

三極真空管による直流電動機の世界調整に就て

今村重三郎

(Fusi Denki Sizo K.K.)

直流電動機の世界の變化は、その勵磁電流を變化することによつて得られる。然してこの勵磁電流の變化は、電動機の廻轉數に關聯して繼續的に行はるゝものと、斷續的に行はるゝものと二方式がある。

扱て從來の調整装置に於ては、その調整を支配すべき機官として専ら機械的及び電磁的繼電器が利用せられてゐたが、この繼電器にはその質量と磁氣的牽引力に原因する時間の遅れがあり、その上繼電器には或る最底の要求限度 (Untere Ansprechgrenze) がある。つまりある限度以下の變化に對しては繼電器の作動を望むことが出來ないのであつた。三極真空管を使用すれば前述の缺點を全く除くことが出來るから、極めて理想的に速度調整を行ふことが出來る。

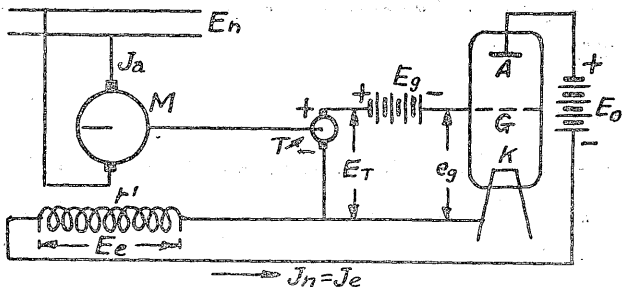
それ故に本装置は極めて精密なる速度調整の要求せらるゝ場合に用ゐらるべきである。

電動機の世界調整の問題に關しては、シーメンス社は多年の經驗を有し、不斷の研究を續けつある。最近シ社よりの便りによれば、本方式に關しては既にその實驗的行程を終了し、今や製品として實際の目的に利用し得る日も間近かであらうことを報道して來た。實に本装置の完成こそは、唯にシ社一個の誇たるばかりでなく、正密速度調整を要求するところの製紙、紡績工業乃至航空研究界に於ける大なる喜びでなくてはならぬ。

次に本装置の世界調整方式、不感應度、始動時間、精密度、感度及び其調整範圍に就いて簡単に述ぶるであらう。

調整装置の運轉方式

第一圖 a は本装置の基本結線圖であつて、M は世界の調整せらるべき他勵磁直流電動機、T はこれに直結されたタクメーターダイナモである。タクメーターダイナモは廻轉數の精密なる指示器として働き、調整に必要な Impulse を與ふる役目を勤める。電池 E_g は所要廻轉數によつて定められた標準電壓にして、タクメーターダイナモの電壓 E_t に對し接続されてゐる。A は真空管のアノード



第一圖 a

空管のアノード

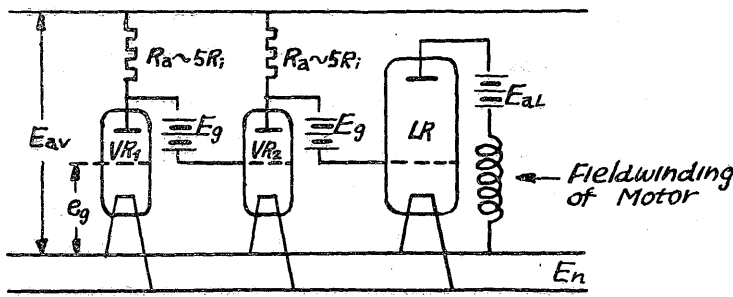
G はそのグリッド

K はカソードである。

今電動機 M が一定電壓 E_n に於て、或る負荷を以て運轉してゐるとき、若し電動機の世界減少したりとせば、タクメーター

ダイナモの電壓は之に應じて減少するであらう。その時の所要廻轉數に應じて豫め定められた

處の標準電壓 E_g は常に一定に保たれてゐるから、グリッドの電位 e_g はカソード K に對して ne-



第一圖 b

gative に強くなる。
 e_g のカソードに對する negative potential が強くなれば、真空管の Emission current が減少し、同時に勵磁電流が減少しその結果と

して電動機の世界は増加せられる。この場合新しき平衡状態は、直指的に或は抑制振動の形に於て得られる。

この新しき平衡状態に達するための、電動機の交替的加速と減速は、調整の一行程の後にはもはや再び起ることなく、廻轉數は一定である。

不 感 應 度

タコメーターダイナモの發電子電壓は、電動機の廻轉數の如何なる微細の變化によつても變化される。且又真空管の特性曲線(第二圖)上に於ける常規の作動點は $J_s > J_e > 0$ なる範圍に有るから、グリッドの電位の變化は必ず Emission current の變化を結果するのである。然して勵磁電流 J_n は Emission current J_e と相等しき故に、所要廻轉數より deviate した全額だけ常に再び廻轉數の變化が結果されるであらう。

本調整装置は繼電器の有する如き最底の要求限度を持つにぬ、故に不感應度は零である。

始 動 時 間

タコメーターダイナモの電壓は一定の勵磁に於てはその廻轉數に正比例する。更に真空管内に於ける傳達速度 t は $t < \frac{1}{10^8}$ 秒であり然かも調整装置の機械的質量乃至磁氣的牽引力による時間の遅れなしに作動する。故に實際に起るべき最後の調整時間は、唯電動機内の誘導作用とその機械的質量によつて制限されるだけである。

精 密 度

標準電壓 E_g 、タコメーターダイナモの勵磁電流及び真空管の熱電流等が完全に一定に保たれる場合は、前述の値それ自身が最後の値である。その最後の値は調整方式の principle より求めることが出来る。

今 R を電動機の電動子回路の抵抗、 J_a を電動子電流、 k を定數とせば、電動機の一定の端子電壓 E_n の下に或る負荷を以て運轉してゐる場合、電動機の角速度 Ω を一定に保つための界磁

電流の變化は次の式にて表はすことが出来る。

$$\Omega = k \frac{E_n - R_j a}{J_n} \quad (1a)$$

勵磁の變化は次の眞空管の制御電壓 eg と Emission current ie との間の關係より明かなる如く一定の熱及びアノード電壓に於ては、唯制御電壓 eg を變化することによつて可能である。

$$i_n = i_e = S' eg \quad (1b)$$

S' は眞空管の特性曲線の Gradient (傾度) である。

更に制御電壓 eg は第一圖 a によつて

$$eg = Et - Eg$$

$$Et = a \Omega$$

と表はすことが出来る。之等を方程式 (1b) に代入して

$$J_n = S' (a \Omega - Eg) \quad (1c)$$

電動機の廻轉數は他の運轉條件そのものには全く無關係で、單に勵磁電流にのみ關係する。

然し乍ら方程式 (1a) より明かなる如く、速度の變動を來すべき原因が絶え間なく連續的に起りつゝある場合の廻轉數の變化を完全に調整し終ることは不可能である。これは靜力學的調整法に屬するのである。然し乍ら本装置の速度調整の精密度は、實に驚くべき程度に高きことは次の説明より明かであらう。

感 度

本調整方式に於ては界磁即ち勵磁電流の變化は電動機の廻轉數の變化によつて結果されねばならない。それ故に電動機の角速度の變化 ω の單位に對する勵磁電流の變化 i_n の感度を Δi とせば

$$\Delta i = \frac{i_n}{\omega} [\text{A.Sec}] \quad (2a)$$

なる式で表はされる。更に角速度の單位に對するタコメーターダイナモの端子電壓 e_0 は

$$e_0 = \frac{Et}{\Omega} [\text{V.Sec}] \quad (2b)$$

である。

故に第一圖 a によつて界磁捲線の抵抗 r' オーム、眞空管の内部抵抗 R_i オーム、無負荷の Gradient S アンペア/ヴォルトとせば、眞空管に於て知られたる $ie = eg$ なる式によつて、感度は次の式にて表はすことが出来る。

$$\Delta i = \frac{S}{1 + \frac{r'}{R_i}} e_0 \quad (2c)$$

發電子電壓 100 乃至 500V のタコメーターダイナモは、速度 $n = 1500 \text{rpm}$ 即ち角速度 $\Omega = 157 [1/\text{s}]$ に於て

$$\text{約 } e_0 = 1-3 [\text{V.Sec}] \text{ である}$$

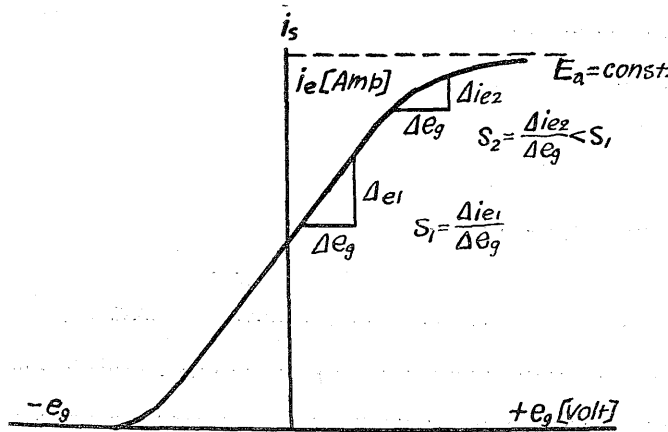
飽和電流 0.1 乃至 5 アンペアの眞空管に於ては、Gradient S は次の如くである。

$$S = 2 - 8 \cdot 10^{-3} \text{ アンペア/ヴォルト}$$

それ故にこの真空管の感度は、極大の入力の場合（内部抵抗と外部抵抗と等しき場合）

$$\Delta i \text{ max} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{1+1} \cdot 3 = 12 \cdot 10^{-3} \text{ [A} \cdot \text{Sec]}$$

にまで達することが出来る。



第二圖

唯直線の部分にのみ擴がり、グリッド電流は何等の役目をも動めない様に一組の真空管が排列される。それ故に n 個の増幅真空管と一個の容量真空管とを用いた場合の感度 Δi は次の如く表はすことが出来る。

$$\Delta i = V_1 \cdot V_2 \cdot \dots \cdot V_n \cdot \frac{S}{1 + \frac{r'}{R_i}} \cdot e_0 \text{ [A} \cdot \text{Sec]} \quad (2d)$$

各増幅真空管に於けるアノード回路の抵抗 R_a が真空管の内部抵抗 R_i の約五倍に選ばれた場合は、實際に存在するアノード電壓に於て最大の増幅率 V が得られる。

増幅真空管がその電壓の増大と最後の真空管を除き、單に調整容量のみを供給する場合は、一つの真空管に對し増幅率 $V=12$ と容量真空管の平均の Gradient $S=5 \cdot 10^{-3}$ アンペア/ヴォルトを以て計算されることが出来る。感度 Δi はそれ故に第一表に示せる如く真空管の數に比例して驚くべき程度に大なる値に達することが出来る。該表は又 (2a) なる式の到達し得べき勵磁電流の變化をも表してゐる。

増幅真空管の數	0	1	2	3
$e_0 = 3$ [V.Sec] なる場合の Δi [A.Sec] の値	0,0075	0,09	1,1	13,0
$e_0 = 3$ [V.Sec] 及び $\omega \infty = 1\%$ なる場合の i_n [A] の値	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$14,4 \cdot 10^{-3}$	0,17	2,1

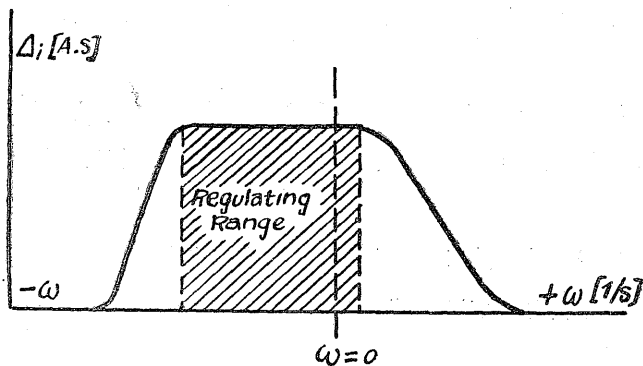
より高い感度は調整装置に對し抵抗を増加することによつて達せられる。然かもインダクタンスやキャパスタンスがないために、これらによる時間の遅れや振動なしに作動されることが出来る。

第一圖 b は本方式の特種の装置を示す。本装置に於ては各々の真空管内に起り得べき最大の變動は、 $ie-eg$ なる特性曲線の

本表によれば増幅真空管は實際に於て益々必要であること、又電動機の高速度の場合は、二乃至三個の真空管で充分であることが分るであらう。然して勵磁電流 $i_m=2A$ は約 100kw の容量までの電動機を制御することが出来る。

調整範圍

與へられた調整器の感度は、その全真空管装置の特性曲線の形によつて異り、方程式 (2d) は最大の感度を與ふるものである。Gradient(第二圖のS)が減少せば、真空管のEmission current及び飽和電流が零に近づく。



第三圖

第三圖は制御電壓或は角速度の deviation に対する感度の關係を示すもので、本圖より調整装置の調整範圍は直ちに了解せらるゝであらう。同じ値の感度に於ては、全特性曲線の直線の部分が長い程調整範圍は長いのである。又感度の益々高くなる同じ長さの特性曲線に於ては調整範圍は狭くなる。

それ故に同じ調整範圍を得るためには、Emission current の大なる真空管を撰擇せねばならぬ。

結局調整範圍は増幅真空管の制御範圍と、最後の真空管の容量によつて制限され、そして制御さるべき Emission current は次の範圍内にあらねばならぬ。

$$i_s > \Delta i \omega_{\max} >> \Delta i \cdot \omega_{\infty}$$



*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。