

穩 壓 器 和 穩 流 器

苏联 K. Б. 馬傑里

林 道 棠 譯

人 民 郵 電 出 版 社

К. Б. МАЗЕЛЬ

СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ 1955

內 容 提 要

本書敘述穩壓器和穩流器的基本線路 導出公式并列举電磁穩定器、鎮流管、輝光放電管穩定器、電子穩壓器以及穩流器的計算實例。此外，書中還有計算整流器的公式和計算實例。

本書供業余無線電愛好者用。

穩 壓 器 和 穩 流 器

原 著 者： 蘇 聯 К. Б. 馬 傑 里

譯 者： 林 道 業

出 版 者： 人 民 郵、電 出 版 社
北京東四區6條胡同13號

印 刷 者： 人 民 郵 電 出 版 社 南 京 印 刷 廠
南京太平路戶部街15號

發 行 者： 新 華 書 店

書 號： 无125 1956年12月南京第一版第一次印刷1—6,900冊
787×1092 1/32 70 頁 印張4 $\frac{1}{2}$ 印刷字數91,000字 定價(10)0.5'

★北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八號★

目 錄

穩壓器和穩流器概說.....	(1)
电磁穩定器.....	(16)
磁性放大器式穩定器.....	(36)
鎮流管穩流器和穩壓器.....	(46)
充气穩壓管綫路.....	(52)
电子穩壓器.....	(63)
高压电子穩定器.....	(89)
电子穩流器.....	(107)
整流器.....	(118)

穩壓器和穩流器概說

自动控制 在現代的無線電接收技術中，由于要保證無線電收音和電視接收的優良品質，就几乎不可避免地要採用複雜的線路，因而就需要加多電子管的數目，在線路中增添一系列的輔助設備。

有一些輔助線路是用來改善接收設備的工作質量，特別是用來簡化對接收設備的控制的。屬於這種輔助線路的首先就是自動控制線路。

自動控制最普遍的形式有：

1) 自動增益控制——*APV* (也有稱為自動靈敏度控制的一 *APV*) 當輸入信號電壓變化很大時，它能保證接收機的輸出功率變化很小。同時它是用來防止“衰落”現象的主要方法之一。

2) 自動音調控制——*APT* 在強信號時，它能使音頻放大器允許通過的頻帶展寬；而在弱信號時使頻帶變窄。這樣，在接收弱信號時，就會使干擾的影響減弱。

3) 自動選擇性控制——*APH* 它和自動增益控制相似。所不同的是：在弱信號時，頻帶變窄不是發生在接收機的音頻部分，而是在高頻或中頻放大級。

4) 自動“無聲”(或“無噪音”)調諧——*ATH* 當有自動增益控制線路的接收機具有充分的靈敏度時，從一個電台調到另一個電台，用自動“無聲”調諧可以消除噪音和喀噠聲。

5) 自动频率控制——*АЧЧ* 保持接收机准确地調諧在所接收的电台上。

6) 自动信号音量范围控制——擴張器 它建立所需的最弱与最强的声音傳輸間的对比率。

7) 穩压与穩流——就是电源电压和电流的自动調整 当电源电压和負載阻抗变化时，它保証电源电压或电流比較穩定。

应用一系列的自动控制可以大大地簡化操縱无綫电接收設備的手續，保証当信号和电压不断变化时，接收設備能自动保持最佳的工作情况。除此而外，自动控制在許多場合下还可以补偿因接收机中元件工作情况的破坏而發生的变化。

在这本小冊子中，研究最后一种形式的自动控制綫路，就是穩压器和穩流器綫路。

自动控制这門科学的創始者是俄罗斯学者 *П. Л. 切貝舍夫*，*Н. А. 魏什涅格拉茨基*，*Н. Е. 茹柯夫斯基*，*А. М. 李雅普諾夫* 和 *А. Н. 克雷洛夫*。世界上第一个調压器是 *Э. М. 楞次* 和 *В. С. 雅科貝* 做出來的。还在 1914 年 *Н. Л. 巴巴列克西* 就曾利用以直流控制的扼流圈（饱和扼流圈）來調節电压。苏联学者 *А. А. 安德羅諾夫*，*В. С. 庫列巴金* 和 *С. А. 列別傑夫* 的論文是自动控制这門科学領域中的卓越著作。很多穩压器的原始綫路都是苏联工程师們提出來的。

穩压和穩流的意义 自动保持电源电压或电流不变的裝置应用在无綫电接收、无綫电發送、电视、无綫电測量和其他种种設備中。穩定的（大小穩定的）电压或电流不僅是希望有的，而且在許多情況下是必需的。沒有穩定的电源，設備的經

济性和使用期限都可能降低；在某些情况下，甚至可能破坏正常的工作。

例如，大家知道，电源电压升高10%，照明灯泡的使用期限就大約縮短到四分之一；而电压減低10%，它的照明强度差不多減少40%。功率管的灯絲电压升高1%，它的使用期限就差不多縮短15%。

电源电压的变化有兩種：周期是几分鐘到几小时的慢变化和每秒鐘內發生几次的快变化。前者是由于电源总負載逐漸增加或減小所引起的；后者是由于各种各样的电气设备的啓动和切断所引起的。

这些变化对无綫电接收的品質特別是电视圖象的品質起着不良的影响。电压緩慢的波动使圖象大小發生变化，并逐漸地引起亮度和清晰度（聚焦）的变化。使接收机失諧的振盪頻率变化和可能引起失真的接收机增益的变化，也是电源电压慢变化的結果。电源电压的快变化会使电视圖象發生不愉快的和令人疲倦的跳動和閃爍。

使用必要数量的手动調節，可以在一定期間內（看接收机控制的复雜程度而定）补偿由电压緩慢波动所引起的变化。但是，必須注意到，手动調節并不能消除电压快变化的影响。

在使用的時間不長（約几小时）、放电电流較小的情况下，可以考慮用电池和蓄電池來作为穩定电压的电源。但是，使用电池和蓄電池在絕大多數的情况下是不合理的。因为它們的体積和重量較大，而且使用（調換、充电）又不便利。很明顯，在負載阻抗波动的情況下，电池和蓄電池不能用作穩定电

流的电源。

为了獲得穩定的电压或电流，需要在电源和負載（例如无线电接收机）間接入适当的穩定設備（圖1）。

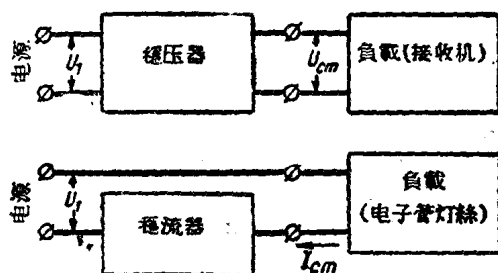


圖 1. 穩壓器和穩流器的連接方塊圖

大多数穩壓器和穩流器实际上是沒有惰性的。它們在电源电压和負載阻抗的慢变化和快变化的情况下一樣能很好地工作。有些电路中状态的改变会影响到接收的穩定度和質量。穩定器首先應該用在这些电路中。特別需要穩定电压的有：影响圖象大小的扫描振盪器的屏压；亮度和聚焦調節电路的电源电压；影响振盪頻率的振盪器的屏压；影响增益的高頻和音頻放大器的簾柵电压等等。

也应当指出，象超高頻調速管振盪器和电子顯微鏡那样的設備，沒有穩定的电源电压，一般是不能夠正常工作的。現在在一系列的測量儀器（电子管伏特計，示波器，測量振盪器等）中，穩定的电源电压也是必需的。

大多数穩壓器，不僅在电源电压变化的情況下，而且在負載电流或負載阻抗变化的情況下，都能够保持电压不变。后一个性質常常是非常必要的。例如乙类的低頻放大器，它所消耗

的电流变化很大。这种放大器如果不用穩压器而用二極管整流器來供电，那末，当消耗电流增加时，屏压將顯著地下降；而当消耗电流减小时，屏压將顯著地增加。这样就会引起被放大信号的失真。穩压器在負載波动的情况下能够保持輸出电压不变的特性，在負載为脈冲性質的时候是特別有价值的。在无綫电技术的各个领域中，大多数脈冲設備都用穩压电源來供給。

除了广泛流行的穩压器以外，在实际当中，也常常遇到穩流器。在电源电压和負載阻抗变化的情况下，它能够保持負載电流不变。穩流器用來供給具有磁偏轉的陰極射綫管的聚焦綫圈，对灯絲电流变化很灵敏的电子管的灯絲，特殊电磁铁的綫捲，輸出电压与轉数嚴格成比例的轉速發電机的激励綫捲等。在一些磁放大器中，其中一个綫捲的安匝数不可以改变，这个綫捲也宜用穩流器來供給。

穩压器和穩流器的基本类型 現有的穩压器和穩流器可分为五类：

1. 帶有活动部分的穩定器。把这些穩定器叫做电气机械式自动調整器更正确些。
2. 电磁穩定器。
3. 具有磁放大器的穩定器。
4. 利用电流与电压間非直綫关系的穩定器（白熾灯，輝光放电管，鎮流管，固体整流器，特种电阻等）。
5. 具有电子管的穩定器（电子穩定器）。

第一类穩定器最簡單的例子是抽头可以按照輸出电压的大小來自动轉換的自耦变压器（圖2）。輸出电压作用在和滑触

头 Π 牢固地接在一起的电磁机构上。当电源电压降低时，滑触头将向上移动，直到输出电压重新达到正常值为止。电压的调

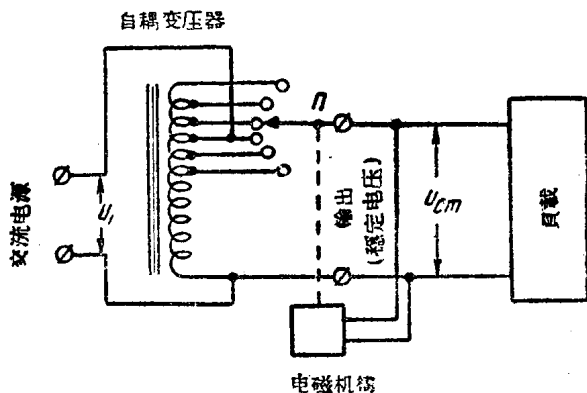


圖 2. 用自耦变压器的电气机械式电压调整器

整并不是平滑的，而是有不大的跳动。跳动的大小决定于自耦变压器抽头间的电压。

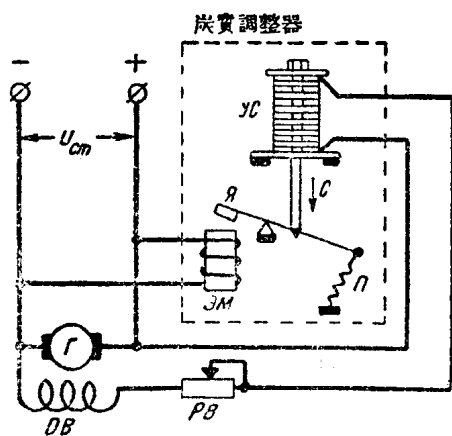


圖 3. 接入炭質調整器來穩定直流發電机电压的线路

炭質調整器主要用來自動調節直流和交流發電机的电压。它也是屬於电气机械式自動調整器這一類的。

圖 3 是接入炭質調整器來穩定直流發電机电压的线路。調整器由与發電机 I' 分路繞組 OB 串联的炭質变阻器 (炭柱) YC 和电磁鉄 EM

組成。這個電磁鐵的銜鐵 $\mathcal{H}$ 用彈簧 $\mathcal{H}$ 拉住。勵磁變阻器 PB 用作輸出電壓 U_{cm} 的起始裝置。

由於將炭質變阻器接在勵磁分路繞組回路中（而不是接在負載回路中），所以只要耗費最小的功率和用尺寸最小的炭質變阻器，就可以保證輸出電壓的調整。

炭質變阻器由一個或幾個炭柱構成。每個炭柱都由若干炭質墊圈相互迭集而成。炭柱電阻主要決定於墊圈間的接觸電阻。接觸電阻與相隣墊圈間的接觸面積有關。因為墊圈的表面是粗糙的，所以接觸面積決定於加到炭柱上的壓力。壓緊了的炭柱的電阻可以小到幾分之一歐姆，而未壓緊的炭柱的電阻可達一千歐姆或者更大。

PVB 型炭質調整器內的炭柱由180—190個厚約0.5公厘的墊圈組成。炭柱的電阻按照壓力大小可以在5到80歐的範圍內改變。

現在讓我們研究一下炭質調整器的作用原理。發電機 $\mathcal{F}$ 在正常電壓時，作用於電磁鐵 $\mathcal{M}$ 銜鐵的力為彈簧 $\mathcal{H}$ 的拉力所平衡。當發電機的端電壓增加時，電磁鐵吸引銜鐵的力加大。因此拉緊炭質變阻器 VC 墊圈的力就減小（這個力的方向用箭頭 $\mathcal{O}$ 表示）。這時炭質變阻器的電阻增加，在勵磁分路繞組 OB 內的電流就減小，直到發電機電壓 U_{cm} 差不多減低到正常數值為止。如果發電機電壓減低，則彈簧 $\mathcal{H}$ 的力開始佔優勢，對炭柱的壓力增加，炭柱的電阻就減小，勵磁電流也就增加，直到恢復發電機的正常電壓為止。

上述類型的炭質調整器可以保持發電機輸出電壓誤差在

± 2 %以內。

一切电气机械式自动电压調整器的主要缺点是:

1) 因調整器的構造所决定的惰性, 使它对电源电压的快变化不能反应;

2) 运动的或者摩擦的部分, 在使用过程中需要檢修、調整与替换;

3) 穩定輸出电压的准确度較低;

4) 結構比較复雜和笨重。

电气机械式自动調整器通常用于大功率設備中, 用來調整交流和直流电压。

第二类穩定器 (电磁穩定器)是一些利用飽和扼流圈或变压器中电流与磁通量間非直綫性关系的裝置。

在电磁穩定器中, 飽和鉄心綫圈的交流电压甚至当流經綫圈的交流电流变化很大的时候也是几乎不变的。因为在飽和区域內, 即使有很大的电流变化也只能引起不大的磁通变化。因此, 与磁通变化成正比的扼流圈上的电压变化也是很小的。

在圖 4 中表示磁通量 Φ 在飽和区域內随交流磁化电流 I 而变化的情形。磁化电流幅度增大 100 %, 只使得磁通量幅度增大 7 %。

利用熟知的关系式

$$U_{\text{op}} = I \times 2\pi f L,$$

可以知道扼流圈上的电压 U_{op} 增加不很大, 是因为随着流經扼流圈的电流 I 的增加, 电感量 L 下降的原故。

为了利用上述特性, 可以把飽和扼流圈或飽和变压器 (即

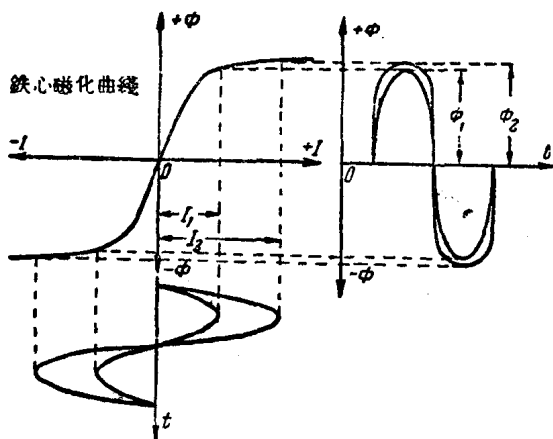


圖 4. 飽和扼流圈中磁通量 Φ 與磁化電流 I 的關係

非直線性元件) 和非飽和扼流圈或純電阻 (即直線性元件) 串聯 (圖 5)。當流經非直線性元件的電流因受電源電壓的波動而發生變化的時候, 非直線性元件上的電壓變化將很小, 因而負載上的電壓變化也很小。

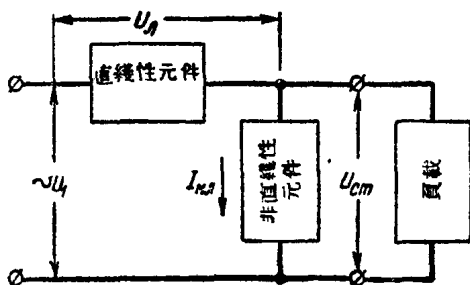


圖 5. 最簡單的電磁穩壓器方塊圖

圖 5 綫路裝置的穩壓過程可用圖 6 的曲線來說明。曲線表示直線性元件上的電壓 U_a 、非直線性元件上的電壓 U_{cm} 和輸入總電壓 U_1 與流經非直線性元件的電流 $I_{n,λ}$ 的關係。如果電源電

压用綫段 ab 表示，則由曲綫可見，这电压的一部分(ab)加在直綫性元件上(例如在非飽和扼流圈上)，而电压的剩余部分

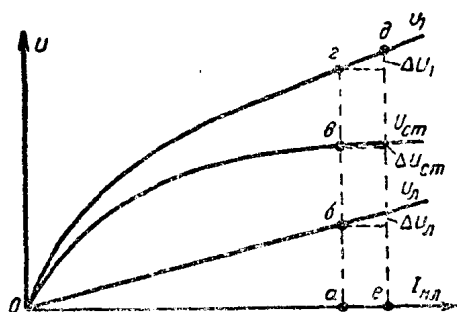


圖 6. 說明电磁穩压器工作的曲綫

($bc = ab$)加在非直綫性元件上(在飽和扼流圈上)，并在其中產生出一个电流，这个电流足以在鉄心里產生飽和磁通。

当电源电压升高 ΔU_1 时，总电压为綫段 de ，这增量的大部分(ΔU_2)加在非飽和綫圈上，因而飽和扼流圈上的电压只增加 ΔU_{cm} ，比 ΔU_1 小得很多。

当电源电压降低时，非飽和扼流圈上的电压降比飽和扼流圈上的大，結果穩定器的輸出电压变化不大。

利用含有鉄心的回路中的諧振現象來改進穩定度的所謂鉄磁諧振式穩定器，也是属于电磁穩定器这一类的。在鉄磁諧振穩定器綫路內，將飽和扼流圈上串联或并联一个电容器。当加入电容器可以增加設備穩定能力，是由于發生了諧振現象。这現象使流經有飽和扼流圈的回路电流發生急剧的变化，結果使它上面的电压变化减小。

圖 7 是串接有电容 C 的鉄磁諧振式穩定器綫路。在这个綫路中，利用一个飽和变压器 Tp ，它的次級电压選擇得等于穩定器負載 H 上的电压。圖 7 的綫路是利用串联諧振(电压諧振)的綫路，效率不高，并且 $\cos \varphi$ 小。它很少被用來供給小功率的

設備（例如測量儀表）^①。而并聯電容的裝置，也就是利用并聯諧振或電流諧振的裝置則用得很多。

電磁穩定器只用來穩定交流電壓，它可以設計成各種不同的功率，最高可以達1—2千瓦。它們能夠保持輸出電壓的誤差在0.5—1%以內，效率較高（70—80%），並且實際上是沒有惰性的。另外使用可靠，工作無雜音，和沒有活動部分也是它的優點。

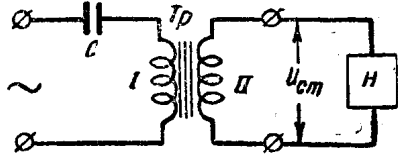


圖 7. 最簡單的鐵磁諧振式穩壓器線路

電磁穩定器的嚴重缺點是它的輸出電壓與電源頻率有關：電源頻率變化1—2%，就會使輸出電壓變化1—3%。它的缺點還有：穩定電壓的波形失真（這在設計整流器時應加以考慮）；穩定程度隨負載的特性（電感性或電容性）和大小而改變；由於大的無功電流所引起的小的功率因數（ $\cos \varphi$ ）；具有很大的漏磁，以致在許多情況下不能把它和接收或放大設備放在同一箱內。

以後還要比較詳細地研究各種電磁穩定器的線路。

第三類穩定器（有磁放大器的穩定器）也是利用飽和鐵心的非直線性特性，但是與電磁穩定器有所不同。在電磁穩定器中，飽和扼流圈上的交流電壓維持不變。而在第三類穩定器的磁放大器中，線圈上的電壓在工作過程中是變化的。

磁放大器的作用原理是這樣的，當用直流使鐵心磁化時，

① 這種線路的計算，見《鐵磁諧振式穩壓器的計算》，А. 尤里也夫，
蘇聯“無線電”雜誌，1951年第10期。

鉄心の導磁率以及扼流圈的电感量就会發生变化。当磁化电流增大时，扼流圈的电感量减小，而当磁化电流减小时，电感量增大。

磁放大器 MY 有两个綫卷，其中一个（主要的）与負載串联，另一个（磁化或控制綫卷）接到直流电压电源（圖 8）。

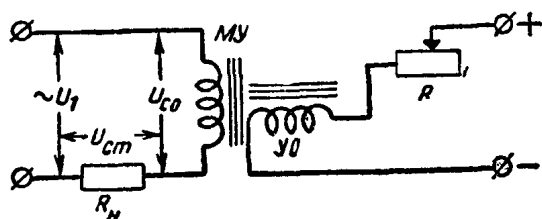


圖 8. 磁性放大器（飽和扼流圈）連接原理圖

如果改变控制綫卷 $Y0$ 中的直流电流的大小，那末主要綫卷 00 的感抗將改变，因而其上的电压降也跟着改变。用适当方法調整磁化电流的大小（用变阻器 R ）以改变主要綫卷上的电压降 U_{00} ，可以补偿电源电压 U_1 的波动，以維持負載 R_N 上的电压 U_{cm} 差不多固定。在这种情况下，控制大功率的負載只要求用很小的直流磁化电流。因此可以把磁放大器看成是功率放大器。在有的文獻中，把穩压器綫路中的磁放大器称为飽和扼流圈。

应当指出，磁路的結構和磁放大器綫圈的排列要保證在控制綫卷內沒有交流电动势。磁放大器的結構以后再來敘述。

控制綫卷內的磁化电流对交流綫卷（主要綫卷）的电压变化的影响可用圖 9 的曲線來說明。圖中表明了，当主要綫卷中的电流 I_1 不变时，在无直流磁化电流和有磁化电流情况下，磁

通量 Φ 随时间 t 而变化的关系。

由圖可見, 当 $I_0 = 0$ 时 (曲线 a), 磁通量只与交流电压的大小有关, 并且没有直流成分。在这种情况下, 磁通量变化的幅度最大, 磁通在主要綫捲內所感应的电动势也最大。当有直流磁化电流时 (曲线 b), 出现磁通的直流成分 Φ_0 , 交流磁通量的幅度减小, 在主要綫捲內的电动势也相应减小。这等于减小主要綫捲上的电压降, 或者减小它的电感量。

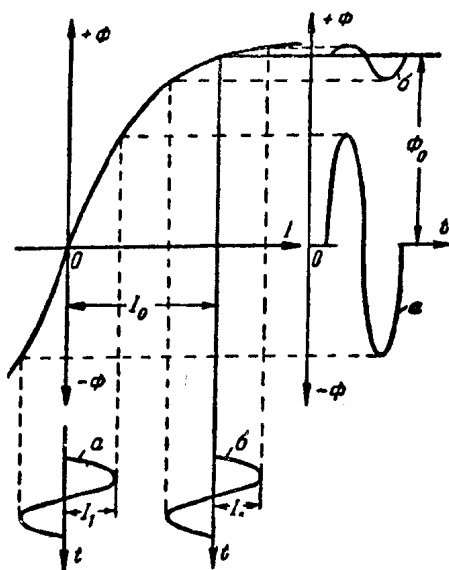


圖 9. 磁通交流分量的变化与直流磁化的关系

当磁化电流增加时, 將繼續减小电动势, 因而也就减小交流綫捲上的电压降。

应当指出, 磁通量曲线是非正弦的, 它的波形与磁化电流的大小有关。这將導致負載电压波形的失真。

应当指出, 磁通量曲线是非正弦的, 它的波形与磁化电流的大小有关。这將導致負載电压波形的失真。

磁放大器中用直流磁化可以改变电感量的特性, 广泛地应用在自动控制的设备中, 尤其是穩压器中。磁放大器也可以用来穩定直流电压。本书中以后要研究几种具有磁性放大器的穩定器綫路。

属于第四类穩定器的有相当多的设备, 这些设备是利用鐵

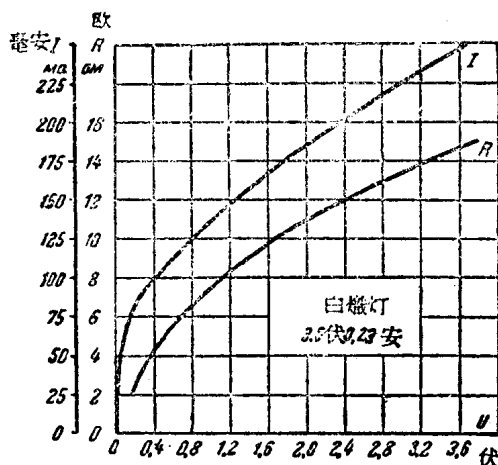


圖 10. 白熾燈(3.5 伏, 0.28 安)的電流, 電阻與外加電壓的關係

大家都知道, 所有這些所謂非直線性的元件, 是不服從歐姆定律的, 因為它們的電阻和加在它們上面的電壓有關係 (圖 10)。

以後我們要詳細地介紹應用鎮流管和充氣穩壓管的線路。在這裡先看一個橋式穩壓器線路作為例子。在這個線路中, 利

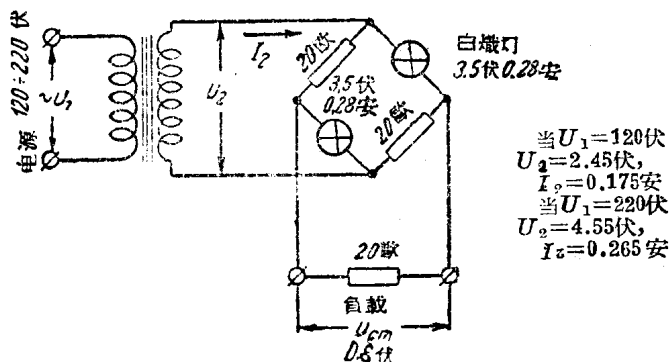


圖 11. 橋式穩壓器線路

用管、輝光和電暈放電管 (充氣穩壓管)、白熾燈 (鎢絲的或炭絲的)、固體整流器 (氧化銅、硒、鎢整流器) 以及特別的碲鉍鉕礦電阻的特性。