

raf

TK2785 .W36 2006



0000033277

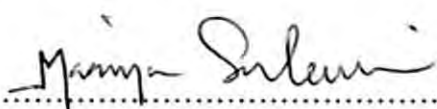
Speed drive controller of induction motor / Wan  
Hasaharizan Wan Hussain.

## **SPEED DRIVE CONTROLLER OF INDUCTION MOTOR**

**WAN HASAHARIZAN BIN WAN HUSSAIN**

**4 MAY 2006**

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

Tanda tangan :   
Nama penyelia : Professor Dr. Marizan Bin Sulaiman  
Tarikh : 4 MEI 2006

**PEMACU KAWALAN KELAJUAN MOTOR ARUHAN**

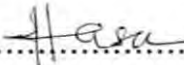
**WAN HASAHARIZAN BIN WAN HUSSAIN**

**laporan ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan  
ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri)**

**Fakulti Kejuruteraan Elektrik  
Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia**

**MAY 2006**

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

Tandatangan : .....  .....

Nama : Wan Hasaharizan Bin Wan Hussain

Tarikh : 4 MEI 2006

Teristimewa buat

Ibu, Ayah yang dikasihi dan disayangi

Rakan-rakan seperjuangan yang banyak membantu

Terima kasih atas sokongan dan dorongan yang diberikan...

## PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah dan Penyayang, syukur padaNya, akhirnya tesis semester akhir ini berjaya disiapkan dengan sepenuhnya, pada masa yang di tetapkan.

Di kesempatan ini, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya iaitu Profesor Dr. Marizan bin Sulaiman yang banyak membimbing saya dan menegur setiap kesalahan yang saya lakukan sepanjang menyiapkan projek ini.

Di samping itu juga, saya ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada para pensyarah yang banyak memberi maklumat dan tunjuk ajar serta para panel penilai yang membantu saya dalam membetulkan laporan akhir ini.

Akhir sekali, penghargaan ini saya tujukan kepada kawan- kawan yang banyak memberi galakan dan semangat kepada saya untuk meneruskan analisis ini.

## ABSTRAK

Secara keseluruhannya tujuan utama projek ini dilaksanakan adalah untuk membuat perbandingan diantara motor aruhan tanpa pemacu kawalan dan motor aruhan yang disertakan dengan pemacu kawalan kelajuan. Projek ini akan menganalisis mengenai penggunaan pemacu kawalan kelajuan dalam motor aruhan. Perkara utama yang ditekankan di dalam menganalisis ialah melihat perubahan pada kelajuan motor aruhan setelah frekuensi bagi motor tersebut di letakkan pada pada nilai frekuensi yang berbeza-beza. Kesan bagi setiap perubahan kelajuan ini akan mempengaruhi nilai tenaga elektrik yang digunakan seterusnya dapat menjimatkan bil penggunaan tenaga elektrik. Kilang-kilang industri mempunyai peluang untuk membuat penjimatan tenaga elektrik yang lebih efisien dan produktif.

## ABSTRACT

For overall, this project is implemented to make a comparison with a induction motor with speed drive and an induction motor without speed drive controller. This project will analyze about using a speed drive controller. The important things in this analyze is to take an observation when a frequency is varied. The effect from that changing is influence to electric energy and use to save an electric energy consumption. The industries factory are have a big opportunity to make this saving with better effective and production.



## ISI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>SUBJEK</b>	<b>HALAMAN</b>
	<b>PENGESAHAN PENYELIA</b>	
	<b>TAJUK PROJEK</b>	i
	<b>PENGAKUAN</b>	ii
	<b>PENGHARGAAN</b>	iv
	<b>ABSTRAK</b>	v
	<b>ABSTRACT</b>	vi
	<b>ISI KANDUNGAN</b>	vii
	<b>SENARAI JADUAL</b>	ix
	<b>SENARAI RAJAH</b>	x
	<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xi
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xii
<b>1</b>	<b>PENGENALAN</b>	
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Objektif	2
	1.3 Skop	2
<b>2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	
	2.1 Kaedah menjimatkan elektrik	4
	2.2 Teori dan konsep	7
<b>3</b>	<b>EKSPERIMEN DAN PENGUMPULAN DATA</b>	
	3.1 Kipas Sebagai Beban	12
	3.2 Prinsip operasi	13

<b>BAB</b>	<b>SUBJEK</b>	<b>HALAMAN</b>
<b>4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	
	<b>4.1 Memasukkan nilai frekuensi yang diperlukan</b>	<b>17</b>
	<b>4.2 Mengubah kapasiti beban</b>	<b>18</b>
	<b>4.3 Perbincangan</b>	<b>19</b>
	<b>4.4 Pengiraan bil penggunaan elektrik</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>KESIMPULAN</b>	<b>33</b>
	<b>RUJUKAN</b>	<b>35</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>36</b>

## SENARAI JADUAL

NO.	TAJUK	HALAMAN
4.1 (a)	Perubahan kelajuan dalam keadaan pengawal angin bukaan penuh	17
4.1 (b)	Perubahan kelajuan dalam keadaan pengawal angin separuh bukaan	18
4.1 (c)	Perubahan kelajuan dalam keadaan pengawal angin ditutup	18
4.2 (a)	Perubahan kelajuan dalam keadaan pengawal aliran angin berada dalam keadaan terbuka	18
4.2 (b)	Perubahan kelajuan dalam keadaan pengawal aliran angin berada dalam keadaan separuh terbuka	19
4.2 (c)	Perubahan kelajuan dalam keadaan pengawal aliran angin berada dalam keadaan tertutup	19
4.3(a)	Penggunaan tenaga sebelum menggunakan pemacu kawalan kelajuan	28
4.3 (b)	Penggunaan tenaga sebelum menggunakan pemacu kawalan kelajuan	29
4.4	Peratus penjimatan berdasarkan saiz motor untuk tempoh 30 hari penggunaannya.	32

## SENARAI RAJAH

NO.	TAJUK	HALAMAN
2.1	Kecekapan motor berdasarkan jumlah beban	6
2.2	Kompenan asas bagi pemacu pulse width modulate (PWM)	9
2.3	Gelombang keluaran pemacu	10
2.4	Kompenan Gelombang keluaran pemacu	10
3.1	Kompenan asas bagi beban	12
3.2	Daya kilas permulaan bagi beban kipas	13
3.3	Keadaan pemacu arus ulang alik berfungsi	13
3.4	Carta alir pemacu arus ulang alik berfungsi	15
4.1	Graf bagi daya kilas terhadap perubahan frekuensi	21
4.2	Graf bagi daya kilas terhadap perubahan kapasiti beban	22
4.3	Gelinciran bagi frekuensi 50 Hz	26
4.4	Gelinciran bagi frekuensi 60 Hz	27

## SENARAI SINGKATAN

- DC - Direct current
- Rpm - Rotation per minutes
- kW - Kilowatt
- Hz - Hertz
- A - Ampere
- N.m - Newton meter

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>NO.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>HALAMAN</b>
A	Aktiviti Projek	36
B	Tarif Elektrik	37
C	Pressure Transducer	39
D	ABB ACS 550 Drive	40

## BAB 1

### Pengenalan

#### 1.1 Latar Belakang Projek

Pada masa sekarang, motor aruhan banyak digunakan dengan meluas berdasarkan harganya yang murah dan senang diselenggarakan. Kebanyakan ia digunakan di kilang-kilang industri dan penggunaannya semakin meningkat dari tahun ke tahun.

Pemboleh ubah pula adalah alat yang digunakan bagi tujuan mengawal kelajuan aruhan motor. Pemacu boleh mengawal dua elemen iaitu daya kilas dan kelajuan. Kuasa yang dikeluarkan oleh motor aruhan ini berkadar langsung dengan pusingan kelajuan per pusingan seminit.

Apabila frekuensi diubah, kelajuan motor akan turut berubah. Dengan mengubah bilangan kutub, sesuatu kelajuan dapat juga berubah tetapi ia akan memerlukan pemwayaran semula dan ia akan mengakibatkan kesan kepada kelajuan. Oleh itu, untuk kesenangan, ketepatan dan kejituan, hanya frekuensi sahaja yang diubah.

Sehingga kini kebanyakan pemboleh ubah motor arus ulang alik diaplikasikan pada pam dan kipas. Kemajuan di dalam teknologi menyebabkan aplikasi bagi motor aruhan ini dapat dipertingkatkan ke tahap yang lebih tinggi.

Sebab utama aruhan motor di kilang-kilang industri memerlukan kelajuan motor yang boleh diubah ialah untuk mengaplikasikannya pada keadaan beban yang berbeza. Keperluannya adalah secara meluas dan digunakan bagi menjimatkan penggunaan tenaga elektrik yang digunakan. Prestasi yang dipertingkatkan dengan adanya pemacu kawalan kelajuan ini menjadi kunci utama kepada pencapaian dalam meningkatkan produktiviti sesebuah kilang.

## 1.2 Objektif Projek

Tujuan utama projek ini dilaksanakan adalah untuk

- i. Untuk mengetahui dan menganalisis bagaimana pemacu kawalan kemajuan ini bekerja.
- ii. Untuk mengira kecekapan tenaga.
- iii. Untuk mengesahkan teori yang menyatakan bahawa pemacu kawalan kemajuan ini dapat menjimatkan tenaga elektrik.
- iv. Untuk menambah pengetahuan mengenai penggunaan pemacu kawalan kelajuan aruhan motor dan aplikasinya di kilang-kilang industri.

## 1.3 Skop Projek

Untuk memastikan objektif projek tercapai, beberapa aspek penting mestilah dilaksanakan. Projek ini terdiri daripada peranti lembut iaitu peranti pemacu kawalan kelajuan dan peranti kasar iaitu kipas, terowong angin dan pengawal aliran angin. Antara aspek penting yang di ambil kira ialah pengawal aliran udara yang bertindak sebagai kawalan secara tangan terhadap sebarang perubahan terhadap kemasukan nilai frekuensi.

Kemudian, analisis mengenai setiap perubahan yang berlaku akan dilakukan dan dibandingkan dengan setiap frekuensi yang di ubah. Ia termasuk perubahan pada arus



masuk pada motor, daya kilas pada beban dan kuasa yang diperlukan apabila frekuensi di ubah kepada nilai yang tertentu

Setelah analisis dan perbandingan dilakukan, pengiraan penjimatan tenaga elektrik akan dibuat bagi melihat kadar penjimatan dan tempoh pulangan modal yang dapat di capai.

## BAB 2

### KAJIAN ILMIAH

#### 2.1 Kaedah Menjimatkan Elektrik

Ada beberapa cara untuk menjimatkan tenaga elektrik apabila mengaendalikn sesebuah mesin.

##### 1. Membuka litar

Ini adalah kaedah yang paling mudah untuk menjimatkan tenaga elektrik yang digunakan iaitu dengan memutuskan litar apabila tidak digunakan kerana motor aruhan sering dibiarkan dalam keadaan beroperasi walaupun ia tidaklah diperlukan pada ketika itu. Ini adalah penyelesaian yang terbaik untuk kebanyakan aplikasi tetapi kadang kala ia dilengkapi dengan penjangka masa dan pengesan yang akan memutuskan litar secara automatik. Contohnya ialah sesetengah motor boleh dibukakan litarnya pada waktu malam iaitu seperti pemutar air panas, pemampat udara dan kipas penyedut udara.

##### 2. Mengurangkan kelajuan pada kipas motor.

Antara kaedah yang mudah untuk mengurangkan kos penggunaan elektrik ialah mengurangkan kelajuan pada kipas terutamanya pemanas voltan arus ulang alik. Penggunaan tenaga bagi kipas dan pam berubah berdasarkan kepada kelajuan, jadi, sebarang perubahan yang kecil boleh mengakibatkan perubahan yang besar dalam penggunaan tenaga.

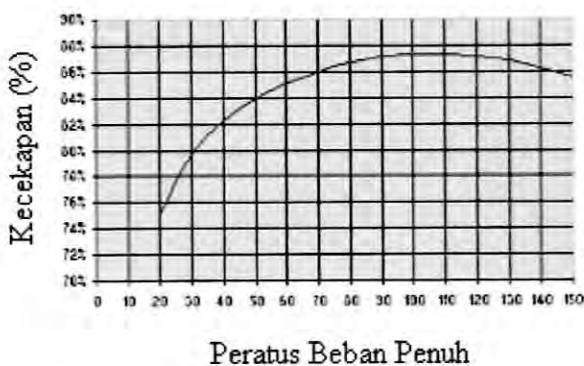
### 3. Menentukan tenaga-kecekapan motor

Apabila menggantikan sebuah motor yang baru atau menentukan mesin yang baru, pastikan ianya mempunyai kecekapan yang tinggi. Motor yang mempunyai kecekapan yang tinggi menggunakan bahan yang berkualiti dan dibina dengan spesifikasi yang jitu daripada kebanyakan motor yang sedia ada. Secara puratanya, motor jenis ini adalah 5%-10% lebih cekap daripada motor yang biasa iaitu untuk 25 kuasa kuda ke bawah. Sebelum menggunakan atau membeli motor yang baru, pastikan ia hendaklah di semak oleh jurutera. Ini adalah kerana sesetengah motor mempunyai kelajuan yang tinggi daripada motor biasa.

Oleh itu, dengan meningkatkan kelajuan pada beban seperti kipas dan pam akan menjurus kepada meningkatnya penggunaan tenaga. Jadi, adalah amat penting bagi menentukan bahawa sebuah motor yang baru itu mempunyai kelajuan pada beban maksimum tidak melebihi kelajuan motor yang asal.

### 4. Saiz motor yang diaturkan.

Kebanyakan sistem bagi motor adalah melebihi saiz asal dan secara logiknya, motor yang melebihi saiz sepatutnya akan beroperasi pada kadar kecekapan yang kurang dan seterusnya meningkatkan kos penjanaan elektrik. Kecekapan bagi kebanyakan motor adalah sekitar 75% hingga 80% dalam keadaan beban penuh seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.1 di bawah.



Rajah 2.1:Kecelakaan motor berdasarkan jumlah beban

### 5. Mengurangkan beban

Antara cara yang lain untuk mengurangkan beban pada motor dan menjimatkan tenaga dengan mengurangkan kehilangan pada tekanan di dalam paip dan menyebabkan saluran akan beroperasi pada kehilangan tekanan yang rendah. Sistem saluran dan paip yang mempunyai kehilangan tekanan yang sedikit (dikenali juga sebagai tekanan statik) biasanya menggunakan kelajuan kipas yang perlahan untuk menghasilkan pengaliran yang sama. Antara cara lain untuk mengurangkan beban pada sistem ini ialah termasuk menjajarkan pemacu motor, menggantikan keperluan pemacu yang rosak seperti tali penggerak mesin, rantai dan gear pada mesin.

### 6. Menggunakan pemacu kelajuan untuk sebarang beban.

Ada beberapa jenis motor yang menggunakan pemacu tidak memerlukan beroperasi dalam keadaan yang sama kelajuannya. Sebagai contoh, pam dan kipas tidak memerlukan kelajuan yang sentiasa tetap pada setiap masa. Beban jenis ini menawarkan peluang yang besar untuk menjimatkan dengan melaraskan beban pada kelajuan yang tertentu .

Analisis projek ini akan membuat ujikaji dan membincangkan dengan lebih lanjut mengenai pemacu kawalan kelajuan ini.

## 2.2 Teori dan Konsep

Berdasarkan teori, tujuan utama pemacu kawalan kelajuan ialah untuk mengawal kelajuan, daya kilas dan frekuensi bagi sesebuah motor. Kawalan pemacu ini mempunyai kadar frekuensi yang boleh berubah-ubah dan menghasilkan kelajuan yang berbeza-beza.

Kebanyakan mesin yang menggunakan pemacu kawalan kemajuan ini mendapat banyak manfaat kerana kebolehan pemacu dalam menentukan nilai frekuensi yang akan mengawal kelajuan pusingan per minit bagi motor untuk melaraskan keadaan penggunaan dan seterusnya meningkatkan kualiti produk atau pun untuk keselamatan.

Antara aplikasi yang boleh digunakan di industri ialah pengisar kain kapas yang akan beroperasi dalam diameter yang kecil pada kelajuan yang tinggi dan diameter yang besar pada kelajuan yang sedikit untuk optimalkan kadar yang akan digunakan untuk peralatan memotong. Mesin pencetak pula beroperasi akan beroperasi pada kelajuan yang akan menghasilkan produk yang berkualiti yang akan berubah mengikut kepada berat dan pembungkusan kertas dan ciri-ciri dakwat yang digunakan. Ia juga bagi memastikan mesin pencetak mencetak dengan lembut agar ia tidak akan merosakkan kertas. Selain itu, kelajuan yang berbeza boleh diaplikasikan pada pam air yang digunakan di rumah-rumah perumahan. Pada siang, hari mungkin kelajuannya akan meningkat dan kelajuannya pada waktu malam (12.00 malam ke atas) mungkin boleh diperlahankan kerana pada waktu itu, kebanyakan penghuni rumah sedang tidur.

Semasa permulaan, kawalan boleh ubah pemacu kelajuan masih lagi di tahap yang lama iaitu berdasarkan mekanikal dan prinsip hidraulik masih lagi digunakan dan penggunaannya yang agak terhad. Pengawalan keluaran bagi system dengan mengubah frekuensi dapat di capai dalam tiga cara: mekanikal, hidraulik dan elektronik. Berdasarkan kepada kemajuan di dalam peranti suis elektronik, dan mikro

elektronik, pemacu jenis ini banyak digunakan secara meluas. Ia menawarkan kejituan yang tinggi, kawalan yang senang dan penyelenggaraan yang mudah. Disamping itu, kita boleh mengawal motor pada jarak yang jauh dan ia juga boleh mengawal lebih dari satu motor aruhan.

Pemacu boleh ubah elektrik ini mempunyai dua jenis iaitu pemacu arus terus dan pemacu arus ulang alik.

Formula bagi arus ulang alik dalam sepusingan seminit:

$$N_s = \frac{120 f}{P} \quad (2.1)$$

Disini :

$N_s$  = kelajuan penyelaras

$f$  = Frekuensi

$P$  = bilangan kutub

Kelajuan arus ulang alik bagi motor aruhan bergantung kepada dua faktor.

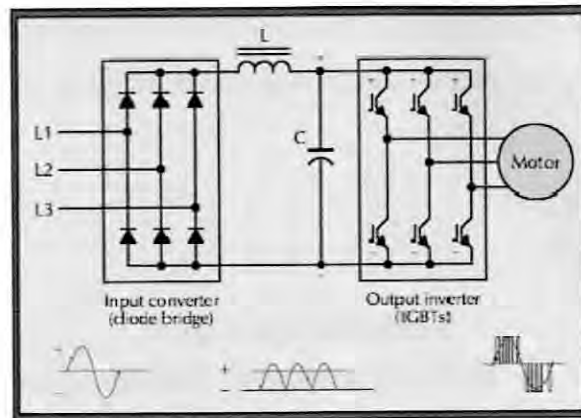
- 1) Jumlah bilangan kutub
- 2) Frekuensi yang digunakan oleh motor

Contoh: Sebuah motor mempunyai bilangan kutub sebanyak 4 kutub. Frekuensi yang dibekalkan pada motor ialah 50Hz. Jadi, jumlah pusingan bagi motor tersebut ialah:

$$120 \times 50 / 4 = 6000 / 4 = 1500 \text{ pusingan per minit.}$$

Bagaimana pemacu mengubah kelajuan pada motor aruhan.

Kelajuan pada motor aruhan dikawal oleh pengatur denyutan – “Pulse width modulator” (PWM) .Ia terdiri daripada diod, induktor, kapasitor dan peranti kawalan seperti Rajah 2.2 di bawah.



Rajah 2.2 :Komponen asas bagi pemacu pulse width modulate (PWM)

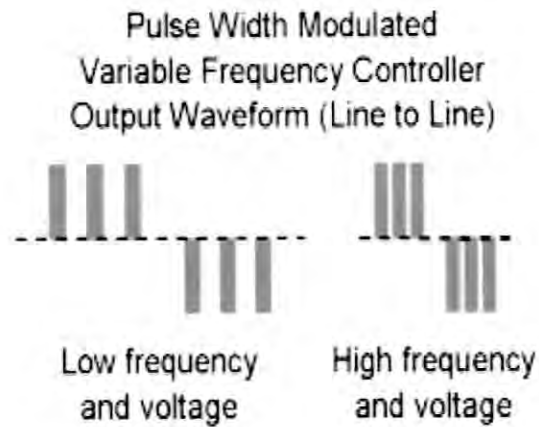
Walaupun beberapa pemacu menerima kuasa masukan satu fasa, tetapi analisis ini lebih tertumpu kepada kuasa masukan tiga fasa. Seksyen masukan pemacu ini ialah terdiri daripada pengubah. Ia mengandungi enam biji diod yang disusun dalam bentuk jambatan elektrik. Diod –diod ini berfungsi untuk menukar kuasa arus ulang alik kepada kuasa arus terus. Seksyen seterusnya ialah DC rod seksyen.

DC rod seksyen akan menapis dan menghaluskan gelombang .Diod akan membina gelombang negatif kepada fasa positif. Induktor dan kapasitor akan bekerja bersama-sama untuk menapis keluaran arus ulang –alik kepada gelombang arus terus. Gelombang arus terus yang semakin halus ,bermakna semakin jelas gelombang keluaran daripada pemacu.

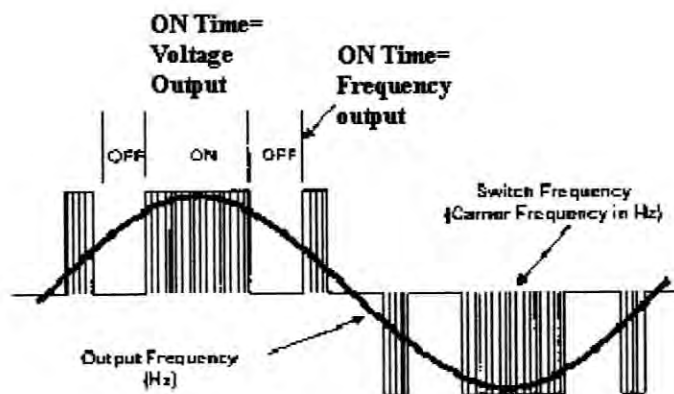
Dari DC rod seksyen, gelombang akan melalui seksyen terakhir bagi pemacu iaitu pengubah. Sebagaimana namanya, ia akan mengubah arus terus kepada arus ulang alik dan akan mengubahnya dalam keadaan voltan dan frekuensi yang berbeza. Ia bergantung kepada jenis peranti yang digunakan .

Kebanyakan pengubah pada masa sekarang menggunakan Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBTs) sebagai suis untuk arus terus berada dalam keadaan 'on' dan 'off' pada selang masa yang tertentu. Untuk melakukannya, pengubah akan menghasilkan

voltan arus terus dan frekuensi keluaran .Seperti yang ditunjukkan pada rajah 2.3 dan rajah 2.4 di bawah, gelombang keluaran daripada pemacu tidak sama dengan gelombang masukan arus ulang alik tetapi ia menyediakan nilai voltan yang mempunyai magnitud yang tetap.



Rajah 2.3 : Gelombang keluaran pemacu



Rajah 2.4 : Komponen Gelombang keluaran pemacu