



Title	電力發振器の結合負荷回路
Author(s)	黒部, 貞一; Kurobe, Teiichi
Citation	北海道大學工學部彙報, 6, 195-206
Issue Date	1952-09-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40483
Type	departmental bulletin paper
File Information	6_195-206.pdf



電力發振器の結合負荷回路

黒 部 貞 一

(昭和 27 年 3 月 3 日受理)

The Coupled Load Circuit of the Power Oscillator

Teiichi KUROBE

Abstract

Connecting the loads to a power oscillator through a coupled circuit, I obtained the characteristics of the generation frequency, the efficiency of transfer of power, the plate impedance, the coupling coefficient and the load power etc. There are three frequencies over critical coupling, in an instant of switching in a generation frequency is an upper frequency in the region of $f_2/f_1 < 1$ and a lower frequency in the region of $f_2/f_1 > 1$. The characteristics of the efficiency of transfer of power and the plate impedance are inverse one another, and the point of maximum efficiency coincides with the point of minimum plate impedance. One wishes a good efficiency, but the better the efficiency the greater the variation of frequency. Being shown the method of determination of a proper coupling coefficient according to the oscillator and the load, one can get the maximum power by selection of a coupling coefficient in spite of the loads. The load power shows double humps for the Q_2 greater than a certain Q_2 and shows a single hump at an upper frequency and a lower frequency respectively for the Q_2 greater than critical coupling.

目 次

緒 言	195
§1. 發振周波數	196
§2. 電力傳送能率	199
§3. 陽極インピーダンス	201
§4. 結合係数の影響	202
§5. 負 荷 出 力	204
結 言	206

緒 言

一般に電力發振器の負荷は結合回路によつて接続される。結合回路そのものの特性に就いては充分知られてゐるが、發振器の陽極回路に結合負荷回路が接続してゐる場合の詳細な特性に就いては未だ明らかにされてゐない様である。そこで筆者は負荷インピーダンスの抵抗分として二次回路の $Q(Q_2)$ 及びリアクタンス分として二次回路の共振周波數 (f_2) を用い、 Q_2 , f_2 と發振周波數、陽極インピーダンス、一次側から二次側への電力傳送能率及び負荷出力等の關係を求め、又結合係數とそれらとの關係をも求めた。この結果電力發振器の結合負荷特性は極めて明瞭になつた。

§ 1. 發 振 周 波 數

發振器の型は反結合發振器であれば何れでもよいが、便宜上陽極同調型を第 1 圖にのせた。之を直列饋電型に變換すれば第 2 圖の如き等價回路となる。但し

$$e = \frac{-\mu E_g \cos \omega t}{1 + j r_p' \omega C_1} \doteq \frac{j\mu E_g \cos \omega t}{r_p' \omega C_1}$$

$$C_1' = C_1 \left(1 + \frac{1}{(r_p' \omega C_1)^2} \right) \doteq C_1$$

$$r_1' = \frac{r_p'}{1 + (r_p' \omega C_1)^2} \doteq \frac{r_p'}{(r_p' \omega C_1)^2}$$

r_p' = 實効真空管内部抵抗

真空管の内部抵抗がある爲に r_p' が直列回路に入つてき、一次回路の Q は R_1' のみの場合より減少する。

この發振周波數は近似的に一次側より二次側を見たインピーダンス Z のリアクタンス分 $X=0$ より求めることができる。

$$Z = Z_1 + \frac{\omega^2 M^2}{Z_2} = R + jX$$

$X=0$ より

$$R_2^2 X_1 + X_1 X_2^2 - X_2 \omega^2 M^2 = 0 \quad \dots\dots\dots (1.1)$$

但し

$$Z_1 = R_1' + r_1' + jX_1 = R_1 + j \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} \right)$$

$$Z_2 = R_2 + jX_2 = R_2 + j \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right)$$

又

$$\omega_1 = 2\pi f_1 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} \quad , \quad \omega_2 = 2\pi f_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}}$$

f = 發振周波數

$$m = \frac{f_2}{f_1} \quad , \quad n = \frac{f}{f_1} \quad , \quad Q_1 = \frac{\omega_1 L_1}{R_1} \quad , \quad Q_2 = \frac{\omega_2 L_2}{R_2}$$

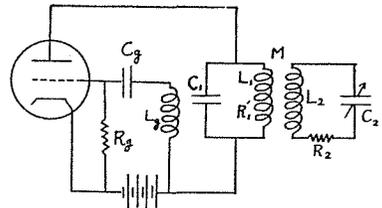
$$M^2 = K^2 L_1 L_2$$

K = 結合係數

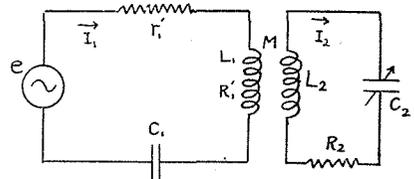
とすれば

$$\left(1 - K^2 \right) n^6 - \left[1 + m^2 \left(2 - K^2 - \frac{1}{Q_2^2} \right) \right] n^4 + m^2 \left(2 - m^2 - \frac{1}{Q_2^2} \right) n^2 - m^4 = 0 \quad \dots (1.2)$$

なる式が成り立つ。



第 1 圖 發振器回路



第 2 圖 發振器等價回路

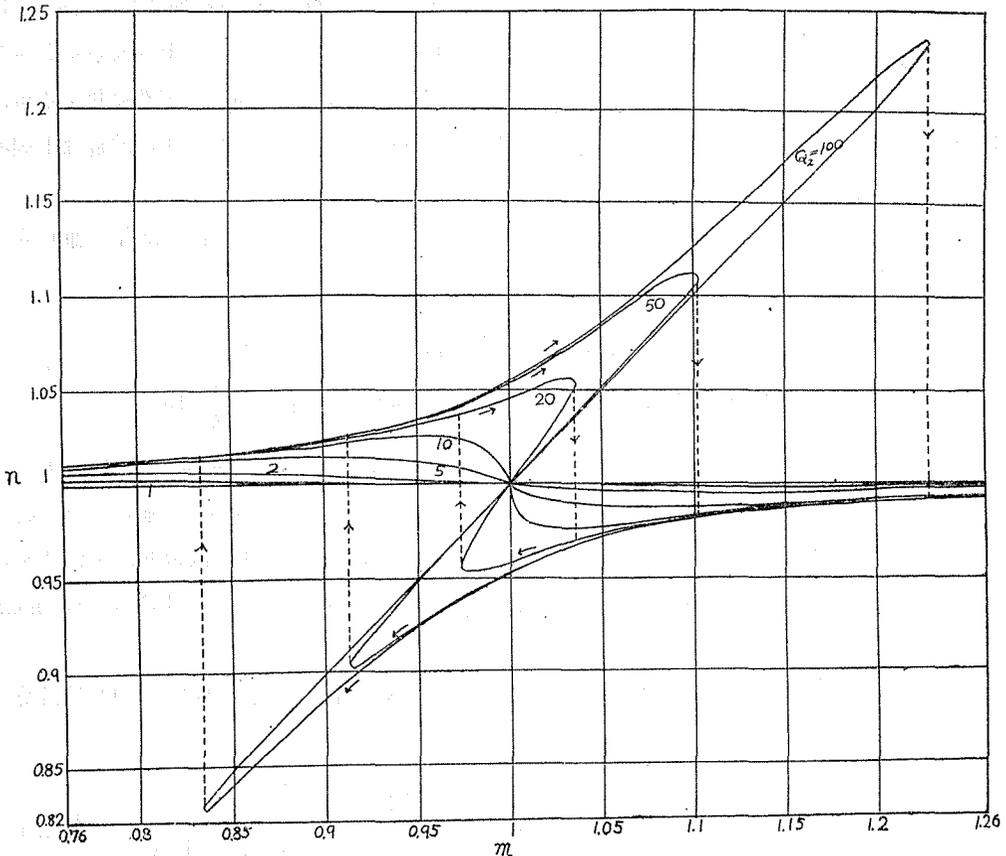
この n^2 に関する三次方程式を解けば n 即ち発振周波数を求めることができる。第3圖は $K=0.1$ とし Q_2 をパラメーターとして (1.2) 式を解き、 n と m との関係を描いたものである。 f_1 は一定なる故 n と m との関係は発振周波数と f_2 或は C_2 との関係と等價である。(1.2) 式の解は第3圖よりも分る如く二つの場合がある。即ち

1. $Q_2 K < 1$ の時：一つが實根で二つが共軛な複素根

2. $Q_2 K > 1$ の時：三つが實根

而して $Q_2 K = 1$ の時を臨界結合と云ふ。第3圖に於て $Q_2 = 10$ が之である。臨界結合以下に於ては起り得る発振周波数は1個であるが、以上に於ては3個である。スイッチを入れた瞬間3個の中どの周波数が発生するかは、一次側から見た陽極インピーダンスが最も大になる如き周波数である。之は後述の陽極インピーダンスの特性よりも分る如く $m < 1$ に於ては上周波数、 $m > 1$ に於ては下周波数であり、中周波数は一般には発生しない。何となれば中周波数では常に陽極インピーダンスは最小になる。ここに上周波数、中周波数、下周波数とは発生し得る周波数中最も高い周波数、中間の周波数、最も低い周波数を云ふ。

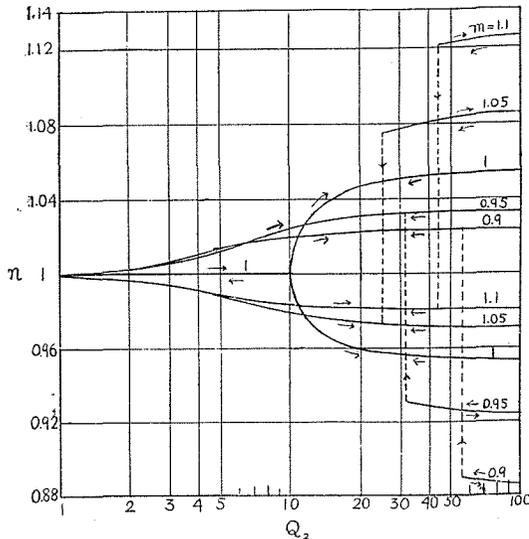
又一度発生した後 C_2 を變化して m を増加又は減少してゆくなれば、上周波数又は下周波数に沿



第3圖 $n = f/f_1$ と $m = f_2/f_1$ との関係 但し $K=0.1$

つて第3圖の矢印の如く變化し、 n の最大又は最小點まで達した後第3圖の點線の如く急激に下周波數又は上周波數に轉換する。

第4圖は Q_2 に對する n の關係を m をパラメーターとして描いたものである。但し $K=0.1$ 、 $Q_1=100$



第4圖 $n=f/f_1$ と Q_2 との關係
但し $K=0.1$ $Q_1=100$

$=100$ にして中周波數は省略してある。前述の如く中周波數は實際には起り得ないので以後總て省略する。第4圖に於てある範圍では起り得る周波數は2個あるが、 $m < 1$ では上周波數が、 $m > 1$ では下周波數が起ることは第3圖の場合と同様である。而して $m=1$ に於てはどちらが起るか判然としないが下周波數が起る傾向にある。何となれば下周波數の方が僅か陽極インピーダンスが大きいからである。一度發生した後 Q_2 を變化してゆく時は第4圖の矢印の如く徐々に變化し急激に變化する事はない。而し臨界結合以上の或る Q_2 の時 m を加減して、 $m < 1$ に於て下周波數、 $m > 1$ に於て上周波數を發生した時、 Q_2 を増加しても同様に突然變化する事はないが、

Q_2 を減少してゆく時は第4圖の點線の如く、ある Q_2 で急激に變化して下周波數は上周波數に、上周波數は下周波數に轉換する。

次に二次回路のリアクタンス分が變化する時、 m の變化に對する n の變化の割合、即ち $\partial n / \partial m$ は計算の結果次の如くなる。

$$\frac{\partial n}{\partial m} = \frac{m}{n} \frac{\left(2 - K^2 - \frac{1}{Q_2^2}\right)n^4 - \left(2 - \frac{1}{Q_2^2}\right)n^2 - 2m^2n^2 + 2m^2}{3(1 - K^2)n^4 - 2\left(2 - K^2 - \frac{1}{Q_2^2}\right)m^2n^2 + m^4 - 2n^2 + \left(2 - \frac{1}{Q_2^2}\right)m^2} \dots (1.3)$$

(1.3)式より m/n が1に近い程 $\partial n / \partial m$ の値は大になる。第5圖は m と $\partial n / \partial m$ の關係を Q_2 をパラメーターとして描いたものである。臨界結合以下に於ては $m=1$ に於て負の最大値になり、特に臨界結合に於ては $m=1$ に於て $-\infty$ になる。臨界結合以上では上周波數、下周波數共に m が1を過ぎた所で最大になり、臨界結合以下の場合と逆に値は全て正である。故に m/n が1に近い程周波數變動は大であるが、後述の如く電力傳送能率は大である。

又二次回路の抵抗分が變化する時 Q_2 の變化に對する n の變化の割合、即ち $\partial n / \partial Q_2$ は計算の結果次の如くなる。

$$\frac{\partial n}{\partial Q_2} = \frac{1}{Q_2^3} \frac{mm^2(n^2 - 1)}{3(1 - K^2)n^4 - 2\left(2 - K^2 - \frac{1}{Q_2^2}\right)m^2n^2 + m^4 - 2n^2 + \left(2 - \frac{1}{Q_2^2}\right)m^2} \dots (1.4)$$

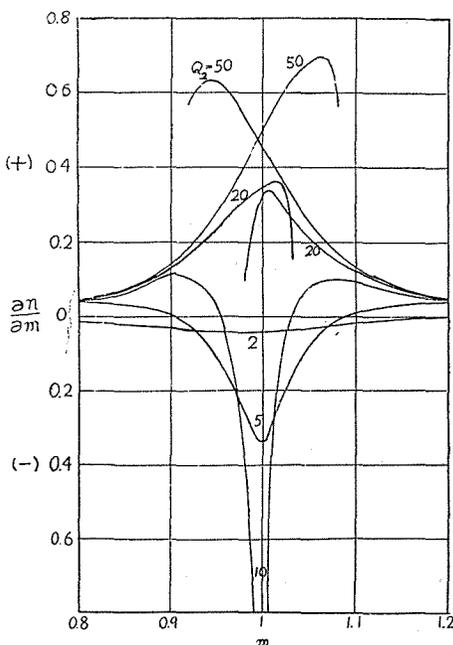
(1.4)式より $\partial n/\partial Q_2$ の値は Q_2 が大なるに従い急激に減少する。又 Q_2 が極めて小になれば n は 1 に近づくので反つて小となり、ある Q_2 に於て最大になる。第 1 表 A, B は種々なる m, Q_2 に於ける $\partial n/\partial Q_2$ の値を示してゐる。表より $m \neq 1$ に於ては $Q_2=2 \sim 5$ の時最大であり、 $m=1$ に於ては $Q_2=10+A$ に於て最大である。但し A は極めて小なる正の数である。

第 1 表 A $\partial n/\partial Q_2$

m	Q ₂						
	1 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻³	5 × 10 ⁻³	10 × 10 ⁻³	20 × 10 ⁻⁴	50 × 10 ⁻⁵	100 × 10 ⁻³
0.9	-3.13	3.44	1.65	0.482	0.730	0.501	0.622 85.6
0.95	-1.00	1.96	4.42	1.42	3.23	1.22 11.6	1.81 11.82
1.05	1.01	-1.78	-3.07	-1.50	-1.64	16.7 1.28	12.42 1.64
1.1	1.86	-2.69	-1.98	-0.405	-0.668	31.2 0.502	22.4 0.592

第 1 表 B $\partial n/\partial Q_2$

m	Q ₂						
	<10	10	12 × 10 ⁻³	15 × 10 ⁻³	20 × 10 ⁻⁴	50 × 10 ⁻⁵	100 × 10 ⁻⁶
1	0	不定形	5.52 4.75	2.23 2.01	8.26 7.06	4.93 3.82	5.51 4.88



第 5 圖 $\partial n/\partial m$ と $m=f_2/f_1$ との関係
但し $K=0.1$ $Q_1=100$

§ 2. 電力傳送能率

電力傳送能率 η とは二次側に傳送される電力 P_2 と發振器で發生する電力、即ち一次側電力 P_1 と二次側電力 P_2 との和の比である。即ち

$$\eta = \frac{|P_2|}{|P_1| + |P_2|} = \frac{1}{1 + |P_1|/|P_2|}$$

而して第 2 圖に於て

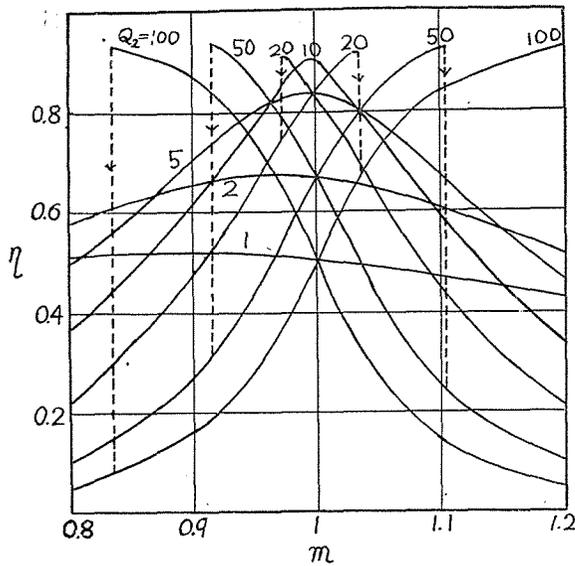
$$\frac{|P_1|}{|P_2|} = \frac{I_1^2 R_1}{I_2^2 R_2} = \frac{(R_2^2 - X_2^2 + 2jR_2 X_2) R_1}{-\omega^2 M^2 R_2}$$

$$\therefore \frac{|P_1|}{|P_2|} = \frac{(R_2^2 + X_2^2) R_1}{\omega^2 M^2 R_2} \dots \dots \dots (2.1)$$

但し I_1 = 第 2 圖の一次電流
 I_2 = 第 2 圖の二次電流

この計算の結果は

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{1}{K^2 m} \left[\frac{1}{Q_1 Q_2} \cdot \frac{m^2}{n^2} + \frac{Q_2}{Q_1} \left(1 - \frac{m^2}{n^2} \right)^2 \right]} \dots \dots \dots (2.2)$$



第6圖 η と m = f₂/f₁ との関係
但し K=0.1 Q₁=100

第6圖は m と η との関係を Q₂ をパラメーターとして描いたものである。但し K=0.1, Q₁=100 とした。尚 Q₁ ≠ 100 に於ては

$$\eta = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{\eta_{100}} - 1\right) \frac{100}{Q_1}} \dots (2.3)$$

より求める事ができる。但し η₁₀₀ は Q₁=100 の時の Q₁ である。圖より分る如く臨界結合以下では η は共振曲線の如く變化するが臨界結合以上では、上周波數と下周波數で夫々共振曲線の片側だけの様な變化をし、第6圖の點線の如く共振點より急激に落下する。而して m=1 附近では Q₂ 大なるに従い η は増加し、臨界結合の Q₂ で最大値と

なり、更に Q₂ を増加すると反つて減少してくる。又 m が 1 より離れた範圍では Q₂ が増加するに従い η は減少する。而して η の最大値は臨界結合以下では Q₂ の大なる程大であり、臨界結合以上でも Q₂ の大なる程大ではあるが次第に飽和状態になる。而して η の最大點は ∂η/∂m=0 より

$$\left[\frac{2}{Q_2^2} \frac{m^3}{n^3} + 4Q_2 \frac{m^5}{n^5} - 4Q_2 \frac{m^3}{n^3} \right] \frac{\partial n}{\partial m} + \left[Q_2 \left\{ 1 + 2 \frac{m^2}{n^2} - 3 \frac{m^4}{n^4} \right\} - \frac{1}{Q_2} \frac{m^2}{n^2} \right] = 0 \dots (2.4)$$

而してこの第一項は第二項に比し遙かに小であり、それを A で表せば

$$3Q_2 \frac{m^4}{n^4} - \left(2Q_2 - \frac{1}{Q_2} \right) \frac{m^2}{n^2} - \left(Q_2 + A \right) = 0 \dots (2.5)$$

先づ (2.5) 式より A=0 として m²/n² を求めれば

$$\frac{m^2}{n^2} = \frac{(2Q_2 - 1/Q_2) + \sqrt{(2Q_2 - 1/Q_2)^2 + 12Q_2^3}}{6Q_2} \dots (2.6)$$

次いでこの m/n の値を用いて A を求め (2.5) 式を解く。かくして逐次近似法により η が最大になる m/n を求めることができる。而し第2表の如く (2.6) 式より直接求めても誤差極めて少く、(2.6) 式の値を眞の値としてもよい。第2表は第6圖に於て η を最大ならしめる m/n 及び (2.6) 式の誤差の計算結果である。η を最大ならしめる m/n の値は臨界結合以下に於ては全て上周波數にあり、Q₂K=0.5

第 2 表

Q ₂	1	2	5	10
眞の m/n	0.8745	0.9680	0.9948	0.9986
(2.6) 式より求めた時の誤差 %	0.114	0.0516	0.0201	0.0150

以上では1に極めて近い。臨界結合以上では m/n は殆んど1で、之は中周波數なる故實際には起り得ない。上周波數又は下周波數では起り得る n の最大點又は最小點に於て η は一番大になるが、それを過ぎると第6圖の點線の如く急激に落ちる。即ちこの點は不連続である。

§3. 陽極インピーダンス

陽性インピーダンス R_p は第1圖に於て真空管の陽極陰極間のインピーダンスなる故

$$R_p = \frac{L_{\text{eff}}}{C_1 R_{\text{eff}}}$$

但し

$$R_{\text{eff}} = R_1 + \frac{R_2 \omega^2 M^2}{R_2^2 + \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_1}\right)^2} = R_1 \left[1 + \frac{K^2 \frac{Q_1}{Q_2} \frac{n^4}{m^3}}{\frac{1}{Q_2^2} \frac{n^2}{m^2} + \left\{ \frac{n^2}{m^2} - 1 \right\}^2} \right]$$

$$L_{\text{eff}} = L_1 - \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right) \frac{\omega M^2}{R_2^2 + \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)^2}$$

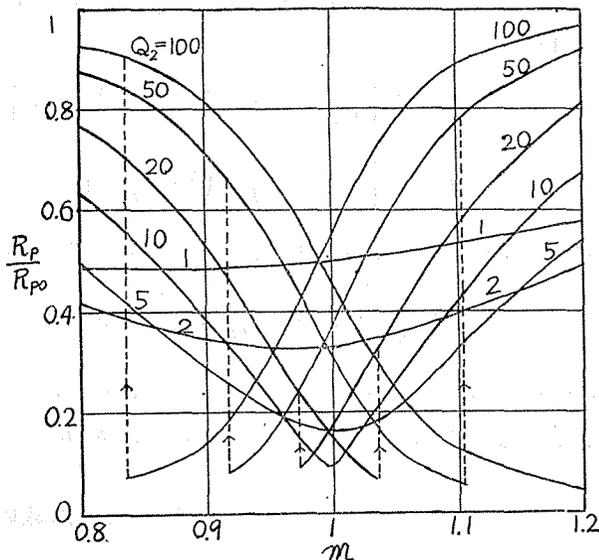
$$= L_1 \left[1 - \frac{K^2 \frac{n^2}{m^2} \left(\frac{n^2}{m^2} - 1\right)}{\frac{1}{Q_2^2} \frac{n^2}{m^2} + \left(\frac{n^2}{m^2} - 1\right)^2} \right]$$

$$\therefore \frac{R_p}{R_{p0}} = \frac{\frac{1}{Q_2^2} \frac{n^2}{m^2} + \left(\frac{n^2}{m^2} - 1\right)^2 - K^2 \frac{n^2}{m^2} \left(\frac{n^2}{m^2} - 1\right)}{\frac{1}{Q_2^2} \frac{n^2}{m^2} + \left(\frac{n^2}{m^2} - 1\right)^2 + K^2 \frac{Q_1}{Q_2} \frac{n^4}{m^3}} \dots\dots\dots (3.1)$$

但し $R_{p0} = L_1 / C_1 R_1 =$ 結合回路なき時の陽極インピーダンス

第7圖は m と R_p/R_{p0} との關係を Q_2 をパラメーターとして描いたものである。但し $K=0.1$, $Q_1=100$ とした。この圖は m と η との關係(第6圖)とは逆の特性を示しており、 $m=1$ の附近では臨界結合の Q_2 の時 R_p/R_{p0} は最小であり、 $m=1$ を離れた範圍では Q_2 の大なる程 R_p/R_{p0} は大である。又 R_p/R_{p0} の最小値は臨界結合以下では Q_2 の大なる程小であり、臨界結合以上では Q_2 の大なる程小であるが、殆んど變りない。

又數値計算の結果によれば近似的に



第7圖 R_p/R_{p0} と $m=f_2/f_1$ との關係
但し $K=0.1$ $Q_1=100$

次式が成り立つ。

$$\frac{R_p}{R_{p0}} = \frac{1}{n^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{|P_2|}{|P_1|}} = \frac{\frac{1}{K^2 m^2} \left[\frac{1}{Q_1 Q_2} \frac{m^2}{n^2} + \frac{Q_2}{Q_1} \left(1 - \frac{m^2}{n^2}\right)^2 \right]}{1 + \frac{1}{K^2 m} \left[\frac{1}{Q_1 Q_2} \frac{m^2}{n^2} + \frac{Q_2}{Q_1} \left(1 - \frac{m^2}{n^2}\right)^2 \right]} \quad \dots\dots (3.2)$$

而して

$$\left. \begin{aligned} \eta &= \frac{1}{1 + |P_1|/|P_2|} \quad \text{なる故} \\ \frac{R_p}{R_{p0}} &= \frac{1}{n^2} (1 - \eta) \\ \eta &= 1 - n^2 \frac{R_p}{R_{p0}} \end{aligned} \right\} \dots\dots (3.3)$$

之より R_p/R_{p0} と η とが逆の特性を示す事が分る。

又 $Q_1 \approx 100$ の時の R_p/R_{p0} は (3.2) 式より

$$\frac{R_p}{R_{p0}} = \frac{1}{n^2} \frac{1}{1 + \frac{Q_1}{100} \left[\frac{1}{n^2 (R_p/R_{p0})_{100}} - 1 \right]} \quad \dots\dots (3.4)$$

より求める事ができる。但し $(R_p/R_{p0})_{100}$ は $Q_1=100$ の時の (R_p/R_{p0}) であり、この時の R_{p0} は $Q_1=100$ の時の R_{p0} の $(Q_1/100)$ 倍である。

而して R_p/R_{p0} の最小点を (3.1) 式より求める事は極めて複雑にして困難である。そこで (3.2) 式を用いるならば

$\partial(R_p/R_{p0})/\partial m = 0$ より

$$A_1 - A_2 + n \left[Q_2 \left(1 + 2 \frac{m^2}{n^2} - 3 \frac{m^4}{n^4} \right) - \frac{1}{Q_2} \frac{m^2}{n^2} \right] = 0 \quad \dots\dots (3.5)$$

但し

$$A_1 = n \left\{ \frac{2}{Q_2} \frac{m^3}{n^3} + 4Q_2 \frac{m^5}{n^5} - 4Q_2 \frac{m^3}{n^3} \right\} \frac{\partial n}{\partial m}$$

$$A_2 = 2 \left\{ Q_1 K^2 m^2 \frac{|P_1|}{|P_2|} \left(1 + \frac{|P_1|}{|P_2|} \right) \right\} \frac{\partial n}{\partial m}$$

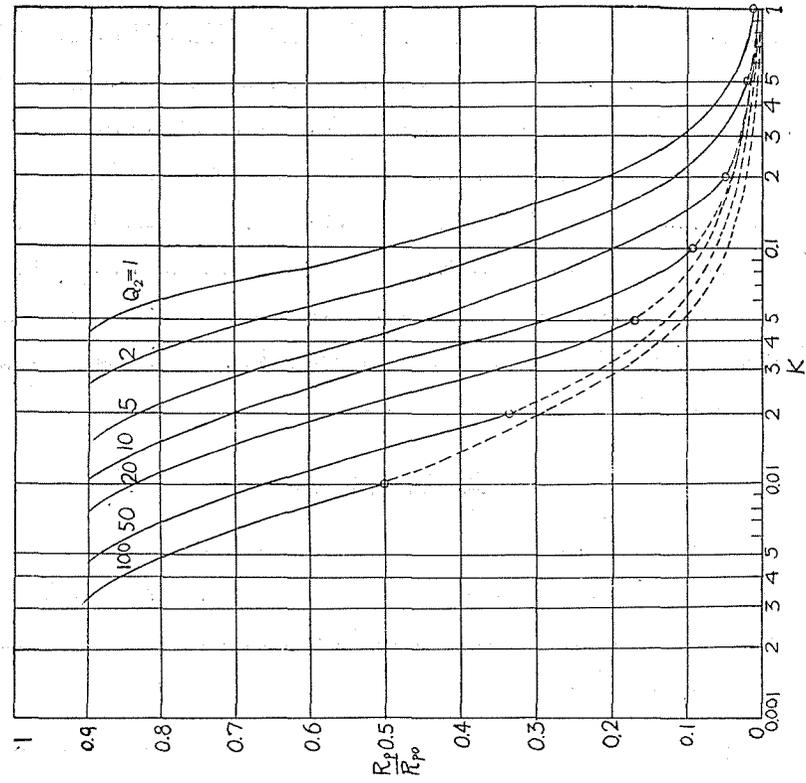
而して (3.5) 式に於て $(A_1 - A_2)$ は大括弧の項に比し遙かに小なる故先づそれを省略し

$$3Q_2 \frac{m^4}{n^4} - \left(2Q_1 - \frac{1}{Q_2} \right) \frac{m^2}{n^2} - Q_2 = 0 \quad \dots\dots (3.6)$$

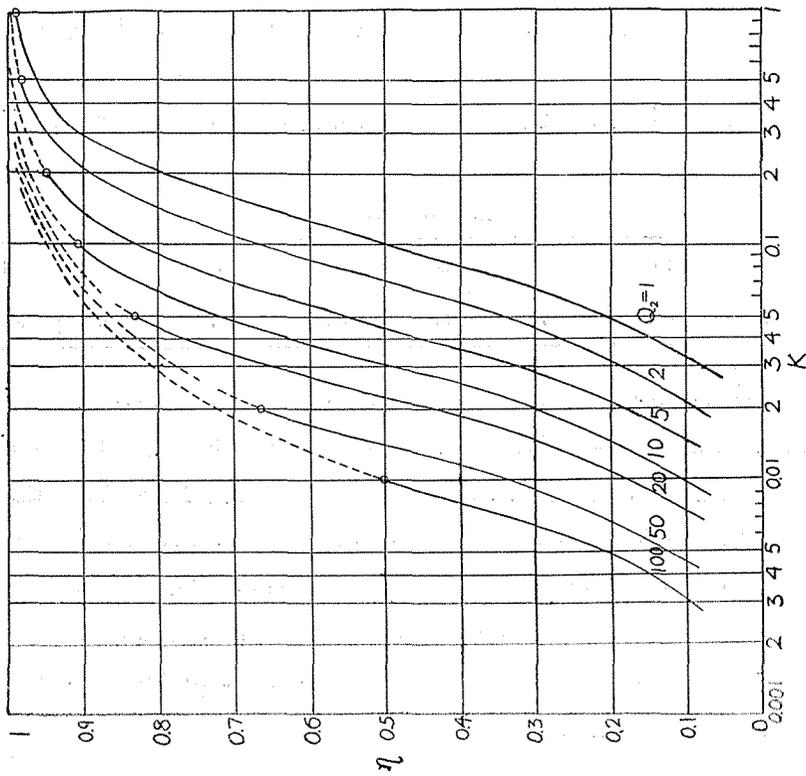
より m/n を求め、逐次近似法により m/n を決定すればよい。而して η の場合と同様 (3.6) 式より直接 m/n を決定しても誤差は極めて少い。故に R_p/R_{p0} 最小の點は η 最大の點と一致する。

§ 4. 結合係数の影響

C_2 即ち m を調整して最大の η 即ち最小の R_p/R_{p0} にした時の K と η 及び R_p/R_{p0} の関係を Q_2 をパラメーターとして描いたのが第 8 圖及び第 9 圖である。但し $Q_1=100$ とした。第 8 圖及び第 9 圖



第9圖 R_p/R_{p0} と K との關係 但し $Q_1=100$
 $m = R_p/R_{p0}$ を最小ならしめる値



第8圖 η と K との關係 但し $Q_1=100$
 $m = \eta$ を最大ならしめる値

に於て。印は臨界結合の點であり、實線は臨界結合以下、點線は臨界結合以上の値である。圖の如く K が大になる程 η は急激に増すが、 Q_2 の小なる範圍では臨界結合後は徐々に増し、 Q_2 の大なる範圍では臨界結合後も可なり急激に増す。それ故適當な η するには Q_2 の小なる時には臨界結合程度にすればよいが、 Q_2 の大なるに従い臨界結合以上の K にしなければならぬ。又或る K の値で Q_2 を増してゆけば臨界結合の Q_2 迄は急激に増してゆくが、臨界結合の Q_2 以上では略々飽和状態になる。尙 R_p/R_{p0} の特性は前述の如く η と逆の特性を示す事は第 8 圖、第 9 圖よりも明らかである。尙 R_p/R_{p0} と K との關係圖は設計の際 K を決定するのに用いれば便利である。即ち發振器の最適陽極インピーダンスが決定すれば R_p/R_{p0} が興えられ、次に Q_2 を興えれば之等を満足する結合係數 K は第 9 圖より決定できる。但し R_{p0} 及び Q_1 は假定する。

§ 5. 負 荷 出 力

發振器の出力は既に發表した如く* 或る陽極インピーダンスの點で最大となり、それより R_p が小となれば急激に減少し、大となれば徐々に減少する。而して二次回路に傳達される電力は發振器出力の η 倍である。二次回路の回路損失を省略すれば P_2 が負荷出力となるが、二次回路の Q_2 が大になれば省略できず、負荷出力 P_2' は

$$P_2' = P_2 \left(1 - \frac{Q_2}{Q_{20}} \right) \dots\dots\dots (5.1)$$

より求められる。但し Q_{20} は負荷無き時の Q_2 である。 $Q_{20}=200$ とした時の $(1-Q_2/Q_{20})$ は第 3 表の如くなり、 $Q_2=100$ に於ては P_2 の半分は回路損失となる。負荷出力は Q_2 が大になれば Q_{20} の値により非常に變化し、而も (5.1) 式より簡単に求めることが出来るので、ここには P_2 の特性に就いて記しておく。

第 3 表

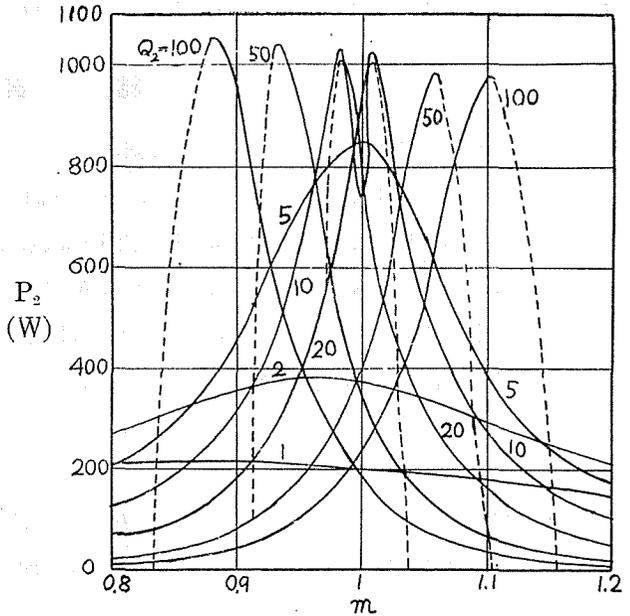
Q_2	100	50	20	10	5	2	1
$1-Q_2/Q_{20}$	0.50	0.75	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995

第 10 圖は m と P_2 との關係を Q_2 をパラメーターとして描いたものである。但し發振器の真空管は SN157、格子漏洩抵抗 $R_g=3k\Omega$ 、反結合係數 $k=0.2$ とし、 $Q_1=100$ 、 $R_{p0}=100k\Omega$ 、 $K=0.1$ とした場合である。之は任意の m に對し第 7 圖より R_p を求め、發振器出力と R_p との關係圖** より發振器出力を求め、第 6 圖より η を求めて P_2 を決定するのである。この例では $R_p/R_{p0}=0.12$ に於て發振器出力最大であり、又 η は R_p の小なる程大となる。故に P_2 は $R_p/R_{p0}=0.12$ になる m 迄は R_p の小になる m 程大となるが、 R_p が更に小になる m に於ては η は徐々に増加するに對し發振器出力は急激に減少する故 P_2 は急激に減少する。この結果 R_p/R_{p0} の最小値が 0.12 以上の Q_2 に對しては

* 黒部：北大工學部彙報，第 5 號，昭和 26 年 3 月，p. 33.

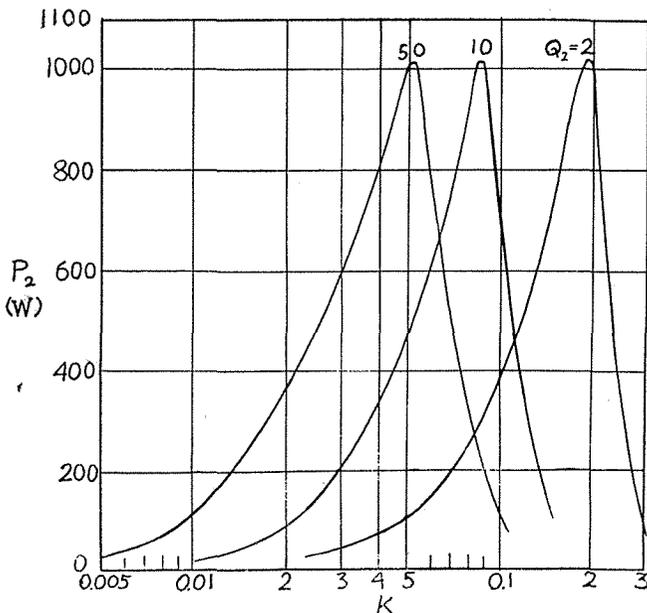
** 黒部：同上.

P_2 と m の関係は η と m との関係と似てゐるがより急峻な曲線を描き、その最大點は一致し單峰性である。而し R_p/R_{p0} の最小値が 0.12 以下になる如き Q_2 に於ては R_p/R_{p0} が 0.12 以下の部分で發振器出力が減少する故双峰性となる。第 10 圖の $Q_2=10$ はこの關係を示してゐる。又臨界結合以上の Q_2 に対しては同様に $R_p/R_{p0}=0.12$ の點が最大點で、それより R_p が減少すれば P_2 は圖の點線の如く急激に減少し、發振が停止するか(圖に於て上周波數の $Q_2=100, 50, 20$ の場合)又は發振周波數が轉換する(圖に於て下周波數の $Q_2=50, 20$ の場合)。 $R_p/R_{p0}=0.12$ になる如き m の點の P_2 は (3.3) 式より發振器出力の $(1-0.12n^2)$ 倍なる故、上周波數より下周波數の方が大であり、その差は Q_2 の大なる程大であるが少しの差である。而し實際の



第 10 圖 P_2 と $m=f_2/f_1$ との關係 但し $K=0.1$
 $Q_1=100$ 眞空管 SN157 $R_p=3k\Omega$ $k=E_g/E_p=0.2$

負荷出力はこの $(1-Q_2/Q_{20})$ 倍なる故 Q_2 の大なる程小になる。



第 11 圖 P_2 と K との關係 但し $Q_1=100, m=\eta$ を最大ならしめる値, 眞空管 SN157 $R_p=3k\Omega$ $k=E_g/E_p=0.2$

又第 11 圖は m を調整して η を最大の状態にした時の K と P_2 との關係を Q_2 をパラメーターとして描いたものである。之は任意の K に対し第 9 圖より R_p/R_p を求め、發振器出力と R_p との關係圖より發振器出力を求め、第 8 圖より η を求めて P_2 を決定するのである。第 11 圖より K の大なるに従い R_p/R_{p0} は減少し P_2 は増加するが $R_p/R_{p0}=0.12$ になる K の値で最大値になり、それより K が增加する時は發振器出力は急激に減少する爲 P_2 は減少する。而して Q_2 の如何に拘らず同様の曲線を

描き P_2 の最大値も殆んど同じである。それ故如何なる Q_2 でも適當な K を選ぶなら P_2 を最大なら

しめる事が出来る。而し實際の負荷出力はこの $(1-Q_2/Q_{20})$ 倍なる故 Q_2 が大なるに従い小となる。

結 言

電力發振器の結合負荷特性に就いて詳細に記したが、その結論は次の如くなる。

1. 臨界結合以上では起り得る發振周波數は 3 個あり、スイッチを入れた瞬間に發生する周波數は $m < 1$ では上周波數、 $m > 1$ では下周波數である。
2. 電力傳送能率 η と陽極インピーダンス R_p とは全く逆の特性を示し η 最大なる點と (R_p/R_{p0}) 最小なる點は一致し、この點は臨界結合以下では $m/n < 1$ 即ち上周波數にあり、臨界結合以上では $m/n = 1$ 即ち中周波數にある。而して中周波數は實際には實現せず、上周波數及び下周波數の夫々不連続點で η 最大、 R_p 最小になる。而して之等の點では周波數變動最大である。
3. Q_2 小なる時に適當な η にするには K を臨界結合係數程度にすればよいが、 Q_2 大なるに従い臨界結合係數以上にしなければならぬ。而して同じ結合係數の時は Q_2 大なる程 η は大である。
4. 二次回路電力は發振器の特性により左右され、發振器出力最大の R_p を與える様な m 、 Q_2 の時に最大となり、ある Q_2 より大なる Q_2 に於ては双峰性となる。又臨界結合以上の Q_2 では上周波數と下周波數に夫々單峰を生ずる。この P_2 の最大値は Q_2 に拘らず大体等しいが、負荷出力は Q_2 が大なる程減少する。