

PEMBINAAN SATU SISTEM PENGAYUN AUTOMATIK

SITI FATIMAH BT YUNUS

DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN 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

Mac 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

TITUL: PEMBINAAN SATU SISTEM PENGAYUN AUTOMATIK

Kejohanan: SARJANA MUDA DENGAN KEPUJIAN FIZIK ELEKTRONIK

SESI PENGAJIAN: 06/07

Nama: SITI FATIMAH BT YUNUS
(HURUF BESAR)

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

Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.

Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.

*Silalah tandakan (/)

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

- SULIT
- TERHAD
- TIDAK TERHAD

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

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

Disahkan oleh

[Signature]
(TANDATANGAN PENULIS)

[Signature]
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Tempat: 103, Kg Padang
busu, 16200 Tumpat
Malaysia

PROF. MARYA DJ JEDOL DAYU
Nama Penyelia

19/04/07

Tarikh: 19/04/07

NOTA: * Potong yang tidak berkenaan.

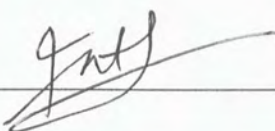
- ** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
- @ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau 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.

14 Mac 2007



SITI FATIMAH BT YUNUS

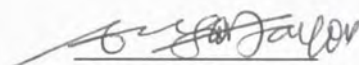
HS2004-1578

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



PENGESAHAN**DIPERAKUKAN OLEH****TANDATANGAN**

1. **PENYELIA**
(PROF.MADYA DR. JEDOL DAYOU)

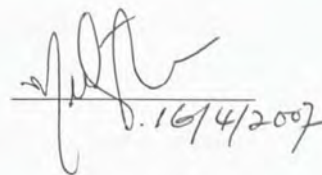

13.4.2007

2. **PEMERIKSA 1**
(PROF.MADYA DR.ADBULLAH CHIK)



PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

3. **PEMERIKSA 2**
(PUAN TEH MEE TENG)


.16/4/2007

4. **DEKAN**
(PROF.MADYA DR. SHARIFF A. KADIR S. OMANG)





PENGHARGAAN

Pertama sekali saya ingin mengucapkan syukur ke hadrat ilahi kerana dengan izin-Nya saya dapat menyiapkan projek saya ini. Banyak halangan dan rintangan yang saya tempuhi sehingga siapnya projek ini. Jutaan terima kasih kepada penyelia saya iaitu Dr. Jedol Dayou yang banyak membantu saya sehingga projek ini siap. Teguran dan pandangan beliau dari awal hingga siapnya projek ini amat bermakna bagi saya kerana banyak menolong saya menyiapkan projek ini.

Tidak lupa juga ribuan terima kasih diucapkan kepada semua pensyarah fizik yang selama ini mengajar saya dan En. Rahim selaku pembantu makmal yang banyak menolong saya menyediakan radas untuk projek ini. Ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada kedua ibubapa, abang-abang dan adik saya yang banyak memberikan kata-kata semangat kepada saya selama saya bertungkus lumus menyiapkan projek ini.

Paling saya hargai adalah kehadiran teman-teman di sekeliling saya yang selama ini banyak memberikan pertolongan, mengeluarkan idea yang cukup bernas dan komen-komen yang pastinya dapat membantu saya menjadikan projek ini lebih baik. Kata-kata semangat dari kalian menjadi pendorong kepada saya untuk menyiapkan projek ini.

Akhir sekali sekali lagi saya ucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada semua yang terlibat sepanjang projek ini dijalankan.



ABSTRAK

Dalam projek ini, satu sistem pengayun automatik telah dibina dengan menggunakan motor pengelap cermin kereta dan litar sensor pergerakan. Tiga objektif telah dicadangkan untuk projek ini iaitu membina dan merekabentuk satu sistem pengayun, membina litar sensor pergerakan dan menguji sistem pengayun automatik yang dibina untuk mencirikannya. Untuk membinanya, lengan engkol yang terdapat pada hujung motor pengelap perlu di sambung dengan tali. Takal telah digunakan untuk membolehkan tali yang mengangkat beban turun dan naik. Sebuah litar sensor pergerakan yang dibina telah disambungkan kepada sistem pengayun tersebut untuk menjadikannya sebagai satu sistem yang automatik. IC 555 pada litar sensor pergerakan tersebut berfungsi sebagai pemasa untuk menentukan masa penundaan untuk litar sensor. Sistem pengayun automatik ini dapat dicirikan melalui beban yang boleh diangkat dan juga masa untuk proses penundaan dimana jumlah berat maksimum beban yang boleh diangkat oleh pengayun tersebut adalah 800 gram. Manakala untuk masa penundaan pula, jumlah masa minimum untuk pengayun automatik itu berayun adalah 8 saat dan jumlah maksimum untuk ia berayun adalah 60.9 saat.



ABSTRACT

In this project, an automatic oscillator system had been built by using a car wiper motor and a movement sensor circuit. In order to accomplish this project, several objectives are suggested, that includes constructing and designing an oscillator system, to construct movement sensor circuit and to characterize the automatic oscillator system. To construct the automatic oscillator system, crank arm at the end of the wiper motor is connected with a rope. The pulley is used to lift the load up and down. A movement sensor circuit that had been built is connected to the oscillator system to make it as an automatic system. 555 IC function is as a timer to determine the delay time of the sensor circuit. The automatic oscillator system can be characterize by the load that can be lifted and also the time of delay process where the maximum load that can be lifted by the oscillator is 800 gram. For the delay time, the minimum time for the automatic oscillator to oscillate is 8 second and the maximum time is 60.9 second.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 TUJUAN KAJIAN	3
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	3
1.4 SKOP KAJIAN	4
BAB 2 KAJIAN LITERATUR	5
2.1 PENGENALAN	5
2.2 AMPLITUD DAN FREKUENSI BAGI AYUNAN	6
2.3 MAGNET	8
2.3.1 Jenis-jenis Magnet	8
2.3.2 Sifat-sifat magnet	8
2.3.3 Kegunaan magnet	10
2.4 HUKUM LENZ	11
2.5 SOLENOID	11



2.6	MEDAN MAGNET	13
2.7	FLUKS MAGNET	15
2.8	DAYA PADA CAS BERGERAK	16
2.9	DAYA MAGNET PADA KONDUKTOR BERARUS	17
2.10	ELEKTROMAGNETISME	20
2.11	MOTOR ELEKTRIK	21
2.12	JENIS-JENIS PENGAYUN YANG TERDAPAT DIPASARAN	22
2.13	SENSOR	23
	2.13.1 Jenis-jenis sensor	24
	2.13.2 Ciri-ciri sensor	25
2.14	PERINTANG	26
	2.14.1 Perintang tetap	27
	2.14.2 Perintang boleh ubah	29
2.15	KAPASITOR	29
2.16	PEMASA 555(TIMER)	31
	2.16.1 Proses Penundaan	33
2.17	PENGATUR VOLTAN LM7809	35
2.18	GEGANTI	36
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	38
3.1	PENGENALAN	38
3.2	MOTOR ELEKTRIK JENIS MAGNET KEKAL	39
3.3	PEMBINAAN SISTEM PENGAYUN	40
	3.3.1 Bahan dan Radas	40
	a) Motor pengelap cermin kereta	42
	b) Bekalan kuasa	44
	c) Tali	44
	d) Takal	44
	e) Batang penyokong	44
	3.3.2 Membina sistem pengayun	45



3.4	PEMBINAAN LITAR SENSOR PERGERAKAN	47
3.4.1	Bahan dan Radas	47
3.4.2	Menbina litar sensor	48
3.4.3	Menguji litar sensor	49
3.5	PENGUJIAN TERHADAP SISTEM PENGAYUN AUTOMATIK YANG TELAH DISAMBUNGGAN DENGAN LITAR SENSOR	50
BAB 4	ANALISIS DATA DAN PERBINCANGAN	52
4.1	PENGENALAN	52
4.2	SISTEM PENGAYUN	52
4.3	LITAR SENSOR PERGERAKAN	53
4.3.1	Teori litar	54
4.4	MASA UNTUK PROSES PENUNDAAN	55
4.5	PENGGABUNGAN ANTARA SISTEM PENGAYUN DAN LITAR SENSOR	59
4.5.1	Pengujian terhadap pengayun automatik	60
BAB 5	KESIMPULAN	68
	RUJUKAN	70



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1 Kod warna perintang	28
4.1 Masa penundaan dengan nilai rintangan yang berbeza	56
4.2 Masa penundaan untuk pengayun automatik	62
4.3 Perbezaan masa penundaan untuk teori, tanpa beban dan dengan beban	65



SENARAI RAJAH

No.Rajah		Muka Surat
2.1	Solenoid	12
2.2	Medan magnet bagi sebatang magnet bar kekal	14
2.3	Rajah menunjukkan kedudukan gegelung dengan medan magnet	15
2.4	Penggunaan petua tangan kiri Fleming untuk menentukan arah daya pada sebuah konduktor yang membawa arus i apabila diletakkan dalam medan magnet	17
2.5	Sebuah konduktor yang membawa arus i	18
2.6	Bentuk perintang tetap	28
2.7	Binaan bagi sebuah kapasitor	30
2.8	Gambarajah skematik bagi pemasa 555	32
2.9	Pengatur voltan LM7809	36
3.1	Binaan motor daripada jenis magnet kekal.	40
3.2	Bekalan kuasa	41
3.3	Pemberat yang digunakan	41
3.4	Kedudukan berus pada komutator	43
3.5	Struktur sistem pengayun yang akan dibina	46
3.6	Gambarajah skematik untuk litar sensor pergerakan	49
4.1	Sistem pengayun yang siap dibina	53
4.2	Litar sensor pergerakan yang telah siap dibina.	54
4.3	Graf perbezaan antara bacaan kajian dengan bacaan teori	57
4.4	Gambar pengayun dengan litar sensor	60
4.5	Graf perbezaan masa penundaan antara teori, tanpa beban dan dengan beban	66



SENARAI SIMBOL

Hz	unit frekuensi, Hertz
B	ketumpatan fluks magnet
T	unit ketumpatan fluks magnet, tesla
F	magnitud daya pesongan magnet
q_0	cas ion
Sin	sinus
Θ	sudut
V	halaju
L	panjang
I	arus
μ_0	pemalar ketelapan
μ_r	pemalar ketelapan relatif bahan
R	jejari
E	elektron
N	bilangan
A	luas permukaan
Φ_B	fluks magnet
E	daya gerak elektrik teraruh
T	masa
P	ketumpatan
Ω	unit keritangan, ohm
F	Unit kapasitan, Farad



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Sistem berayun ialah sistem dimana zarah bergerak pergi dan balik. Sama ada bola melantun di atas lantai, bandul yang berayun pergi dan balik atau spring yang memampat atau meregang, prinsip asas ayunan masih mengekalkan zarah berayun akan kembali kepada keadaan asal selepas tempoh masa tertentu.

Sistem berayun juga boleh ditakrifkan dengan lebih tepat sebagai daya yang bertindak ke atas zarah di dalam sistem. Dalam setiap sistem berayun, terdapat titik seimbang pada daya bersih pada zarah. Sebagai contoh, bandul mempunyai keadaan seimbang bila ia tergantung menegak dan daya graviti dikurangkan dengan ketegangan. Walaubagaimanapun, jika diubah dari titik tersebut, bandul itu tetap akan mengalami daya graviti yang menyebabkan ia kembali kepada keadaan seimbang. Tidak penting bagaimana cara bandul itu diubah dari keseimbangan, ia tetap akan mengalami daya yang mengembalikan ia kepada titik seimbang.



Selain itu, jisim pada spring juga adalah salah satu daripada sistem berayun yang ringkas. Oleh kerana semua gerakan berayun melibatkan pecutan, jadi semua gerakan berayun juga melibatkan daya. Kita boleh menentukan arah daya dengan menganalisis gerakan dimana pada titik putaran positif, pecutan adalah negatif, jadi daya juga adalah negatif. Dalam sistem jisim pada spring, daya ditentukan oleh spring dimana daya yang dihasilkan oleh spring tersebut adalah berkadar dengan panjang regangan dan arah yang sentiasa menarik jisim kembali kepada keadaan seimbang.

Transducers, sensor dan actuator merupakan sesuatu yang dikaitkan untuk menerangkan tentang sistem pengukuran. Secara umumnya, transducer boleh dibahagikan kepada dua kelas; sensor, yang mana mengawas sistem dan actuator, yang mana mengenakan syarat kepada sistem (Busch-Vishniac, 1999). Sesetengah transducer boleh beroperasi sebagai sensor atau actuator tetapi bukan secara serentak

Dalam kajian ini, pengetahuan tentang elektromagnet, ciri-ciri magnet, sifat-sifat bagi gegelung selenoid dan motor elektrik adalah penting untuk membina satu sistem pengayun. Selain itu, teori-teori asas yang perlu difahami adalah mengenai kalaan, frekuensi dan amplitud bagi suatu persamaan ayunaan dan cara untuk menentukan amplitud dan frekuensi ayunan tersebut.



Kajian ini meliputi dua bahagian, iaitu bahagian pertama adalah pembinaan sebuah sistem pengayun yang automatik dan pengujian terhadap sistem pengayun tersebut untuk menentukan ciri-cirinya. Penentuan ciri-cirinya adalah penting untuk menentukan kebolehgunaannya. Manakala bahagian kedua pula pembinaan litar sensor untuk mengesan pergerakan untuk menggerakkan pengayun secara automatik.

1.2 TUJUAN KAJIAN

Tujuan kajian ini adalah untuk membina satu sistem pengayun yang boleh berayun secara automatik dengan menggunakan litar sensor. Ini kerana pengayun yang biasa digunakan pada masa sekarang hanya akan berayun apabila diayun dan berhenti apabila tidak diayun. Kepentingan pengayun ini adalah dapat menjimatkan tenaga dan masa.

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

1. Membina dan merekabentuk satu sistem pengayun.
2. Membina litar yang menggunakan sensor pergerakan
3. Menentukan ciri-ciri pengayun automatik tersebut



1.4 SKOP KAJIAN

Pengayun ini hanya digunakan untuk beban yang ringan di mana julat bebannya adalah 800gram. Pengayun ini dibina dengan menggunakan motor pengelap cermin kereta. Sistem automatik ini akan diaktifkan dengan menggunakan litar sensor pergerakan yang dibina sendiri.



BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 PENGENALAN

Pengayun merupakan satu alat mekanikal yang menggunakan prinsip ayunan dimana ayunan adalah satu keadaan naik dan turun yang berlaku pada masa tertentu di antara dua benda berdasarkan perubahan tenaga. Contoh alatan yang menggunakan sistem pengayun adalah bandul jam, buaian, jisim pada spring dan juga motor pengelap cermin. Jadi, untuk membina sesuatu sistem pengayun itu, pemahaman tentang teori-teori yang biasa digunakan bagi suatu sistem pengayun adalah amat penting.

Dalam kajian ini, teori-teori asas yang perlu difahami adalah mengenai kalaan, frekuensi dan amplitud bagi suatu persamaan ayunaan dan cara untuk menentukan amplitud dan frekuensi ayunan. Dalam sistem berayun, pembolehubah yang biasa seperti x , v , t dan a masih lagi digunakan dalam gerakan.



Tapi pembolehubah yang baru mestilah diperkenalkan untuk menerangkan sifat gerakan pada masa tertentu seperti amplitud, tempoh dan juga frekuensi.

Pemahaman mengenai magnet adalah perlu kerana alat yang akan digunakan untuk membina sistem pengayun ini mempunyai kaitan dengan magnet. Jadi, pemahaman secara keseluruhan tentang magnet, sifat-sifatnya, medan magnet, solenoid dan juga aruhan elektromagnet adalah penting. Selain itu, untuk projek ini memerlukan pemahaman tentang motor elektrik dan prinsip-prinsip yang boleh menyebabkan gerakan berayun.

2.1 AMPLITUD DAN FREKUENSI BAGI AYUNAN

Pengayun harmonik adalah sistem mekanikal dimana terdapat daya F berkadar terus dengan sesaran, x berdasarkan hukum Hooke :

$$F = -kx \quad (2.1)$$

dimana k adalah pemalar spring. Ia juga boleh merujuk kepada sebarang sistem fizikal yang serupa dengan sistem mekanikal. Dengan menggunakan Hukum Newton Kedua

$$F = ma = -kx \quad (2.2)$$

Pecutan, a adalah sama dengan persamaan pembezaan kedua bagi x .

$$-kx = m \frac{d^2x}{dt^2} \quad (2.3)$$

apabila $\omega_0^2 = k/m$, persamaan tadi akan ditulis seperti berikut,

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0 \quad (2.4)$$

dan mempunyai penyelesaian umum

$$x = A \cos(\omega_0 t + \Phi) \quad (2.5)$$

dimana Φ ialah sudut fasa

Secara umumnya, frekuensi boleh dikatakan sebagai kadar perubahan fasa. Frekuensi, f ialah jumlah kitaran dalam satu unit masa. Bagi frekuensi sudut (ω) pula, ianya berhubung kait dengan f melalui persamaan

$$\omega = 2\pi f \quad (2.6)$$

Unit SI bagi frekuensi ialah hertz, HZ, dimana 1 hertz = 1 Hz = 1 kitaran/saat = 1/saat

Amplitud, A pula adalah jarak maksimum dari keseimbangan. Unit SInya ialah meter. Manakala tempoh, T ialah masa untuk satu kitaran. Unit SInya saat. Perhubungan diantara tempoh dan frekuensi dan frekuensi sudut ialah

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} \quad (2.7)$$



2.3 MAGNET

Magnet ialah sejenis logam yang mempunyai sifat menarik logam-logam tertentu dan boleh menunjuk pada satu arah apabila digantung dengan seutas tali. Pada masa kini, adalah jelas bahawa elektrik dan magnet mempunyai hubungan yang rapat. Walaupun mereka mempunyai hubungan yang rapat, tetapi hubungan ini tidak disedari sehingga kurun ke-19. Walaupun elektrik dan magnet mempunyai kaitan yang tertentu tetapi ia tidak sama dari beberapa segi. Magnet telah diketahui dan digunakan lebih dahulu berbanding dengan elektrik. Bahan magnet berwarna hitam iaitu sebatian besi yang berferus (Rosli Hussin, 1994).

Fenomena magnetik dimulakan oleh seorang yang bernama Magnus, berasal dari Yunani sebelum kurun ke-600. Beliau mendapati bijiran hitam terlekat pada sebatang paku besi yang terkeluar dari kasutnya. Maka cerita ini mula tersebar keluar dan kajian tentang kemagnetan pun bermula pada masa selepas itu.

2.3.1 Jenis-jenis Magnet

Magnet boleh dikategorikan kepada tiga jenis seperti yang berikut:

1. Magnet kekal – merupakan magnet yang memenuhi sifat-sifat kemagnetan dalam jangka masa yang panjang. Ia dibuat daripada logam yang boleh menyimpan sifat magnet.



2. Magnet tidak kekal – magnet ini juga dikenali sebagai magnet sementara. Ia merupakan magnet yang boleh kehilangan sifat-sifat kemagnetan.
3. Elektromagnet – merupakan magnet yang hanya bersifat kemagnetan apabila arus mengalir melalui satu lingkaran wayar. Sebagai contoh, apabila arus mengalir melalui satu gegelung solenoid.

2.3.2 Sifat-sifat magnet

Magnet merupakan sejenis bahan atau objek yang mempunyai sifat tarikan pada sesetengah logam seperti besi, nikel dan kobalt. Pada asasnya semua magnet mempunyai dua kutub iaitu kutub utara dan kutub selatan seperti bumi (Poh *et al*, 1996).

Satu sifat yang penting pada magnet adalah sentiasa mempunyai dua hujung yang disebut kutub. Satu hujung disebut kutub utara manakala satu lagi disebut kutub selatan. Apabila sebatang magnet dipotong menjadi potongan yang lebih kecil, setiap potongan akan mempunyai kutub utara dan kutub selatan yang sendiri. Kutub sesebuah magnet dapat ditentukan dengan menggunakan kompas.

Satu lagi sifat bahan magnet ialah kewujudan sifat daya tolakan dan tarikan magnet. Apabila dua magnet yang mempunyai dua kutub yang sama diletakkan berhampiran, satu daya tolakan berlaku. Manakala bagi dua kutub yang tidak sama, daya tarikan akan berlaku (Fowler, 1994).



2.3.3 Kegunaan magnet

Terdapat banyak kegunaan magnet yang boleh kita temui. Antaranya ialah :

- Jarum kompas adalah daripada magnet kekal.
- Pintu peti ais mempunyai magnet kekal supaya ia sentiasa tertutup.
- Kad ATM dan kad kredit mempunyai jalur magnet yang berisi maklumat.
- TV dan monitor komputer menggunakan elektromagnet untuk menghasilkan gambar.
- Mikrofon dan pembesar suara menggunakan kombinasi magnet kekal dan elektromagnet.
- Pembesar suara dan mikrofon: Pembesar suara sebenarnya adalah gabungan magnet kekal dan elektromagnet. Pembesar suara pada asasnya peranti yang menukar tenaga elektrik (isyarat) kepada tenaga mekanikal (bunyi). Elektromagnet membawa isyarat, yang menghasilkan perubahan medan magnet dan menarik medan yang terdapat pada magnet kekal. Pergerakan penarikan dan penolakan menggerakkan kon, yang menghasilkan bunyi.
- Motor elektrik dan generator: Motor elektrik bergantung kepada gabungan elektromagnet dan magnet kekal, dan sepertimana pembesar suara, menukar tenaga elektrik kepada tenaga mekanikal. Generator bertindak menyongsang: Ia menukar tenaga mekanikal kepada tenaga elektrik.
- Transformer: Transformer merupakan peranti yang menukar tenaga elektrik antara dua peranti yang terpisah secara elektrik melalui penyambung magnet.



2.4 HUKUM LENZ

Hukum Lenz menyatakan bahawa arus teraruh wujud pada arah yang menentang perubahan yang menghasilkannya. Hukum ini diberikan oleh Heinrich Friedrich Lenz pada tahun 1834 (Asiah, 1992).

Apabila magnet bar memasuki gegelung, fluks magnet dalam gegelung bertambah. Arus aruhan yang mengalir akan menghasilkan medan magnet dalam arah bertentangan supaya paduan perubahan magnet dalam gegelung dapat dikurangkan. Lenz telah merumuskan pemerhatian ini dalam hukumnya yang menyatakan bahawa arah d.g.e arus aruhan adalah menentang perubahan yang menghasilkannya. Tatatanda dalam hukum Faraday dapat menyatakan fenomena ini (Poh *et al.*, 1996).

$$\varepsilon = -\frac{d\phi_B}{dt} \quad (2.8)$$

2.5 SOLENOID

Solenoid adalah dawai panjang yang terlilit dalam bentuk heliks terpadat rapat dan membawa arus, i . Sebuah solenoid yang unggul, walaubagaimanapun mempunyai panjang yang lebih besar daripada diameternya (Grob & Schultz, 2003). Rajah 2.1 menunjukkan sebuah solenoid. Medan magnet yang dihasilkan oleh satu solenoid yang



RUJUKAN

- Burhanuddin Yeop Majlis, 1992. *Peranti dan Litar Analog*. Percetakan Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Busch-Vishniac, I. J., 1999. *Electromechanical Sensors and Actuators*. Springer-Verlag New York, Inc, USA.
- Carr, J. J., 1993. *Electronics Devices*. Glencoe Division of Macmillan/McGraw-Hill School Publishing Company, USA.
- Chang, S.C. dan Chen, S. C., 2006. Dither signals with particular application to the control of windscreen wiper blades. *International Journal of Solids and Structures* **43**, 6998–7013.
- Denton, T., 1995. *Automobile Electrical & Electronic Systems*. Edward Arnold, Great Britain.
- Derato, F. C., 1994. *Automotive Electrical & Electronic*. Ed. ke-2. McGraw Hill, USA.
- Dorey, A. P. dan Moore, J. H., 1995. *Advances in actuators*. Institute of Physics Publishing.
- Fowler, R. J., 1994. *Electricity Principles and Applications*. Ed. ke-4. Glencoe/McGraw-Hill, USA.
- Fleming, W. J., 2001. Overview of Automotive Sensors. *IEEE Sensors Journal* **4** (1), 296.



- Grob, B. dan Schultz, M.E.,2003. *Basic Electronics*. Ed. ke-9. Glencoe/Mcgraw-Hill, USA.
- Hollembek, B., 1997. *Classroom Manual for Automotive Electricity and Electronics*.Ed. ke-2. Delmar Publisher, USA.
- Horn, D. T., 1993. *Basic Electricity and Electronics*. Glencoe Division of Macmillan/McGraw-Hill School Publishing Company, USA.
- Kun, F. H., 1994. *Kemagnetan*. Percetakan Dewan Bahasa dan Pustaka, Selangor
- Parente, D., Villani, M., Canosa, A dan Nanni, G., 2001. Noise reduction in Permanent Magnet DC motor for rear wiper. *Electric Machines and Drives Conference, 2001. IEMDC 2001. IEEE International 2001*, 582-584
- Poh, L. Y., Nagappan. S. dan Lim, S.C., 1996. *Fizik STPM Jilid 2*. Penerbit Fajar Bakti Sdn. Bhd, Selangor.
- Resnick, R., Halliday, D. dan Asiah Salleh (penterjemah), 1992. *Fizik 2*. Percetakan Naz Sdn Bhd, Kuala Lumpur.
- Rosli Hussin, 1994. *Sistem Magnet Kereta*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Selangor.
- Ucar, M., Ertunc, H. M dan Turkoglu, O., 2001. The design and implementation of rain sensitive triggering system for windshield wiper motor. *Electric Machines and Drives Conference, 2001. IEMDC 2001. IEEE International 2001*, 329 – 336.
- Wainwright, C. L., 2002. *Science Explorer Electricity and Magnetism*. Prentice Hall, New Jersey.



Yahya Emat dan Md. Nasir Abd. Manan, 1989. *Elektronik Perindustrian Jilid 1*.
Percetakan Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur,

