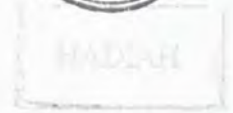


4000006230



MENGAJI PENCIRIAN MOTOR ARUS TERUS

WONG GING ZING

**TESIS INI DIMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN
KEPUJIAN**

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

FEBRUARI 2004

PERPUSTAKAAN UMS



1400006230



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: MENGIKAJI PENCIPIAN MOTOR ARUS TERUSIjazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUIJANSESI PENGAJIAN: 2001/2002Saya WONG GING ZING

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

ZING

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 21, LORONG MALUDAN
BARAT 2B, 96000 SIBU, SARAWAK.

Puan Zubistiana Zulkifli

Nama Penyelia

Tarikh: 13/3/2004Tarikh: 13

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

8 Mac 2004

Zing

WONG GING ZING
HS2001-1654

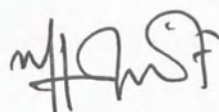


DIPERAKUKAN OLEH

1. PENYELIA

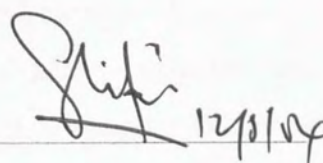
Tandatangan

(PUAN ZULISTIANA ZULKIFLI)



2. PEMERIKSA 1

(ENCIK SAAFIE BIN SALLEH)



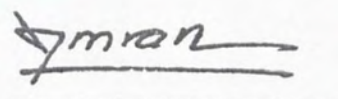
3. PEMERIKSA 2

(ENCIK ABDULLAH CHIK)



4. DEKAN

(PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED)





PENGHARGAAN

Di sini saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada semua mereka yang telah menolong saya dalam penyiapan projek tahun akhir saya. Saya ingin menyatakan segala penghargaan saya kepada mereka yang telah banyak membantu dan memberi tunjuk ajar kepada saya.

Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia saya, Puan Zulistiana Zulkifli yang telah banyak memberi bantuan dan juga bimbingan kepada saya. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pensyarah- pensyarah program Fizik Dengan Elektronik, iaitu Prof. Datuk Dr. Mohd Noh Dalimin, Prof. Madya Dr. Fauziah bt. Hj. Aziz, Dr. Jedol Dayou, Encik Saafie Salleh, Encik Alvie Lo dan Encik Abdullah Chik yang sudi membekalkan maklumat kepada saya.

Terima kasih kepada semua rakan seperjuangan saya yang bersedia mendengar segala keluhan dan bersama-sama menghadapi cabaran. Akhir sekali, saya ingin merakamkan ribuan terima kasih kepada ibu-bapa saya atas dorongan dan galakan mereka.

WONG GING ZING

HS2001-1654



ABSTRAK

Ini adalah kajian mengenali lebih terperinci mengenai sifat-sifat tiga jenis motor arus terus. Tiga jenis motor yang wujud dan yang dikaji ialah jenis *series-wound*, *shunt-wound* dan *compound-wound*. Ketiga-tiga jenis motor ini, mempunyai sifat-sifatnya yang tersendiri, disebabkan corak sambungan yang berbeza. Setiap litar bagi tiap sambungan litar disambungkan dan dikaji oleh penulis. Graf-graf telah diplotkan bagi mengkaji dengan lebih teliti bagi sifat ketiga-tiga jenis motor tersebut. Kecekapan bagi setiap motor juga dihitung dan graf diplotkan bagi mengetahui jenis motor yang kecekapan lebih tinggi. Daripada hasil keputusan, didapati terdapat pelbagai cirian setiap motor dalam graf-graf yang telah diplotkan. Motor jenis *series-wound* mempunyai nilai kecekapan yang lebih tinggi pada nilai tork yang lebih kecil berbanding dengan motor jenis *shunt-wound*, tetapi keadaan songsang bagi nilai tork yang lebih tinggi. Manakala motor jenis *compound-wound* mempunyai kecekapan yang tertinggi antara ketiga-tiga jenis motor tersebut.



ABSTRACT

This research is conducted in order to know more about the characteristics of three kinds of direct current motors which are series-wound motor, shunt-wound motor and compound-wound motor. They have different kinds of characteristics due to the different connection on the circuit. Characteristic of each motors was examined. Graphs have been plotted for futher and detail studies of the characteristic of the motors. Efficiency has been calculated and graphs were plotted to determine the motor which has highest efficiency. From the results, the series-wound motor showed better efficieny for the lower value of torqs compared to shunt-wound motor but showed lower efficiency in higher valued torqs. Among the three motors, the compound-wound motor showed the best efficiency on all value of torqs.



SENARAI KANDUNGAN

MUKA SURAT

BAB 1 PENGENALAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Sejarah	2
1.3 Aplikasi-aplikasi	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Objektif	4
1.6 Skop kajian	5
BAB 2 ULASAN LITERATUR	
2.1 Pengenalan	6
2.2 Arus Elektrik	7
2.3 Sambungan Mesin Arus Terus Sebagai Motor	10
2.4 Tork	14
2.5 Hukum Faraday	14
2.6 Hukum Lenz	15
2.7 Swainduktains	16
2.8 Peraturan Tangan Kiri Fleming	17
2.9 Kuasa Motor	19
2.10 Kecekapan Motor	20
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH	
3.1 Perancangan Awal	22
3.2 Penyediaan Alat-alat Litar	22
3.3 Sambungan Litar	23
3.31 Mesin Arus Terus Sebagai Motor	23
3.4 Pengambilan Data Dan Keputusan	26



BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN	
4.1 Pencirian Motor Arus Terus Jenis <i>Series-Wound</i>	29
4.1.1 Pencirian Tork lawan Arus Aruhan	30
4.1.2 Pencirian kelajuan Lawan Arus Aruhan	31
4.1.3 Pencirian Kelajuan Lawan Tork	32
4.1.4 Pencirian Kecekapan Lawan Tork	33
4.2 Pencirian Motor Arus Terus Jenis <i>Shunt-Wound</i>	35
4.2.1 Pencirian Tork Lawan Arus Aruhan	36
4.2.2 Pencirian Kelajuan Lawan Arus Aruhan	37
4.2.3 Pencirian Kelajuan Lawan Tork	38
4.2.4 Pencirian Kecekapan Lawan Tork	40
4.3 Pencirian Motor Arus Terus jenis <i>Compound-Wound</i>	42
4.3.1 Pencirian Tork Lawan Arus Aruhan	43
4.3.2 Pencirian kelajuan Lawan Arus Aruhan	44
4.3.3 Pencirian Kelajuan Lawan Tork	45
4.3.4 Pencirian Kecekapan Lawan Tork	47
4.4 Perbandingan Graf Tork Lawan Arus aruhan Bagi Motor Jenis <i>Series-Wound</i> , <i>Shunt-Wound</i> , dan <i>Compound-Wound</i> .	49
4.5 Perbandingan Graf Kecekapan Lawan Tork Bagi Motor Jenis <i>Series-Wound</i> , <i>Shunt-Wound</i> , dan <i>Compound-Wound</i> .	51
BAB 5 KESIMPULAN	53
SENARAI RUJUKAN	54
LAMPIRAN A	57
LAMPIRAN B	60 – 73



GAMBARAJAH

MUKA SURAT

Gambarajah 2.1 Graf Voltan Melawan Masa Bagi Arus Terus	9
Gambarajah 2.2 Graf Voltan Melawan Masa Bagi Arus Ulang-Alik	10
Gambarajah 2.3 Binaan Ringkas Suatu Mesin Arus Terus	12
Gambarajah 2.4 Litar Ringkas Sambungan Mesin Jenis <i>Series-Wound</i>	12
Gambarajah 2.5 Litar Ringkas Sambungan Mesin Jenis <i>Shunt-Wound</i>	13
Gambarajah 2.6 Litar Ringkas Sambungan Mesin Jenis <i>Compound-Wound</i>	13
Gambarajah 2.7 Gerakan Gegelung Dengan Aplikasi Tork Pada Suatu Motor Arus Terus	14
Gambarajah 2.8 Daya Gerak Elektrik (d.g.e) Yang Terhasil Akibat Kesan Swainduktans	17
Gambarajah 2.9 Hasil Daya Gerakan Ke Atas yang mengakibatkan Permusingan ikut Arah Jam Bagi Peraturan Tangan Kiri Fleming	18
Gambarajah 2.10 Hasil Daya Gerakan Ke Atas yang mengakibatkan Permusingan ikut Arah Jam Bagi Peraturan Tangan Kiri Fleming	18
Gambarajah 3.1 Radas-radas yang Disediakan dan Disambungkan Bagi Litar Motor Jenis <i>Series-Wound</i>	24
Gambarajah 3.2 Radas-radas yang Disediakan dan Disambungkan Bagi Litar Motor Jenis <i>Shunt-Wound</i>	25
Gambarajah 3.3 Radas-radas yang Disediakan dan Disambungkan Bagi Litar Motor Jenis <i>Compound-Wound</i>	25
Gambarajah 4.1 Graf Tork Lawan Arus Aruhan Bagi Motor Jenis <i>Series-Wound</i>	30
Gambarajah 4.2 Graf Kelajuan Lawan Arus Aruhan Bagi Motor Jenis <i>Series-Wound</i>	31
Gambarajah 4.3 Graf Kelajuan Lawan Tork Bagi Motor Jenis <i>Series-Wound</i>	32
Gambarajah 4.4 Graf Kecekapan Lawan Tork Bagi Motor Jenis <i>Series-Wound</i>	34



Gambarajah 4.5 Graf Tork Lawan Arus Aruhan Bagi Motor Jenis <i>Shunt-Wound</i>	36
Gambarajah 4.6 Graf Kelajuan Lawan Arus Aruhan Bagi Motor Jenis <i>Shunt-Wound</i>	37
Gambarajah 4.7 Graf Kelajuan Lawan Tork Bagi Motor Jenis <i>Shunt-Wound</i>	38
Gambarajah 4.8 Graf Kecekapan Lawan Tork Bagi Motor Jenis <i>Shunt-Wound</i>	41
Gambarajah 4.9 Graf Tork Lawan Arus Aruhan Bagi Motor Jenis <i>Compound-Wound</i>	43
Gambarajah 4.10 Graf Kelajuan Lawan Arus Aruhan Bagi Motor Jenis <i>Compound-Wound</i>	44
Gambarajah 4.11 Graf Kelajuan Lawan Tork Bagi Motor Jenis <i>Compound-Wound</i>	45
Gambarajah 4.12 Graf Kecekapan Lawan Tork Bagi Motor Jenis <i>Compound-Wound</i>	48
Gambarajah 4.13 Perbandingan Graf Tork Lawan Arus Aruhan Bagi Motor Jenis <i>Series-Wound, Shunt-Wound</i> dan <i>Compound-Wound</i>	49
Gambarajah 4.13 Perbandingan Graf Kecekapan Lawan Tork Bagi Motor Jenis <i>Series-Wound, Shunt-Wound</i> dan <i>Compound-Wound</i>	51



JADUAL

MUKA SURAT

Jadual 3.1 Data-data Dicapat dan Dikirakan Bagi Motor Jenis <i>Series-Wound</i>	26
Jadual 3.2 Data-data Dicapat dan Dikirakan Bagi Motor Jenis <i>Shunt-Wound</i>	27
Jadual 3.3 Data-data Dicapat dan Dikirakan Bagi Motor Jenis <i>Compound-Wound</i>	27
Jadual 4.1 Data Yang Didapati Daripada Sambungan Motor Jenis <i>Series-Wound</i>	29
Jadual 4.2 Data Yang Dikirakan Daripada Data Sambungan Motor Jenis <i>Series-Wound</i>	33
Jadual 4.3 Data Yang Didapati Daripada Sambungan Motor Jenis <i>Shunt-Wound</i>	35
Jadual 4.4 Data-Data Yang Dikirakan Untuk Mendapat Nilai-nilai Kecekapan Bagi Sambungan Motor Jenis <i>Shunt-Wound</i>	40
Jadual 4.5 Data Yang Didapati Daripada Sambungan Motor Jenis <i>Compound-Wound</i>	42
Jadual 4.6 Data-data Yang Dikirakan Daripada Data-data Sambungan Motor Jenis <i>Compound-Wound</i>	47



SENARAI SIMBOL

=	sama dengan
+	positif
-	negatif
A	ampere
V	volt
W	watt
Q	cas
t	masa
Φ	fluks magnet
Θ	sudut dalam radian
a	berkadar terus
P	kuasa
P_1	kuasa masukan
P_2	kuasa keluaran
L	swainduktans
n	kelajuan
M	tork



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Motor arus terus banyak memberi sumbangan dalam kerja-kerja harian manusia sejak kebelakangan ini. Motor arus terus merupakan sejenis mesin yang menukarkan tenaga elektrik kepada tenaga mekanik dengan adalah bekalan elektrik arus terus. Ia beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk memutar *armature* dan menghasilkan tenaga mekanik pada keluarannya.

Projek saya ini adalah bertujuan untuk mengkaji pencirian tiga jenis motor arus terus. Terdapat tiga jenis motor dengan penyambungan jenis litar yang berbeza. Ketiga-tiga jenis sambungan tersebut adalah jenis *series-wound*, *shunt-wound*, dan *compound-wound*. Jenis-jenis sambungan ini penting kerana ia membezakan jenis-jenis motor dengan pencirian-pencirian yang tersendiri.



1.2 SEJARAH

Pada tahun 1820, seorang ahli fizik dari negara Denmark yang bernama Hans Christian Oersted telah menemui kesan medan magnet yang terhasil daripada satu dawai yang mengalirkan arus elektrik. Selepas itu, beberapa ahli fizik seperti Andre Marie Ampere dari Perancis, M. Faraday dari England dan J. Henry dari Amerika Syarikat telah menemukan hukum-hukum yang menghubungkan antara medan elektrik dengan medan magnet (Yatim, 1990).

Kesan magnet daripada arus elektrik serta kesan medan elektrik daripada perubahan medan magnet merupakan hasil proses penukaran tenaga elektrik kepada tenaga magnet dan penukaran daripada tenaga magnet kepada tenaga elektrik. Fenomena ini banyak digunakan dalam sistem motor elektrik.

Mesin arus terus adalah jenis mesin elektrik yang terawal dicipta. Motor ringkas yang terawal dicipta yang dapat hasilkan gerakan elektrik adalah berada di Edinburgh pada tahun 1839. Mesin arus terus ini mengambil masa selama empat puluh tahun baru digunakan dengan meluas (Smith, 1995).



1.3 APLIKASI- APLIKASI

Motor arus terus boleh dikawal dan dapat diaplikasikan dalam pelbagai kerja harian manusia. Motor arus terus mudah beroperasi dalam operasi otomatik pelbagai mesin disebabkan system pengawalan yang tidak susah.

Sejak kebelakangan ini, motor arus terus jenis magnet kekal- cakera tanpa berus telah dicipta untuk pelbagai kenderaan elektrik yang ringan, seperti basikal, motosikal, dan kereta roda (Lukaniszyn *et al*, 2000). Berikutannya, motor arus terus jenis magnet kekal (DTPM) telah banyak digunakan dalam pelbagai alatan elektrik yang kecil dan murah seperti pam elektrik, bot motor dan kenderaan elektrik (Lukaniszyn dan Wrobel, 2002).

Motor yang ringkas dan canggih telah digunakan secara meluas dalam penggunaan telefon bimbit. Penciptaan telefon bimbit yang menggunakan motor ringkas dan bateri ini membolehkan manusia berkomunikasi antara satu sama lain dengan lebih mudah dan cepat.

Robot berperanan penting dalam menyenangkan pelbagai jenis kerja hidup manusia. Manakala penciptaan robot juga adalah merupakan hasil pengembangan teknologi mesin yang berasal dari zaman kuno greek (Mavroidis, 2002). Ia membantu manusia dalam pelbagai bidang, seperti industri membuat kenderaan dan industri pengetinan.



Di samping itu, motor arus terus telah digunakan dalam menimbulkan EMG, ataupun *electromyographic* untuk membantu pergerakan sendi pergelangan tangan (Kizuka, Asami dan Tanii, 1997).

Selain itu, kegunaan motor arus terus juga sangat penting dalam sistem landasan keretapi. Dalam kes landasan keretapi yang mengoperasikan diesel-elektrik, arus terus adalah dihasilkan daripada generator arus terus yang mengoperasikan kuasa diesel untuk mengoperasikan motor arus terus.

1.4 TUJUAN

Tujuan utama projek adalah untuk mengkaji pencirian motor arus terus yang berlainan jenis, iaitu jenis *series-wound*, *shunt wound*, dan *compound-wound*.

1.5 OBJEKTIF

Kajian atau projek ini adalah bertujuan untuk mengkaji pencirian-pencirian motor jenis *shunt-wound*, *series-wound*, dan *compound-wound* terhadap kes-kes tertentu. Nilai-nilai tork, kelajuan dan arus aruhan adalah diambil dan graf-graf bagi ketiga-tiga jenis motor di bawah diplotkan untuk mengkaji penciriannya.

Selain itu, dalam projek ini, saya juga mengukur, mengkaji kecekapan bagi ketiga-tiga jenis motor arus terus, iaitu jenis *shunt-wound*, *series-wound*, dan *compound-wound*. Perbezaan nilai-nilai kecekapan motor pada nilai tork yang berbeza dibandingkan dengan memplotkan graf-graf.



1.6 Skop Projek

- i. kajian mengenai sambungan litar bagi tiga jenis motor yang berlainan, iaitu motor jenis *series-wound*, *shunt-wound*, dan *compound-wound*.
- ii. kajian mengenai sifat-sifat motor jenis *shunt-wound*, *series-wound*, dan *compound-wound* yang berlainan.
- iii. pengukuran dan pengiraan kuasa dan kecekapan bagi motor arus terus.



BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 PENGENALAN

Semua jirim adalah terdiri daripada entiti-entiti halus yang disebut atom. Atom adalah tersusun daripada zarah-zarah halus yang dikenal sebagai elektron yang beredar mengelilingi nukleus. Kedudukan nukleus berada di tengah-tengah elektron. Nukleus mengandungi satu atau lebih proton merupakan zarah bercas positif, manakala neutron adalah neutral, tidak bercas. (Brophy, 1990)

Elektrik adalah merupakan sejenis tenaga. Tenaga elektrik ini adalah diperolehi daripada hasil janaan elektrik stesen-stesen penjanaan tenaga. Secara umumnya, sistem bekalan elektrik boleh dikelaskan kepada dua sistem, iaitu sistem bekalan elektrik arus ulangalik (AU) dan sistem bekalan elektrik arus terus (AT). Sistem bekalan elektrik arus ulangalik (AU) terbahagi kepada dua, iaitu satu fasa dan tiga fasa. Sumber bekalan elektrik AU pula adalah penjana AU (contoh: Hidro, Gas, dan sebagainya). Manakala sistem bekalan elektrik arus terus (AT) adalah seperti penjana AT, sel kering, bateri asid-plumbum (contoh: bateri kereta), bekalan kuasa AT (proses penukaran AU-AT) dan lain-lain.



Penjanaan arus terbahagi kepada dua jenis iaitu penjanaan arus terus dan arus ulang-alik. Penjanaan arus terus adalah lebih kepada penggunaan tenaga elektrik yang kecil manakala arus ulang alik adalah merujuk kepada penggunaan tenaga elektrik yang besar (Boylestad dan Nashelsky, 1996).

Sistem penjanaan, penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik sering dibuat di dalam bentuk AU. Namun demikian, penghantaran tenaga elektrik juga boleh dibuat dalam bentuk AT, khasnya bagi jarak penghantaran tenaga elektrik yang jauh (contohnya menggunakan kabel dasar laut). Dalam hal ini, pelbagai faktor diambilkira untuk tujuan penghantaran tenaga elektrik, seperti faktor susutan voltan dan sebagainya.

Kebanyakan penjanaan kuasa elektrik dilakukan oleh turbin-turbin stim, hidro dan gas. Jika dilihat, tenaga elektrik ini adalah mempunyai banyak kegunaan terutamanya dalam kehidupan seharian. Ini adalah kerana ianya dapat diturkarkan kepada bentuk-bentuk tenaga yang lain seperti tenaga haba, bunyi, cahaya, angin dan sebagainya.

2.2 ARUS ELEKTRIK

Arus elektrik ialah kadar pengaliran cas dibandingkan dengan masa, mengikut formula matematik:

$$I = dQ / dt \quad (2.1)$$

Dengan I ialah arus dalam unit ampere, (A), Q ialah cas dalam unit coulomb, (C), dan t ialah masa dalam unit saat, (s).



Satu coulomb cas elektrik bersamaan dengan cas pada 6.25×10^{18} elektron melalui satu titik dalam masa 1 saat (Yatim, 1990).

Unit bagi arus elektrik ialah ampere. Takrifan bagi satu ampere ialah, jika arus malar dikekalkan di antara dua konduktor selari yang lurus, dengan keratan rentas bulat yang boleh diabaikan dan diletakkan pada jarak satu meter antara satu dengan lain di dalam vakum, maka arus malar itu akan menghasilkan daya $2 \times 10^{-7} \text{ Nm}^{-2}$ panjang di antara kedua-dua pengkonduksi ini (Herman, 1997).

Terdapat dua jenis arus, iaitu arus terus dan arus ulang alik. Arus terus mengalir hanya pada satu arah sahaja, tetapi arus ulang alik (a.u.) ialah arus yang berterusan mengubah arahnya.

Arus terus mempunyai nilai bekalan yang malar, manakala arus ulang-alik tidak. Rajah 2.1 menunjukkan graf voltan lawan masa bagi bekalan elektrik arus terus di mana voltan yang terhasil adalah malar. Arus ulang-alik mempunyai pelbagai bentuk. Bentuk-bentuk ini disebut bentuk gelombang. Bentuk gelombang a.u. yang paling umum ialah gelombang sinus. Gelombang sinus mempunyai dua puncak yang sama nilai iaitu puncak positif dan puncak negatif. Nilai puncak ini dikenal juga sebagai amplitud atau nilai maksimum gelombang sinus (Ibrahim, 1994). Bentuk gelombang sinusoidal bagi arus terus dengan puncak-puncaknya adalah ditunjukkan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.2.

Tidak seperti arus terus yang mempunyai nilai malar dan boleh terus digunakan dalam semua pengiraan, arus ulang-alik berubah mengikut masa dan tidak



mempunyai nilai yang tetap. Bagi mengatasi masalah kesukaran dalam penentuan nilai arus ini, nilai malar bagi bentuk gelombang arus ulang-alik yang disebut nilai punca-min-kuasa dua digunakan (pmkd).

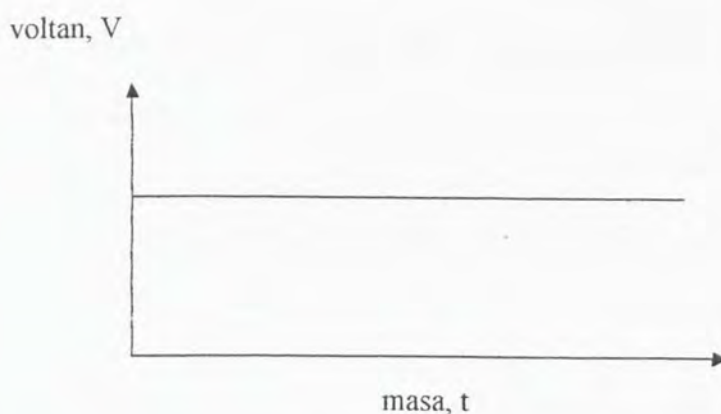
Nilai pmkd bagi arus ulang-alik atau voltan merupakan nilai a.t. yang setara untuk memberikan kuasa yang sama dengan bentuk gelombang arus ulang-alik yang asal. Pengiraan untuk mendapatkan pmkd bagi arus ulang alik adalah seperti yang ditunjukkan dalam persamaa di bawah:

$$\text{Kuasa a.u.} = \text{pmkd arus} \times \text{voltan pmkd} \quad (2.2)$$

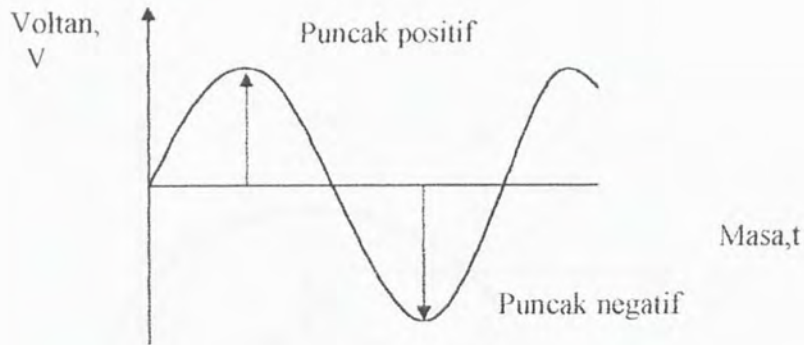
Manakala bagi pengiraan kuasa arus terus, pengiraannya pula adalah seperti di bawah:

$$\text{Kuasa a.t.} = \text{arus a.t.} \times \text{voltan a.t.} \quad (2.3)$$

Rajah di bawah menunjukkan graf voltan melawan masa yang menunjukkan bahawa nilai voltan yang terhasil daripada arus terus adalah malar.



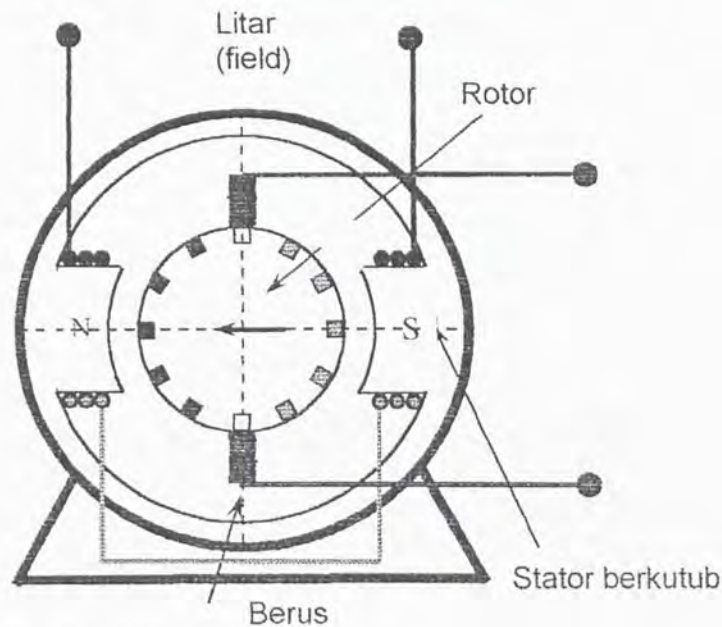
Rajah 2.1: Graf voltan melawan masa bagi arus terus



Rajah 2.2: Graf voltan melawan masa bagi arus ulang alik.

2.3 SAMBUNGAN MESIN ARUS TERUS SEBAGAI MOTOR

Mesin arus terus boleh disambungkan dan dijadikan motor arus terus atau generator arus terus. Ini disebabkan pembinaan dalam motor arus terus dan generator arus terus adalah hampir sama (Nadon, Gelmine, McLaughlin, 1994). Dua bahagian prinsip elektrik yang terlibat ialah *field* di mana ia merupakan bingkai tetap bahagian mesin dan *armature*, yang berada pada kedudukan tengah-tengah mesin dan berputar secara bebas di dalamnya. Struktur dalaman suatu sampel mesin arus terus ditunjukkan dalam Rajah 2.3.



Rajah 2.3: Binaan asas suatu mesin arus terus.

Motor arus terus adalah dikelaskan kepada tiga jenis, iaitu jenis *series-wound*, *shunt-wound*, and *compound-wound*. Setiapnya mempunyai litar pemutaran (*winding field*) dan satu anker (*armature*). Perbezaan percirian antara motor-motor tersebut adalah disebabkan cara sambungan litar pemutaran (*winding field*) dan angkernya. Perbezaan sambungan ini membezakan sifat-sifat motor yang berbeza dan tersendiri (Sharma dan Sharma, 1996).

Bagi litar pemutaran (*winding field*) mesin arus terus jenis *shunt-wound*, ia adalah sambung secara selari dengan angkernya. Bagi litar pemutaran mesin arus terus jenis *series-wound* pula, ia adalah disambung secara sesiri dengan angkernya. Manakala bagi mesin jenis *compound-wound* pula, ia merupakan gabungan kedua-dua

SENARAI RUJUKAN

- Adams dan Rockmaker, 1995. *Industrial Electricity Principles And Practices*. Third Edition. Library Of Congress Cataloging, New York.
- Boctor, S. A., Ryff, P. F., Hiscocks, P. D., Ghorab, M. T., dan Holmes, M. R., 1997. *Electrical Concepts And Applications*. West Publishing Company, United States of America.
- Boylestad, R. L., dan Nashelsky, L., 1996. *Electronics: a survey of electrical engineering principles*. Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc., United States of America.
- Brophy, J. B., 1990. *Elektronik Asas Untuk Ahli Sains*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Cogdell, J. R., 1996. *Electrical Engineering*. Second Edition. Prentice Hall, Inc., United States Of America.
- Halliday, D., Resnick, R., dan Walker, J., 2001. *Fundamentals of Physics*. John Wiley and Sons, Inc., United States of America.
- Herman, S.L., 1997. *Electrical Studies for Trades*. Delmar Publishers, United States of America.



- Ibrahim, K. F., 1994. *Sistem dan Teknik Elektronik*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Ibrahim, N., 1990. *Fizik Asas Universiti Elektrik*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Kizuka, T., Asami, T., dan Tani, K. 1997. Influence of long-latency reflex modulation on the performance of quick adjustment movements. *Appl Physiol* **76**, 328-334.
- Lukaniszyn, M., Wrobel, R. A Study On The Influence of Permanent Magnet Dimensions and Stator Core Structures On The Torque Of the Disc-type Brushless DC motor. *Electrical Engineering* **82**, 163-171.
- Lukaniszyn, M., Jagiela, M., dan Wrobel, R. 2002. A Disc-type Motor With Co-axial Flux In The Stator; - Influence Of Magnetic Circuit Parameters On The Torque. *Electrical Engineering* **84**, 91-100.
- Mavroidis, C. 2002. Development of Advanced Actuators Using Shape Memory Alloys and Electrorheological Fluids. *Res Nondestr Eval* **14**, 1-32.
- Nadon, J. M., Gelmine, B. J., dan McLaughlin, E.D., 1994. *Industrial Electricity*. Fifth Edition. Delmar Publishers, United States Of America.

