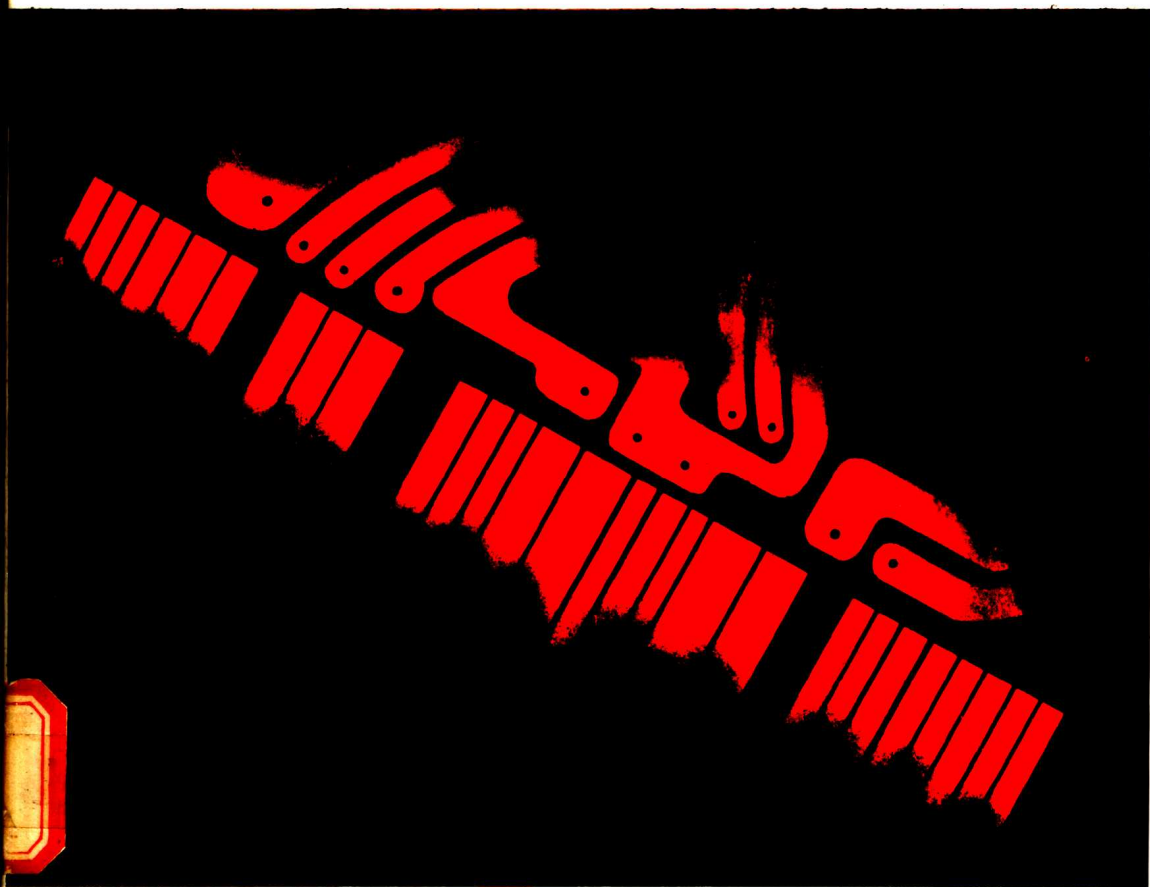


轉換式電源供給器

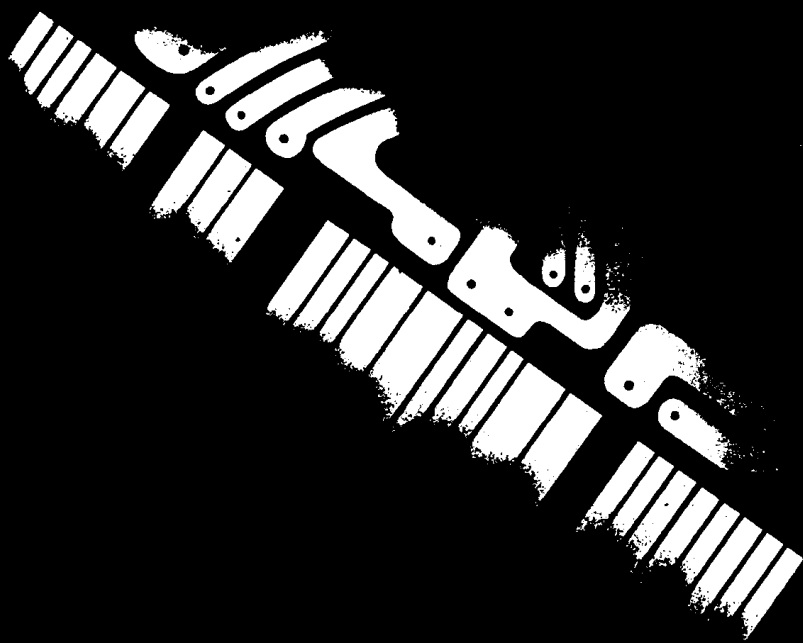
簡章華 編譯



全華科技圖書公司 印行

轉換式電源供給器

簡章華 編譯



全華科技圖書公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

轉換式電源供給器

簡章華 編譯

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5 0 7 1 3 0 0 (總機)

郵撥帳號 / 0 1 0 0 8 3 6 - 1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3 6 1 2 5 3 2 • 3 6 1 2 5 3 4

定 價 新臺幣 170 元

七版 / 77年 6 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

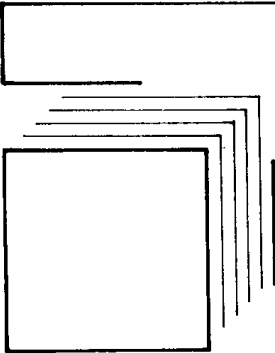
版權所有 翻印必究

圖書編號 027508

我們的宗旨：



感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望



序 言

電子電路再進步，裝置再精良，如果缺乏良好的電源就無法發揮其優越之性能。而做為負載之電路愈小型、愈精密，電源所造成之影響也愈大。

以往電子電路所用之電源，一般都是由電晶體所組成的串聯式穩壓電源，消耗之功率大、效率低。今日，由於負載電路之進步與多樣化，我們經常會面臨各式各樣的電源電路，而且所要求之穩定度與效率也愈來愈高，轉換式穩壓電路（Switching Regulator）就是最具代表性之一種。

本書由最基本的電源電路開始，由淺入深，一直介紹到目前最流行之轉換式穩壓電源，全書共分為十章。

第一章是以交流輸入為對象之整流電路。在本章中，對於各種基本整流電路之設計，變壓器之有效利用，以及由一個變壓器製作多種直流輸出電壓之方法等，均有介紹。

第二章介紹一向使用的串聯式穩壓器，但以已經 IC 化者為中心來

說明。如何利用 IC 穩壓器簡單的來製作各種用途之穩壓電源，在本章中有詳細之介紹。

第三章介紹穩壓電路之可靠性中最重要的控制電晶體之使用方法，散熱方法及其計算。

第四章以不含穩壓電路之轉換式電源為對象，說明轉換式電源之優點及有關之技術問題。

第五章為切割型轉換式穩壓器。其中並例舉了幾個最簡單、容易製作、小型、且發熱少的實例。

第六章為直流變換型之電源，此乃最具代表性之轉換式穩壓電源。雖說輸入與輸出互相絕緣的這種方式對大型之電源較為有利，但只要經過適當之處理，對於小型之電源也相當好用。

第七章討論轉換式穩壓電源製作上之幾個問題點。其中包含變壓器、抗流線圈之設計，以及幾種故障時之對策。

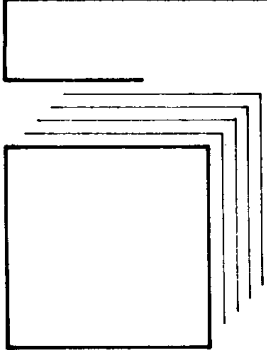
第八章為保護電路，第九章則討論有關雜音之問題。第七章以後與其說是電源之製作，不如說是提出一些比較容易被忽略之問題，以及製作後可能產生之問題。

第十章介紹精密化之技術及防止振盪之方法。

譯者才疏學淺，利用公餘之暇抱着學習的態度來翻譯此書，加以時間匆促，舛誤之處在所難免，尚祈先進不吝指正。

譯書期間承蒙全華科技圖書公司總經理詹儀正先生，總編輯陳本源先生之鼎力支持與協助，及同事陶天源先生幫忙理稿及校稿，特此致謝。

譯者謹識



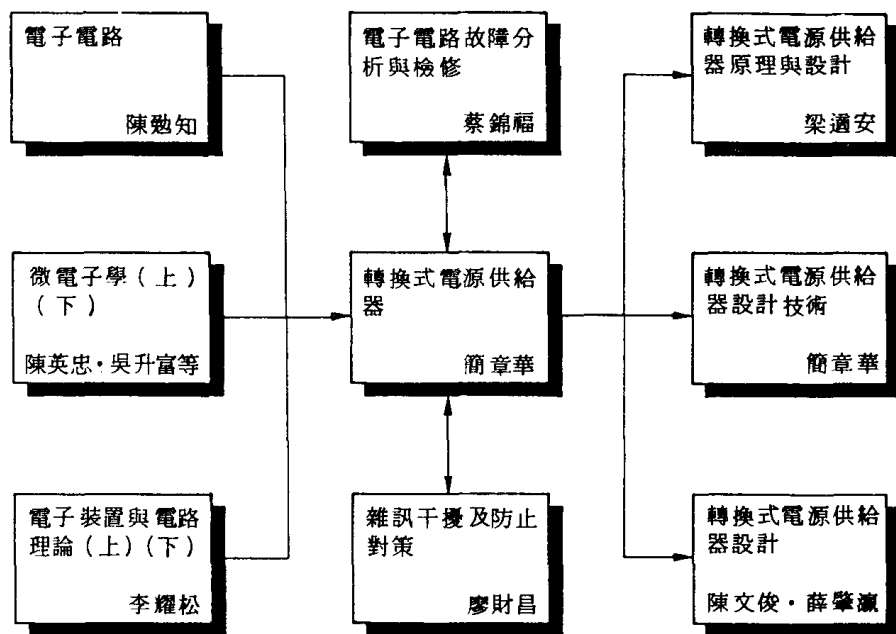
編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所將提供給您的絕不只是一本書，而是關於這方面的所有知識，它們由淺入深，且循序漸進。

現在，我們將這本「轉換式電源供給器」呈獻給您。高效率的轉換式穩壓器已普遍的應用在現代化電子裝置中，但是有關原理和設計技術的書籍，却仍十分缺乏。本書譯自岡村迪夫編著的「解析パクー・サプライ」一書，以轉換式穩壓器為中心來探討各種電源電路，全書共分十章，從最基本的整流、濾波電路及一般穩壓之基礎技術的介紹，循序研討到目前最流行之轉換式穩壓電源，內容充實、實用，舉凡電路的基本原理、設計要點、步驟、製作方法、零件的選擇及檢修注意事項等等都有詳盡的說明。本書適於電子、電機等有關科系學生，尤其對從事有關這方面工作之工程技術人員，更是難得的參考圖書。

此外，為了使您對這門學問有更完整的了解，我們以流程圖方式列出各有關圖書之閱讀次序，以減少您研習此門學問時之摸索時間，以及對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函聯繫，我們將竭誠為您服務。

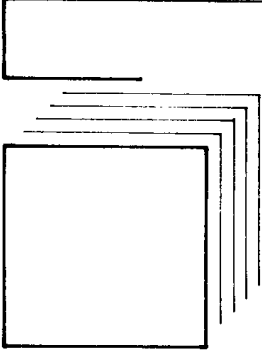
流 程 圖



全華電子電路相關圖書

- 475 電子電路故障分析與
檢修
蔡錦福 編譯
25K / 320頁 / 170元
- 053 IC型電源電路
簡章華 編譯
25K / 176頁 / 110元
- 704 電源電路故障分析與
檢修
林癸隆編譯
22K / 232頁 / 170元
- 559 穩壓電源電路集
林文得 編譯
18K / 280頁 / 220元
- 1031 轉換式電源供給器設計
技術
簡章華編譯
25K / 192頁 / 160元
- 1330 轉換式電源供給器原理
與設計
梁適安編譯
20K / 232頁 / 220元
- 1378 轉換式電源供給器設計
陳文俊·薛肇瀛編譯
20K / 336頁 / 240元

● 上列書價若有變動
請以最新目錄為準



目 錄

第一章 整流電路	1
整流電路之選擇	1
電容輸入型之特徵	4
電感輸入型之特徵	6
整流電路之設計	7
整流電源之技巧	15
變壓器與電容器	23
附錄 A 輸出可以控制的倍壓整流電路	28
第二章 穩壓之基礎技術	31
穩壓電路之基本事項	31
基納二極體之使用法	38
簡單的 IC 穩壓器	41
使用專用 IC 與外接零件之穩壓器	50
附錄 B 射極隨後型與射極共通型	60

第三章 控制電晶體及其散熱	65
串聯穩壓器之損失.....	65
減低集極損失之方法.....	73
散熱之設計.....	81
附錄 C 直接控制高壓之方法.....	91
第四章 直流之變壓	95
不用變壓器與線圈之轉換式電源.....	96
二極體泵電路.....	102
直交流變流器 (inverter) 之構成.....	107
附錄 D 半導體與轉換時間.....	119
第五章 切割型轉換式穩壓電路	123
簡易的製作實例.....	123
高效率的切割型穩壓器.....	142
切割型之加工應用.....	148
附錄 E 頻率可變式切割型穩壓器.....	154
第六章 直流變換器型轉換式穩壓電路	159
使用變壓器方式之特長.....	159
控制電路用之 IC	163
直流變換器型之電路構成.....	173
多輸出電路之實例.....	178
第七章 轉換式穩壓器之課題	183
轉換元件之選擇條件.....	183
變壓器與抗流線圈之設計.....	191

其他零件之考慮·····	197
效率不高時之處理·····	200
附錄F 偏磁及其對策·····	206
第八章 各種電源保護電路 ·····	209
過電流之保護·····	209
其他之電源保護電路·····	216
因負載而設之保護電路·····	220
因切割型而設之保護電路·····	224
第九章 雜音之防止與對策 ·····	231
電源內部之雜音·····	231
電源之供給方法·····	237
外來雜音之對策·····	243
轉換式穩壓器之雜音·····	247
第十章 精密化之技術 ·····	253
IC 穩壓器之改善·····	253
基準電壓之檢討·····	257
高精密度及高穩定度化之步驟·····	262
穩壓電路之相位補償·····	268

整流電路

1

即使穩壓電路已經被 IC 化，轉換式穩壓器（Switching Regulator）已很普及，購買現成品來使用的人也愈來愈多，但是有關整流電路的知識和設計技術仍然不能欠缺。

整流電路與變壓器使用方法之巧拙，對於將來製成裝置後的體積、重量、發熱及可靠性等影響甚大。

如何由同一變壓器有效的取出其功率，如何由一只線圈取得多種輸出電壓，將其適當組合之後所能產生之效果，以及特殊的整流電路等，本章均將加以介紹。

首先，我們就從基本的六個整流電路的設計法開始介紹。

整流電路之選擇

六個基本電路

如從實用性的立場就整流電路加以整理，其基本電路有如圖 1-1 所示之六種。如將輸入為三相交流之情況也計算在內，則更有多種複合型

參數 方式		電路構成	輸出波形
		$\omega = 2\pi f, f$: 電源頻率 R_S : 電源之內部電阻(1-1)式 V_o : 輸出直流電壓, R_L : 負載電阻	虛線 : 整流輸出 實線 : 濾波後之波形
電容輸入	(a) 半波整流		
	(b) 全波(兩波)整流		
	(c) 橋式整流		
	(d) 倍電壓全波整流		
電感輸入	(e) 全波(兩波)整流		
	(f) 橋式整流		

$A : \gamma = \gamma_o / (16\pi^2 F^2 LC - 1)$

圖 1-1 整流電路及其常數

式，不過此處僅就圖示六種基本電路之特徵加以檢討，做為開始。

圖中之電路，頻率為 f Hz 之交流電壓由變壓器 T 之左側加入，經整流器 D ，抗流線圈 L ，濾波電容器 C ，將直流功率供給外部之負載電阻 R_L 。括弧中之 R_S 為代表整流器內部電阻之假想電阻。

續圖 1-1

變 壓 器 T				整 流 器 D				輸出有 含率 濾波
次級電壓 V_2	次級電流 I_2	初級電流 I_1	容 量 P	逆向 耐壓 V_P	峰值 電流 I_P	平均 電流 I_D	衝擊 電流 I_S	
圖 1-4	I_R 圖 1-6 $K=1$	$n\sqrt{I_R^2 - I_L^2}$	$\frac{V_2(I_R + \sqrt{I_R^2 - I_L^2})}{2}$	$2\sqrt{2}V_2$	圖 1-6 $K=1$	I_L	$\frac{\sqrt{2}V_2}{R_S}$	圖 1-7
圖 1-5	I_R 圖 1-6 $K=2$	$\sqrt{2}nI_R$	$(1 + \sqrt{2}/2)V_2I_R$	$2\sqrt{2}V_2$	圖 1-6 $K=2$	$\frac{I_L}{2}$	$\frac{\sqrt{2}V_2}{R_S}$	圖 1-7
圖 1-5	$\sqrt{2}I_R$ 圖 1-6 $K=2$	$\sqrt{2}nI_R$	$\sqrt{2}V_2I_R$	$\sqrt{2}V_2$	圖 1-6 $K=2$	$\frac{I_L}{2}$	$\frac{\sqrt{2}V_2}{R_S}$	圖 1-7
圖 1-4	$\sqrt{2}I_R$ 圖 1-6 $K=1/2$	$\sqrt{2}nI_R$	$\sqrt{2}V_2I_R$	$2\sqrt{2}V_2$	圖 1-6 $K=1/2$	I_L	$\frac{\sqrt{2}V_2}{R_S}$	圖 1-7
$1.1(V_0 + V_D)$	$0.75I_L$	$1.06nI_L$	$1.28V_2I_L$	$2\sqrt{2}V_2$	$1.57 \sim 1.00I_L$	$\frac{I_L}{2}$	$\frac{0.9V_2}{\sqrt{L/C}}$	式(A)
$1.1(V_0 + 2V_D)$	$1.06I_L$	$1.06nI_L$	$1.06V_2I_L$	$\sqrt{2}V_2$	$1.57 \sim 1.00I_L$	$\frac{I_L}{2}$	$\frac{0.9V_2}{\sqrt{L/C}}$	式(A)

實用的小型電源（ ~ 1 KW 左右），其整流電路以半波、兩波、橋式〔註 1〕及倍壓整流四種為主，然而依其後面所採用之濾波電路為電容輸入型或電感輸入型，一共可以構成八種組合方式。

【註 1】：以後本書中橋式與兩波整流將總稱為全波整流。

但是，其中亦有些方式不能顯示整流電路與濾波電路相互之特徵，所以，在實用上用得較多的，只有如圖 1-1 所示的電容輸入型四種及電感輸入型兩種。

在實際應用上，這些電路當中究竟採用那一種方式較好，下面將提供您一些線索。本來，技術評價上各方面永遠都是好的東西非常少，我們必需將那一種方式在那些方面比另一種方式好出多少，做定量之調查，然後才可以決定。

譬如說，橋式整流效率比較好……，兩波整流的整流器只要兩個就可以……等，這只能看到該種方式某一方面之性質，並非定量之調查。如果說這是一種評價，不如說是近似個人喜厭之一種判斷。

如詳細加以調查，橋式整流方式之變壓器利用率雖然較高，但因為當中有兩個整流器經常串聯動作，所以在電源電壓低的地方，其得失可能相抵，所以，低電壓之情況不如採用兩波整流方式效率反而較高。

真正的電路將顯示怎麼樣的特性，雖然將其做出來並加以測試就可知道，但是相當麻煩。理論與計算可以代替這方面之工作，圖 1-1 可以幫助我們達成此種目的。

電容輸入型之特徵

(a) 半波整流

電路簡單為最大的優點。但其設計及計算如圖 1-1 中之公式所示，反而比較複雜。其原因為變壓器只使用了半個週期，致次級線圈中有直流成分流動的緣故。

因變壓器只使用半個週期，利用率低，所以其漣波頻率與電源頻率相同，與其他五種電路相比，濾波電容器之效果較差，在同樣的條件下，需使用容量較大的電容器，此為其缺點。

反之，在小電流之應用方面，由於零件數少，所以簡單巧小，此為其優點。實際電路運用上之得失檢討，我們在前面曾經提到必需做定量

之調查，此時可依圖 1-1 各欄之指示，將數值代入，或如以下各例所示，利用計算圖表求之。

(b)全波(兩波)整流

這是將半波整流時未利用到的另外半個週期，以另外一個整流電路再加以整流的型式。如負載為電阻負載時，其波形如圖 1-1 所示，漣波頻率為電源頻率之兩倍，因此濾波電路具有兩倍於半波整流方式之效果。全波整流用之變壓器必需有中間抽頭，其直流輸出電壓約只有全變壓器用於半波整流或橋式整流時之一半。然而，變壓器之利用率高，僅次於橋式整流方式，零件數少，整流器之電壓降只有 1 個份，此為其長處。

(c)橋式整流

輸出波形及漣波與兩波整流之情況相同。變壓器不必有中間抽頭，變壓器利用率在電容輸入型中屬最高。因此，欲得到同樣的輸出，此種方式所需之變壓器最小，單就變壓器之效率來講，只要有兩波整流之 83% 的容量，就可以得到相同的直流輸出。

但是，這是指忽視整流器之損失這種情況而言。橋式整流需要四個整流器，例如圖中線圈之上端為 $\oplus$ 時，電流通過 D_2 及 D_3 ，反之，在另半週時，電流通過 D_4 及 D_1 ，經常有兩個整流器上會產生電壓降。由此產生之損失可以從整流器之順向壓降及負載電流大致決定。

若以使用矽整流器，而輸出電流為數 A 之條件來考慮，從變壓器利用率方面得到的好處與整流器順向壓降產生之功率損失，在輸出電壓 5 ~ 8 V 之範圍將互相抵消，輸出電壓高於上述範圍時，橋式整流有利，低於上述範圍時，則以兩波整流較有利。

(d)倍壓整流

零件數少，變壓器之利用率與橋式整流方式差不多為此種電路之優點。

但是，流經電容器 C 之充放電流之週期，即其漣波頻率，與半波整流之情況相同，所以電容器之靜電容量如果不選擇大些，當負載增加時，輸出電壓會大幅下降。