

raf

TK5105.597 .M42 2007.



0000043540

Penggerak bendera dengan kawalan jauh ('Flag raising remote control') / Mohd Faizal Basarudin.

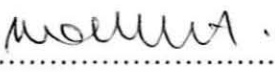
43540

PENGERAK BENDERA DENGAN KAWALAN JAUH
(*'FLAG RAISING REMOTE CONTROL'*)

MOHD FAIZAL BIN BASARUDIN

MEI 2007

“ 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 : PROFESSOR MADYA MOHD NOAH BIN JAMAL

Tarikh : 3/5/07

PENGERAK BENDERA DENGAN KAWALAN JAUH ('*FLAG RAISING REMOTE CONTROL* ') - PROJEK PERKAKASAN

MOHD FAIZAL BIN BASARUDIN

Laporan Ini Disediakan Bagi Memenuhi Keperluan Pengijazahan 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 :*Peje*.....
Nama : MOHD FAIZAL BIN BASARUDIN
Tarikh :*03/05/07*.....

PENGHARGAAN

Bersyukur kepada Allah s.w.t kerana atas izin dan limpah kurnia-Nya, projek penggerak bendera dengan kawalan jauh ini telah berjaya disempurnakan. Ucapan setinggi –tinggi terima kasih kepada pensyarah saya yang merupakan penyelia bagi projek ini iaitu Professor Madya Mohd Noah Bin Jamal. Segala tunjuk ajar, dorongan dan bimbingan yang telah prof berikan kepada saya dalam melaksanakan projek ini tidak akan dilupakan. Selain itu kepada pensyarah –pensyarah lain serta juruteknik-juruteknik di Universiti Teknikal Malaysia Melaka ini, jutaan terima kasih juga diucapkan atas segala pandangan dan bantuan yang telah dihulurkan sepanjang perjalanan projek pembangunan perisian ini. Ucapkan terima kasih juga kepada ayahanda Basarudin bin Mohd Da’i dan bonda Fauziah Binti Ramli yang tidak pernah putus-putus memberikan dorongan dan sokongan kepada anakanda dalam melaksanakan projek ini. Juga tidak dilupakan kepada ahli keluarga yang lain, along Mohd Fazli, adik Nor Baizura dan adik Nor Basyirah yang sentiasa mendoakan kejayaan saya di dalam menjalani proses pembelajaran di sini. Kepada rakan-rakan yang banyak membantu dalam memberikan idea dan padangan, jasa kalian semua tidak akan pernah hilang dalam ingatan ini. Hanya Tuhan mampu membalas jasa-jasa baik kalian semua.

ABSTRAK

Tajuk projek ini ialah Penggerak Bendera dengan Kawalan Jauh (*Flag Raising Remote Control*). Projek ini berfungsi untuk menaikkan bendera menggunakan motor di mana ia dikawal oleh beberapa litar utama di antaranya ialah litar kawalan utama, litar kawalan kelajuan motor, litar bekalan kuasa 12Vat dan litar pemasa. Sebelum ini, bendera dinaikkan secara manual iaitu menggunakan tenaga manusia. Kelajuan kenaikan bendera tidak seiringan dengan lagu yang dimainkan. Oleh itu, projek ini direkacipta kerana kelajuan motor dapat dikawal mengikut ketinggian tiang dan tempoh masa lagu yang akan dinyanyikan. Beberapa analisis litar telah dilakukan untuk menjayakan projek ini. Fungsi kipas angin ialah untuk menghasilkan tenaga angin supaya dapat mengibarkan bendera walaupun pada masa tersebut tiada angin yang bertiup. Ini kerana ketika tiada angin yang bertiup, bendera tidak dapat berkibar sepenuhnya. Litar pemasa yang digunakan adalah bertujuan untuk mengaktifkan kipas angin selama 12 jam supaya dapat menghadkan penggunaan elektrik selama 12 jam mulai 7 pagi hingga 7 malam. Masa pengaktifan kipas angin boleh ditetapkan bergantung kepada kehendak pengguna. Selepas 12 jam, bendera akan bergerak turun secara automatik. Ketika berlakunya kematian kerabat diraja, ia boleh dikawal secara manual di mana bendera dapat dinaikkan ke paras separuh tiang apabila suis pemula ditekan tanpa melepaskannya. Setelah bendera berada di separuh tiang, suis pemula tersebut dilepaskan. Oleh itu, hasil projek ini ialah untuk menyelesaikan segala masalah yang timbul sebelum ini.

ABSTRACT

The title of this project is Flag Raising Remote Control. This project's function is to raise flag using a motor which controlled by several main circuits such as main control circuit, motor speed control circuit, 12V AT power supply control circuit and timer circuit. Commonly, the flag will be raised manually using human effort. The speed of raising flag is not synchronized with the music played. Therefore this project has been designed as so the speed of the motor can be controlled according to the height of the pole and the time period of the music played. Several circuit analysis will be conducted to make this project a successful one. Wind fan function is to create a wind force that can wave the flag even when there is no wind. This is because it's necessary to have wind to wave the flag. Timer circuit is used to activate the wind fan for 12 hours long and this will limit the usage of electricity for only 12 hours starting at 7.00 am to 7.00 pm. The time of the fan activation can be fixed according to the user. After 12 hours, the flag will go down automatically. In the situation as the death of a Royals family, it can be controlled manually which the flag will be raised up until half of the pole by switching the start button without releasing it. After the flag is already at the half of the pole, by then the button can be released by the user. Finally, the main expectation of this project is to solve most of the problems above.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	Pengakuan	ii
	Penghargaan	iii
	Abstrak	iv
	Abstract	v
	Isi Kandungan	vi
	Senarai Gambarajah	ix
	Senarai Singkatan	xiii
	Senarai Lampiran	xiv
I	PENGENALAN	
	1.0 Pengenalan	1
	1.1 Objektif Projek	2
	1.2 Skop Projek	2
	1.3 Pernyataan Masalah	3
II	KAJIAN LITERATUR	
	2.0 Pengenalan	4
	2.1 Rektifier Pengawal Fasa-satu fasa	5
	2.1.1 Model Rektifier Dipertingkatkan	5
	2.2 Motor AT	6
	2.2.1 Teori	6
	2.2.2 Kawalan Kelajuan	9
	2.2.3 Kelebihan Motor AT Berbanding Motor AU	10
	2.3 Gelombang Penuh Rektifier Tanpa Kawalan	10
	2.3.1 Pengenalan	10

HALAMAN

2.3.2	Pengoperasian Gelombang Penuh Rektifier Tanpa Kawalan	12
2.3.3	Gelombang Penuh Rektifier Tanpa Kawalan dengan Penambahan Kapasitor	12
2.4	'Ladder Logic'	13
2.4.1	Pengenalan	13
2.4.2	'Ladder Logic' Bagi Menaikkan Bendera	14

III TEORI DAN LATAR BELAKANG PROJEK

3.0	Latar Belakang Projek	16
3.1	Teori Projek	17
3.1.1	Litar Kawalan Utama	17
3.1.1.1	Pemutus Litar Jenis Miniatur (MCBs)	19
3.1.2	Litar Kawalan Kelajuan Motor	20
3.1.3	Litar Bekalan Kuasa 12Vat	22
3.1.4	Suis Pemasa	25

IV PROJEK METODOLOGI

4.0	Mencari dan memahami litar yang digunakan dan menggunakan peralatan yang sesuai.	31
4.1	Membeli komponen-komponen dan alatan-alatan yang sesuai	34
4.2	Membuat analisis-analisis litar seperti melakukan beberapa ujian litar	34
4.3	Merekabentuk projek	38
4.4	Melakukan pembentangan projek setelah ianya berhasil	40

HALAMAN

V	HASIL PROJEK DAN ANALISIS PROJEK	
5.0	Hasil Projek	41
5.0.1	Litar Kawalan Utama	41
5.0.2	Litar Kawalan Kelajuan Motor	42
5.0.3	Litar Bekalan Kuasa 12Vat	43
5.0.4	Rekabentuk Projek	45
5.1	Analisis Projek	47
5.1.1	Litar Kawalan Utama	47
5.1.2	Litar Kawalan Kelajuan Motor	48
VI	PERBINCANGAN DAN CADANGAN	
6.0	Perbincangan	56
6.0.1	Litar Kawalan Utama	56
6.0.2	Litar Kawalan Kelajuan Motor	57
6.1	Cadangan	58
6.1.1	Litar Kawalan Utama	58
6.1.2	Litar Kawalan Kelajuan Motor	60
VII	KESIMPULAN	62
	RUJUKAN	63
	LAMPIRAN	64

SENARAI GAMBARAJAH

NO	TAJUK	HALAMAN
2.1	Litar rektifier pengawal fasa-satu fasa	5
2.2	Litar rektifier pengawal fasa-satu fasa selepas dipertingkatkan	5
2.3	Motor arus terus	7
2.4	Medan lastik	7
2.5	Prinsip kerja motor arus terus	8
2.6	Bentuk gelombang bekalan AU	11
2.7	Bentuk gelombang keluaran rektifier	11
2.8	Pengoperasian Gelombang Penuh Rektifier Tanpa Kawalan	12
2.9	Gelombang Penuh Rektifier Tanpa Kawalan dengan Pemuat	13
2.10	Gelombang keluaran selepas penambahan kapasitor	13
2.11	Gambarajah ' <i>Ladder Logic</i> ' bagi menaikkan bendera	15
3.1	Litar Kawalan Utama	19
3.2	Litar kawalan kelajuan motor	21
3.3	Litar kawalan kelajuan motor menggunakan perisihan MULTISIM	21
3.4	Litar bekalan Kuasa 12Vat	22
3.5	Punca masukan litar bekalan kuasa 12Vat disambungkan oleh jejambat penerus gelombang penuh	22
3.6	Gelombang keluaran Jejambat Penerus Gelombang Penuh	22
3.7	Gelombang keluaran Jejambat Penerus Gelombang Penuh selepas penambahan kapasitor	23
3.8	Gelombang keluaran Jejambat Penerus Gelombang Penuh selepas penambahan " <i>Slicon Controlled Rectifier(SCR)</i> " dan kapasitor	24

NO	TAJUK	HALAMAN
3.9	Rektifier terkawal jenis silikon (SCRs)	24
3.10	Suis pemasa	25
3.11	Cara pendawaian bagi suis pemasa	26
3.12	Bagaimana suis pemasa berkendali apabila diprogramkan selama 24 jam	26
3.13	Gambarajah blok ketika pengendalian automatik	28
3.14	Gambarajah blok ketika operasi manual	29
3.15	Litar keseluruhan.	30
4.1	Litar Kawalan Utama	31
4.2	Litar kawalan kelajuan motor	32
4.3	Litar bekalan kuasa 12Vat	33
4.4	Suis pemasa	33
4.5	Litar kawalan kelajuan motor menggunakan perisian MULTISIM	34
4.6	Ujian litar kawalan kelajuan motor (<i>'forward-reverse'</i>)	35
4.7	Litar skematik bagi litar motor <i>'forward-reverse'</i>	35
4.8	Litar keseluruhan.	36
4.9	Pendawaian di atas papan bagi litar keseluruhan	36
4.10	Pengujian litar keseleruhan ketika operasi manual apabila putaran motor berkeadaan <i>'forward'</i>	37
4.11	Pengujian litar keseleruhan ketika operasi manual apabila putaran motor berkeadaan <i>'reverse'</i> .	37
4.12	Lakaran rekabentuk projek menggunakan perisian AUTOCAD	38
4.13	Lakaran bagi kotak litar menggunakan perisian PAINT.	39
4.14	Rekabentuk sebenar.	39
4.15	Carta alir fasa-fasa kerja	40
5.1	Litar Kawalan Utama	42
5.2	Litar kawalan kelajuan motor	43
5.3	Litar bekalan kuasa 12Vat	43
5.4	Litar keseluruhan.	44

NO	TAJUK	HALAMAN
5.5	Pendawaian di atas papan bagi litar keseluruhan	44
5.6	Lakaran rekabentuk projek menggunakan perisian AUTOCAD	45
5.7	Lakaran bagi kotak litar menggunakan perisian PAINT.	45
5.8	Lakaran tiang bendera menggunakan perisian PAINT	46
5.9	Rekabentuk sebenar.	46
5.10	Mengambil bacaan pada punca bekalan kuasa AU bagi litar keseluruhan	47
5.11	Gelombang masukan pengubah dengan menggunakan osiloskop bagi litar pertama	48
5.12	Mengambil bacaan pada keluaran pengubah bagi litar pertama ketika operasi automatik (ketika motor berputar pada kedudukan <i>'forward'</i>).	49
5.13	Gelombang keluaran bagi jejambat rektifier dengan menggunakan osiloskop	49
5.14	Gelombang keluaran jejambat rektifier dari segi teori	50
5.15	Gelombang keluaran bagi litar kawalan kelajuan motor dengan menggunakan osiloskop ketika operasi automatik (ketika motor berputar pada kedudukan <i>'forward'</i>)	50
5.16	Mengambil bacaan pada bekalan masukan AT bagi beban ketika operasi automatik (ketika motor berputar pada kedudukan <i>'forward'</i>)	51
5.17	Mengambil bacaan pada keluaran pengubah bagi litar kedua ketika operasi automatik (ketika motor berputar pada kedudukan <i>'reverse'</i>).	51
5.18	Mengambil bacaan pada bekalan masukan AT bagi beban ketika operasi automatik (ketika motor berputar pada kedudukan <i>'reverse'</i>)	52
5.19	Mengambil bacaan pada keluaran pengubah bagi litar pertama ketika operasi manual (ketika motor berputar pada	

NO	TAJUK	HALAMAN
	kedudukan <i>'forward'</i>).	53
5.20	Mengambil bacaan pada bekalan masukan AT bagi beban ketika operasi manual (ketika motor berputar pada kedudukan <i>'forward'</i>)	54
5.21	Mengambil bacaan pada keluaran pengubah bagi litar kedua ketika operasi manual (ketika motor berputar pada kedudukan <i>'reverse'</i>).	54
5.22	Mengambil bacaan pada bekalan masukan AT bagi beban ketika operasi manual (ketika motor berputar pada kedudukan <i>'reverse'</i>)	55
6.1	Litar asal kawalan utama	56
6.2	Litar kawalan kelajuan motor	57
6.3	Litar skematik kendalian motor hadapan-kebelakang (<i>'forward-reverse'</i>)	57
6.4	Litar kawalan utama setelah diubahsuai	58
6.5	Perletakan penderia pada sebuah kipas kecil	60
6.6	Gambarajah skematik perletakan suis penderia pada litar kawalan utama	60
6.7	Litar kawalan motor hadapan-kebelakang (<i>'forward-reverse'</i>)	61

SENARAI SINGKATAN

AU	-	Arus ulang alik
AT	-	Arus Terus
V	-	Voltan
Pmkd	-	Punca min kuasa dua
Vp	-	Voltan puncak

SENARAI LAMPIRAN

NO	TAJUK	HALAMAN
1	<i>'Silicon Controlled Rectifier (SCRs) Datasheet'</i>	64

BAB I

PENGENALAN

1.0 PENGENALAN

Projek ini merupakan projek yang pertama direkacipta dan dicetuskan idea oleh Professor Madya Mohd Noah Bin Jamal. Penggerak Bendera Dengan Kawalan Jauh (*Flag Raising Remote Control*) berfungsi untuk menaikkan bendera menggunakan motor di mana ia dikawal oleh beberapa litar utama di antaranya ialah litar kawalan utama, litar bekalan kuasa 12Vat, litar kawalan kelajuan motor dan litar pemasa.

Projek ini menggunakan motor *'power window'* untuk menggantikan tenaga manusia sebagai alat kawalan untuk menaikkan bendera. Litar kawalan kelajuan motor terdiri beberapa komponen di antaranya ialah perintang, pemuat, diod, perintang boleh laras, "*Silicon Controlled Rectifier(SCR)*", pengubah langkah turun, beberapa suis dan motor. Fungsi perintang boleh laras adalah untuk mengawal kelajuan motor supaya ia bersesuaian dengan ketinggian tiang dan tempoh masa lagu yang akan dinyanyikan. Ketika lagu dinyanyikan atau dimainkan, suis akan ditekan untuk menghidupkan litar kawalan motor supaya bendera dapat bergerak ke atas. Apabila lagu selesai dinyanyikan atau dimainkan, bendera tersebut tepat berada di puncak. Ketika ia berada di puncak, suis yang terdapat di puncak akan memutuskan litar kawalan motor dan kipas angin akan berfungsi serentak.

Fungsi kipas angin ialah untuk mengibarkan bendera walaupun pada masa tersebut tiada angin yang bertiup . Ini kerana ketika tiada angin yang bertiup, bendera tidak dapat berkibar sepenuhnya. Litar pemasa yang digunakan adalah bertujuan untuk mengaktifkan kipas angin selama 12 jam (bergantung kepada masa yang telah ditetapkan) supaya dapat menghadkan penggunaan elektrik selama 12 jam mulai 7 pagi hingga 7 malam.

Apabila berlakunya kematian kerabat diraja, bendera dapat dinaikkan secara manual iaitu dengan menekan butang mula. Apabila bendera berada pada separuh tiang, butang berhenti ditekan untuk menghentikan motor.

1.1 OBJEKTIF PROJEK

Objektif menghasilkan projek ini ialah :

- i. Untuk menggantikan proses menaikkan bendera yang dikendalikan secara manual yang menggunakan tenaga manusia kepada kendalian automatik (kawalan motor) .
- ii. Untuk memastikan bendera sentiasa berkibar walaupun pada masa tersebut tiada angin yang bertiup .

1.2 SKOP PROJEK

Pada masa sekarang, proses untuk menaikkan bendera masih dikendalikan secara manual. Untuk menaikkan bendera, tenaga manusia masih diperlukan kerana ia menggunakan sistem takal. Beliau perlu menarik tali yang bersambung pada tiang tersebut supaya bendera dapat dinaikkan dengan sempurna. Ketika lagu dimainkan atau dinyanyikan, sesiapa yang bertanggungjawab untuk menaikkan bendera terpaksa

mengawal tenaganya supaya bendera tersebut tepat berada di puncak apabila lagu tamat dimainkan atau dinyanyikan. Oleh itu, projek yang dihasilkan ini untuk menggantikan segala proses tersebut di mana kelajuan motor dapat dikawal secara automatik. Motor yang digunakan adalah untuk menggantikan tenaga manusia. Lagu yang dimainkan atau dinyanyikan seiringan dengan pergerakan bendera tersebut. Apabila lagu tersebut tamat dimainkan atau dinyanyikan, kedudukan bendera tepat berada di puncak. Kelajuan motor bukan sahaja dapat dikawal mengikut lagu yang dimainkan atau dinyanyikan bahkan kelajuannya dapat dikawal bergantung kepada ketinggian tiang.

Apabila bendera berada di puncak, bendera tidak akan berkibar jika tiada angin yang bertiup. Bendera tersebut terpaksa bergantung pada tenaga angin supaya ia dapat berkibar dengan megahnya. Oleh itu, projek ini dihasilkan bertujuan supaya bendera tersebut sentiasa berkibar walaupun pada masa tersebut tiada angin yang bertiup.

1.3 PERNYATAAN MASALAH

Seperti yang sedia maklum, pada masa sekarang proses untuk menaikkan bendera masih dikendalikan secara manual. Tenaga manusia amat diperlukan untuk menaikkan bendera. Sesiapa yang bertanggungjawab untuk menaikkan bendera perlu menarik tali yang bersambung pada takal supaya bendera tersebut dapat dinaikkan dengan sempurna. Kelajuan bendera itu bergerak perlu dikawal bergantung pada tenaga manusia tersebut. Semakin laju beliau menarik tali, semakin cepat bendera akan sampai ke puncak. Ini menunjukkan bahawa kelajuan bendera itu bergerak tidak seiringan dengan lagu yang akan dimainkan atau dinyanyikan.

Apabila bendera berada di puncak, bendera memerlukan tenaga angin supaya ia dapat berkibar dengan megahnya. Jika tiada angin yang bertiup pada masa tersebut, bendera tidak dapat berkibar dengan sempurna.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

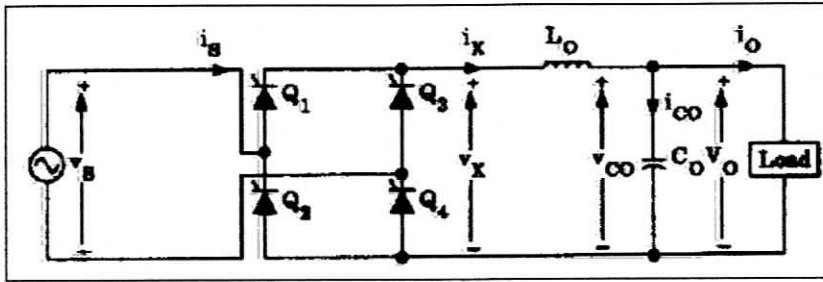
2.0 Pengenalan

Objektif-objektif projek boleh dicapai jika proses penyelidikan atau kajian terhadap beberapa ulasan karya yang diperolehi. Di antaranya ialah rektifier pengawal fasa-satu fasa, motor arus terus, gelombang penuh rektifier tanpa kawalan dan '*ladder logic*'. Semua maklumat yang diperolehi sebagai garis panduan dalam menapai objektif projek ini.

Penerus pengawal fasa bagi satu fasa adalah untuk menghasilkan arus terus kepada beban AT daripada punca AU. Malangnya, bagi arus talian ia hanya mengherotkan voltan talian dan menghalang beban AT daripada penerimaan kadaran penuh. [1]

Motor AT mempunyai dua bahagian asas iaitu bahagian yang berputar dipanggil anker dan bahagian yang kekal termasuk gelung-gelung dawai dipanggil gelung-gelung medan. Bahagian kekal ini juga dipanggil pemegun. Segelung dawai di setiap anker ditamatkan di satu hujung anker. Mata penamatan dipanggil komutator, dan ini adalah di mana berus-berus membuat sentuhan elektrik untuk membawa arus elektrik daripada bahagian tidak bergerak untuk sebahagian daripada bahagian mesin yang berputar [5] Punca bekalan bagi motor AT ialah voltan arus terus. Ia menukarkan daripada tenaga elektrik kepada tenaga mekanikal.

2.1 Rektifier pengawal fasa-satu fasa

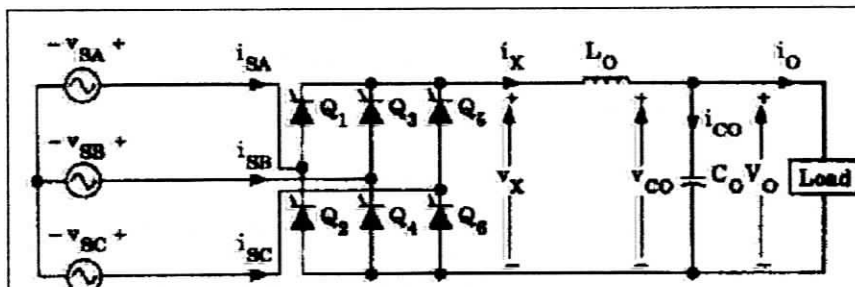


Gambarajah 2.1: Litar rektifier pengawal fasa-satu fasa

Daripada gambarajah 2.1 seperti di atas, ia menggunakan komponen yang sesuai dan beroperasi pada jarak keadaan yang tetap di mana pada keluaran penapis kapasitor C_o , ia mempunyai kuasa keluaran yang malar $P_o = i_o V_{c_o}$ dan tanpa riak pada keluaran voltan $AT V_o$ dihasilkan. Dengan menggunakan anggapan ini, penerus hanya beroperasi jika keluaran pada penapis peraruh L_o dan sudut tuju pada SCR θ berfungsi. [1]

Walaupun bagaimanapun ia menjejaskan beberapa pengehadan. Pertama, hanya perbandingan kecil pada lengkungan yang terdapat pada ruang pengeluaran yang terhad. Kedua, tidak menyatakan nilai perintang dan arus beban yang tetap [1]

2.1.1 Model rektifier dipertingkatkan



Gambarajah 2.2: Litar rektifier pengawal fasa-satu fasa selepas dipertingkatkan

Berdasarkan gambarajah 2.2 seperti di atas, peraruh L_o dan perintang r_o ditambah pada penerus satu fasa. Dengan penambahan ini, ia dapat membaiki herotan pada penerus voltan masukan V_r ke punca gelombang sinus satu fasa V_s . [1]

Terdapat prinsip kehilangan mekanikal ditambahkan di dalam model seperti di atas. Apabila SCR 'ON', nilai kejatuhan voltan V_Q tetap seakan sambungan bateri secara siri. Kehilangan sambungan di dalam keluaran penapis peraruh L_o dimodelkan sebagai galangan sambungan $r L_o$. Persamaan dapat dihasilkan daripada pengubahsuaian penerus untuk menjalankan simulasi pada kuasa tetap $i_o = P_o / V_{c_o}$, arus tetap $i_o = I_o$ dan beban perintang tetap $i_o = V_{c_o} / R_o$. [1]

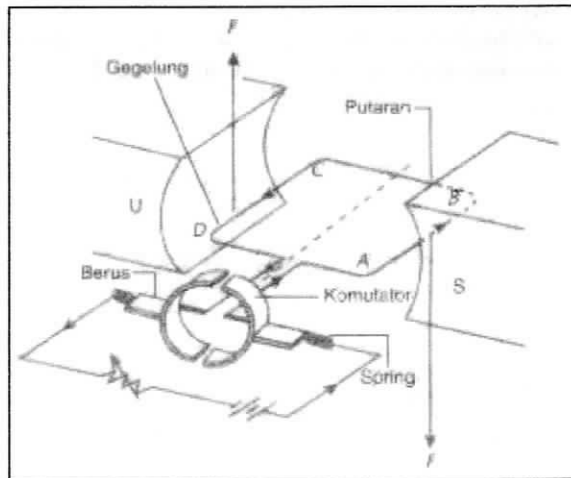
2.2 Motor AT

Artikel ini menerangkan tentang operasi motor AT secara teori dan kawalan kelajuan motor AT. [5]

2.2.1 Teori

Pengoperasian bagi motor AT ialah:

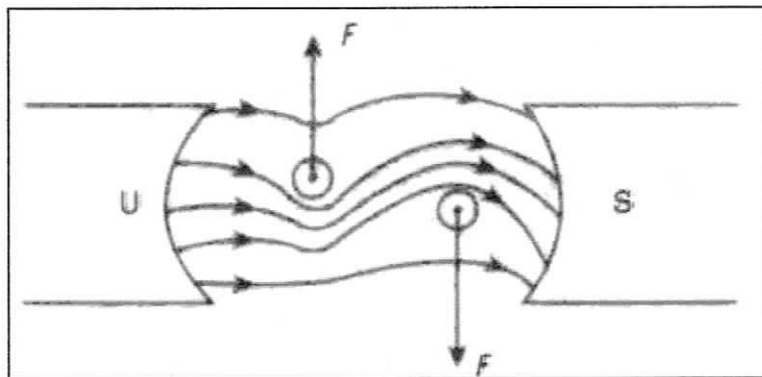
Dari segi praktikal, suatu motor arus terus terdiri daripada suatu gegelung segi empat ABCD yang dililit pada suatu teras besi lembut yang dipasang untuk berputar di antara dua kutub magnet kekal bentuk U. Gegelung segi empat dan teras besinya dikenali sebagai anker. Dua hujung anker disambung kepada suatu gelang kuprum terbelah dua yang dikenali sebagai komutator dan ianya bertindak untuk menukarkan arah arus dalam anker supaya putaran anker dapat diteruskan pada satu arah sahaja. Arus daripada bateri dapat mengalir masuk anker melalui berus karbon yang ditolak oleh spring untuk menyentuh pada komutator.[8]



Gambarajah 2.3 : Motor arus terus

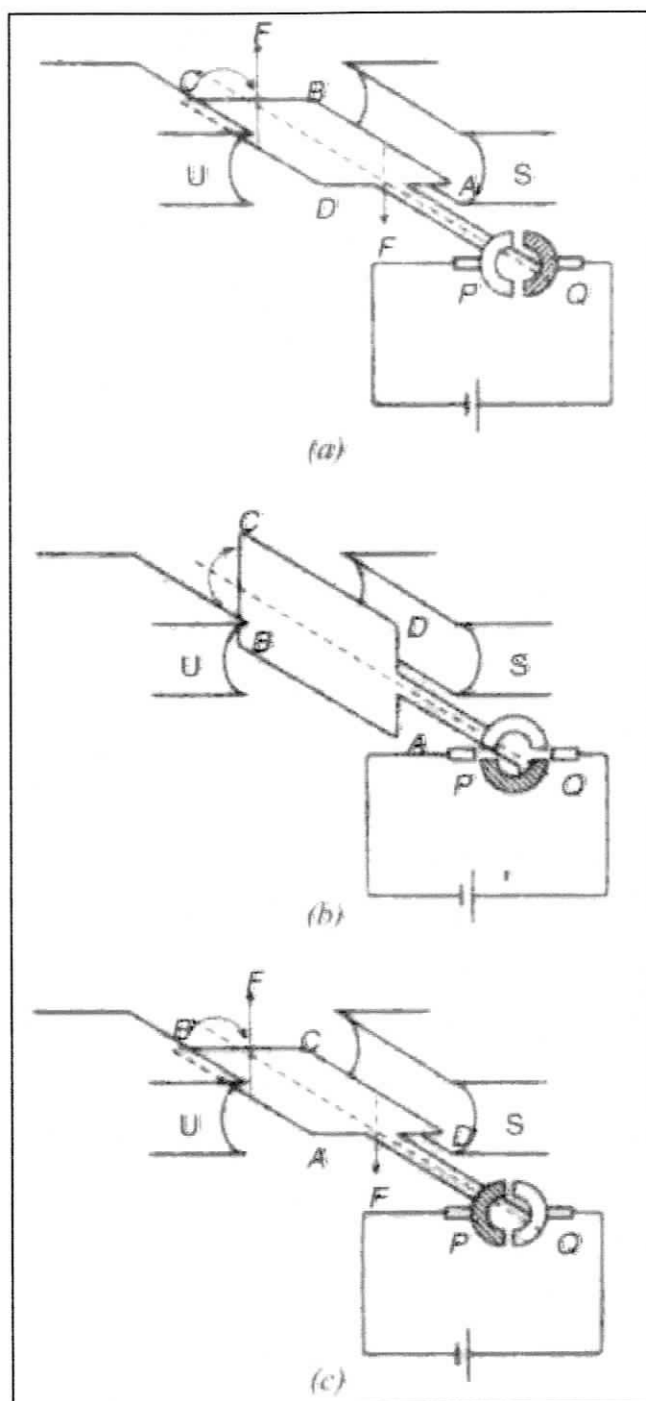
Prinsip kerja sebuah motor arus terus adalah seperti berikut:

- a) Apabila satah gegelung berada dalam keadaan seperti yang ditunjukkan dalam gambarajah 2.3 seperti di atas, arus yang mengalir melalui gegelung ABCD menghasilkan sepasang daya bertentangan.



Gambarajah 2.4 : Medan lastik

- b) Pasangan daya bertentangan ini dihasilkan oleh medan lastik yang terbentuk akibat gabungan medan magnet gegelung dan medan magnet kekal, maka gegelung diputar pada arah ikut jam.



Gambarajah 2.5 : Prinsip kerja motor arus terus

- c) Apabila angker berputar sehingga satahnya berserenjang dengan magnet seperti ditunjukkan dalam gambarajah 2.5 (a) seperti di atas, komutator tidak bersentuh dengan berus karbon P dan Q. Tiada arus mengalir melalui angker maka tiada daya bertindak pada sisi AB dan CD angker itu. Walau