

三相整流子機 (終篇)

(Three Phase Commutator Machines)

松 本 正 則

(設 計 課)

第四章 交流勵磁機

誘導電動機の二次回路に滑り周波数の電壓を與る)

へて力率並に速度制御を行はんとする場合には、
其の低周波電源として整流子機は缺く可からざる
ものである。

誘導電動機の各種の二次勵磁方式を述べる前に
先づ二次給與電壓を有する誘導機の一般性質を考
へてみる。

今 $\dot{V}_1$ = 一次線路電壓

$\dot{V}_2$ = 二次給與電壓

$\dot{E}_1$ = 一次誘導起電力

$\dot{E}_2 = \dot{E}_1$ = 二次誘導起電力

$\dot{I}_1$ = 一次電流

$\dot{I}_2$ = 二次電流

$\dot{I}_m = -\dot{E}_1 Y_m$ = 勵磁電流

$s_1 = r_1 + jx_1$ = 一次漏洩イムピーダンス

$s_2 = r_2 + jsx_2$ = 二次漏洩イムピーダンス

$Y_m = g - jb (= -jb)$ = 勵磁アドミッタンス

s = 滑り

$\tau_1 = s_1 Y_m$

とすれば (上記の値は何れも一相に對する値であ
り且つ一次二次の捲線比を 1 に換算した値を考へ

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_2 &= \frac{s \dot{E}_1 + \dot{V}_2}{s_2} \\ \dot{I}_1 &= -\dot{I}_2 + \dot{I}_m \\ \dot{I}_m &= -\dot{E}_1 Y_m \\ \dot{V}_1 &= -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 s_1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (50)$$

此の基本式より

$$\dot{E}_1 = \dot{E}_2 = -\frac{\dot{V}_1 s_2}{(1 + \tau_1)s_2 + s s_1} - \frac{\dot{V}_2 s_1}{(1 + \tau_1)s_2 + s s_1} \dots\dots\dots (51)$$

$$\dot{I}_2 = -\frac{s \dot{V}_1}{(1 + \tau_1)s_2 + s s_1} + \frac{(1 + \tau_1)\dot{V}_2}{(1 + \tau_1)s_2 + s s_1} \dots\dots\dots (52)$$

$$\dot{I}_1 = \frac{(Y_m s_2 + s) \dot{V}_1}{(1 + \tau_1)s_2 + s s_1} - \frac{\dot{V}_2}{(1 + \tau_1)s_2 + s s_1} \dots\dots\dots (53)$$

$$\dot{I}_1 = \dot{V}_1 \frac{Y_m}{1 + \tau_1} - \frac{1}{1 + \tau_1} \dot{I}_2 \dots\dots\dots (54)$$

以上の關係をベクトルに表せば第三十五圖の様
になる。

air gap power 即ち二次入力は

$$W = 3 [\dot{E}_1 \dot{I}_2]$$

二次機械的出力は

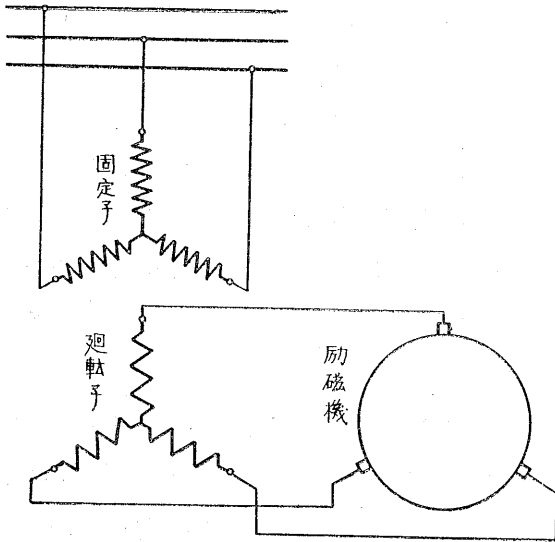
$$W_m = (1 - s)W$$

二次電氣的出力は

$$W_e = sW$$

然して主機の一次損失を無視して一次入力を W

廻轉させれば速度の上昇に連れて誘導電圧は次第に減少して磁束の廻轉速度と進相機の廻轉速度とが一致すれば零になり、更に廻轉速度を増せば誘導電圧の方向が逆になり磁束より 90° 進んだ電圧を發生する事になる。之れが本機の根本原理である。



第三十六圖 Leblanc-Latour 勵磁機接續圖

今 f' = 勵磁機の廻轉周波數

x_a = 線路周波數 f に対する勵磁機の勵磁リアクタンス

E_e = 勵磁機の誘導起電力

とすれば

$$\begin{aligned} E_e &= j(f' - sf) \frac{1}{f} x_a I_2 \\ &= j(a - s) x_a I_2 \dots \dots \dots (55) \end{aligned}$$

茲に $a = \frac{f'}{f}$ である。

此の E_e が即ち二次給與電壓 V_2 になるのであるから (55) 式を (52) 式に代入して

$$I_2 = - \frac{s V_1}{(1 + \tau_1)s + s z_1} + j \frac{(1 + \tau_1)(a - s)x_a}{(1 + \tau_1)s_2 + s z_1} I_2$$

即ち

$$\begin{aligned} -I_2 &= V_1 \frac{s}{(1 + \tau_1)s_2 + s z_1 - j(1 + \tau_1)(a - s)x_a} \\ &= V_1 \frac{s}{r_2' + sr_1 + j\{ -ax_a' + s(x_a' + x) \}} \dots \dots \dots (56) \end{aligned}$$

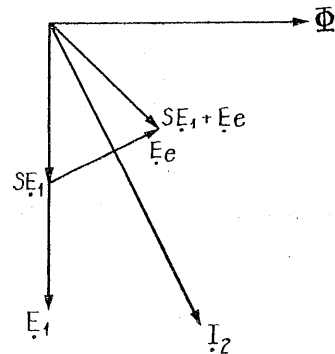
但し

$$x = x_1 + (1 + \tau_1)x_2$$

$$x_a' = (1 + \tau_1)x_a$$

$$r_2' = (1 + \tau_1)r_2$$

此のベクトル圖を第三十七圖に示す。



第三十七圖 Leblanc-Latour 勵磁機を使用する場合のベクトル圖

(56) 式は圓線圖に表し得る形であつて圓の中心

の坐標は

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \frac{V_1}{2} \frac{r_2'}{ar_1x_a' + r_2'(x_a' + x)} \\ \eta &= \frac{V_1}{2} \frac{ax_a'}{ar_1x_a' + r_2'(x_a' + x)} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (57)$$

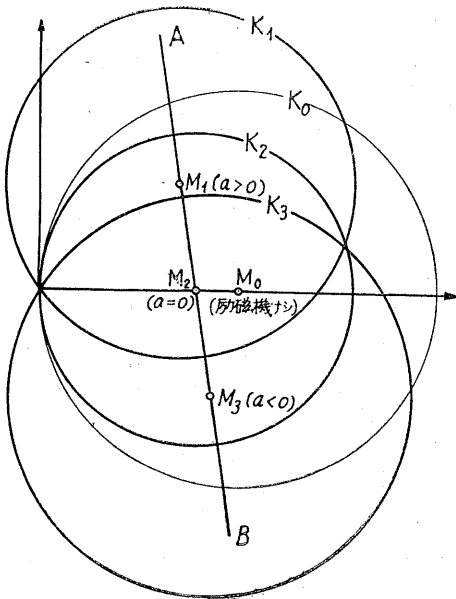
(57) 式より a を消去すれば

$$\eta = \frac{V_1}{2r_1} - \frac{x_a' + x}{r_1} \xi \dots \dots \dots (58)$$

之即ち勵磁機を速度を變化した場合の圓線圖の中心の軌跡を表すものである。圖に示せば第三十八圖の直線 AB で表される。

(56) 式よりみるに $s=0$ の場合は必ず $I_2=0$ になるから此の圓線圖は必ず原點を通過する。以上の點を考へれば I_2 を表す圓線圖の變化は第三十八

圖のようになる。



第三十八圖 Leblanc-Latour 勵磁機を使用
せる場合の圓線圖

$-I_2$ の圓線圖の尺度を $\frac{1}{1+\tau_1}$ 倍し原點を $V_{11} \frac{Y_m}{1+\tau_1}$ だけ移動して考へれば此の圓線圖は I_1 を表すものと考へてよい。即ち無負荷速度は勵磁機のない場合と變らないが、負荷の増すと共に力率が著しくよくなり遂に最高力率に達し然る後は負荷の増すと共に力率は再び低下する。

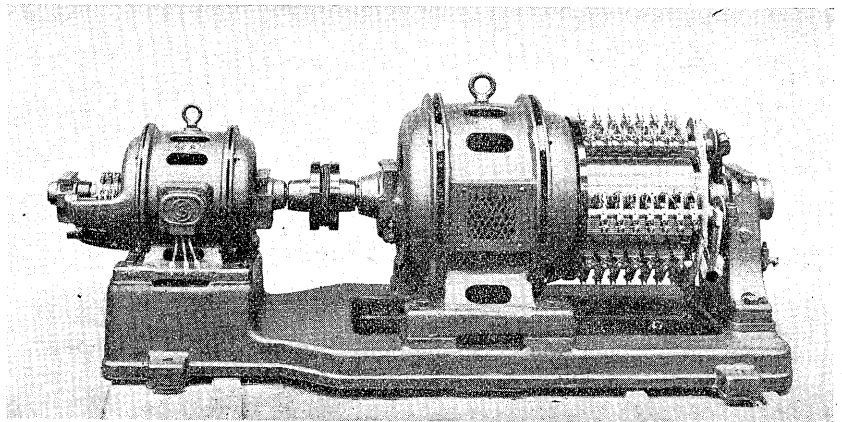
實際には磁氣回路に相當磁氣飽和を來すから I_2 の増すと共に x_a が減少して進相容量の増加を抑止するので比較的廣範圍の負荷に對して略一定の力率を與へる事

が出来る。此の勵磁機は接續が至つて簡單で取扱ひに手数を要する事なく目的の高力率が得られるので mill motor 等に廣く用ひられて居る。第三十九圖は此の種の勵磁機を示し、第四十圖は之れを接續した誘導磁動機の代表的な力率特性を示す。

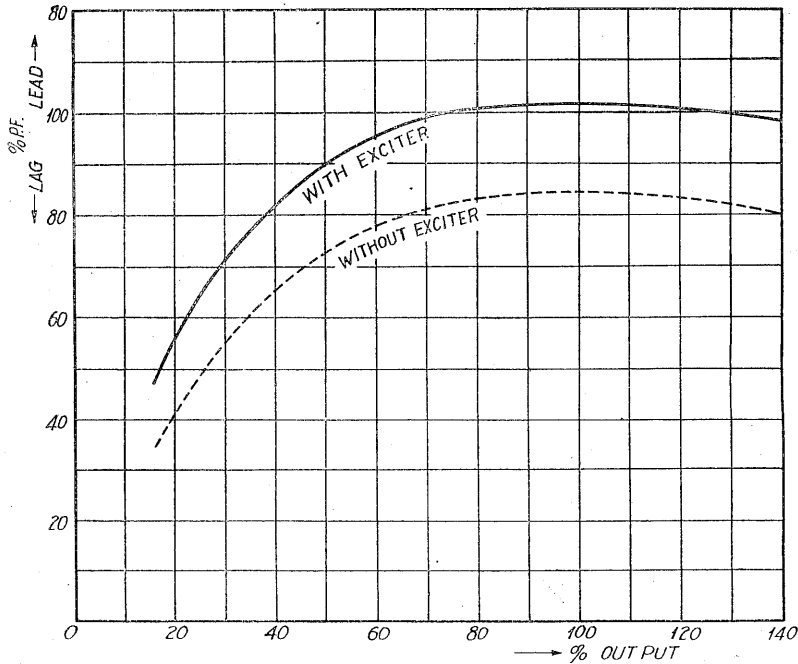
(2) 直捲勵磁機

此の勵磁機は Leblanc-Latour 勵磁機の固定子に直捲捲線を備へたものであつて、刷子の移動に依つて特性を調整するのを目的として居る。固定子及び廻轉子の接續は第四十一圖に示す如く三相直捲電動機と全く同様（但し中間變壓器は使用しない）であるから、其の起磁力及び起電力の關係は前記の直捲電動機の場合と同様になる。

以上を考慮して主機の二次回路のヴェクトル圖を引けば第四十二圖を得る。圖に於て ρ を刷子角とすれば勵磁機の固定子起磁力 F_{es} は I_2 と同相に生じ、之れより ρ だけ遅れた廻轉子起磁力 F_{er} との合成起磁力 F_e で勵磁機の界磁束 Φ_e を作る。然して此の Φ_e より 90° 遅れて固定子起電力 E_{es} を誘導



第三十九圖
宇部セメント株式會社殿納入 12kVA Leblanc-Latour 勵磁機

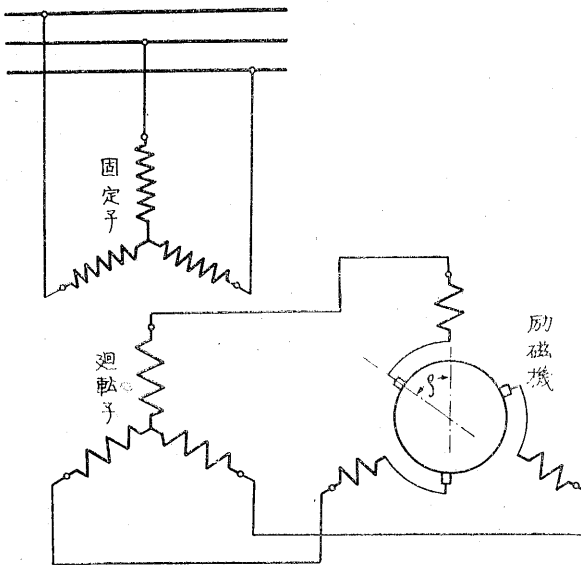


第四十圖 自勵式勵磁機を有する誘導電動機の力率特性

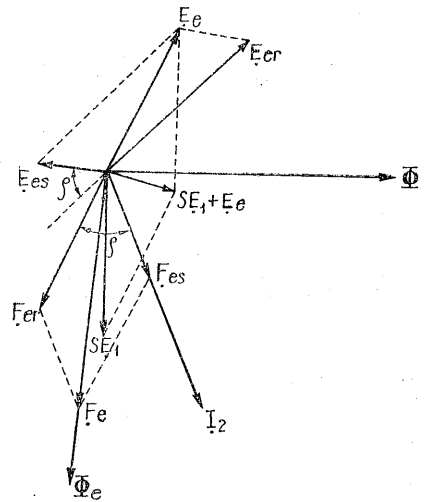
し、之れより $(\pi - \rho)$ だけ遅れて(廻轉子は超同期速度で廻轉する故)廻轉子起電力 E_{cr} を誘導して兩者の合成値 $E_e = E_{es} + E_{cr}$ が勵磁機の電壓になる。

廻轉子及び固定子の有効捲線比を u 、固定子の線路周波數に對する勵磁リアクタンスを x_a とすれば次の關係が成立する。

$$F_e = F_s(1 + u \varepsilon^{-j\rho})$$



第四十一圖 直捲勵磁機接續圖



第四十二圖 直捲勵磁機のベクトル圖

$$\dot{E}_s = -jsx_a \dot{I}_2 (1 + u\varepsilon^{-jp})$$

$$\begin{aligned} \dot{E}_r &= \frac{s-a}{s} u \dot{E}_s \varepsilon^{-j(\pi-p)} \\ &= ju(a-s)x_a \dot{I}_2 (1 + u\varepsilon^{-jp}) \varepsilon^{jp} \end{aligned}$$

従つて

$$\begin{aligned} \dot{E}_e &= \dot{E}_s + \dot{E}_r \\ &= jx_a \dot{I}_2 (1 + u\varepsilon^{-jp}) \{u(a-s)\varepsilon^{jp} - s\} \\ &= jx_a \dot{I}_2 \{u \cos \rho (a-2s) + u^2(a-s) - s \\ &\quad + j a u \sin \rho\} \dots \dots \dots (59) \end{aligned}$$

$$\therefore \dot{I}_2 = -\frac{sV_1}{(1+\tau_1)z_2 + s z_1} + jx_a \dot{I}_2 \frac{\{u \cos \rho (a-2s) + u^2(a-s) - s + j a u \sin \rho\}(1+\tau_1)}{(1+\tau_1)z_2 + s z_1}$$

$$\text{即ち} \quad -\dot{I}_2 = V_1 \frac{s}{r_2' + a u x_a' \sin \rho + s r_1 + j\{-u a x_a'(u + \cos \rho) + s[x + x_a' + u x_a'(u + 2 \cos \rho)]\}} \dots \dots \dots (60)$$

茲に x, r_2', x_a' は前の Leblanc-Latour 勵磁機の場合と同様の値を表す。

(60)式も亦圓線圖に表し得る形であつて中心の坐標は

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \frac{V_1}{2} \frac{r_2' + a u x_a' \sin \rho}{u x_a' r_1 (u + \cos \rho) + \{r_2' + a u x_a' \sin \rho\} \{x + x_a' (1 + u^2 + 2 u \cos \rho)\}} \\ \eta &= \frac{V_1}{2} \frac{u x_a' (u + \cos \rho)}{u x_a' r_1 (u + \cos \rho) + \{r_2' + a u x_a' \sin \rho\} \{x + x_a' (1 + u^2 + 2 u \cos \rho)\}} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (61)$$

此の中心は刷子を移動して ρ を變へるに従つて種々の位置へ来る。依つて ρ を調整すれば或る程度まで力率を調整し得るのである。但し此處に注意す可きは直捲勵磁機に於ては $\rho=0$ 或は π の場合以外は其の電流、電壓間に有効分が存在するから勵磁機は電動機又は發電機として作用し、主機の力率制御と同時に幾分負荷速度制御も行ふ事になるのである。

自勵式交流勵磁機には其の他固定子に分捲捲線又は短絡捲線を有するもの、主機の二次電壓を勵磁電壓とする低周波發電機を用ふるもの等があるが此處では説明を省略する。何れにしても此の種の勵磁機は主機に二次電流が流れて (或は二次電壓が現れて) 始めて効力を發揮するものであるか*

*ら主機の無負荷力率を制御する事は出来ない。依つて非同期進相機等の如き目的に對しては是非共他勵式勵磁機を使用する必要がある。

(b) 他勵式交流勵磁機

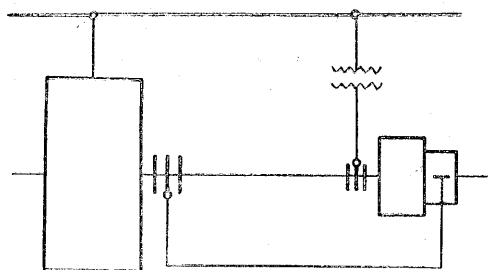
(1) 整流子型周波數變換機

本機は整流子及び滑動環を有する廻轉子を主體とし、小型のものでは固定子を置かずに溝を廻轉子鐵心の内部に置いて鐵心の外側の部分で磁束の

歸路を形成させて居るものもある。滑動環は廻轉子捲線の互に 120 電氣度を距てた三點から引出し、整流子上の刷子も亦 120 電氣度の間隔に置く。此の滑動環側に線路周波數の電壓を加へ、主機と直結 (主機と勵磁機の極數が等しい場合) 又は齒車結合 (極數の異なる場合) して磁束の廻轉方向と反對に廻轉させれば、整流子の周波數變換作用に依つて刷子には必ず主機の滑り周波數の電壓が現れる。此の電壓の位相は刷子の位置に依つて變り、大きさは滑動滑電壓に依つて定まる。

此の勵磁方式に依る接續圖を第四十三圖に示す。刷子移動の角を α 、勵磁變壓器の變壓比を u とすれば刷子電壓即ち主機の二次給與電壓は

$$\dot{V}_2 = -u \dot{V}_1 \varepsilon^{j\alpha} = -\dot{V}_1 (\lambda + j\mu) \dots \dots \dots (62)$$



第四十三圖 整流子型周波數變換機接続圖

で表される。此の関係を前の一般式(53)に入れれば

$$\begin{aligned} I_1 &= V_1 \frac{Y_m s_2 + s}{(1 + \tau_1) s_2 + s s_1} - V_2 \frac{1}{(1 + \tau_1) s_2 + s s_1} \\ &= \frac{V_1}{(1 + \tau_1) s_2 + s s_1} \{ Y_m s_2 + s + \lambda + j\mu \} \\ &= \frac{\lambda + s(1 + \tau_2) + j(\mu - br_2)}{(1 + \tau_1) r_2 + (r_1 + jx)s} V_1 \dots\dots\dots (63) \end{aligned}$$

$$\text{茲に } \tau_2 = bx_2, \quad x = x_1 + (1 + \tau_1)x_2$$

である。

(63)式は又圓線圖に表し得る形であつて其の中心の坐標は

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \frac{V_1}{2xr_2(1 + \tau_1)} \{ (1 + \tau_1)(1 + \tau_2)r_2 \\ &\quad + br_2x - r_1\lambda - x\mu \} \\ \eta &= \frac{V_1}{2xr_2(1 + \tau_1)} \{ br_1r_2 + x\lambda - r_1\mu \} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (64)$$

$\lambda = \mu = 0$ 即ち勵磁機のない場合の圓線圖の中心

$$\begin{aligned} \xi_0 &= \frac{V_1}{2x(2 + \tau_1)} \{ (1 + \tau_1)(1 + \tau_2) + bx \} \\ \eta_0 &= \frac{V_1}{2x(1 + \tau_1)} br_1 \end{aligned}$$

に原點を移動して考へれば(64)式に示す中心の坐標は

$$\left. \begin{aligned} \xi' &= -\frac{V_1}{2xr_2(1 + \tau_1)} (r_1\lambda + x\mu) \\ \eta' &= \frac{V_1}{2xr_2(1 + \tau_1)} (x\lambda - r_1\mu) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (64a)$$

上式より λ を消去して $\mu = \text{一定}$ の場合の中心の軌跡を求めれば

$$x\xi' + r_1\eta' = -\frac{\mu V_1}{2xr_2(1 + \tau_1)} (x^2 + r_1^2)$$

で表される直線になる。此の直線の原點よりの距離は $\frac{\mu V_1}{2xr_2(1 + \tau_1)}$ で與へられ、横軸に對する傾斜は $\tan^{-1}(-\frac{d\eta'}{d\xi'}) = \tan^{-1}(-\frac{x}{r_1})$ である。

同様に $\lambda = \text{一定}$ の場合の軌跡も直線で其の原點よりの距離は $\frac{\lambda V_1}{2xr_2(1 + \tau_1)}$ 、横軸をなす傾斜の角は $\tan^{-1}(-\frac{r_1}{x})$ になる。

次に(63)式よりみるに $s = \infty$ に對應する I_1 の値は λ, μ に無關係であつて

$$I_1 \infty = V_1 \frac{1 + \tau_1}{r_1 + jx} \dots\dots\dots (65)$$

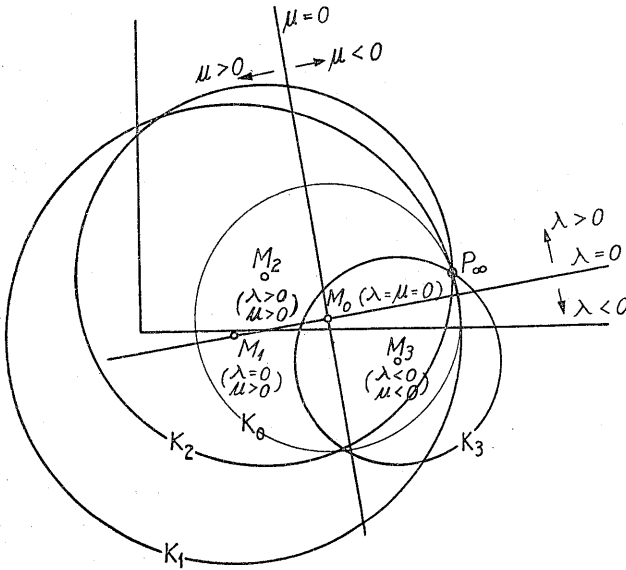
で與へられるから、 I_1 の圓は必ず此の點を通る事になる。

従つて λ, μ に依る圓線圖の變化は第四十四圖のようになる。即ち無負荷電流 I_0 は μ に依つて著しく變り、 μ を充分大きくすれば無負荷進電流を流す事も出来るから非同期進相機として使用し得るのである。

(2) 補償捲線附整流子型周波數變換機

前記の周波數變換機では容量が大きくなれば整流に困難を來すので固定子に補償捲線を置いて廻轉子に對する有効捲線比を1にし、且つ兩者の磁氣軸を反對方向にして廻轉子の負荷電流による起磁力を補償させる。従つて滑動環からは主機の二次電流の大小には關係なく勵磁機の界磁束を作る爲めの勵磁電流のみが流入するに過ぎない。

本機に於ては刷子を移動して V_2 の位相を調整せんとすれば同時に固定子も移動しなければならないのであつて、刷子のみを移動すれば固定子の完全なる補償作用は失はれる事になる。依つて通常刷子の移動は行はず滑動環電壓の位相を調整する様にする。此の目的には第四十五圖に示す如く



第四十四圖 I_1 の圓線圖
(整流子型周波數變換機による二次勵磁)

特殊の誘導電壓調整器或は別に勵磁用同期電動發電機を使用する。

刷子に現れる電壓は前の整流子型周波數變換機と同様に $-V_1(\lambda + j\mu)$ であるが、端子に至るまでの間に固定子を通り此處で必ず $-V_1(\lambda + j\mu)s$ の電壓降下を生ずるから、勵磁機の端子に現れる電壓即ち主機に加はる二次勵磁電壓は

$$V_2 = -V_1(\lambda + ju)(1-s) \dots\dots\dots (66)$$

之れを一般式に代入して

$$I_1 = V_1 \frac{\lambda(1-s) + s(1+\tau_2) + j[u(1-s) - br_2]}{(1+\tau_1)r_2 + (r_1 + jx)s} \dots\dots\dots (67)$$

此の式も亦圓線圖に表し得る形であつて、圓の中心の坐標を求めれば

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \frac{V_1}{2r_2s(1+\tau_1)} [(1+\tau_1)(1+\tau_2)r_2 + br_2x - \lambda r - \mu x] \\ \eta &= \frac{V_1}{2r_2s(1+\tau_1)} [br_1r_2 + \lambda x - \mu r] \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (68)$$

但し茲に

$$r = r_1 + (1+\tau_1)r_2$$

次に(67)式よりみるに $s=1$ に對應する短絡電流の値は λ 及び μ は無關係で必ず

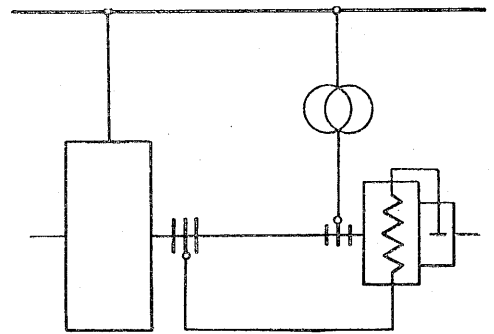
$$I_{1(s=1)} = V_1 \frac{(1+\tau_2) - jbr_2}{r + jx} \dots\dots\dots (69)$$

になる。依つて此の點は總ての圓線圖に共通の點である。又(68)よりみるに圓の中心の坐標は、前の整流子型周波數變換機の場合の式に對して r_1 を r で置換へれば略々同一になる。依つて以上の二點を考慮に入れれば容易に第四十四圖の如き圓線圖を求め得るのである。

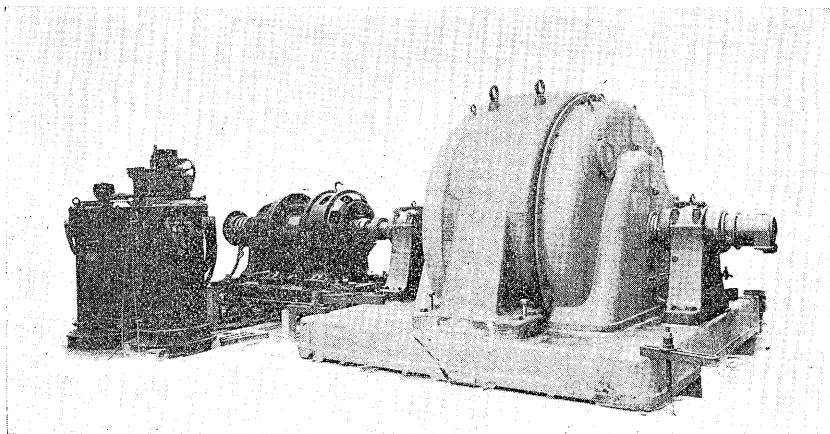
第四十六圖は此の種の勵磁機を使用した非同期進相機である。

(3) 低周波發電機に依る二段勵磁方式

大容量の機械になれば周波數變換機と主機の間に滑り周波數の電力の増幅機として整流子型の低周波發電機を使用する。低周波發電機の原理は直流發電機の界磁を交流で勵磁すれば刷子には界磁電流と同一周波數の交番電壓を發生する點を利用



第四十五圖 補償捲線附整流子型周波數變換機接續圖



第四十六圖 京都電燈株式會社殿納入3000kVA非同機進相機

したものである。固定子は突出極型であつて構造上 360 電氣度の空間に 120 電氣度の間隔で三個の磁極を置き、各に三相の勵磁捲線を施して全體として三磁極毎に N, S の磁極を形成させる様になつて居る。同時に又補償捲線及び整流極を置いて整流の困難を除くのである。

本装置を應用した代表的の接續を第四十七圖に示す。

今低周波發電機の界磁回路のイムピーダンスを

$$z_3 = r_3 + jsx_3$$

とし、周波數變換機の電壓を

$$V_3 = -V_1(\lambda + j\mu)$$

とすれば主勵磁機（低周波發電機）の界磁電流は

$$I_3 = \frac{V_3}{z_3} = -\frac{V_1}{z_3}(\lambda + j\mu)$$

主勵磁機に發生する起電力は磁氣回路の飽和を無視すれば界磁電流並に廻轉速度に比例する。依つて速度を一定にすれば低周波發電機の發生起電力は次式で與へられる。

$$E_c = cI_3 = -V_1 \frac{c}{z_3}(\lambda + j\mu)$$

茲に c は磁氣飽和を考へなければ機械の設計によ

る定數である。

此の E_c が主機の滑動環に加はるのであるから主機の二次勵磁電壓は

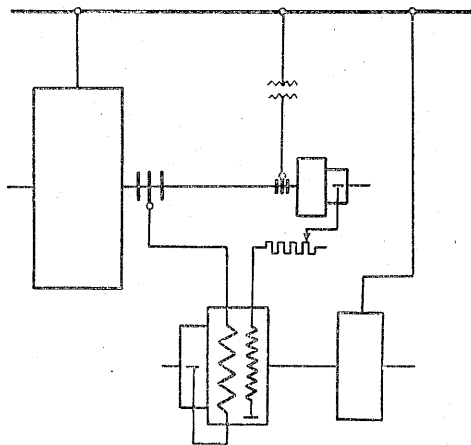
$$V_2 = -V_1 \frac{c}{z_3}(\lambda + j\mu) \dots (70)$$

上式に於て z_3 の中 sx_3 を考慮にとると問題が複雑して来るから

滑りが極く小さくて r_3 に對して sx_3 を無視し得る場合を考へれば（事實滑りが少し大きくなれば sx_3 の影響は頗る重大になつて種々不都合を起すから斯かる場合には外部的の方法に依つてリアクタンスを補償する必要が生じて来るのである）

$$V_2 = -V_1 \frac{c}{r_3}(\lambda + j\mu) \dots (70a)$$

此の式は前の(62)式と全然同様の形であつて唯電壓が $\frac{c}{r_3}$ 倍に増幅されて居るに過ぎない。従つて主機の特性も中間に増幅機として低周波發電機を挿入したゞけて整流子型周波數變換のみを用ひ



第四十七圖 二段勵磁機方式接續圖

た場合と全く同様になる。二次給與電壓の調整には周波數變換機の電壓を加減してもよいし、又主勵磁機の界磁回路に加減抵抗器を用ひてもよい。

又主勵磁機は別の電動機を用ひて運轉しないで主機に直結しても差支へない。此の場合には速度

が $(1-s)$ に比例するから主勵磁機の電壓は

$$V_2 = E_0 = -V_1 \frac{c}{f_s} (1-s)(\lambda + j\mu) \dots\dots (70b)$$

になり、前の補償捲線附整流子型周波數變換機の場合と同様になる。(終)

高 聲 器 の 出 力 と 室 の 大 い さ

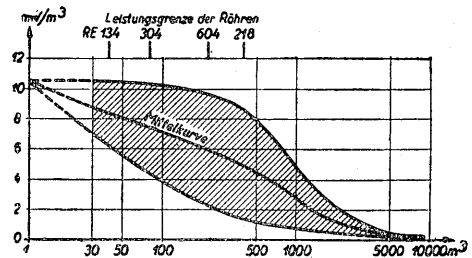
近時都會の騒音の問題が喧しくなり、高聲器の音を聴取出来る程度に成る可く小さくする様當局から注意されて居ますが、その程度たるや頗る不徹底なもので、受信器から生ずる雑音、受信器及空中線の配置の良否に基因する雑音等が到來電波の大いさに對する妨害の程度の多い程放送機及放送技術の悪い程高聲器の音を高めねば聴取が困難であります故、謂ふべくして行はれぬ言であります。

一體受信器内から發生する雑音の原因の中最も多いのは絶縁不良から來るもので、次は部分品の質の粗惡のため電氣的相互關係が適切でない事、過負荷即ち音を大きくし過ぎる事から起ります。配置の良否に就て云へば、空中線が最も敏感で、他の饋電線や高周波裝置に接近せしめることは禁物であります。尙空中線は短い程影響され易く、又遠距離受信の場合には、所謂容量性空中線を使用すれば空電の妨害を免れ得ません。其他交流式受信器にあつては、電源側の進行波等に影響されます。

然し、之等の中殆んど大抵は雑音防止裝置を新たに添加するか、さもなくば、配置其他の僅かの變改で緩和されますが、受信器自體の質の改善は容易に行はれるものではありません。従つてこの問題は今更急に解決し様としても無理であつて、放送當局が新設の受信機に對しては検査を行つて使用せしめねば、

惡貨は良貨を驅逐するの譬に洩れず永久に改善の望は見出せません。

而して騒音は上述のやうな雑音から由來するのみでなく、室の大いさに對して音が大きすぎる程、又室が大きすぎる程多くなりますから、高聲器の出力を適當に擇ぶ必要があります。勿論室内の反響の特性に依つて多少の相違がありますが、次に示す表は種々の實驗



Telefunken 眞空管 RE134, 304, 604等は夫々出力 0.5W; 0.8W; 2W. の終段増幅眞空管; 八疊間(高さ九尺)は 36m³ に相當す。

の結果發表されたもので、大略の見當を與へるものと言へます。此の表は 50-5000m³ の音域に對し略々一様の増幅と、且音の強弱の比(獨逸では大略 1:25 以内に調整す)が相當大である音樂等の聴取とを考慮に入れてありますがこの程度の値が適當であつて、筆者の経験に依れば、八疊間、高さ九尺に對し眞空管 RE134 を使用した場合窓を廣く明け放さぬ限り屋外には騒音は殆んど洩れず、又ニュース支の聴取にはこのも以下の出力でも充分であります。



＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。