihasilkan arus stator dengan kecepatan antara nol sampai kecepatan serempak. Sedangkan besar. slip yaitu antara 1 dan 0, seperti yang bertanda "Daerah motor" pada gambar 2.7. Keadaan motor mulai bekerja pada saat s = 1.

Untuk memperoleh kerja fisik pada daerah slip yang lebih besar dari satu, maka motor harus digerakkan ke arah belakang melawan arah putaran medan putar dengan suatu sumber daya mekanis yang mampu melawan kopel (T).

Secara praktis untuk membuat motor berhenti dengan suatu metoda penyumbatan (plugging). Dengan saling menukarkan dua kawat stator, maka arah putaran medan magnetik menjadi terbalik. Harga slip antara 1 dan 2 merupakan "daerah pengereman".

Motor indnksi akan bekerja scbagai generator bila terminal stator dihubungkan pada suatu sumber tegangan frekuensi tetap dan rotornya digerakkan diatas kecepatan serempak dengan suatu penggerak mula. Harga slip pada daerah pengereman adalah negatif, dibawah nol.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 20/9/23
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

11.6. Daya

Motor induksi merupakan analogi dari suatu transfonnator, dimana pada transformator keluarannya adalah daya listrik sedangkan pada motor induksi keluarannya merupakan daya mekanik (daya gerak),

Daya masukan suatu motor induksi (Pin) adalah dalam bentuk tegangan dan arus 3-fasa. Adapun daya masuk motor induksi itu adalah :

a. Daya masuk stator

$$Pi = 3\ V_1\ I_1 \cos \phi \quad \text{.....(2.15)}$$

b. Daya masuk rotor

$$P_2 = 3\ E_1\ I_1 \cos \phi \quad \text{.....(2.16)}$$

Rugi- rugi daya motor induksi :

1. Rugi-rugi celah udara

$$P_g = \frac{3Ix\ r_2}{s} \quad \text{.....(2.17)}$$

2. Rugi-rugi daya kumparan motor (P_{er}), merupakan daya yang hilang dalam bentuk panas pada belitan rotor, dimana besarnya :

$$P_{er} = 3\ 1_2^2\ r_2 \quad \text{.....(2.18)}$$

3 Keluaran daya rotor berupa daya mekanik (P_m), termasuk rugi geser dan angin adalah :

$$P_m = 3\ 1_2^2\ r_2 \left(\frac{1}{s} - 1\right) \quad \text{.....(2.19)}$$

$$P_m = 3\ 1_2^2 (r_2/s) - 3\ 1_2^2\ r_2$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

Dari ketiga persamaan daya diatas, terlihat bahwa antara daya tersebut saling berhubungan yaitu : $P_g = \frac{P_{cr}}{s}$ sehingga $P_{er} = s.\ P_g$.

Pada saat rotor dalam keadaan diam maka seluruh daya celah udara menipakan rugi tembaga rotor. Juga terlihat dari persamaan daya mekanik diatas bahwa :

$$P_m = p_g - p_e \quad \text{.....(2.20)}$$

$$P_m = p_g - s.\ p_g = (1-s)p_{pg}$$

Dengan mengetahui rugi-rugi gesek ditambah rugi-rugi angin dan rugi- rugi stray, maka daya keluaran motor dapat dihitung melalui persamaan :

$$P_{out} = p_m - p_{(gesek + angin + stray)} \quad \text{.....(2.21)}$$

Akhirnya diperoleh cara menghitung daya yang lebih cepat.

$$P_g : p_m : p_{er} = 1 : (1-s) : s$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

BAB III

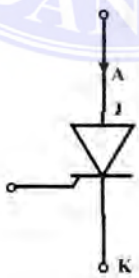
SILICON CONTROLLED RECTIFIER

Silicon Controlled Rectifier (SCR) adalah bahan semikonduktor daya yang tegangan penyalaannya dapat diubah-ubah sesuai dengan besarnya arus yang diberikan pada gerbang (gate-nya). Makin besar arus yang diberikan, makin besar pula tegangan penyalaannya.

III.l. Prinsip Kerja

SCR tersusun atas empat lapis (layer) yang berupa susunan P-N-P-N, dimana terminal ketiga rnerupakan gerbang (gate).

SCR disebut juga sebagai PNPN dioda. Sebuah SCR dapat berfungsi sebagai sakelar (On/Off), karena penyalaannya dapat diatur melalui besar pulsa arus yang diberikan pada gate. Diagram dan simbol suatu SCR dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Skematik dan simbol reprensentatif SCI

Apabila SCR dibias forward, artinya anoda lebih positif dari katoda maka SCR akan tetap non konduksi (tidak menghantar arus) sampai pulsa positif memukul input gate (G).

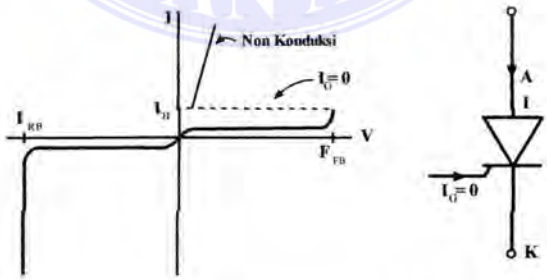
UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

Kemudian SCR dapat memblok tegagan forward selama tegangan catu lebih kecil dari dari tegangan break over (v_{fbo}). Setelah tegangan ini tembus maka SCR tidak dapat lagi mengendalikan nya kerena sudah terkunci(latch) dan akan tetapi terkunci walaupun penyulut positif telah dihilangkan. Ini berarti SCR memasuki daerah pengantar yang tinggi. Cara untuk memadamkannya (turn off) adalah dengan menurunkan arus SCR sedikit dibawah arus genggamnya

Apabila SCR dibilas revers. Artinya katoda lebih positif dari anoda maka SCR akan bersifat non konduktif sampai pulsa negatif yang diberikan mencapai tegangan break over(v_{rbo}).

III.2. karakteritik dan daerah kerja

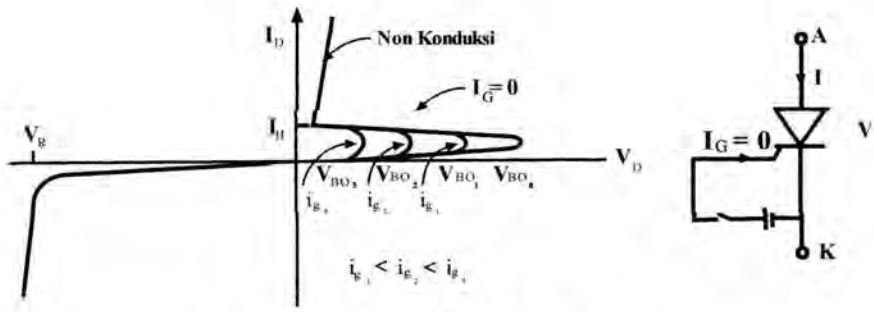
Karakteritis suatu SCR daoat menunjukan sifat atau kriteria SCR tanpa diberi arus gate atau diberi arus gate. Karakteristik suatu SCR tanpa diberi arus gate dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2. Karakteristik V _ I suatu SCR

Sedangkan apabila gate SCR diberi arus, maka karakterristik nya dapat dilihat malalui gambar 3.3.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 20/9/23
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23



Garnbar 3.3. Karakteritik SCR dengan arus gate

Dari karakteristik.SCR diatas, terlihat adanya 3 daerah kerja yaitu :

1. Daerah A : merupakan keadaan pada saat SCR diberi tegangan balik (reverse). Daerah kerja ini terjadi apabila katoda 1ebih positif dari anoda dimana arus yang mengalir, hanya arus bocor reverse yang kecil sekali. Pemberian tegangan reverse yang melewati batas tembusnya (V_{RBO}) akan menyebabkan mengalirnya arus reverse yang besar dan hal ini tidak diinginkan karena dapat menyebabkan kerusakan junction SCR.
2. Daerah B : Daerah kerja ini terjadi apabila SCR diberi tegangan maju (bias forward), maksudnya anoda lebih positif dari katoda. Dalam keadaan ini arus yang mengalir sangat kecil sekali, atau disebut juga arus bocor forward yang tergantung pada rating arus dan tegangan SCR. Pada daerah ini arus tetap tidak akan mengalir sampai dicapainya batas tegangan tembus forward ($_{VFBO}$). Apabila tegangan maju sudah mencapai tegangan penyalaan V_{FBO}, maka tegangan jatuh menjadi kecil dan saat inilah SCR mulai konduksi.
3. Daerah C : merupakan daerah kerja dimana pada saat ini SCR menyala (konduksi). Arus yang terjadi saat SCR mulai kondisi ini disebut arus genggam I_H (holding current). Arus ini cukup kecil yaitu dalam orde miliampere.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

Untuk dapat membuat SCR kembali off, yaitu dengan menurunkan arus sedikit dibawah arus genggamnya. Selanjutnya SCR tidak akan menyala sampai diberikan kembali pulsa penyalaan.

111.3. Rating

Sebelum menggunakan SCR secara baik, teriebih dahulu harus diketahui batasan dalam mengoperasikan SCR tersebut. Dengan mengetahui rating SCR, maka dapat diketahui harga batas atau ketentuan yang harus dipenuhi dalam pengoperasiannnya.

A. Rating tegangan SCR : beberapa bentuk tegangan SCR yang perlu diperhatikannya yaitu :

1. Kemampuan blocking tegangan forward (V_{RB}), yaitu tegangan forward maksimum yang dapat diberikan berulang pada SCR tanpa menyebabkan penyalaan.
2. Kemampuan blocking tegangan reverse (VRB), yaitu besar tegangan reverse maksimum yang dapat diberikan secara berulang tanpa menyebabkan SCR konduksi.
3. Tegangan tembus forward (Vfbo), yaitu besar tegangan forward yang menyebabkan SCR konduksi.
4. Tegangan tembus forward (VRiso), yaitu besara tegangan reverse yang menyebabkan mengalirnya arus reverse yang besar SCR.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

B. Rating arus (SCR)

1. Kapasitas arus efektif (I_{RMS}), yaitu arus efektif maksimum yang dapat dilewatkan SCR tanpa menyebabkan kerusakan SCR.
2. Arus rata-rata (I_{av}), yaitu arus rata-rata maksimum yang dapat dihantarkan SCR.
3. Arus genggam (In), yaitu arus forward minimum yang diperlukan untuk menjaga SCR tetap menyala, karena dibawah harga arus ini SCR akan padam,
4. Arus penahan (I_1), yaitu arus forward minimum yang diperlukan untuk menjaga SCR tetap menyala meskipun pulsa gate telah ditiadakan.
5. Arus reverse tembus (I_{RB}), yaitu arus reverse maksimum yang diinginkan dalam keadaan bias reverse tanpa menyebabkan kerusakan junction.

C. Parameter Gate SCR

1. Arus. gate (I_G), yaitu arus gate minimum yang diperlukan untuk penyalaan SCR.
2. Arus penyalaan maksimum (I_{GM}), yaitu arus gate maksimum yang diizinkan untuk menyalakan SCR.
3. Tegangan penyalaan (V_{gt}), yaitu tegangan gate minimum yang diperlukan untuk menyalakan SCR.
4. Tegangan penyalaan maksimum, (V_{GM}), yaitu tegangan gate maksimum yang diinginkan dalam menyalakan SCR,

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

D. Waktu Switching SCR :

1. Waktu pemadaman (t_{off}) yaitu selang waktu yang dibutuhkan SCR untuk mendapatkan kemampuan blocking forward pada tegangan tertentu tanpa menyehabkan penyalaan sebuah periode konduksinya.
2. Waktu penyalaan (t_{on}) yaitu selang waktu antara saat pulsa gate berikan sampai SCR menyala dan menghantarkan besar arus forward tertentu.

111.4. Prinsip Penyalaan

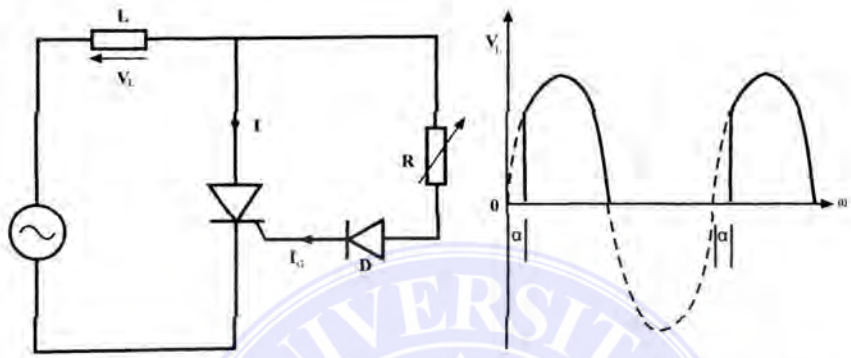
Penyalaan SCR memerlukan suatu rangkaian yang dapat memberikan pulsa arus pada gate. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

1. Sekali konduksi, maka SCR akan tetap menyala meskipun arus gate telah dihilangkan. Arus gate dapat diberikan dalam bentuk pulsa-pulsa singkat, sehingga memungkinkan suatu pengaturan frekuensi.
2. Tegangan penyalaan dapat diatur sesuai dengan besar kecilnya arus gate yang diberikan. Makin besar pulsa yang diberikan makin rendah tegangan penyalaan.
3. Pengaturan waktu pulsa yang diberikan pada gate SCR menurut gilirannya dapat digunakan untuk mengatur frekuensi. Beberapa rangkaian pulsa penyalaan SCR yaitu dengan menggunakan dioda dan tahanan variabel (paling sederhana), transistor dan UJT (Uni Junction Transistor).

   Sesuai dengan batasan masalah, dimana rangkaian pulsa penyalaan SCR tidak dibicarakan dalam hal ini. Pada dasarnya prinsip penyalaan suatu SCR adalah degan memberikan pulsa trigger pada gatenya sehingga membuat SCR tersebut menyala.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 20/9/23
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

Da1am hal ini diuraikan sedikit bentuk rangkaian penyalaan SCR yang paling sederhana yaitu dengan menggunakan dioda dan tahanan variabel seperti gambar3.4.



Gambar 3.4. Rangkaian penyalaan SCR yang sederhana

Besar arus gate yaitu : I_G Vs/R. Bila supply tegangan naik dari nol, maka arus gate akan naik pada suatu level terentu dan arus gate tersebut dapat menyalakan SCR. Hal ini akan terjadi pada saat sudut $\omega t = \alpha$. Dengan mengatur harga R dari tahanan variabel, maka sudut penyalaan SCR (a) juga dapat diatur besarnya. Sebuah SCR dapat berfungsi sebagai sakelar, dimana untuk menyalakan SCR diperlukan rangkaian pulsa penyalaan. Kemudian untuk memadamkan SCR (turn ofQ dapat dilakukan melalui dua cara yaitu, dengan mengurangi arus yang roengalir dari anoda ke katoda sampai lebili kecil dari arus genggarnnyh (In) dan dengan memberikan tegangan reverse atau arus dengan arah dari katoda ke anoda.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

111.5. Keuntungan dan Kerugian SCR

Penggunaan sebuah SCR dalam merubah daya mempunyai beberapa keuntungan, yaitu :

1. Pengoperasiaannya lebih sederhana dan dapat diandalkan.
2. Pemeliharaan lebih mudah, karena tidak ada bagian-bagian yang bergerak (statis).
3. Efisiensi kerjanya tinggi diatas 95%, karena kerugian daya yang terjadi kecil
4. Ukurannya kecil, tidak berat dan biaya relatif rendah.

Bagaimanapun penggunaan SCR sebagai Power Converter mempunyai beberapa hal yang merugikan, yaitu :

1. Proses Switching (on/off) SCR menimbulkan harmonisa pada jaringan supply.
2. Kemampuan pada beban lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan MG-Set.
3. Pembangkitan kembali hanya bisa dicapai melalui rangkaian pulsa, hal ini memerlukan tambahan biaya.
4. Dibawah kondisi operasi kerja tertentu, faktor daya supply ac lebih rendah.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 20/9/23
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari permasalahan tugas akhir ini adalah :

1. Berdasarkan persamaan kecepatan sinkron medan putar stator, terlihat bahwa suatu motor induksi tiga fasa jenis rotor sangkar putarannya dapat diatur yaitu dengan cara merubah frekuensi daya yang diberikan.
2. Perubahan frekuensi dilakukan melalui perubah frekuensi statis, yaitu sebuah inverter tiga fasa dengan elemen utamanya SCR setelah terlebih dahulu melalui tahap arus searah. Daya arus searah diperoleh dengan menyearahkan sumber daya jala-jala system tenaga melalui penyearah jembatan tiga fasa tak terkendali.
3. Perubah frekuensi output daya inverter, yaitu dengan mengatur periode konduksi SCR, karena semakin besar periode atau lama waktu yang diperlukan untuk mencapai suatu gelombang (satu siklus) semakin kecil frekuensi yang dihasilkan dan begitu juga sebaliknya.
4. untuk menjaga operasi motor pada kecepatan fluks celah udara maksimum didalam rentang perubahan frekuensi. Pengaturan ini dilakukan oleh dc chopper yaitu dengan mengatur kecepatan konduksi SCR utama terhadap periode pemotongan dari output tegangan penyearah yang kanstan dan kontinu.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 20/9/23
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

5. Mengatur putaran motor induksi tiga fasa ini hanya dapat dilakukan dibawah putaran nominal, hal ini sesuai dengan karakteristik putaran kopel. Perubahan frekuensi diatas nominal motor akan melebihi batas kemampuan rating dari motor tersebut dan hal ini tidak diinginkan tentunya.

V.1.2. Saran

1. Bila motor dioperasikan tidak boleh lebih dari tegangan arus dan putaran nominal motor.
2. Bila motor dibebani maka putaran akan turun dan untuk mengatasinya sebaiknya dengan menggunakan alat inverter.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 20/9/23
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

DAFTAR PUSTAKA

Abdul kadir, "*Mesin Tak Serempak*", 1981, penerbit jembatan Jakarta.

A.E.Fitzgrerald, "*Mesin-Mesin Listrik*", 1984, Penerbit Erlangga Jakarta.

Zuhal, "*Dasar Teknik Tenaga Listrik*", 1988, Gramedia Jakarta.

Hindmars, "*Elektrical Machines and Their Aplication*", Pergamon International library,1984

Chril W. Lander, "*Power electronics*", Company Englad,1981

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 20/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23