

С. В. 別尔松 А. И. 列別傑夫-卡尔曼諾夫  
В. А. 哈茨凱列維奇

## 振幅調制电子管放大器的理論和計算

(А. И. 別尔格的方法的發展經驗)

И. Н. 福明喬夫 編

陈 成 全

邱 永 德 合譯

彭 澤 民

## 編者的話

我們向讀者推荐的这本由 С. В. 別尔松, А. И. 列別傑夫-卡尔曼諾夫和 В. А. 哈茨凱列維奇合著的書是講振幅調制电子管振盪器<sup>①</sup>的理論和計算。

振幅調制电子管振盪器工作状态的分析和計算方法是苏联科学家們創立的。每一个無綫电專業人員都知道 И. Г. 克雅茨金和 А. Л. 明茨(1924—1929年)、А. И. 別尔格(1932年)、З. И. 莫傑里和 И. Х. 聶維什斯基(1936年)等的研究成果, 这些成果以后在苏联其它科学工作者和工程师的許多研究中又获得了發展。

本書的作者們許多年來一直是, 現在仍然是苏联研究一般無綫电發射机的理論和計算, 特別是調制問題的創造性的參加者。如果只談到振幅調制振盪器的理論, 則应当特別指出, 远在 1934 年, С. В. 別尔松已首先証明了在过压情况下能够获得綫性的屏極調制。他的專門著作(1937年)是从最有效地使用电子管和获得最小的非綫性失真的观点來講述怎样選擇調制时振盪管的工作状态。屏極調制振盪器的計算方法, 稍后(1948年)就由 С. В. 別尔松和 В. А. 哈茨凱列維奇共同加以發展。А. И. 列別傑夫-卡尔曼諾夫研究出倍頻情况下在柵極上进行調制的理論(1938年), 并对用吸收法作寬頻帶調制进行了分析(1945年)。作者們多年来的科学研究, 教課和写作經驗使他們能够根据統一的严格系統來講述本書中的材料, 这种严格系統是以人所共知的苏联 А. И. 別尔格院士所創造的方法为基础。

本書包含一系列新近研究出来的問題, 例如, 过压状态下电子管振盪器的等效电路, 多柵振盪管复合調制的理論和計算方法, 各种具

---

<sup>①</sup> 在苏联, “振盪器”(ГЕНЕРАТОР)一詞的含义很广, 除了包括我国常說的用来發生振盪的振盪器(在苏联叫做自激振盪器)外, 还包括高頻功率放大器(在苏联叫做他激振盪器); 有时甚至把整个發射机也叫做“振盪器”。本書中所說的“振盪器”, 都是指的高頻功率放大器——譯者。

有公共柵極的振盪器的調制形式，未調制和已調制振盪器的圖解分析計算法等等；無疑問的，這些問題都具有很大的理論和實際意義。

對每個計算法，在敘述終了時，都有詳細的計算法例題，這樣會使讀者更容易的掌握和實際運用它們。

在本書的附錄中還給出了豐富的計算法參考材料。其中有為各種計算法用的輔助曲綫，電子管的參考數據，還彙集有大量的多柵管在各種狀態下的特性曲綫和調制特性曲綫。

可以預料，無論是對無線電工程師、研究人員或設計工作者，或者對高等無線電技術學校的教師和學生們，本書都會有很大的益處。

И.Н. 福明喬夫

## 序 言

本書是一種嘗試：試圖系統地敘述和發展振幅調制電子管振盪器<sup>①</sup>的理論和計算。

作為本書基礎的是 А. И. 別爾格院士研究出的電子管振盪器的分析方法。在他 1932 年第一次問世的論文“電子管振盪器的理論和計算”中敘述了這種方法，這些方法適用於三極管裝置，部分地適用於四極管裝置。以後，這些方法又在蘇聯從 1932 年到 1937 年的期刊中的許多文章中加以補充。А. И. 別爾格院士在 1935—1937 年間發表的著作中總結了他的方法，並把它推廣到適用於過壓狀態下的三極管振盪器。

А. И. 別爾格院士提出來的計算電子管振盪器中各個過程的途徑和它們的具體工程計算方法，從一開始起，便成為在無線電技術方面工作的設計者和研究者們手中的有力工具。例如，過壓狀態下各種現象的嚴格分析和數值計算，就本質上講，只有根據這種方法才有可能。在研究和振盪波的控制，即和電子管振盪器的調制有關的複雜的非綫性過程時，這種方法也極為有效。

在本書中，在對各種最重要的調制形狀的具體研究中，更顯示了這種方法的巨大的優越性。

當然，要不利用其他許多蘇聯學者在創立高頻波的發生及其控制的理論上所獲得的重要結果，想系統地寫出電子管振盪器調制方面的著作是不可能的。因此，除了 А. И. 別爾格的著作外，在本書中還廣泛的引用了 М. В. 舒列金，А. Л. 明茨和 И. Г. 克雅茨金，З. И. 莫傑里和 И. X. 聶維什斯基，С. И. 耶夫加諾夫，С. А. 德羅波夫，В. Н. 沙蘇諾夫以及許多其他人的思想和著作。在本書后面的講述中，應用這些作者們的某一個著作時都指明了原作者：而引用 А. И.

---

① 這裡的“振盪器”所指的就是“高頻功率放大器”，見“編者的話”注解——譯者。

別尔格的个别作品时則沒有指明这一点，因为他~~的个别作品~~就是本書的基础。

在叙述本書的内容特点以前，应当指出，本書的对象为对电子管振盪器的作用原理和調制的一般理論均已相当熟悉的讀者們。但是在为了复習起見，在緒論中仍然極其簡略地叙述了一下牽涉到这些問題的基本概念和定义。

第一編是根据已經發表的文献来討論未調制的三極管振盪器的理論和計算方法；但是，和过压状态有关的个别問題还是在这里第一次进行研究。

在第二編中，把第一編所介紹的分析方法推广到使用多柵管，特别是使用五極管的未調制振盪器上。根据專門对我国現有五極管的静态特性曲綫进行实验研究的結果，这一編对这种振盪器的理論作了新的發展。

第三編系統地講述在控制柵極上进行調制的理論和計算，它基本上是依据于已經發表过的文献。

第四編是对三極管振盪器各种屏極調制的系統分析，其中包括目前在無綫电發送設備技术中得到广泛采用的，在屏極和控制柵極同时进行調制的几种方案的分析。大家熟悉的过压状态下的普通屏極調制的計算方法大大地精确化了；而所提到的复合調制方法的計算，則还是在本編中第一次發表的。

第五編是講多柵管的調制，完全是为本書进行了研究而写的。

最后，第六編中包含着目前实际上应用很广的三極管振盪器某些特种綫路的理論和計算。在这編中，分析了放大未調制波时这类振盪器的工作情况，研究了它們調制时的特点。应当指出，在編写第六編时，应用了技术科学領士Г. М. 德拉卜金的領士論文中的材料；这些材料是講具有公共柵極的綫路的，感謝作者的盛情，他把这些材料供給了我們。

为了便于掌握技术計算方法，在本書的各編中都附有該类計算的例題。

在本書的附录中，指出了把复杂脉冲分解成福里哀級数的完善方法，給出有各种脉冲分解系数的輔助表和曲綫，并介紹了苏联現有振盪管的某些参考資料。

必須指出，我們并不企圖把本書写成教科書或教学参考書。但是，根据我們的意見，這本書不但有益于从事無綫电發送設備的研究和設計的工程師們，并且也有益于高等学校無綫电技术專業方面广大的教师和同学，可以帮助他們更深入地研究某些相应的問題。

本書的緒論和第一編是由 A. И. 列別傑夫-卡尔曼諾夫編写的；第二、三、四、五編和附录 1 (§ 1 和 2) 是由 C. B. 別尔松和 B. A. 哈茨凱列維奇編写的；第六編是由 A. И. 列別傑夫-卡尔曼諾夫、B. A. 哈茨凱列維奇和 C. B. 別尔松共同編写；分解系数表和附录 3 是由 B. A. 哈茨凱列維奇編写；附圖則是由 B. A. 哈茨凱列維奇和 A. И. 列別傑夫-卡尔曼諾夫編写。

作 者

# 緒 論

## 一些基本概念、定义和綫路

將要研究的他激式电子管振盪器<sup>①</sup>的一般綫路如圖 0.1a 和 0.2a 所示。圖 0.1a 中是采用三極管，圖 0.2a 中是采用多極發射管，例如五極管。

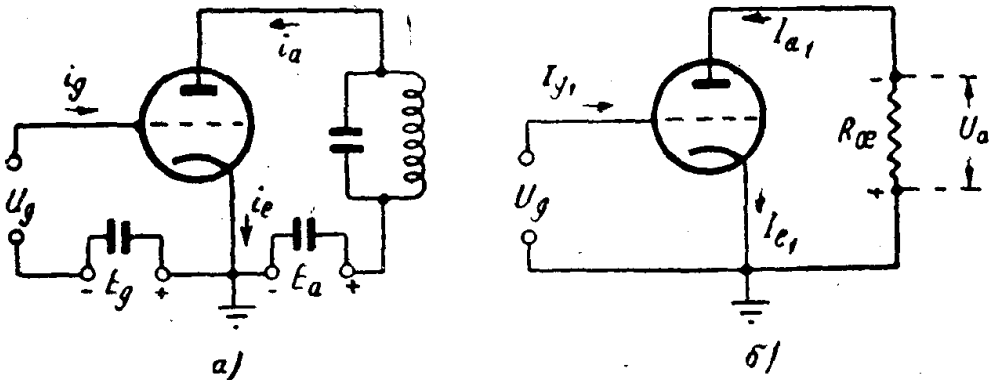


圖 0.1 它激三極电子管振盪器的一般綫路：a—原理綫路圖；  
b—只适于各电流和电压基頻交流成份的簡化綫路圖

在这兩種綫路中，电子管的控制柵極上永远加有取自某一外部电源的高頻( $f$ )交流电压，此外，一般还加有若干直流电压。

加在控制柵極上的高頻交流电压叫做激励电压。在以后的全部叙述过程中，都認為这个电压的曲綫是很規則的余弦形狀，其幅值为  $U_g$ 。从其中取得这个电压的电源（即，另一个功率較小的它激振盪器或电子管自激振盪器），相对于所要研究的振盪器來說，叫做前級或激励器。

加在控制柵極上的直流电压叫做偏压( $E_g$ )

如果振盪管是多極管（四極管或五極管），則在它的其余各柵極上（第二和第三柵極）通常只加着直流电压 ( $E_{g2}, E_{g3}$ )。对高頻來說，

<sup>①</sup> 这里的“振盪器”所指的就是“高頻功率放大器”，見“編者的話”注解——譯者。

这些栅极和阴极同电位。例如，在图 0.2a 的綫路中，利用容量足够大的隔直流电容器将它们和阴极相联来作到这一点。偏压和屏极供电电压 ( $E_a$ ) (在四极管和五极管中还有其余栅极上的直流电压)，就决定了振盪管的原始工作状态和它的静态电流。

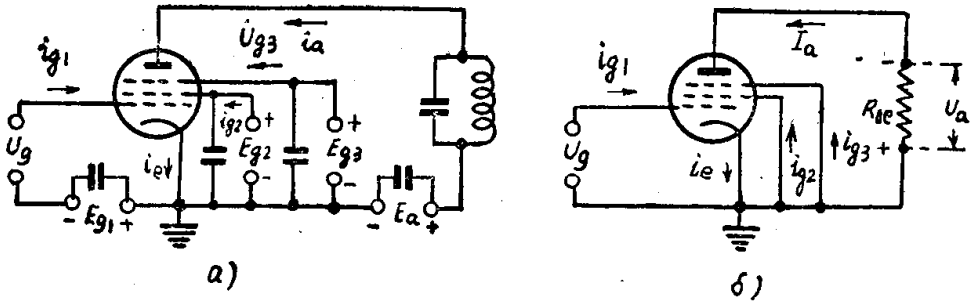


图 0.2 它激五极电子管振盪器的一般綫路：a—原理綫路图；  
b—只通于各电流和电压基频交流成份的简化綫路图

原則上，电子管振盪器可以用所謂第一类振盪工作（即屏流曲綫形状不失真，完全和加在控制栅极上的电压曲綫形状一样），或者用所謂第二类振盪工作（屏流有截止部分）。但在实际上，由于用第一类振盪状态时，用于技术目的的振盪器的能量指标低，所以完全没有采用它。因此，以后我們一般只研究第二类振盪状态的振盪器的工作情况。

以后会看出来，用这种工作状态时，振盪管的屏流曲綫可能是各式各样，有时，甚至是非常复杂的形状，但却永远有一个共同特性，就是周期性地重复出現短时间的脉冲。电子管的栅流以及电子管的总流（或叫做阴极电流——譯者）是一个个彼此間时间間隔相等的脉冲。

大家都知道，任何复杂形状的电，只要它的形状具有着周期性重复出現的脉冲性质，它就是下列各电流成份的总和：所謂的直流分量 ( $I_0$ )，频率等于脉冲频率的交流分量（振幅为  $I_1$ ）和无限多个其频率为脉冲频率倍数的交流分量（振幅为  $I_2, I_3, \dots$  等）。这些交流分量分别叫做基波和高次諧波。很显然，如果是第二类振盪，振盪管的总流、屏流和栅流也就是由这些分量組成的。

在一般綫路中，接在电子管屏极和阴极之間的是屏极电路，屏极、



电路中的負荷可能是：

a) 大致調在屏流基波頻率上的并聯諧振槽路或者是和它等效的諧振槽路系統。

b) 大致調在屏流的某一个高次諧波頻率上的諧振槽路或者是槽路系統。

B) 非週期性（非諧振性）系統。

在电子管振盪器技術中，最通用的是用前兩種負荷型式，第二種就相當于振盪器工作在所謂倍頻狀態。但是，在以後，我們將只分析振盪器是對激勵基頻作功率放大的情形。即振盪器的負荷是第一種。在圖 0.1a 和 0.2a 中所繪的綫路圖正是相當于這種情形。

當把并聯諧振槽路調到屏流中某一個分量的頻率上時，對這個分量來說，它就是一個很大的、實際上為純有效的電阻。這個電阻叫做等值電阻( $R_{oe}$ )。在圖 0.1b 和圖 0.2b 中就是用這個電阻來代表振盪器的負荷。當然，這兩個圖只適于各電流和電壓的基頻交流分量<sup>①</sup>。同時，在技術上用來作這種負荷的各種槽路和槽路系統總是具有這樣參數，即相對於電流的其餘諧波講它們具有較小的阻抗。這樣我們就可在很高的準確度上認為，負荷上的電壓降只是由屏流中的一個諧波形成，這就是負荷阻抗近似地被調諧到的那個諧波（在我們所討論的具體情形下就只是基波）。因此，以後我們就認為，這個電壓（叫做負荷上的振盪電壓的曲綫總是正常的余弦形狀，頻率為激勵電壓的頻率，振幅為  $U_a$ 。換句話說，以後全部的敘述都是以所謂电子管振盪器的准綫性理論為基礎。

值得指出，振盪電壓同時就是作用在电子管屏極上的高頻交流電壓，只不過符號相反。如負荷很準確的被調諧好時（以後所討論的恰好就是這種情形），屏極上這個交流電壓就和激勵電壓的相位相反。

如上面已經指出，在第二類工作狀態時，即令振盪器的屏極電流是各種頻率分量的無窮級數之和，但它從屏極供電電源所取用的功

① 為了使綫路更具體化，綫路中考慮的僅是當這些分量為正方向時的情形。

率，根据叠加原理，却只由屏流中的直流分量( $I_{a0}$ )来决定；这个功率叫做振盪器屏極电路的輸入功率( $P_0$ )。同样，輸送到負荷的等值阻抗上的高频功率，即所謂的振盪器的有用功率或振盪功率( $P_{\sim}$ )就只由屏流的基波(振幅为  $I_{a1}$ )来决定。很明显，这两种功率的差值就是在高频的一週期中平均耗散在振盪管屏極上的功率( $P_d$ )。

振盪器的有用功率对它的屏極电路的輸入功率的比值就叫做振盪器的效率( $\eta$ )。

应当指出，振盪管控制柵極电路中流过的电流脉冲并不产生高频有用功率，而恰恰相反，它却是激励电源能量耗損掉的原因。根据叠加原理，振盪器柵極电路从激励器取用的全部功率( $P_{\sim g}$ )只是由柵流的基波来决定(柵流的振幅为  $I_{g1}$ )。

一直到目前为止，所談到的都是关于沒有受到調制的电子管振盪器。

高频电流或电压的参数中的一个(振幅，频率或相位)随着所要發送的信号而改变时，这就叫做波的調制或控制；实际上采用的最簡單的一种就是振幅調制。以后的叙述中，所要討論的也正就是这种調制方法。

所要發送的調制信号可能有各种复杂的形狀。但是，在以后的分析中，为了簡化起見，这种信号总是認為是正常的余弦形狀。

調制信号的频率( $F$ )总是比被調制的高频波的載波频率( $f$ )小很多。因之，在調制时所發生的振盪波振幅的变化过程，从高频的观点看，是很慢的一种过程，与相应綫路中所發生的过程的速度相比，这种变化速度要小得多。这样就使我們在許多情形下可以把調制看作是通過一系列稳定状态的連續的过渡变化。由于發話时的可通頻帶問題，發报时保證所需的信号形狀問題等不在以后的分析範圍之內，于是調制过程我們以后就認為是具有着这种准穩恆性質。

如果在余弦形調制信号的前半个週期內高频波振幅的最大增長值等于后半个週期內它的最大減小值，則調制就叫做对称調制。这时，被調制波包綫的平均值就等于沒有調制时的振幅值。在实际中，对称

調制的情形是主要的。

振幅的最大增量对它的平均值的比值叫做調制深度系数，或者就簡單的叫做調制深度( $m$ )。很明显，在保証沒有失真發射的条件下，这个系数原則上不能超过 100%。

如果由于某种原因，調制中被發送信号有非綫性失真，則当被發送的信号按着严格的余弦形状变化时，由于出現了調制頻率的高次諧波，被調制波的包綫形状就和余弦形状有出入。

被發射信号中所产生的各高次諧波振幅的均方根值对它的基波振幅的比值叫做非綫性失真系数( $k_f$ )。

实际上，任何一种調制过程就是高频电路的某一个参数随着低頻率(調制頻率)而变化，这个参数，这时就是調制因素。

在电子管振盪器技术中，实现振幅調制，通常就是改变(随着被發送的信号)加到电子管某一个極上的外部电压。但是，同时在几个电极上用改变几个电压的方法来进行調制，也采用得很广泛。在第一种情形，調制就叫做簡單的或單純的調制。在第二种情形，調制就叫做复合的調制(例如，双重調制或三重調制)。所有这些調制方法的共同之点，就是調制本身，也就是說屏極槽路中振盪器所形成的高頻波的振幅的变化，是靠着它的屏流的基波的变化。

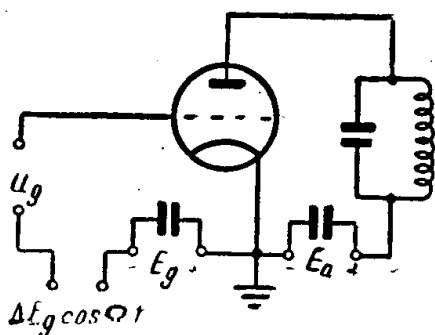


圖 0.3 控制柵極上以偏压进行調制的原理綫路圖

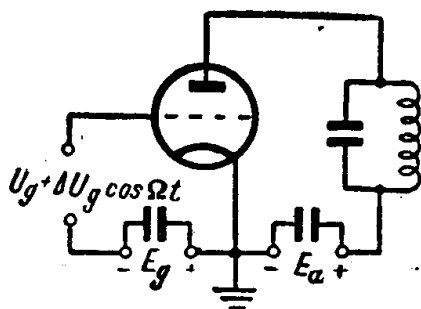


圖 0.4 改变激励来进行調制的原理綫路圖

圖 0.3 和 0.4 中介紹了在控制柵極上进行單純調制的两种古典方法的原始的原理綫路圖；圖 0.3 是屬於用偏压进行調制的情形(这时

調制因素是偏压), 而圖0.4是屬於用改变激励来进行調制的情形(这时調制因素是高频激励的振幅)。在这两个圖中, 为了具体化起見, 振盪管繪的是三極管; 但是这些調制方法可以同样成功的适用于多柵管振盪器。

圖0.5中繪的是三極管振盪器單純屏極調制的原理綫路圖。圖0.6和0.7为最經常碰到的复合屏極調制的方法。圖0.6屬於所謂双重調制的情形, 这时随着屏極电压的变化(在这里它是主要的調制因素)偏压也同时变化; 在許多情形中, 偏压所需的变化甚至于是自动的。圖0.7相当于振盪器是三重調制, 这时不仅屏压和偏压变化(偏压的变化时常是自动的), 激励的振幅也变化。

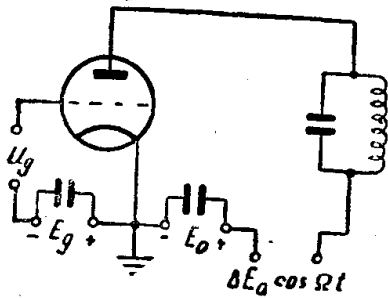


圖 0.5 三極管振盪器單純屏極調制的原理綫路圖

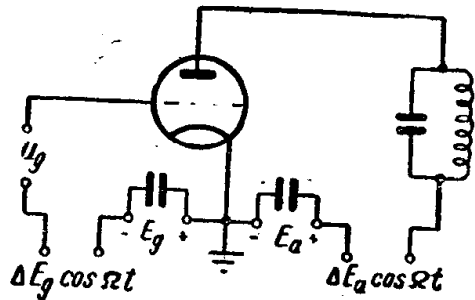


圖 0.6 三極管振盪器复合屏極調制的原理綫路圖(双重調制情形: 屏压和柵压变化)

最后, 圖0.8, 0.9和0.10中介绍的是專門适用于多柵管的各种調制綫路圖, 这里具体繪的是五極管。圖0.8为复合的帘柵極-屏極調制綫路圖(就本質講是双重式的帘柵調制, 因为其中主要的調制因素是帘柵上的电压); 圖0.9为單純的抑制柵極調制; 圖0.10为双重調制, 这时随着抑制柵上电压的变化, 帘柵电压也变化(通常是自动的)。

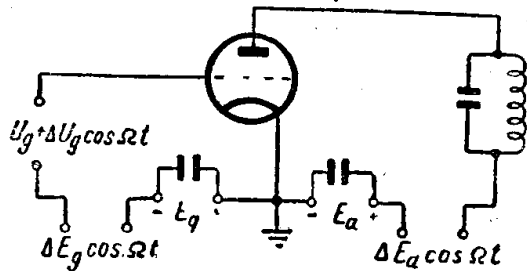


圖 0.7 三極管振盪器复合屏極調制的原理綫路圖(三重調制情形: 屏压、柵压和激励的振幅变化)

这里只列举了电子管振盪器振幅調制的一些最重要的方法(即目前实际上所采用的); 在以后的叙述中也 就只討論这些方法。这些方法中, 每一种方法的最終目的都是要在振盪器所产生的高频电流或电

压的振幅和調制因素之間得到足够高的綫性关系。这种依从关系就叫做調制的靜态特性曲綫。

因为所講的电流振盪波或电压振盪波的振幅是和这些波所在的綫

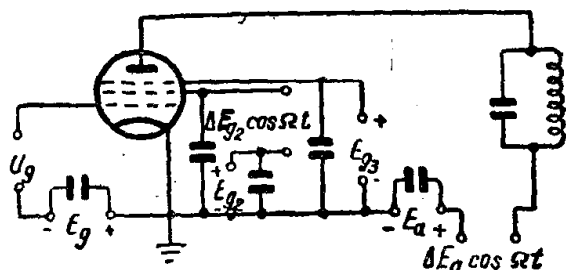


圖 0.8 五極管振盪器的帘柵-屏極复合調制的原理綫路圖

路的参数有关, 并且永远和振盪器屏流的基波振幅成正比, 于是在作

理論分析时, 通常就把这个振幅对調制电压的依从关系認為是調制的靜态特性曲綫。在更为广义上講, 被調制振盪器的各电流、电压和功率对調制因素的依从关

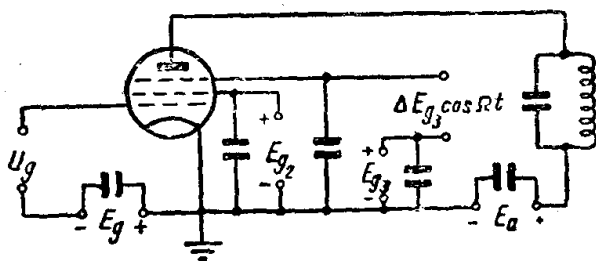


圖 0.9 單純抑制柵調制的原理綫路圖

系都是調制的靜态特性曲綫。在以后的研究过程中, 例如, 对各种电路中的直流分量, 我們就得处理这种特性曲綫。

振盪器在調制过程中所表現出的無穷多的瞬間状态中, 对技术上最有意义的是边界情形(最大和最小时)以及載頻工作状态。在調制系数最大的情况下, 电流振幅为最大值时的工作状态就叫做最大或峯值工作状态。在同样調制系数时, 电流振幅最小时的工作状态就叫做最小工作状态。在 100% 調制时, 显然, 最小工作状态就是零值工作状态。沒有調制信号时的工作状态就叫做載頻工作状态(或寂靜状态)。

对应于被調制振盪器的上述的各瞬間的工作状态, 也就有着峯值或最大功率( $P_{\sim max}$ )、最小功率( $P_{\sim min}$ )和載頻功率( $P_{\sim r}$ )。这些振盪

功率是一些瞬時值，它們表示調制过程中高頻一週期間的平均功率。被調制高頻波在音頻一週期間的平均功率叫做通話功率或調制期間的功率( $P_{cp}$ )。

在結尾時，必須指出，圖0.1、0.3、0.4、0.5、0.6和0.7中所示的它激三極管振盪器

的一般綫路，就其構造講，可以叫做陰極接地綫路，因為在這裡陰極總是和地相聯。

但是，在目前，非常廣泛流行的還有其它一些它激式三極管振盪器的原理綫路圖，在以後就把它們叫做特別綫路<sup>①</sup>。在這些綫路中，電子管的陰極已經不是輸入和輸出電路的公共點。它們共同的特點就是相對高頻講陰極一定與地絕緣，因為這個電極這時是處在全部或部分的柵極激勵電壓電位上。這些綫路的理論與計算，以及這些綫路中的調制特點等，將在第六編中單獨地加以分析。

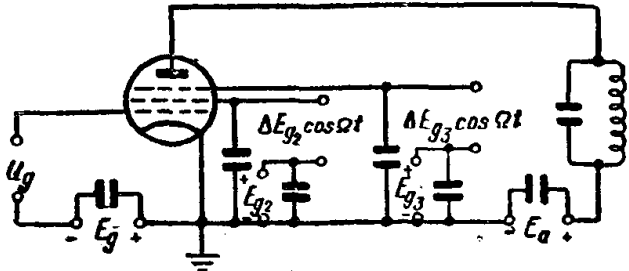


圖 0.10 复合抑制柵調制的原理綫路圖(双重調制: 抑制柵和帘柵上的電壓變化)

① 由於採用它們能夠縮短工作波長和提高工作的穩定度，所以在短波和超短波波段中它們幾乎已完全把陰極接地的一般綫路排擠掉。

# 目 录

編者的話

序言

緒論 一些基本概念、定义和綫路

## 第 一 編

### 放大未調幅波的三極管振盪器的理論和計算

<b>第一章 三極發射管靜态特性曲綫的理想化</b> .....	1
1. 三極管的实际靜态特性曲綫及其直綫化的原理 .....	1
2. 总流理想靜态特性曲綫族的方程式 .....	9
3. 柵流理想靜态特性曲綫族的方程式 .....	11
4. 屏流理想靜态特性曲綫族的方程式 .....	13
<b>第二章 欠压状态下的三極管振盪器</b> .....	16
1. 基本定义 .....	16
2. 三極管振盪器的基本方程式。屏流脈冲的形狀 .....	17
3. 屏流余弦脈冲和平頂脈冲的各个分量的确定 .....	23
4. 欠压状态的解析条件。临界屏压利用系数 .....	25
5. 欠压状态振盪器最佳工作条件的选择。电子管的額定功率 .....	29
6. 欠压状态电子管振盪器的等效电路 .....	35
7. 欠压状态三極管振盪器的柵極电路 .....	39
8. 根据給定的振盪功率計算欠压状态振盪器的方法 .....	43
9. 根据給定的振盪功率計算欠压状态振盪器的例子 .....	49
10. 計算欠压状态三極管振盪器的几个例子 .....	51
<b>第三章 过压状态下的三極管振盪器</b> .....	57
1. 概述 .....	57
2. 柵流脈冲可能有的形狀。柵流瞬时值的方程式 .....	58

3. 屏流脉冲的形状.....	63
4. 复杂屏流脉冲各个分量的确定。三极管振荡器基本计算关系式 对过压状态的适用性.....	67
5. 屏流利用系数的通用表示式.....	68
6. 过压状态三极管振荡器的等效电路.....	71
7. 振荡器的负荷特性。过压状态下的能量特性和技术特性.....	76
8. 根据给定的振荡功率计算弱过压状态振荡器的方法.....	79
9. 根据给定的振荡功率计算弱过压状态三极管振荡器的例子.....	85
10. 根据给定的振荡功率和相对凹谷深度计算弱过压状态三极管 振荡器的图解方法.....	93
11. 三极管振荡器负荷特性曲线的计算方法.....	100

## 第 二 编

### 放大未调幅波的四极管和五极管

#### 振荡器的理论和计算

<b>第一章 五极管和四极管静态特性曲线的理想化</b> .....	105
1. 五极管总流基本方程式的推导.....	105
2. 五极管总流特性曲线的理想化.....	109
3. 五极管和四极管的静态电压强度.....	112
4. 五极管屏流和总栅流静态特性曲线的理想化.....	115
5. 五极管主要参数的特性.....	120
6. 五极管总栅流理想化静态特性曲线族的方程式.....	126
7. 五极管屏流理想化静态特性曲线族的方程式.....	127
8. 四极管特性曲线理想化的特点.....	129
<b>第二章 欠压状态下的五极管和四极管振荡器</b> .....	132
1. 基本定义.....	132
2. 欠压状态五极管振荡器的主要关系式和屏流脉冲的形状.....	133
3. 振荡器工作状态强度的解析研究和屏压利用系数.....	138
4. 临界屏压利用系数.....	142



5. 电子管振盪器的最佳工作条件、額定功率和等效电路	145
6. 多柵管振盪器的柵極电路	147
7. 多柵管振盪器的計算方法	149
8. 欠压状态多柵管振盪器的計算举例	158
<b>第三章 过压状态下的五極管和四極管振盪器</b>	161
1. 基本定义	161
2. 总柵流脈冲的方程式和脈冲形状	162
3. 屏流脈冲的方程式和脈冲形状	166
4. 屏压利用系数的表示式	169
5. 过压状态多柵管振盪器的等效电路	171
6. 过压状态多柵管振盪器的負荷特性和能量特性	174
7. 多柵管振盪器的計算方法	175
8. 过压状态多柵管振盪器的計算举例	180

## 第 三 編

### 三极管振盪器柵极調制的理論和計算

<b>第一章 柵偏压調制</b>	185
1. 概述	185
2. 調制特性方程式的推导和分析	186
3. 补偿調制特性的非綫性失真时振盪器工作状态的选择	190
4. 实际的調制特性不同于計算值的主要原因	192
5. 偏压調制时振盪器的計算方法和計算順序	193
6. 偏压調制时三極管振盪器的計算举例	198
<b>第二章 激励电压調制</b>	203
1. 概述	203
2. 調制特性方程式的推导和分析	204
3. 調制特性曲綫的各种形状	206
4. 电子管靜态特性曲綫下部弯曲的非綫性的影响。結論	211
5. 放大已調幅波的振盪器的計算方法和順序	214
6. 放大已調幅波在三極管振盪器的計算举例 (加深調幅度的情况)	220