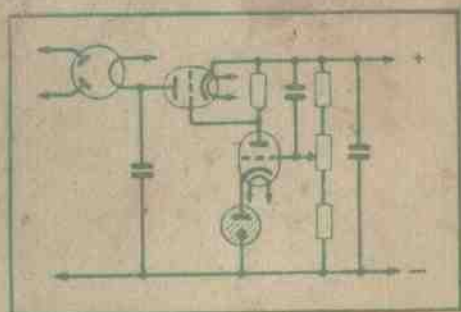


整流器與穩壓器



工學書店 印行

目 錄

自動穩壓器.....	1
整流器電路.....	12
整流管整流器及硒整流器的計算.....	27
濾波器的計算.....	42
變壓器及扼流圈的設計.....	50
穩壓器與穩流器.....	61
電子管穩壓器的計算.....	109

自動穩壓

自動調整

無線電收音及電視技術的發展，一方面使我們能以簡單的收音設備接收到高度保真的廣播，而在另一方面卻產生了幾乎不可避免的複雜電路、真空管數目的增多和一些附加設備的增添。

倘無線電業餘者欲步向發展着的技術，應不怕新事物和設備電路裏的一些繁複。如是，他才能將收音或電視設備品質改良或簡單化。但在最初，無須進行那些繁複的電路，因為準備不足的業餘者可能遭到失敗而徒勞無功。將電路複雜化應該是逐步的，並須符合本身的經驗及徵詢更多業餘者的經驗。

改良收音設備品質的附加電路，以及主要來簡化管理的附加電路，首先是屬於自動控制電路。

最通用的自動控制電路是：

1) 自動增益控制——自動增益控制 (APV) 又稱自動靈敏度控制 (APC)，當輸入訊號電壓變化很大時，它可以保證輸出電力變化不大，因此可用來克服無線電波的衰弱現象。

2) 自動音調調整 (APT) ——在強訊號時，它能將通過音頻放大器的頻帶放寬；而在弱訊號時，將頻帶變狹，因此這種裝置可減少接收弱訊號的干擾。

3) 自動選擇性控制 (API) —— 它的作用和自動音調調整類似，在弱訊號時，使通過的頻帶變狹，所不同者，這種作用不用在收音機的音頻放大器，而用在高頻或中頻放大器。

4) 自動無雜音調諧 (ATH) —— 若收音機配備了自動增益控制，而其靈敏度控制放在最大時，當從一個電台調諧到另一個電台，ATH 可以免除雜音。

5) 自動補整調諧 (API) —— 對被接收的電台保持收音機調諧的精確。

6) 訊號擴張的自動音量控制 —— 在最小雜音與訊號音量間產生所需的對比。

7) 電源電壓自動控制 —— 當電源電壓及負荷變動時，保證電源電壓的穩定(至任何精確度)。

由於應用了一系列的自動控制，不僅能大大地使收音機的管理簡單化，而且當訊號和電力網電壓不斷變動時，也能自動保持最良好的收訊情況，若僅有手動控制是不可能達到這樣的。此外，在許多情況下，自動控制補償了由於違反電路情況的變動。

在本書中祇討論到最後一種自動控制的電路，就是穩壓器電路。讀者如對上述他種自動控制有興趣的話，可在 И. И. 古克茜考所編的“無線電收音機內的自動控制”一書裏找到詳細的說明(莫斯科無線電出版社 1937 年版)。

電 壓 的 標 定

自動保持電壓正常(或電壓的穩定)，近來應用在許多設備

裏，如收訊、發訊、電視、測量等。在任何設備中，穩定電壓的存在，不僅是我們的願望，而且是必要的。缺乏穩定的電源可使設備的電路複雜化，或使工作不可能達到正常。

在極大多數的情況下，應用乾電池和蓄電池是不合理的，因它的體積和重量巨大，而且使用不便（在調換與充電方面）。欲應用交流電源（或直流），可在電源與負荷（例如收音機、電視機）間連接任何穩壓設備，藉以獲得所需穩定度的電壓（圖 1）。

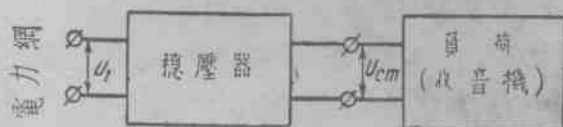


圖 1. 連接穩壓器的方框圖

電源電力網的電壓變化，可分為兩種：一種是遲慢的電壓變動，其週期自幾分鐘至幾小時，另一種是急速的電壓變動，其週期約為幾分之一秒。遲慢的電壓變動是由於電力網上總負荷的增加或減少；而急速的電壓變動，則由於開動或連接了個別的電氣裝備（如電動機）。

所有這些電壓的變動不良地影響了無線電收音機的音質，尤其是影響到電視影像的素質。遲慢的電壓變化會使電視影像的掃描發生變化，並逐漸的也使光度及焦點變更。差頻週率的變動，會引起收音機失去了調諧，並且變更了收音機的增益，因此可能發生畸變，這些也都是電源電壓遲緩變動的結果。電力網電壓急速的變動，可以在電視影像上發生討厭和令人不愉快的閃光。

顯然可見，有些時候應用一些必需的手動控制可以補償電源電壓的遲緩變化，但勢必將收音機的管理複雜化，同時手動控制無法免除連續而急速的電壓變動。

由於大多數的穩壓器，實際上是沒有時延性的，因而無論是對急速的電壓變動或遲緩的電壓變動，它是一樣的適用。所以當電源電壓變動的情況會影響到收訊的穩定和音質的時候，最正確的解決辦法就是採用穩壓器。一般需要穩定的電壓有：掃描發振器的屏壓（它能影響電視影像的大小）；調整光度及聚焦電路的供給電壓；差頻器的屏壓（它能影響差頻的數值）；高頻及低頻放大器的屏壓（它能影響增益）以及其他等等。

在無線電業餘者實際所碰到的一些例子以外，我們還可舉出如共腔管特高頻振盪器和電子顯微鏡等，一般均必需穩定的電壓，方能正常工作。尤其近來在許多測量儀器裏，電源電壓的穩定是完全必須的，（如真空管電壓表、陰極射線管顯波器、測試振盪器等）。大多數的穩壓器，不僅在電源電壓變動的情況下能維持電壓一定，而且當負荷電流變動時亦能保持不變。後者的性能常常是十分重要的，例如在乙類音頻放大器內，其電流消耗的變動範圍較大，倘以整流管整流器（不用穩壓器）供給其電源，則當電流消耗增加時，屏壓顯著的降低；又當電流減少時，屏壓增加，因此使放大訊號發生畸變。

除穩壓器外，在實際工作中還有一種穩流器，即當電源電力網電壓變化和負荷電阻變化時，能保持負荷電流不變，穩流器應用在磁偏轉陰極射線管的聚焦線圈，並應用在燈絲電流易於變

動的燈絲電源以及他種線路。穩流器一般的應用較穩壓器少。

穩壓器的基本類型

主要的穩壓器可分為四類：

1. 裝有移動部份的穩壓器，該式穩壓器可稱機械式自動穩壓器。

2. 電磁式穩壓器。

3. 利用電流電壓非直線關係的穩壓器，此種穩壓器須具備幾種電路的元件（如白熾燈，金屬整流子，特種電阻等）。

4. 具有電子管的穩壓器（電子管穩壓器）。

第一類型的穩壓器最簡單的例子如自耦變壓器，其抽頭位置可以自動地按照輸出電壓的大小而連接，以輸出電壓作用於一個電磁繼電器，而該繼電器運動部份又與旋轉柄 Π 連接甚牢。倘電力網電壓下降，旋轉柄將向上移動，直至電壓回到正常值為

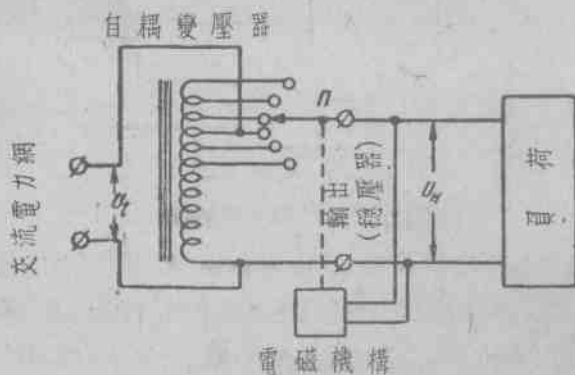


圖 2. 具有自耦變壓器的機械式電壓調整器

止。這樣，電壓的調整雖不平穩，但高低差別不大。至於相差數值須視自偶變壓器抽頭間的電壓而定(圖 2)。

機械式自動穩壓器，一般應用於大電力的交直流設備，而在電力網電壓變動很快的情形下，則不適用，因為它有延時性。機械式調整器構造上比較複雜笨重，故在本書中將不討論。

大多數利用鐵心磁性飽和的電路是屬於第二類型的穩壓器(電磁式穩壓器)。

電磁式穩壓器如圖 3 所示，第 *III* 鐵梗有空隙，故不會飽和，第 *II* 鐵梗將呈飽和，其上並有次級線圈，而第 *III* 鐵梗上

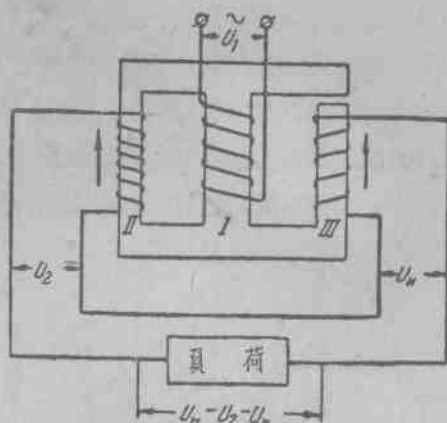


圖 3. 電磁式穩壓器電路

為補償線圈。在第 *I* 鐵梗上為初級線圈，接至電力網。當電力網電壓升高時，第 *II* 鐵梗的磁通不再增加，而全部磁通的增加是經過第 *III* 鐵梗。因此電力網電壓的變化，使線圈 *II* 的電壓變化很小，而在補償線圈 *III* 上則有很大的變化。補償的電

壓應適當選擇，而使第 II 線圈上的電壓變動成為平穩。因此補償線圈 III 與線圈 II 接連在相反的方向(圖 4)。

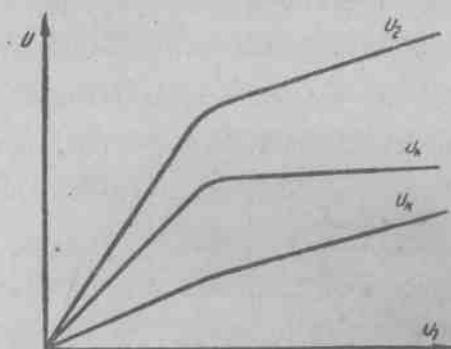


圖 4. 電磁式穩壓器裏的電壓與電力網電壓的關係

另一種稱為鐵磁諧振穩壓器，是應用了具有鐵心的電路的諧振現象，亦屬於第二類穩壓器（電磁式穩壓器）。該式穩壓器電路一般是採用電容器與飽和鐵心上的線圈相串聯或並聯，其中一式如圖 5 所示。

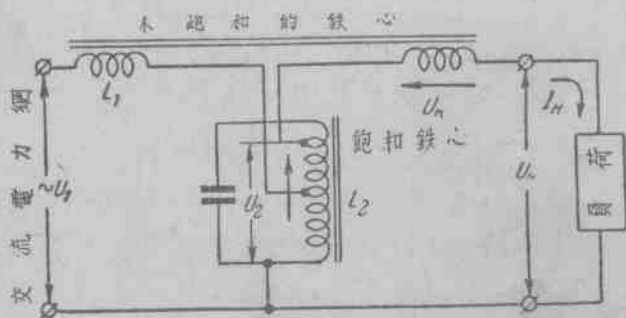


圖 5. 鐵磁諧振穩壓器的電路

當電力網電壓增高，通過具有飽和鐵心的扼流圈 L_2 的電流劇增，這是因為當 L_2 上電壓升高時，其感應電抗降低，結果 L_1 上的電壓降急增（ L_1 的鐵心是未飽和的），幾乎全部高出的電力網電壓供至扼流圈 L_1 ，而扼流圈 L_2 上的電壓 U_2 幾乎維持不變。在上圖中扼流圈 L_2 同時又用作昇壓的自偶變壓器。為了使穩定度更好，在扼流圈 L_1 的鐵心上放置了補償線圈，其電壓 U_2 與電壓 U_1 反連。圖 5 鐵磁諧振穩壓器 (CHΦ 型) 的穩定電壓與電力網電壓的關係是如圖 6 所示。

電磁式穩壓器祇應用在交流方面，其電力可達 1—2 瓩，並可保持輸出電壓在 0.5—1% 的穩定度，效力較高 (70—80%)，且無延時性，其他如工作的可靠性和無雜聲，且不帶有轉動部份亦均屬其優點。

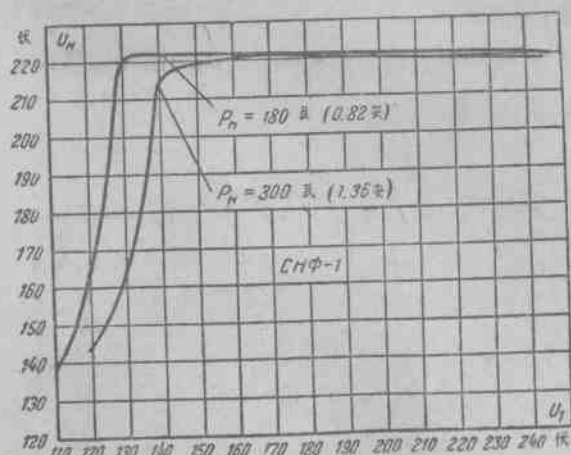


圖 6. CHΦ 型穩壓器的穩定電壓與電力網電壓的關係

電磁式穩壓器的嚴重缺點是輸出電壓與電力網頻率的关系：倘電力網頻率變化1—2%，則輸出電壓將變化2—3%。其他缺點如輸出電壓的波形失真（設計整流器時應估計到）、穩定度由於負荷性質（電感的或是電容的）而變異，以及很大的磁場散佈。因此在很多的情況下，收訊或放大設備不可能和穩壓器裝置在一起。至於電磁式穩壓器各種電路的計算和構造，讀者可參考這一方面的專書（如С.Я. 列夫西金的“鐵磁諧振穩壓器”，無線電大衆叢書，國家動力出版社）。在本書中，也就祇限於上面所介紹的。

很多應用平穩燈特性的電路、輝光放電管（含氣穩壓管）白熾燈（用鎢及碳質的燈絲）、金屬整流子（氧化銅、碲）以及特種的褐鈷鉍礦質的電阻均屬於第三類型的穩壓器。就我們所知，上述的一些元件，其電阻因所施電壓而異，不能應用歐姆定律，故

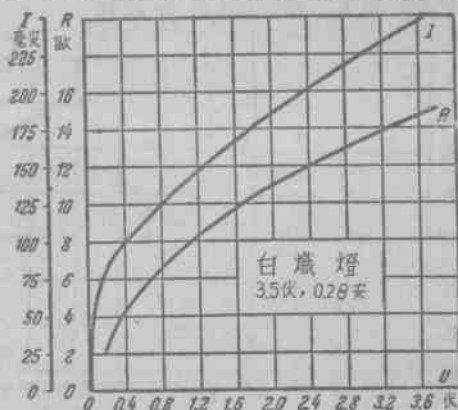


圖 7. 白熾燈(3.5 伏, 0.28 安)的電流强度和電阻與所施電壓的關係

稱非直線性元件(圖7)。

今後我們將詳細的來熟悉那些應用平穩燈及含氣穩壓管的
 電路。這裏以橋路穩壓器作為說明,其中以小燈泡(3.8 伏, 0.28
 安)用作非直線性元件,圖8 電路中穩定電壓和電力網電壓的關係
 係是如圖9 所示:

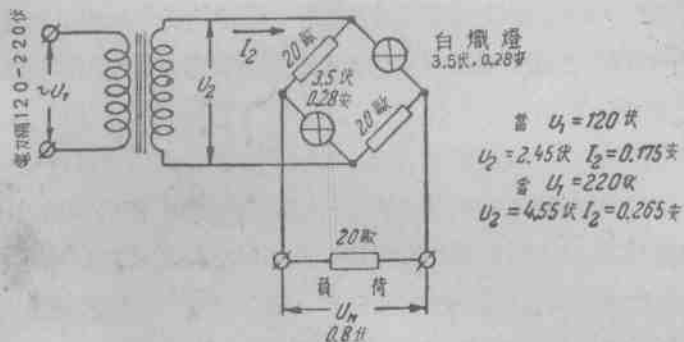


圖 8. 橋式穩壓器電路

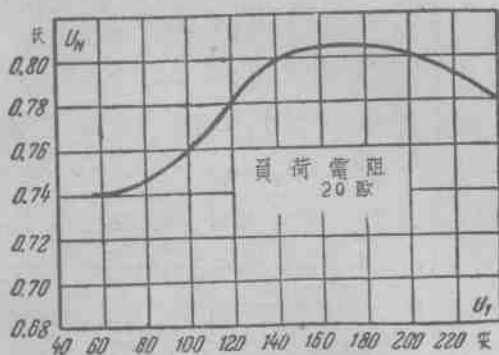


圖 9. 圖 8 橋式穩壓器中穩定電壓
 與電力網電壓的關係

此式穩壓器或類似式的穩壓器，可用作交流電壓的標準，例如爲了陰極射線管顯波器的校準或其他目的。

帶有各種直線性元件的橋路穩壓器，不但應用於交流，也應用在直流電壓。此種電路一般應用在小電力的測試儀器，因其效力甚低，祇約 5—10%。

應用平穩燈及白熾燈的電路，對於電力網電壓的突然變化，不能立即起反應，這是由於平穩燈及白熾燈的燈絲需要一些時間來燒熱。

第四類型的穩壓器就是流行廣泛的、應用電子管穩壓的電路。此類穩壓器與他類穩壓器比較，穩定度最高，在工作時無延時性，並且對於更換真空管或電阻等元件時，與穩定電壓無甚影響。大多數的電子管穩壓器內阻很小（幾十歐姆），因此，在負荷電流變異時，可以很好地維持固定的輸出電壓。

電子管穩定器一般是爲了穩定由整流器或直流電力網供給的直流電壓或電流。它廣泛地應用在各種無線電技術設備上。無線電業餘者倘欲免除自己收音機內由於電力網電壓不穩定而引起的一些故障，則應用本書，不難從事計算及裝置電子管穩壓器的電路。此後我們將詳細地分析最普通的電子管穩壓器的工作原理及計算，並且也注意到一些電子管穩流器的電路。由於電子管穩壓器的正常工作決定於供給它電壓的整流器，整流器的正確選用關係至巨，所以我們首先來敘述基本整流電路的計算方法。

整 流 器 電 路

在無線電業餘者的實際工作中，所碰到的大半是整流管整流器，甚至氧化銅或硒整流器，這些整流器的濾波器一般是由電容量開始，故稱電容輸入濾波器。但須注意，計算具有濾波器而非電容輸入的整流器或沒有濾波器的整流器，與計算具有電容

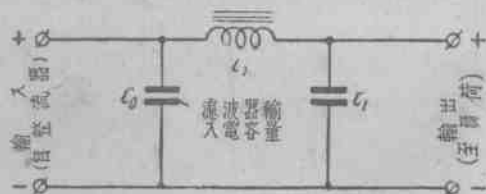


圖 10. 電容輸入的濾波器

輸入濾波器的整流器大為不同。輸入電容量的存在（在其他相同的條件下）使整流輸出電壓提高，並使其中的波紋電壓大為減少，因為整流器工作情況決定於濾波器輸入電容的大小。以後在計算具有電容輸入濾波器的整流器時，再行介紹所需輸入電容量的計算。

讓我們來考慮基本的、最普通的並具有電容輸入濾波器的整流器，它們主要是應用在小型的電源設備方面。

半 波 整 流 電 路

半波整流電路或稱單相電路（圖 11）是最簡單的整流電路，倘需要簡單電路並容許整流輸出電壓內波紋的少許增高，那麼

在此情況下，半波整流器可用於小型收音機的電源。

由於這種電路在變壓器次級線圈裏僅利用了交流電壓的正半週，故稱半波整流器，其整流輸出電壓的波紋頻率與電力網頻

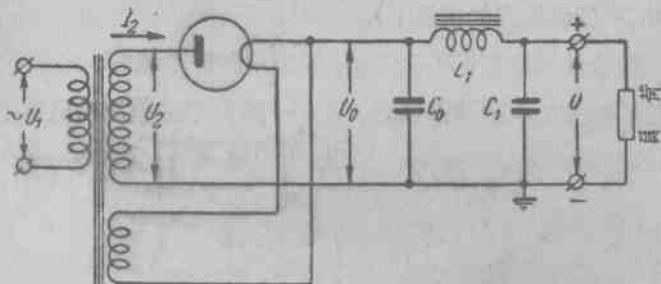


圖 11. 具有濾波器的半波整流電路

率一樣。又在該種電路中，大多採用整流管，可是在某些情況下，採用硒或氧化銅整流子。

全波整流電路

全波整流器是小型電源設備中最廣泛應用的整流電路（圖

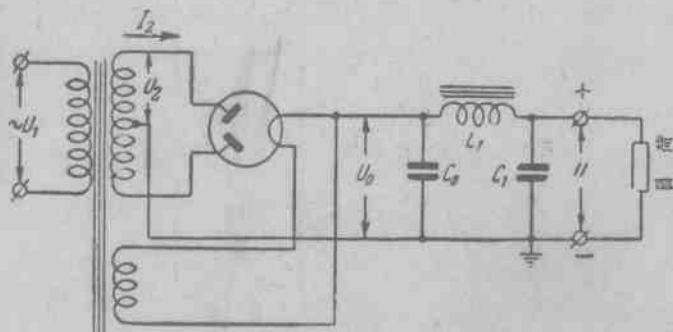


圖 12. 具有濾波器的全波整流電路

12)。在這電路裏，變壓器次級的兩半個線圈輪流工作。這樣，利用了交流電壓的兩個半週。由於整流電壓的波紋頻率是電源頻率的兩倍，因此全波整流器輸出電壓的波紋要比半波整流小（在同一個濾波器的情況下）。

在全波電路裏，可以很方便的應用雙屏整流管。這種整流電路的缺點是次級線圈電壓較高，一般幾乎是整流輸出電壓的兩倍。

橋式整流電路

橋式整流電路對應用硒或氧化銅作整流時特別便利。圖 13 表示用硒或氧化銅的橋式整流電路，圖中箭頭表示整流元件，其

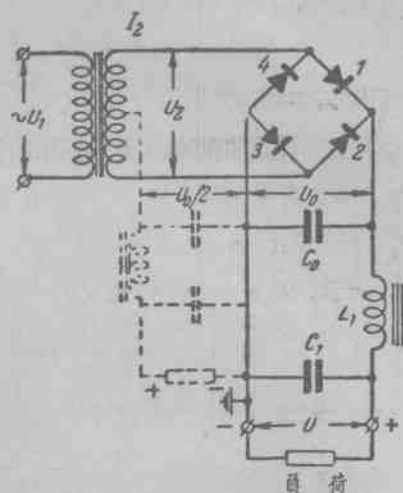


圖 13. 具有濾波器的橋式整流電路

方向表示電流通過的方向。倘圖中的礪整流子換以整流管，則需三個互為絕緣的燈絲線圈——第一個線圈供給整流管“1”與“2”的燈絲，第二個線圈供整流管“3”的燈絲，第三個線圈供給整流管“4”的燈絲。因此橋式電路主要用在礪或氧化銅整流器，因無需燈絲電路。

橋式電路的工作原理如下：設在某一個瞬時次級線圈的上端是正電位，下端是負電位，則電流由次級線圈的上端流經礪整流子1，再經負荷及整流子3回至該線圈的下端。在下半週時，電流自次級線圈的下端流經整流子2、負荷及整流子4再回至線圈的上端。

由於橋式整流電路是應用了交流電壓的兩個半週，輸出電壓的波紋頻率是電力網頻率的兩倍，橋式電路若與全波電路比較，其優點如下：對同樣的整流輸出電壓而言，橋式整流器變壓器的次級線圈電壓僅需半數；此外，變壓器的體積亦可較全波式減小（在相同的整流輸出電壓和電流下）。在橋式電路中，倘次級線圈接地，則整流輸出電壓的輸出端不能接地。

若將次級線圈中點引出，可同時獲得整流輸出電壓的半數 $\frac{U_0}{2}$ ，如圖13虛線所示。電壓 $\frac{U_0}{2}$ 是由全波整流電路獲得的，應用了整流子“3”和“4”。

倍壓整流電路

當交流電壓不够獲得所需整流輸出電壓的時候，常常應用倍壓整流電路。這種電路可當為兩個半波整流電路串聯而成，