



**UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA
FAKULTI KEJURUTERAAN ELEKTRIK**

**LAPORAN PROJEK SARJANA MUDA
BEKU 4983**

REKABENTUK “*SOFT STARTER*” UNTUK MOTOR A.C

KHAIRUL ANWAR BIN MOHAMAD

B010310005

MEI 2007

raf

TK2789 K42 2007



0000043516

Rekabentuk 'soft starter' untuk motor AC / Khairul Anwar Mohamad.

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini, pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri).”

Tandatangan : 

Nama Penyelia : EN. MOHD ZULKIFLI BIN RAMLI

Tarikh : 3/05/07

**REKABENTUK “*SOFT STARTER*” UNTUK
MOTOR AC**

KHAIRUL ANWAR BIN MOHAMAD

**Laporan Ini Dikemukakan Sebagai Memenuhi Sebahagian Daripada Syarat-Syarat
Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri)**

**Fakulti Kejuruteraan Elektrik
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

MEI 2007

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya.”

Tandatangan : 

Nama : KHAIRUL ANWAR BIN MOHAMAD

Tarikh : 3/5/07

TERISTIMEWA BUAT

**MAMA, ABAH DAN ADIK-ADIK YANG SANGAT DIKASIHI DAN DISAYANGI
YANG TELAH BANYAK MEMBERI SOKONGAN DAN DORONGAN
SEPANJANG KEHIDUPANKU SELAMA INI,

DAN JUGA KEPADA TEMAN TERISTIMEWA,

TERIMA KASIH DIATAS SEGALA-GALANYA**

PENGHARGAAN

Allhamdulillah, bersyukur ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah kurnianya, projek sarjana muda dan penulisan tesis ini dapat disempurnakan mengikut tempoh yang telah ditetapkan.

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada penyelia projek sarjana muda iaitu Encik Mohd Zulkifli bin Ramli di atas segala bimbingan dan tunjuk ajar serta pandangannya sepanjang tempoh pelaksanaan projek sarjana muda dan penulisan tesis ini.

Penghargaan ini juga ditujukan kepada Encik Abd. Rahman Saad diatas usahanya dalam membantu dan menyampaikan ilmu sepanjang tempoh projek ini dijalankan.

Selain itu, penghargaan ini juga ditujukan kepada semua rakan-rakan serumah yang sudi memberi pendapat dan sokongan dan membantu saya menyiapkan projek ini serta tesis.

Tidak lupa juga kepada semua rakan-rakan seperjuangan yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung membantu menjayakan projek dan tesis ini.

ABSTRAK

"*Soft Starter*" digunakan sebagai pemula bagi sesebuah motor a.c. Ia dapat mengawal kadar aliran arus dan voltan bekalan pd motor ac. Secara teorinya, "*Soft Starter*" disambungkan secara siri dengan voltan talian yang dibekalkan pada motor ac. Kelebihan menggunakan "*Soft Starter*" berbanding pemula motor yang lain seperti "D.O.L" dan "Star-Delta" ialah ia dapat mengurangkan arus mula, tork dan daya kilas bagi sesebuah motor, mengurangkan kadar kepanasan, gegaran dan kebisingan seterusnya memelihara bearing motor itu daripada cepat rosak. Selain itu, dengan menggunakan "*Soft Starter*", jangka hayat bagi sesebuah motor ac juga dapat dipanjangkan. "*Soft Starter*" ini dikawal dengan menggunakan mikro-pengawal dan menggunakan thyristor. Thyristor digunakan sebagai "*AC Static Switch & Relay*". Voltan bekalan dikawal dengan mengubah sudut picuan pada thyristor. Dengan ini, kelajuan motor ac akan dapat ditingkatkan sedikit demi sedikit sehingga mencapai beban penuh. Selepas mencapai beban penuh, bekalan akan di "*by pass*" dengan menggunakan geganti untuk mengelakkan litar "*Soft Starter*" menjadi panas disamping menghapuskan harmonik yang telah terhasil.

ABSTRACT

Soft Starter is a motor starter. The Soft Starter is used to control the current and voltage that supply to the motor. Theoretically, the Soft Starter is connected series with the supply. There are many advantages by using the Soft Starter compared to the other starter such as Direct On-Line Starter(D.O.L) and Star-Delta Starter(Y- Δ). The Soft Starter can reduce more the starting amps, the starting torque, heat, noise and protect the motor bearing from damage. Beside that, by using the Soft Starter, the motor life spend will increase. This Soft Starter is controlled by a microcontroller and thyristor. The thyristor will act as AC Static Switch & Relay. The supply voltage will be controlled by controlling the firing angle of the Thyristor, so the motor speed can be control until the motor reach the full load condition. After that the supply that through the thyristor will be by pass by using relay. It is because to prevent the thyristor from over heating and to removed the harmonic that occur when the thyristor switching.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	PENGESAHAN PENYELIA	
	TAJUK PROJEK.....	i
	PENGAKUAN.....	ii
	DEDIKASI.....	iii
	PENGHARGAAN.....	iv
	ABSTRAK.....	v
	ABSTRACT.....	vi
	ISI KANDUNGAN.....	vii
	SENARAI RAJAH.....	xi
	SENARAI JADUAL.....	xiii
	SENARAI SINGKATAN.....	xiv
	SENARAI LAMPIRAN.....	xv
I	Pengenalan	
	1.1 Pengenalan Projek	1
	1.2 Objektif Projek.....	2
	1.3 Skop Projek.....	2
	1.4 Penyataan Masalah.....	3
	1.5 Metodologi Projek.....	4
	1.6 Perancangan Projek.....	5

BAB	PERKARA	HALAMAN
II	KAJIAN LITERATUR	
	2.1 Pengkajian Sifat-Sifat “Soft Starter” Ke Atas Mator Aruhan.....	6
	2.2 Kaedah Dan Isu-Isu Bagi Setiap Pemula Yang Digunakan Untuk Motor Aruhan.....	8
III	TEORI DAN KONSEP ASAS	
	3.1 Motor AC.....	10
	3.1.1 Motor AC Satu Fasa.....	10
	3.1.2 Motor AC Tiga Fasa.....	11
	3.2 Thyristor.....	12
	3.2.1 Triak.....	12
	3.2.2 Sudut Picuan.....	15
	3.2.2.1 Contoh Sudut Picu Diaplikasikan Kepada DC Motor.....	17
	3.3 Jenis-Jenis Pemula.....	19
	3.3.1 Pengenalan.....	19
	3.3.2 Pemula Terus Arus Talian (D.O.L).....	19
	3.3.3 Pemula Bintang-Delta (Y- Δ).....	22
	3.3.4 Pemula Auto-Pengubah.....	24
	3.3.5 “Soft Starter”.....	26
	3.3.5.1 Perbezaan Antara “Soft Starter” Dengan Pemula Lain.....	27

BAB	PERKARA	HALAMAN
IV	REKABENTUK SOFT STARTER	
	4.1 Litar Bekalan Kuasa 5 Vdc	29
	4.2 Litar Bekalan Kuasa 12 Vdc	31
	4.3 Litar " <i>Zero Crossing Detector</i> "	33
	4.4 Litar " <i>Soft Starter</i> "	35
	4.4.1 Tiga Litar Sefasa	35
	4.4.2 Mikro-Pengawal (At89s53).....	37
	4.4.3 Litar Mikro-Pengawal.....	38
	4.4.4 Litar Lengkap " <i>Soft Starter</i> "	39
	4.4.5 Litar Pcb " <i>Soft Starter</i> "	40
V	ATURCARA	
	5.1 Pengenalan.....	44
	5.2 Carta Alir.....	45
	5.3 Aturcara Program.....	49
VI	KEPUTUSAN DAN ANALISIS	
	6.1 Gelombang Keluaran Bagi Litar " <i>Zero Crossing Detector</i> "	56
	6.2 Gelombang Keluaran Litar Mikro-Pengawal.....	58
	6.2.1 Bentuk gelombang keluaran yang diperolehi dengan menggunakan simulasi (KEIL uVision3)....	59
	6.2.2 Bentuk gelombang keluaran yang diperolehi dengan menggunakan ossiloskop.....	61
	6.3 Gelombang Semasa Triak Memicu.....	63

BAB	PERKARA	HALAMAN
	6.4 Arus Permulaan (<i>Starting Amps</i>).....	65
	6.4.1 Sebelum Menggunakan ” <i>Soft Starter</i> ”.....	65
	6.4.2 Semasa Menggunakan ” <i>Soft Starter</i> ”.....	66
VII	KESIMPULAN DAN CADANGAN.....	68
	RUJUKAN.....	70
	LAMPIRAN	
	Lampiran A.....	71

SENARAI RAJAH

NO	TAJUK	HALAMAN
2.1	Diagram Sambungan Thyristor Dengan Motor.....	7
3.1	(a) Keratan rentas motor satu fasa	
	(b) Binaan motor aruhan satu fasa.....	11
3.2	Motor Aruhan Sangkar Tupai.....	12
3.3	Sukuan Pengoperasian Triak.....	13
3.4	Graf Cirian Triak.....	14
3.5	Sudut Picuan.....	15
3.6	Peningkatan kuasa keluaran.....	16
3.7	Peningkatan arus secara berperingkat	16
3.8	Sambungan litar Pemula D.O.L dengan motor a.c.....	21
3.9	Sambungan litar Pemula Bintang-Delta dengan motor a.c.....	23
3.10	Sambungan litar Pemula Auto-Pengubah dengan motor a.c.....	25
3.11	Graf Voltan Melawan Masa.....	27
3.12	Graf Arus Melawan Bilangan Putaran.....	28
3.13	Graf Tork Melawan Bilangan Putaran	28
4.1	Litar Bekalan Kuasa 5Vdc.....	29
4.2	(a) Pandangan Atas Litar 5V	
	(b) Pandangan Sisi Litar 5V	30
4.3	Litar Bekalan Kuasa 12Vdc.....	31
4.4	(a) Pandangan Atas Litar 12V	
	(b) Pandangan Sisi Litar 12V	32
4.5	Litar "Zero Crossing Detector"	33
4.6	Gelombang "Zero Crossing" dan Gelombang sinus	34
4.7	(a) Pandangan atas litar "ZCD",	
	(b) Pandangan sisi litar "ZCD"	34

NO	TAJUK	HALAMAN
4.8	Litar kuasa " <i>Soft Starter</i> ".....	35
4.9	Tatarajah Pin.....	37
4.10	Litar Mikro-Pengawal (litar kawalan).....	38
4.11	Litar Lengkap " <i>Soft Starter</i> ".....	39
4.12	Litar PCB yang telah siap direka(cetak biru).....	40
4.13	Pandangan hadapan litar PCB yang telah siap dibina.....	41
4.14	Pandangan bawah/belakang litar PCB yang telah siap dibina	42
4.15	Litar yang telah lengkap dengan komponen-komponen.....	42
4.16	(a) Pandangan sisi kanan litar, (b)Pandangan sisi kiri litar.....	43
6.1	Bentuk Gelombang Keluaran Dengan Menggunakan Simulasi (OrCAD).....	56
6.2	Gelombang keluaran daripada perkakasan litar " <i>Zero Crossing Detector</i> ".....	57
6.3	Gelombang " <i>Zero Crossing Detector</i> " (biru) dengan Gelombang Sinus(oren).....	58
6.4	(a)langkah naik voltan pertama [$\alpha=144^\circ$], (b)langkah naik voltan ke-2 [$\alpha=108^\circ$], (c)langkah naik voltan ke-3 [$\alpha=72^\circ$], (d)langkah naik voltan ke-4 [$\alpha=36^\circ$], (e)langkah naik voltan ke-5 [$\alpha=18^\circ$]	59
6.5	(a)langkah naik voltan pertama, (b)langkah naik voltan ke-2, (c)langkah naik voltan ke-3, (d)langkah naik voltan ke-4, (e)langkah naik voltan ke-5.....	61
6.6	Bentuk gelombang sinus semasa:- (a) langkah naik voltan pertama, (b)langkah naik voltan ke-2, (c)langkah naik voltan ke-3, (d)langkah naik voltan ke-4, (e)langkah naik voltan ke-5, (f)langkah naik voltan ke-6.....	63
6.7	Graf Arus (Arms) melawan Masa (saat).....	65
6.8	Graf Arus (Arms) melawan Masa (saat).....	67

SENARAI JADUAL

NO	TAJUK	HALAMAN
4.1	Spesifikasi Litar " <i>Soft Starter</i> ".....	36
6.1	Bacaan arus yang diambil tanpa menggunakan " <i>Soft Starter</i> " semasa pengoperasian motor a.c.	65
6.2	Bacaan arus yang diambil dengan menggunakan " <i>Soft Starter</i> " semasa pengoperasian motor a.c.	66

SENARAI SINGKATAN

PCB	–	PRINTED CIRCUIT BOARD
ZCD	–	ZERO CROSSING DETECTOR
LCD	–	LIQUID CRYSTAL DISPLAY
LED	–	LIGHT-EMITTING DIODE
IC	–	INTEGRATED CIRCUIT

SENARAI LAMPIRAN

NO	TAJUK	HALAMAN
A	MANUAL AT89S53	71

BAB I

PENGENALAN

1.1 PENGENALAN PROJEK

Kepentingan motor satu fasa terbukti berdasarkan kegunaannya yang meluas dalam bidang industri dan domestic. Motor satu fasa meliputi sebahagian besar daripada pembuatan motor di negara ini. Motor a.c satu fasa merupakan motor yang mempunyai kuasa kuda yang rendah. Namun begitu terdapat juga motor a.c satu fasa yang berkuasa tinggi sehingga mencecah 2 kWatt. Motor jenis ini adalah motor yang pertama dibina berbanding dengan motor 3 fasa. Motor ini terbahagi kepada tiga bahagian yang utama iaitu motor aruhan, motor penukar tertib dan motor segerak. Pemula motor digunakan untuk membolehkan motor bekerja dengan selamat semasa mula-mula dihidupkan hinggalah ia diberhentikan. Semasa diawal pengoperasian motor a.c, arus permulaan yang terhasil amatlah tinggi. Ini akan menyebabkan gangguan pada bekalan sistem kuasa sekaligus memberi kesan yang negatif kepada motor a.c tersebut seperti belitan pada motor akan menjadi terlalu panas dan berkemungkinan melebur apabila proses menghidupkan dan mematikan motor a.c berlaku dalam tempoh masa yang singkat. Selain itu ia juga akan meningkatkan daya kekangan terhadap motor a.c tersebut. Dengan menggunakan “*Soft Starter*” voltan bekalan dapat dikawal dan dikurangkan daripada 0% sehingga 100% sekaligus dapat mengurangkan arus permulaan dengan begitu berkesan sekali. Justeru itu motor tersebut akan lebih selamat digunakan dan dapat memberi perlindungan yang maksimum kepadanya seperti perlindungan dari arus mula yang tinggi, perlindungan haba, mengelakkan terjadinya litar pintas, beban lampau dan sebagainya.

1.2 OBJEKTIF PROJEK

Tujuan utama ataupun objektif projek ini dibangunkan adalah untuk:-

- 1) Mengurangkan arus permulaan semasa motor dihidupkan.
- 2) Memanjangkan jangka hayat motor dengan mengurangkan kadar kepanasan, gegaran dan kebisingan dengan menaikkan langkah voltan sedikit demi sedikit sehingga mencapai beban penuh.
- 3) Mempelajari cara-cara untuk menentukan sudut picuan pada thyristor.
- 4) Mereka bentuk pemula motor yang bersaiz kecil tetapi dapat menghidupkan tiga motor sekaligus.
- 5) Mereka bentuk pemula motor yang mempunyai kos yang rendah.
- 6) Mempelajari pengaturcaraan untuk mikro-pengawal dan OrCAD9 untuk mereka bentuk litar PCB.

1.3 SKOP PROJEK

Projek yang dijalankan ini sesuai digunakan pada motor a.c satu fasa seperti motor aruhan sangkar tupai, motor aruhan fasa-terbelah dan motor aruhan pemutar berlilit. Pemula '*soft starter*' yang direka ini sesuai digunakan pada motor yang mempunyai julat arus maksimum enam ampere ataupun yang mempunyai kuasa maksimum 2.5kW. Ini adalah kerana bergantung kepada nilai spesifikasi bagi triak yang telah dipilih. "*Soft Starter*" ini dikawal dengan menggunakan mikro-pengawal (AT89S53) dan thyristor. Selain itu ia juga dilengkapi dengan lampu penunjuk yang mana akan menunjukkan status semasa "*Soft Starter*".

1.4 PENYATAAN MASALAH

Apabila sesebuah motor a.c itu dihidupkan ia akan menghasilkan arus permulaan yang tinggi. Kadar arus permulaan ini bergantung saiz dan kuasa keluaran bagi motor a.c tersebut. Jika motor a.c itu mempunyai kuasa keluaran yang tinggi, maka arus permulaan yang terhasil juga akan tinggi. Arus permulaan yang tinggi akan menyebabkan kepanasan yang melampau kepada belitan motor a.c. Selain itu jika motor a.c dihidupkan ataupun diberikan bekalan penuh secara mengejut, ia akan memberikan kekangan yang tinggi kepada motor a.c dan akan memberikan daya kilas yang sangat tinggi dan jika keadaan ini berlaku berulang kali ia boleh menyebabkan kerosakkan kepada "*bearing*", "*shaft*" dan "*coupling*" motor a.c. Apabila keadaan ini berlaku motor a.c ini memerlukan penyelenggaraan yang kerap dan ini akan meningkatkan kos. Selain itu jangka hayat bagi motor a.c juga akan berkurang disebabkan kekerapan "*ON*" dan "*OFF*".

1.5 METODOLOGI

- 1) Mencari bahan rujukan dan membuat analisis.
 - membuat analisis tentang “*Soft Starter*”, cara penggunaan, kelebihan menggunakan “*Soft Starter*” dan sebagainya.
- 2) Mengenal pasti jenis litar dan komponen.
 - mengenal pasti jenis litar yang bersesuaian dan komponen-komponen yang diperlukan untuk membina “*Soft Starter*”.
- 3) Membuat simulasi.
 - membuat simulasi litar dengan menggunakan perisian “*OrCAD9*” untuk menguji kefungsi litar.
- 4) Membuat sambungan hardware.
 - setelah simulasi litar berjaya, maka pembinaan litar akan dimulakan.
- 5) Membuat aturcara (mikro-pengawal)
 - membuat aturcara dengan menggunakan perisian “*KEIL uVision3*”
- 6) Kombinasi antara hardware dengan mikro-pengawal.
 - akhir sekali ialah menggabungkan antara litar “*Soft Starter*”, “*Zero Crossing Detector*”, litar bekalan kuasa 5 Vdc, litar bekalan kuasa 12Vdc dan mikro-pengawal.
- 7) Laporan dan persembahan.
 - menyiapkan laporan serta membuat persembahan projek.

1.6 PERANCANGAN PROJEK

PERANCANGAN PROJEK <i>PROJECT PLANNING</i>												
<p>Senaraikan aktiviti-aktiviti utama bagi projek yang dicadangkan. Nyatakan jangka masa yang diperlukan bagi setiap aktiviti. <i>List major activities involved in the proposed project. Indicate duration of each activity to the related month(s).</i></p>												
Aktiviti Projek <i>Project's Activities</i>	2006					2007						
	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	
Mencari bahan rujukan dan membuat analisis.												
Mengenal pasti jenis litar dan komponen												
Membuat simulasi litar dengan menggunakan perisian OrcAD9												
Membuat hardware												
Membuat aturcara menggunakan perisian micro-controller Intel.												
Kombinasi antara hardware dengan mikro-pengawal serta ujikaji.												
Laporan dan persembahan												

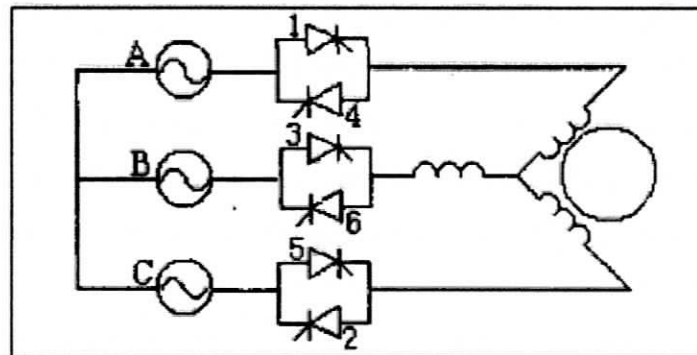
BAB II

LITERATUR RIVIEW

2.1 PENGKAJIAN SIFAT-SIFAT “SOFT STARTER” KE ATAS MOTOR ARUHAN. *Lu Guangqiang, Ji Yanchao, Yu Hongxiang*

Pemula motor adalah sesuatu yang penting sebelum sesebuah motor itu dihidupkan. Penggunaan pemula arus talian(D.O.L) menghasilkan arus mula yang sangat tinggi dan boleh mencapai sehingga lapan kali ganda daripada nilai kadaran yang sebenar. Penghasilan arus mula yang sangat tinggi akan menyebabkan motor mempunyai beban yang lebih, kekangan elektrik yang tinggi, daya kilasan yang terlalu tinggi pada sistem shaf serta kepanasan yang melampau pada belitan. Selain itu terdapat juga beberapa jenis pemula seperti pemula bintang-delta(Y- Δ), pemula autopengubah dan pemula kapasitor serta “*soft starter*”. Setiap pemula digunakan untuk meminimumkan voltan yang dibekalkan kepada stator semasa permulaan pengoperasian sesebuah motor. Walaupun permulaan pengoperasian dapat dibaiki, masih terdapat beberapa kelemahan dan keburukkan kerana tidak dapat mengawal 3 kutub elemen pensuisan dengan serentak. Proses “*transient*” akan berlaku dan ia akan menyebabkan voltan lampau pada terminal motor, daya kilas yang sangat tinggi terhasil serta penghasilan arus mula yang sangat tinggi. Oleh itu motor tersebut memerlukan pemeriksaan dan penyelenggaraan yang lebih kerap. Thyristor adalah komponen pensuisan yang baik berbanding dengan komponen pensuisan yang lain. Ini adalah kerana thyristor adalah komponen yang dapat mengawal kadar pengaliran arus. Disebabkan arus yang dikawal oleh thyristor maka litar utama tidak dapat alirkan arus secara berterusan lalu akan terhasilnya harmonik. Dengan terhasilnya harmonik maka akan berlaku kehilangan tenaga, pengurangan faktor kuasa dan mengurangkan kecekapan motor. Oleh itu banyak kajian telah dijalankan terhadap

cara lain untuk memulakan sebuah motor bukannya kajian untuk atasi masalah harmonik. Dengan menggunakan "self-commutated switch", voltan pada stator dapat dikawal dengan mengubah "duty cycle" dan tidak perlu sefasa dengan voltan bekalan. Oleh itu tidak wujud masalah harmonik. Pada masa kini, kaedah yang paling popular ialah mengawal voltan dengan menggunakan thyristor. Kaedah ini mempunyai banyak kelebihan seperti, motor dapat memecut dengan lancar, pengawalan arus yang mudah serta dapat menjimatkan tenaga elektrik. Disebabkan thyristor adalah komponen yang dapat dikawal, "firing signal" mesti sefasa dengan bekalan masukkan. Prinsip "Soft Starter" ialah voltan pada stator dikawal dengan mengubah "triggering angle" bagi thyristor. Nilai tork mula adalah bersamaan dengan kuasa dua bagi nilai arus mula. Arus adalah berkadar terus dengan voltan. Oleh itu, tork juga berkadar terus dengan voltan.



Rajah 2.1: Diagram Sambungan Thyristor Dengan Motor.