中 國 物 理 學 報
第七卷第六期，393—395 頁，1950 年 12 月

強力振盪器之相角補償

馮秉銓　許鵬飛

(嶺南大學物理學系)

强力振盪器板極效率降低之主要原因，乃由於板極與柵極交流電壓之相差角並非 180°，當振盪器有大負載時此點更爲重要。本文之目的，乃設計當有負載時，振盪器之相角補償電路。

普通分析振盪器之電路時，爲簡便計，每忽略柵極電流或負載。不幸此種算法，在强力振盪器中均屬不當。本文所用之板極等效電路，並不忽略柵極電流及負載。雖此等效電路之算法，仍屬近似，然其結果，則與實驗結果甚爲接近。

求正確相角關係之方法，爲先作一通常振盪器之等效電路，再根據此電路可得兩個振盪條件。(稱爲條件 I 及 II。) 柵極電壓 e_g 與板極電壓 e_p 之相角可自 Ep/Eg 之方程式得之。再令 $\phi=180°$，則可得一組，由線路阻抗及眞空管阻抗，合成之方程式，此即爲使板極效率提高之條件，今稱之爲條件 III。

設阻抗 Z_1, Z_2, Z_3 爲調諧電路中之阻抗，Z_4 及 Z_5 爲隔直及饋送電路之阻抗，若令此五阻抗均爲固定不變，則條件 I, II, 與 III 常不能同時滿足。惟若僅令 Z_1, Z_2, Z_3 固定，則可設計 Z_4 及 Z_5，以使此三條件同時滿足。

當振盪器無負載時，使上述三條件滿足之阻抗，據計算所得，在柯爾畢茲振盪器中，若令

$$\left.\begin{array}{ll} Z_1 = jx_1 = -j/\omega C_1\,, & Z_4 = Z_m = 0\,, \\ Z_2 = jx_2 = -j/\omega C_2\,, & Z_5 = jx_5\,, \\ Z_3 = jx_3 = j\omega L\,. & \end{array}\right\} \tag{3}$$

則 Z_5 當爲感抗，即 $Z_5=j\omega L_5$

$$L_5 = L\frac{C_2}{C_1}\,. \tag{11}$$

換言之，當於柵極與調諧電路間加入一電感，其值與 Llewellyn 氏求頻率穩定所得者相同。 由此可知，此無負載之振盪器當板極效率最高之時，頻率亦必最穩定。

同樣在無負載之哈特萊電路中，使三條件同時滿足所需之電抗，即使板極效率最高時所需之補償電抗，與 Llewellyn 氏頻率最穩定時所需之補償電抗亦同。 例如令 $Z_4=0$, 板極之補償電抗 Z_5, 當爲容抗，其值爲

$$C_5 = C\,\frac{L_o}{L_1 + b^2 L_2 - 2bM},$$

$$L_o = L_1 + L_2 + 2M\,, \qquad b = \frac{L_1 + M}{L_2 + M}\,. \tag{13}$$

當振盪器有負載時，在柯爾畢茲振盪器電路中，若用板極補償，據計算所得，所需電感 L_5 爲:

$$L_5 = \frac{r_g L\, C_2 (r\, r_g C_2 + L)}{r (L\, C_1 + r\, r_g C_1 C_2 + r_g^2 C_1 C_2 + r_g^2 C_2) + r_g L\, C_1}\,. \tag{24}$$

自式 (24) 知當振盪器無負載時，$r=0$, 式 (24) 將變爲式 (11)，換言之負載愈大，所需之補償阻抗愈小。

在有負載之哈特萊振盪器中，令

$$\left.\begin{array}{ll} Z_1 = r_1 + jx_1\,, & \\ Z_2 = r_2 + jx_2\,, & Z_5 = 0\,, \\ Z_3 = jx_3\,, & Z_m = jx_m\,, \\ Z_4 = jx_4\,, & Z_o = Z_1 + Z_2 + Z_3 + 2Z_m. \end{array}\right\} \tag{25}$$

倘用柵極補償則得式 (27)，若令式 (27) 中 $x_m=0$, $r_1=r_2=0$ 則所得之補償阻抗 x_4 爲:

$$x_4 = -\frac{x_2 x_3}{x_2 + x_3}\,. \tag{28}$$

式 (28) 與上述無負載時之式 (14) 情形同，在哈特萊振盪器中通常負載只加於調諧路中之一個線圈，是以吾人可假定 $x_m=0$, $r_2=0$, 但 $r_1\neq 0$, 即兩線圈無耦合且負載加於板極之一邊，代入式 (27) 解 x_4 則與式 (28) 同。 於是

可知此時所需之補償阻抗與負載之大小無關，是以在實用情形下，繁難之式(27) 可代以簡便之式 (28)。

在有負載之哈特萊振盪器中若用板極補償卽令 $Z_4=0$, $Z_5=j\ x_5$ 則

$$x_5=-\frac{x_3(r_1^2+x_1^2)[r_2^2+x_2^2+r_2 r_g]}{(r_1^2+x_1^2)(r_2^2+x_2^2+r_g r_2)+(r_2^2+x_2^2)(r_1 r_g+x_1 x_3)+r_g x_3(r_1 x_2+r_2 r_1)}. \tag{34}$$

式 (34) 中若令負載電阻 $r_1=r_2=0$ 則

$$x_5=-\frac{x_1 x_3}{x_1+x_3}. \tag{35}$$

此結果與式 (28) 極爲相似。若負載僅耦合於柵極線圈卽 $r_1=0$, $r_2\neq 0$, 式 (34) 將變爲與式 (35) 同。故該時所需之補償阻抗，卽爲與負載無關之方式 (35)。

反之若負載僅耦合於板極線圈卽 $r_1\neq 0$, $r_2=0$, 則式 (34) 將變爲

$$x_5=-\frac{x_2 x_3(r_1^2+x_1^2)}{r_1 r_g(x_2+x_3)+x_2(r_1^2+x_1^2)+x_1 x_2 x_3}. \tag{36}$$

因 $x_5=-1/\omega C_5$ 故

$$\frac{\partial C_5}{\partial r_1}=\frac{1}{\omega}\frac{r_g x_2 x_3(x_2+x_3)(x_1^2-r_1^2)-2r_1 x_1 x_2^2 x_3^2}{x_2^2 x_3^2(r_1^2+x_1^2)^2}. \tag{37}$$

可知負載愈大則補償阻抗當愈大。

圖 2 表示將計算所得之方程 (13)，卽無負載之哈特萊振盪器電路所用之板極補償阻抗，與實驗結果相對照。設所用之振盪管爲 211 式調諧電路的 Q 值約爲 280，週率範圍自一至二百萬週，柵極與調諧電路間之隔直容電器很大，約爲一微法拉，以使符合 $Z_4=0$ 的條件，調節板極與調諧電路間之隔直容電器使相角差爲 180°.

圖中所示之曲線顯然吻合，可證明式 (13) 爲可靠，至於實驗之電容數值較計算者略大，乃因實驗曲線之 Q 爲 280 而計算曲線之 Q 則假定爲無限大。

圖 3 表示有負載時哈特萊振盪器電路之典型結果，實線表示柵極補償電容 C_4 與相角之關係，兩者皆令 Q 值自 282 至 28，且其負載均串接於板極線圈。

在虛線中可知負載愈大，所需之 C_5 亦愈大，此點與式 (37) 之結果相吻合。

在三條實線中，可知使相角差爲 180° 之 C_4，幾乎趨近同一數值此值，亦可自式 (28) 中求得之。