


**MEREKABENTUK BEKALAN KUASA RAGAM PENSUISAN
MENGUNAKAN KAEDAH PENUKAR BUCK
SEBAGAI MOD PENSUISAN.**

MOHD RUSTHAM BIN ABDUL RAHMAN

7 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 (Elektronik Kuasa Dan Pemacu).”

Tandatangan : 

Nama Penyelia : AZZIDDIN B. MOHAMMAD RAZALI

Tarikh : 7/5/07

**MEREKABENTUK BEKALAN KUASA RAGAM PENSUISAN MENGGUNAKAN
KAEDAH PENUKAR BUCK SEBAGAI MOD PENSUISAN**

MOHD RUSTHAM BIN ABDUL RAHMAN


Laporan ini dihantar bagi tujuan memenuhi keperluan untuk penganugerahan Ijazah
Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Elektronik Kuasa Dan Pemacu)

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 jelaskan sumbernya.”

Tandatangan : 

Nama : MOHD RUSTHAM BIN ABD RAHMAN

Tarikh : 7 MEI 2007

Untuk ayahanda dan bonda tersayang.....

ABSTRAK

Laporan ini disediakan adalah untuk membincangkan proses merekabentuk, menganalisis dan membuat pengujian penukar buck ragam berterusan. Di akhir projek ini akan menghasilkan unit bekalan kuasa mod pensuisan dengan voltan masukannya 12 Volt dan voltan keluaran 5 Volt. Terdapat dua litar dalam merekabentuk penukar buck ini iaitu litar penukar buck dan litar pemacu/pengawal. Komponen-komponen asas yang terdapat pada litar penukar buck seperti MOSFET, diod, pearly dan kapasitor. Untuk litar pemicu pula komponen yang digunakan adalah IC jenis *Pulse Width Modulation (PWM)* untuk memacu kaki gate MOSFET secara 'on' dan 'off'. Untuk mengurangkan penghasilan *spike* litar snubber digunakan. Litar ini akan disambung selari dengan MOSFET yang digunakan. MOSFET jenis n-channel dipilih sebagai peranti pensuisan kerana mempunyai kelajuan pensuisan yang tinggi, kehilangan pensuisan yang rendah dan litar pemacu gate yang ringkas. Pengiraan dan perisian simulasi OrCAD PSpice digunakan untuk membuat analisa dan proses merekabentuk litar. Setelah melalui proses-proses tersebut penukar buck ragam berterusan akan direkabentuk.

ABSTRACT

This report are prepared to describe process design, analyses and testing a buck converter continuous mode. In this end of the project will produce unit switching mode power supply with a input voltage 12 Volts and output voltage 5 Volts. Exist two circuits in design buck converter. That is buck converter circuit and driver circuit. Basic components of the buck converter circuit as a MOSFET, diode, inductor and capacitor. For the trigger circuit component which are used is Pulse Width Modulation (PWM) to trigger and control MOSFET. To reduce the spike, it is using snubber circuit will be connect parallel with MOSFET. Types of MOSFET n-channel are using because it is high switching speed, low switching loses and simple circuit. Calculation and simulation software OrCAD Pspice are used to make a analysis and process from conceptual design circuit. After going through the processes buck converter continuous mode will be designed.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	M/S
	PENGESAHAN PENYELIA	i
	TAJUK PROJEK	ii
	PERAKUAN PELAJAR	iii
	DEDIKASI	iv
	ABSTRAK	v
	ABTRACT	vi
	ISI KANDUNGAN	vii
	SENARAI RAJAH	x
	SENARAI JADUAL	xii
1	Pengenalan	
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Objektif	2
	1.3 Skop projek	2
	1.4 Metodologi	3
	1.5 Penyataan Masalah	3
2	LATAR BELAKANG PROJEK	
	2.1 Pengenalan Projek	6
	2.2 Pengatur Linear	7
	2.3 Asas Penukar Pensuisan	8
	2.4 Penukar Buck	10
	2.5 Analisis litar penukar buck	12

	2.5.1	Mendapatkan hubungan purata voltan Keluaran dan masukan.	13
	2.5.2	Mendapatkan hubungan antara arus Masukan dan keluaran	16
3		PENGIRAAN DAN PERISIAN	
	3.1	Pengiraan	17
	3.2	Perbandingan BJT, Mosfet dan IBGT	19
	3.3	Litar setara	20
	3.4	Operasi litar penukar buck	21
	3.5	Senarai komponen yang digunakan	25
4		PERKAKASAN	
	4.1	Proses carta alir menyiapkan perkakasan	26
5		PERKAKASAN (PENGUJIAN LITAR)	
	5.1	Perkakasan	29
	5.2	Pengenalan kepada IC UC3525	31
	5.3	Kendalian projek penukar buck	32
	5.4	Membuat lilitan pada induktor	34
	5.5	Proses membuat litar pada papan PCB.	35
	5.6	Unit bekalan kuasa 12V	37
	5.7	Voltan keluaran pada IC UC3525	38
	5.8	Voltan keluatan IC UC3525 selepas pada Litar penukar buck	39
	5.9	Voltan masukan 12V	40
	5.10	Voltan keluaran 5V	40
	5.11	Voltan pada kaki Vds	41
	5.12	Voltan pada kaki Vgs	41
	5.13	Arus masukan	42
	5.14	Arus keluaran	42

	5.15	Arus pada induktor	43
	5.16	Voltan keluaran apabila beban disambung	44
	5.17	Kaedah untuk membuat pengujian litar	45
6		KESIMPULAN DAN PERBINCANGAN	
	6.1	Kesimpulan projek yang diperolehi	47
	6.2	Kesimpulan	48
	6.3	Perbincangan	49
	6.4	Pembangunan projek untuk masa hadapan	50
7		RUJUKAN	51
8		LAMPIRAN	52

SENARAI RAJAH

NO	TAJUK	M/S
2.1	Pengatur linear asas	7
2.2	Pengatur pensuisan asas	9
2.3	Arus peraruh menentukan ragam	11
2.4	Litar penukar buck	12
3.1	Asas litar penukar buck	20
3.2	Mod 1 operasi penukar buck	20
3.3	Mod 2 operasi penukar buck	20
3.4	Litar penukar buck menggunakan Pspice	21
3.5	Voltan 5V dan voltan purata 5V	22
3.6	Denyutan pada keluaran mosfet dan peraruh	23
3.7	Keluaran voltan dan arus pada kapasitor	24
4.1	Litar pengawal IC UC3525	27
4.2	Pemilihan RT dan CT	27
4.3	Pemilihan nilai RD	27
4.4	Perbezaan bekalan kuasa linear dan mod pensuisan	28
5.1	Gambaran projek luaran penukar buck	30
5.2	Litar penukar buck	33
5.3	Lilitan pada induktor	35
5.4	Kedudukan komponen dalaman penukar buck	36
5.5	Pandangan atas penukar buck	36
5.6	Litar bekalan kuasa 240VAC kepada 12VDC	37
5.7	Denyutan IC UC3525	38

5.8	Denyutan selepas disambung litar penukar buck	39
5.9	Voltan masukan 12V	40
5.10	Voltan keluaran 5V	40
5.11	Denyutan V_{ds}	41
5.12	Denyutan V_{gs}	41
5.13	Arus masukan	42
5.14	Arus keluaran	42
5.15	Arus pada induktor	43
5.16	Keluaran voltan pada beban	44
5.17	Pengujian litar	45
6.1	Blok diagram penukar buck	47

SENARAI JADUAL

NO	TAJUK	M/S
1.1	Perancangan projek PSM 1	4
1.2	Perancangan projek PSM 2	5
3.2	Perbandingan di antara BJT,MOSFET dan IGBT	19
5.1	Kaki IC UC3525	31
5.2	Komponen yang digunakan penukar buck	33
5.3	Perbandingan pengiraan,simulasi dan perkakasan	45

BAB 1

Pengenalan

1.1 Pengenalan

Projek sarjana muda 2 ialah salah satu daripada kajian pengetahuan dalam mencari maklumat dan mendisiplinkan pelajar. Tugas yang diberikan adalah untuk memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh pihak universiti sebelum pelajar tamat belajar di UTeM. Terdapat beberapa bahagian atau skop dalam menyiapkan projek ini termasuklah perkakasan, perisian dan pengiraan.

Kaedah-kaedah tersebut termasuklah:-

1. Merekabentuk bergantung kepada bahagian-bahagian yang tertentu dan akhir sekali mencipta sebuah projek yang dikehendaki.
2. Membuat perisian menggunakan komputer dalam menentukan keberkesanan atau ketepatan keluaran yang dikehendaki.
3. Projek ini lebih menumpukan kepada kajian pada bahagian-bahagian tertentu atau sub-sub topik. Daripada projek yang dibuat pelajar dapat mengetahui masalah-masalah yang dihadapi dan membuat penyelesaian masalah tersebut.

Tajuk projek ini iaitu “Merekabentuk Bekalan Kuasa Ragam Pensuisan Menggunakan Kaedah Penukar Buck Sebagai Mod Pensuisan”. Di akhir projek ini, akan menghasilkan sebuah penukar buck yang boleh digunakan dalam pelbagai aplikasi bergantung kepada jenis penggunaannya.

1.2 Objektif projek :-

Bagi menentukan projek penukar buck ini berjaya, terdapat beberapa objektif yang diperlukan untuk menjamin penukar buck ini menepati mengikut apa yang dirancangkan. Ianya sebagai panduan untuk menghasilkan penukar buck ini. Objektif tersebut termasuklah:-

- ✿ Mengetahui setiap aspek yang perlu ditekankan dalam litar penukar buck ini termasuklah dari segi perbandingan antara simulasi dengan perkakasan serta penggunaan komponen.
- ✿ Merekabentuk litar arus terus 12VDC ke 5VDC penukar buck.
- ✿ Mengetahui dan mengenalpasti penggunaan mod pensuisan untuk kawalan pada penukar buck tersebut. Kebiasaannya perbezaannya adalah arus yang mengalir pada induktor sama ada ianya mod ragam berterusan atau mod ragam tidak berterusan.
- ✿ Mempelajari menguruskan kewangan, jadual perancangan projek serta mengenal pasti masalah-masalah dalam menyiapkan projek ini.

1.3 Skop projek:-

Untuk menghasilkan projek penukar buck ini, terdapat beberapa skop yang perlu dilakukan sebelum projek tersebut berjaya. Skop-skop projek ini amat diperlukan dalam merekabentuk litar penukar buck ini. Ianya termasuklah:-

- ✿ Merekabentuk sebuah penukar buck arus terus 12V kepada 5V.
- ✿ Menggunakan kaedah-kaedah seperti pengiraan (*calculation*), perisian (*software*), dan akhir sekali membuat perkakasan (*hardware*) untuk mendapatkan keluaran projek yang sebenar.
- ✿ Membuat analisis perisian menggunakan simulasi program OrCad.
- ✿ Menentukan nilai kapasitor dan nilai peraruh yang sesuai pada litar tersebut.

1.4 Metodologi.

Dalam merekabentuk projek penukar buck ini, terdapat beberapa kaedah yang perlu dilakukan sebelum projek tersebut berjaya. Kaedah-kaedah tersebut termasuklah:-

- ✿ Penukar AT jenis buck ini terbahagi kepada beberapa komponen utama iaitu litar pemicu, litar penapis keluaran untuk arus dan voltan yang akan terhasil.
- ✿ Pengiraan, simulasi program Orcad Pspice dan perkakasan dijadikan sebagai proses yang dilakukan untuk menyiapkan projek ini.
- ✿ Peraruh, kapasitor serta mosfet yang akan digunakan perlu diketahui nilainya terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam litar tersebut.
- ✿ Manakala kawalannya pula terdiri daripada litar PWM yang mengawal secara denyutan untuk memberi picuan pada mosfet tersebut.

1.5 Penyataan Masalah.

Berikut adalah antara penyataan masalah yang berlaku sepanjang merekabentuk penukar buck ini. Masalah-masalah ini banyak mempengaruhi nilai keluaran penukar buck tersebut menepati apa yang dikehendaki. Antaranya termasuklah:-

- ✿ Memberi nilai peraruh dan kapasitor pada litar tersebut.
- ✿ Merendahkan nilai ripple yang berlaku dalam litar.
- ✿ Mengurangkan gangguan harmonik yang berlaku pada litar tersebut.
- ✿ Menghasilkan litar PWM untuk memicu mosfet.

**Jadual 1.1 : Jadual perancangan projek PSM 1 bulan Jun hingga November
2006.**

Aktiviti projek	2006					
	Jun	Julai	Ogos	Sept.	Okt.	Nov.
Pemahaman projek PSM 1 dan PSM 2						
Mencari sumber maklumat tentang projek						
Membuat pengiraan dalam menentukan nilai komponen.						
Pemahaman litar dan meyenaraikan komponen						
Perisian litar menggunakan simulasi program OrCad Pspice.						
Menulis laporan projek PSM1.						
Pembentangan projek PSM1.						

Jadual 1.2: Perancangan projek semester 2 PSM2 antara bulan Disember hingga Mei 2007.

Aktiviti projek	2007					
	Dis	Jan	Feb	Mac	April	Mei
Membuat pengujian semula simulasi.						
Pembelian komponen.						
Memasang dan menguji litar yang dibina..						
Mengenal pasti masalah pada litar tersebut.						
Membuat laporan projek PSM2.						

BAB 2

LATAR BELAKANG PROJEK

Penukar DC-DC

2.1 Pengenalan projek

Penukar dc-dc adalah litar elektronik kuasa yang menukarkan satu aras voltan dc kepada satu aras voltan dc yang lain, biasanya dengan keluaran yang teratur. Penukar dc-dc digunakan secara meluas dalam bekalan kuasa ragam pensuisan — seperti yang terdapat dalam komputer, penerima tv dan pengecas bateri — dan pemacuan motor dc.

Dua penukar dc-dc yang asas adalah penukar langkah-naik dan penukar langkah-turun, masing-masing dikenali sebagai penukar buck dan penukar boost. Penukar buck-boost pula boleh menaikkan dan menurunkan voltan, bagaimanapun kekutuban voltan keluarannya adalah berlawanan daripada voltan masukan. Unit ini akan menerangkan prinsip asas, kendalian, analisis dan rekabentuk bagi penukar dc-dc.

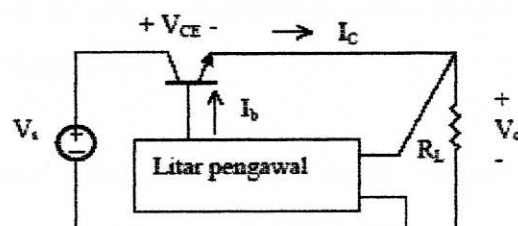
2.2 Pengatur Linear

Sebelum kita membincangkan lebih lanjut tentang penukar ragam pensuisan, adalah berfaedah sekiranya kita membincangkan terlebih dahulu tentang pengatur linear. Satu cara untuk menukarkan satu voltan dc kepada satu voltan dc yang lebih rendah adalah dengan menggunakan litar dalam Rajah 2-1. Voltan keluaran dc diberi oleh persamaan:-

$$V_o = I_L R_L \quad (2-1)$$

dengan arus beban dikawal oleh transistor. Dengan mengawal arus tapak transistor, I_B , voltan keluaran boleh dikawal daripada julat 0 kepada V_s . Arus tapak boleh dilaras untuk memampas perubahan dalam voltan masukan atau beban, dengan itu voltan keluaran dapat diatur.

Litar seperti ini dikenali sebagai penukar dc-dc linear atau pengatur linear kerana transistor beroperasi dalam kawasan linear, bukannya dalam kawasan ketepuan atau kepotongan. Sebenarnya, dalam kes ini, transistor bertindak sebagai rintangan boleh ubah yang berubah mengikut perubahan arus tapak transistor, I_B .



Rajah2.1 : Pengatur linear asas

Biarpun kaedah ini merupakan kaedah mudah untuk menukarkan satu voltan dc kepada satu voltan dc yang lebih rendah, namun kecekapan yang rendah adalah penghalang utama untuk penggunaan litar seperti ini pada kuasa tinggi. Bagi litar ini, kuasa yang diserap oleh beban adalah $V_o I_L$, dan kuasa yang diserap oleh

transistor $V_{CE}I_L$, dengan menganggap arus tapak adalah kecil. Kuasa yang hilang dalam transistor adalah besar, menjadikan litar ini tidak cekap. Sebagai contoh, sekiranya voltan keluaran seperempat daripada voltan masukan, beban rintangan menyerap seperempat daripada kuasa masukan, dengan itu kecekapan litar hanyalah 25%. Transistor pula menyerap 75% daripada kuasa masukan.

Kecekapan akan bertambah buruk lagi untuk keluaran yang lebih rendah. Di samping kecekapan yang rendah, pengatur linear juga tidak boleh menghasilkan voltan keluaran yang lebih tinggi daripada voltan masukan.

2.3 Asas Penukar Pensuisan

Dalam penukar pensuisan, transistor berkendali sebagai suis elektronik; suis boleh berada sama ada dalam keadaan on atau off sepenuhnya. Litar seperti ini — pada masa dahulu, iaitu pada masa SCR digunakan dengan meluas dalam litar elektronik kuasa — dikenali sebagai pemenggal.

Anggap suis dalam Rajah 2-2 adalah unggul; voltan keluaran adalah sama dengan voltan masukan apabila suis dalam keadaan tertutup, dan voltan keluaran adalah sifar apabila suis dalam keadaan buka. Penutupan dan pembukaan suis secara berkala seperti ini akan menghasilkan voltan keluaran berdenyut seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2-2c.

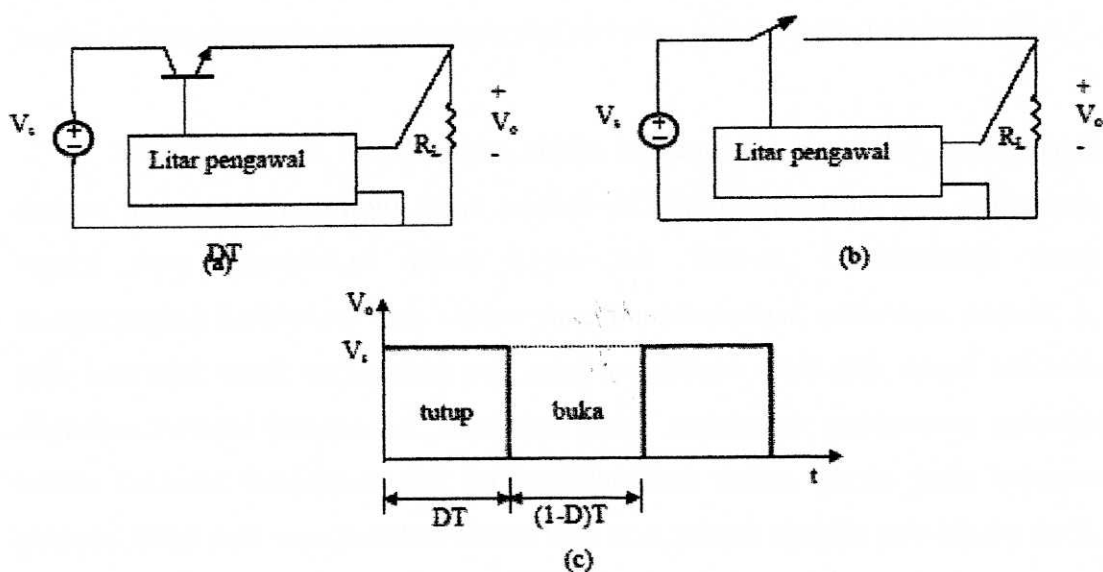
Nilai purata atau komponen dc bagi voltan keluaran adalah :-

$$V_o = \frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} v_o(t) dt = \frac{1}{T_s} \int_0^{DT} V_s dt = V_s D \quad (2-2)$$

Komponen dc bagi voltan keluaran boleh dikawal dengan melaraskan kitar tugas D, yang merupakan pecahan masa tutup suis berbanding dengan tempoh pensuisan:

$$D = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} = \frac{t_{on}}{T} \quad (2-3)$$

Komponen dc bagi voltan keluaran yang boleh dihasilkan oleh litar ini adalah sama atau lebih kecil daripada voltan masukan.



Rajah 2.2 : (a) pengatur pensuisan asas (b) litar setara pensuisan (c) voltan keluaran

Kuasa yang diserap oleh suis unggul adalah sifar. Apabila suis terbuka, tiada arus yang mengalir melaluinya; apabila suis tertutup, tiada voltan yang merintanginya. Oleh itu, semua kuasa diserap oleh beban, dan kecekapan adalah 100%. Kehilangan kuasa boleh berlaku dalam suis sebenar kerana voltan merintanginya tidak sama dengan sifar apabila suis on, dan suis mesti melalui kawasan linear semasa peralihan keadaan iaitu daripada keadaan on kepada keadaan off atau sebaliknya. Kecekapan litar penukar praktikal adalah dalam julat 75% hingga

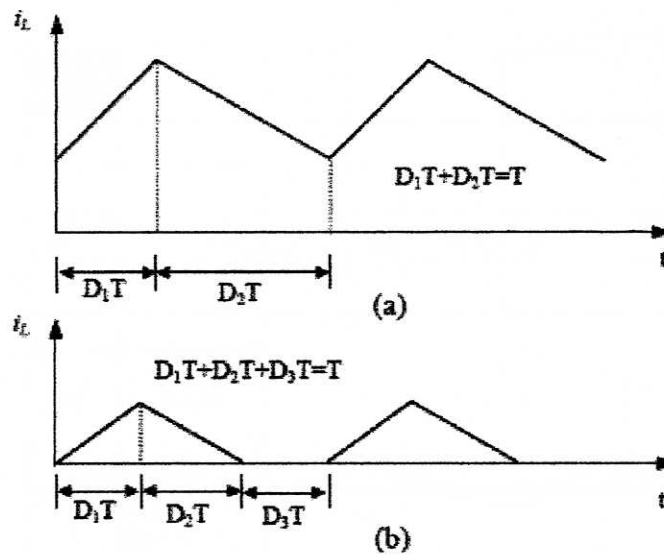
95%. Walau bagaimanapun kita hanya akan membincangkan pengatur pensuisan yang unggul bagi memudahkan analisis yang kita akan lakukan.

2.4 Penukar Buck

Kendalian penukar buck. Penukar buck adalah penukar langkah turun yang menghasilkan voltan keluaran lebih rendah daripada atau sama dengan voltan masukannya. Dari segi konsep, litar mudah dalam Rajah 2-2 bolehlah dianggap sebagai penukar buck. Bagaimanapun, voltan keluaran yang dihasilkan oleh litar ini adalah voltan keluaran berdenyut, memadai untuk sesetengah penggunaan. Namun begitu, kebanyakan penggunaan memerlukan voltan keluaran dc yang lebih tulen.

Satu cara untuk mendapatkan voltan keluaran dc yang lebih tulen adalah dengan menyisipkan *penapis lulus rendah LC* kepada penukar asas berkenaan, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2-3. Pemuat, C, bertindak untuk mengurangkan kandungan riak voltan yang merintanginya, sementara pearuh, L, pula bertindak untuk melicinkan arus yang melaluinya. Dari segi fungsi bolehlah dikatakan bahawa penapis LC bertindak untuk melakukan pemurataan terhadap voltan keluaran berdenyut; dan ini menghasilkan voltan purata pada keluaran penapis. Diod pula menyediakan laluan bagi arus pearuh apabila suis dibuka (off), dan ia mengalami pincang balikan apabila suis ditutup (on).

Semasa suis on, diod pincang balikan dan tenaga dari masukan dihantar ke pearuh dan beban. Semasa suis off, arus pearuh akan mengalir menerusi diod, memindahkan sebahagian tenaga yang tersimpan ke beban. Sekiranya arus pearuh tidak jatuh ke sifar semasa suis off (diod on), arus pearuh dikatakan berterusan dan ini menghasilkan *ragam pengaliran berterusan*, Rajah 2-4(a). Sekiranya arus pearuh jatuh ke sifar untuk beberapa ketika dalam satu kitar, arus pearuh dikatakan tak berterusan dan ini menghasilkan *ragam pengaliran tak berterusan*, Rajah 2-4(b). Analisis yang kita akan lakukan dalam unit ini terhad kepada ragam pengaliran berterusan sahaja.



Rajah 2.3 : Arus peraruh menentukan ragam kendalian bagi penukar dc-dc,
 (a) Ragam pengaliran berterusan, (b) Ragam pengaliran tak berterusan

