

# 自動調整及びその監視について

On the Automatic Control and its Observation

技術部 秋山 茂

## I. 自動調整器について

### 1. 概 論

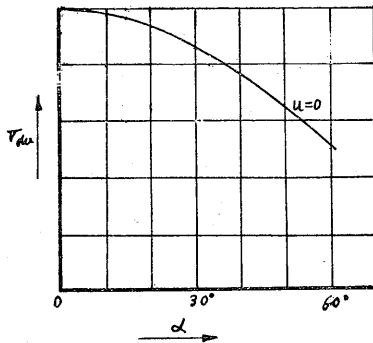
接触機構は二つの自動調整器により操作される。

- (1) 定電流調整器
- (2) 重り角自動調整器

この二つの調整器の間には乱調を防止する爲に差動機構が設けられる。この爲に互に無関係に、その動作が傳達される様になって居る。

### 2. 定電流調整器

理論の項にも明らかな様に、電圧波形に対して整流の始まる閉成位置を遅らせることにより直流電圧調整が可能である。



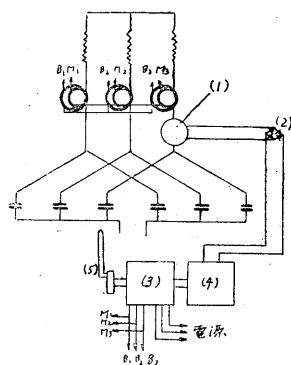
第1図  $\alpha$  と  $V_{du}$  の関係  
Fig. 1. Relation betw.  $\alpha$  and  $V_{du}$

直流電圧  $V_{du}$  は電圧制御角  $\alpha$  (整流遅れの角) により第1図の如く変化する。

$\alpha$  の調整は同期電動機の固定子を回転方向と逆に廻すことにより行われ、定電流装置は、

負荷電流に應じて、自動的に  $\alpha$  を調整することにより行われる。

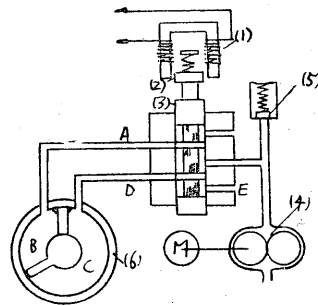
第2図はこの結線を示して居る。図中(1)は負荷電流に挿入せられた電流変成器、(2)は電流変成器2次側電流を整流する乾式整流器、(3)は整流リアクトル用補助励磁の位相を調整する移相器、(4)はトーマレグラ、(5)はトーマレグラに連結さ



第2図 自動調整結線図  
Fig. 2. Connection of automatic regulation

れ、同期電動機の固定子へ動作を傳達するレバーである。

ここでトーマレグラについて少し述べる。第3図はその原理を示して居る。



第3図 トーマレグラ原理図  
Fig. 3. Principle of Thoma Regular

(1)はマグネットで印加電圧又は電流により、吸引力を生じ、アーマチュア(2)を強く

或いは弱く作動させる。アーマチュアはスプリングに支えられ、吸引力とスプリングの力の平衡せる点にて停止する。初めに、規定値の時中性点に来る様調節する。アーマチュアには分配弁(3)が連結して居り、分配弁が上下すれば、歯車ポンプ(4)よりの圧油を調整し、サーボモータを操作する。(5)は安全弁で余剰圧油はこゝから逃れ去る。サーボモータ(6)は気密に密閉された円筒形のケーシングから成りその中に調整軸に取付けられた羽根があり、油圧に依り、調整軸を回転せしめる。本定電流調整器では、この調整軸に同期電動機の固定子を動かすレバーが取付けられる。

実際には感度を高め、回転のおくれを少くする爲に、種々特殊な構造がとられて居る。

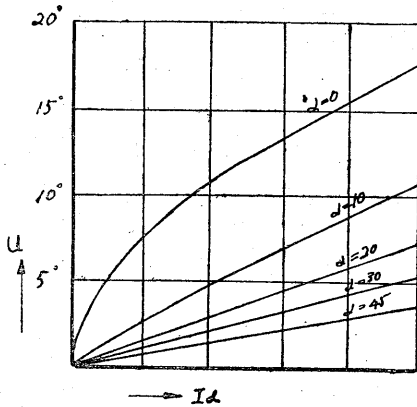
本定電流調整器では、次の如く調整が行われる。負荷電流が増加すると、マグネットの吸引力が増加し、アーマチュア及びそれに連結されている分配弁が吸引される。圧油管よりの圧油はAなる管を経てBなるシリンダに入り、Cなるシリンダにある油はDなる管及びEなる排出口を経て外気に放出される。Bなるシリンダに生ずる超過圧力により羽根は動かされて、調整軸は時計方向に廻転する。同期電動機の固定子はレバーにより調整軸に連結されて居るから、同様回転を行い電圧制御角  $\alpha$  の調整を行う。同時に、移相器も直結されて居るから補助励磁の位相も調整される。 $\alpha$  の増加により電圧降下し規定電流値に復すれば、分配弁が下り調整は終る。電流減

少時も全く同様に調整される。

実際には、重り角  $u$ 、並びに扁平期間  $\Delta t_b$  は、電圧制御角  $\alpha$  によって同時に変化するので、 $\alpha$  調整と同時に接触時間調整を行う必要がある。この爲に一般には重り角自動調整器が並列使用される。広範囲の調整が必要な場合には、力率その他の点より、理論に述べた様に電源側の電圧を調整する方法が並用される。

### 3. 重り角自動調整器

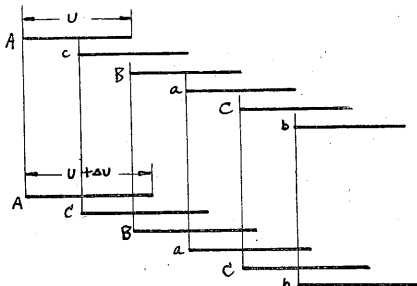
転流時電源側のリアクタンスの影響で重り角を生ずる。負荷電流  $I_a$  及び電圧制御角  $\alpha$  と重り角  $u$  との関係は第4図に示される。



第4図  $I_a$  と  $u$  との関係  
Fig. 4. Relation betw.  $I_a$  and  $u$

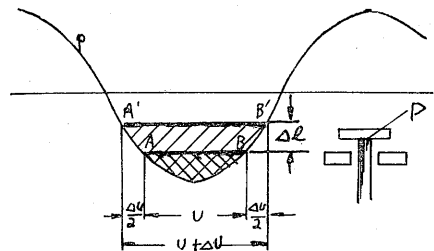
この爲に接触時間  $U$  は負荷電流及び電圧制御角に応じて、第5図に示す如く、接触時間  $U$  は  $U + \Delta U$  に調整される。この場合、接点閉成位置は常に一定で開放位置のみが調整されることが必要である。

この調整は機構の項第2図(接点閉開機構)の三点レバー(搖動桿)を上下することにより、實質的には6箇のピストンの長さを同時に調整することにより行われる。



第5図  $U$  の調整  
Fig. 5. Regulation of  $U$

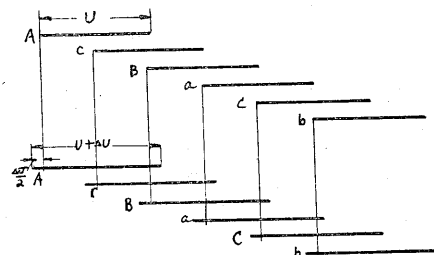
第6図はこの調整を示して居る。 $p$  はピストンの先端  $P$  の運動状態を示し正弦曲線である。接点開放時にピストンの先端  $P$  にて突上げられて居る可動接点は  $P$  の降下と共に降下し、 $A$  点に於て固定接点と接触し接点が閉成される。 $P$  はそのまま正弦曲線に従い運動を行い、次に



第6図  $U$  の調整  
Fig. 6. Regulation of  $U$

$B$  点に迄上昇した時、再び可動接点を突上げ接点を開放する。 $A$  より  $B$  迄の期間が接触時間  $U$  に相当する。

次に三点レバーの調整によりピストンの長さが変化すれば、ピストンが可動接点を突上げる時間が変化する。第7図は又ピストンが  $\Delta l$  だけ短くなった場合の変化を示して居る。即ち可動接点の閉成及び開放位置が各々  $A$  より  $A'$  に  $B$  より  $B'$  に移動し  $\Delta U$  だけ接触時間が増加する。第7図はこの場合の接点の状態を示して居る。この場合第5図に比して接点閉成位置が  $\frac{\Delta U}{2}$  進んで居る。

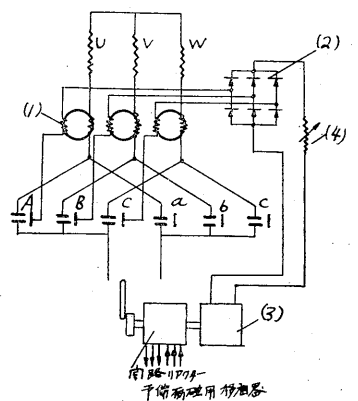


第7図 ピストンが  $\Delta l$  だけ短くなった場合  
Fig. 7. The case of decreasing of piston by  $\Delta l$

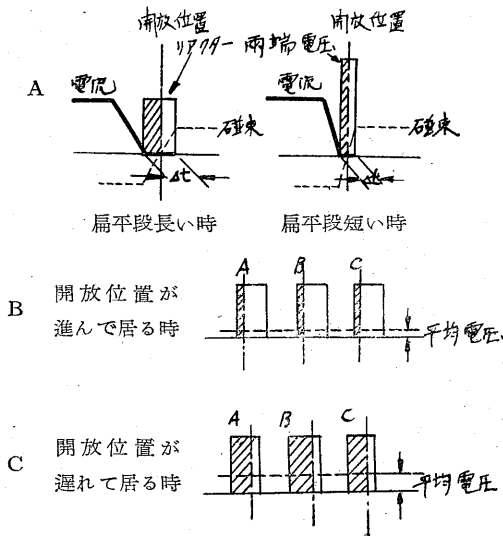
重り角調整により閉成位置は変化する必要はないのであるが機構上変化を生ずるので之に対し補正を行わねばならぬ。この補正は機構で述べる様に差動ギヤにより同期電動機の固定子を回転方向と逆に  $\frac{\Delta U}{2}$  だけ回転する。同期電動機回転子位相を  $\frac{\Delta U}{2}$  遅らせることにより、 $\frac{\Delta U}{2}$  の接点閉成位置の進みを補正出来るわけである。

重り角自動調整器も定電流装置と同様トーマレグラを用いて行われる。その結線は第8図に示される。

(1) は補助巻線 (2) は乾式整流器 (3) はトーマレグラ (4) は接点開放位置調整用抵抗である。



第8図 トーマレグラ結線図  
Fig. 8. Connection of Thoma Regular



第 9 図 扁平段特性  
Fig. 9. Characteristic of flat interval

後節コンタクトメーターに於て詳細に述べてあるが、電流扁平時にはリアクターの両端に電圧が現われる。その状態は第 9 図の如く扁平段の長い時は低電圧、扁平段の短い時は高電圧が現われる。この電圧中接点開放迄の電圧(図中斜線部電圧)を利用することにより、扁平段中央に於て、又任意の位置に於て接点開放が行われる。今負荷電流或いは電圧制御角により重り角  $u$  が変化すれば、たゞちに接点開放位置が変化し、この為接点開放迄の電圧が変化する。この電圧変化により、トーマンダラーが動作し、接点開放が扁平段中央に於て行われる状態になる迄動作を継続する。これにより常に安全なる位置に於て運転が行われる。

## II. 監視について

### 1. 概 論

接触変流機が無火花で安全に運転される為には、次の諸条件が必要である。

- 1) 各接点の接触時間が完全に整調されて居ること。
- 2) 電流遮断が扁平期間中の適当な位置で行われて居ること。
- 3) 扁平期間中の電流は常に 0.4A 以下なること。この為には整流リアクトルの補助励磁が適当な状態にあること。
- 4) 電流遮断後再起電圧をおさえ、再電弧を起さない為には、数ボルト正の方向に電圧が上昇すること。
- 5) 閉路リアクトルが完全に動作して居ること。

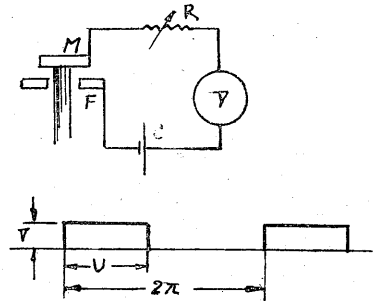
以上の諸条件を満足し、尙その運転の安全性を増加する為には、接触変流機独特の各種測定装置が用いられる。測定装置としては、接触時間測定装置、コンタクトメーター、ブラウン管測定装置等が用いられる。特にブラウ

ン管測定装置は、二現象観測装置を使用し、各波形の相対的位相が測定可能となり、測定の應用範囲は広く、各部の調整に非常に便利である。

### 2. 接触時間

#### 測定装置

この装置は第 10 図に示される。固定接点 F、可動接点 M より端子を出しこれに電池及び電圧計を挿入する。接点閉閉と同時にこの回路



第 10 図 接触時間測定装置  
Fig. 10. Measuring apparatus of contact time

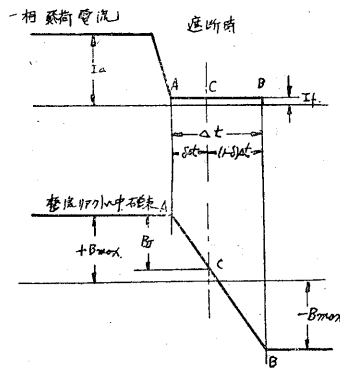
も開閉され、電圧計に印加する電圧は、図の如く矩形波となり、電圧計はその平均値を指示する。接触時間を  $U$  とすれば、その積分は  $V \cdot U$  となり、平均電圧は  $\frac{V \cdot U}{2\pi}$  となる。今  $V$  を  $2\pi$  ( $180^\circ$ ) に目盛ることにより、接点時間を直読し得ることになる。これにより各接点は厳密に一定の接点時間に調節される。

### 3. コンタクトメーター

接点の遮断位置を確認する為には、コンタクトメーターを使用する。これは、遮断が扁平期間中のどの位置で行われて居るかを指示するもので、整流リアクトルの磁束の変化と接点開閉時間を結合することにより行われる。

整流リアクトル中の磁束を解析すると、第 11 図の如くなる。

今、扁平開始時を A、扁平終了時を B とすると、磁束は  $+B_{max}$  より  $-B_{max}$  まで反転飽和が行われる。又 C を接点遮断時とし、AC 間に  $B_f$  磁束が変化したものとすれば、明らかに次式を得る。



第 11 図 整流リアクトル中の磁束  
Fig. 11. Flux in the rectifying reactor

$$\delta \Delta t = \frac{B_f}{2B_{max}} \Delta t$$

$B_f$  を測定するために、別にサーチコイルと称する補助巻線を附加する。

今、サーチコイルの巻数を  $W$ 、整流リアクトル断面を  $q$  とするとコイルに発生する電圧は次式に示される。

- 1)  $B$  が  $+B_{max}$  より  $-B_{max}$  迄変化した場合

$$E_{\Delta t} = \int_A^R W \cdot q \cdot 10^{-8} \cdot \frac{dB}{dt} \cdot dt$$

$$= W \cdot q \cdot 2 B_{max} \cdot 10^{-8} \quad \text{但} \quad \int_A^R \frac{dB}{dt} \cdot dt = 2 \cdot B_{max}$$

2) B が  $B_J$  だけ変化した場合

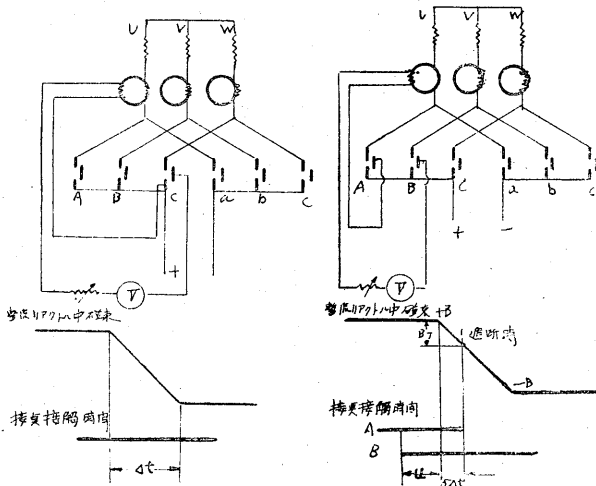
$$E_{\delta \Delta t} = \int_A^C W \cdot q \cdot 10^{-8} \cdot \frac{dB}{dt} \cdot dt$$

$$= W \cdot q \cdot B_J \cdot 10^{-8} \quad \text{但} \quad \int_A^C \frac{dB}{dt} \cdot dt = B_J$$

以上両式より  $\frac{B_J}{2B_{max}}$  を求めると、

$$\frac{B_J}{2B_{max}} = \frac{E_{\delta \Delta t} \cdot 10^{-8} / W \cdot q}{E_{\Delta t} \cdot 10^{-8} / W \cdot q} = \frac{E_{\delta \Delta t}}{E_{\Delta t}}$$

電圧の比により簡単に遮断位置が測定出来る。



第12図 サーチコイルによる測定の接続

Fig. 12. Connection of measuring by search coil.

第13図 サーチコイルによる測定の接続

Fig. 13. Connection of measuring by search coil.

第12図及び第13図はサーチコイルによる測定の接続を示し、 $\Delta t$  の場合の振れを電圧計目盛1に調整し、以下直読式に  $\delta$  を測定する方法が行われる。

第12図は  $\Delta t$ 、第13図は  $\delta \Delta t$  の場合の平均電圧  $E_{\Delta t}$  及び  $E_{\delta \Delta t}$  を指示するもので、共に接点C及び接点A, Bの補助により行われて居る。

#### 4. ブラウン管測定装置

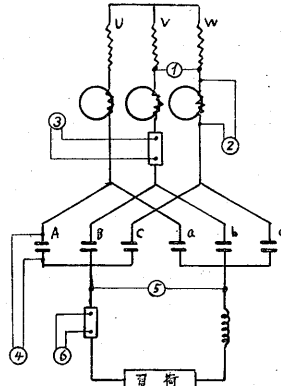
波形を直接観測することが可能となり、細部迄検討調整が出来る。特に二現象観測装置を使用し、その位相関係を明らかにし、運転時に任意観測することにより確実な操作が可能である。

主な測定箇所は第14図中○印で示される。

##### 1) 電源電圧波形

これは正弦波形であるが、一般には相当歪形されて現われる。二現象観測装置により位相関係を測定するのに用いる。

##### 2) 整流リアクトル両端の電圧波形

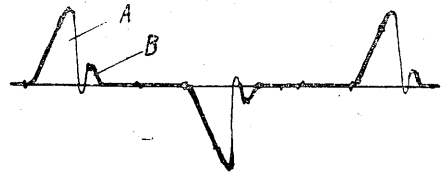


第14図 測定箇所

Fig. 14. Measuring points

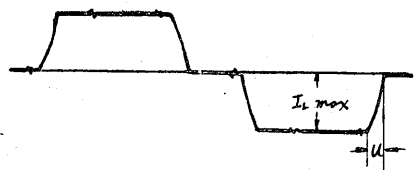
これは第15図に示される。図中A波形は開路リアクトル動作中の誘導起電力でありこの幅が扁平期間と一致する。B波形は閉路リアクトルの誘導起電力であり、開路リアクトルに比して相当小さな値である。

上記波形が観測不可能の場合、例えばB波形が観測不能の時は、何等かの理由により閉路リアクトルがその正常運転を行って居ないことを示して居る。



第15図 整流リアクトル両端の電圧波形

Fig. 15. Voltage wave at both ends of reactor



第16図 交流側電流波形

Fig. 16. Current wave of AC side

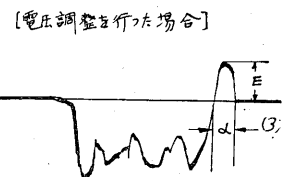
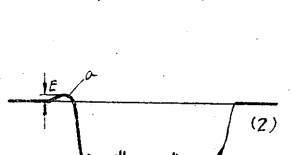
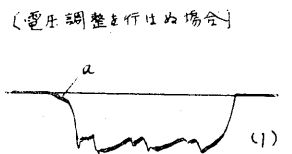
##### 3) 交流側電流波形

これは第16図に示すごとく、理論波形と大体一致する波形である。波形中、転流時の幅が重り角  $u$  である。

##### 4) 接点間電圧波形

この波形は運転上最も重要である。

第17図(1)は予備励磁を行わない場合、同図(2)は予備励磁を行った場合の波形を示す。図中aの部分



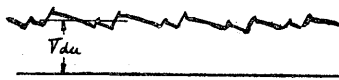
第17図 接点間電圧波形

Fig. 17. Voltage wave betw. contacts

は並列コンデンサにより逆電圧上昇を抑えて居る波形である。予備励磁を行った場合、これが正の方向に数ボルト上昇し、運転の安全性を保持する。一般にこの電圧は再起電圧又は阻止電圧と称せられて居る。

次に電流の位相を遅らせることにより、直流電圧制御を行った場合の波形は第17図(3)の如く示される。この場合、接点開放時に接点間には、既に相当な電圧が印加して居る。この爲に特に閉路リアクトルを必要とする。図中 $\alpha$ は電圧制御角 $\alpha$ と一致する。

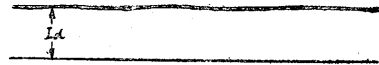
5) 直流電圧波形



第18図 直流電圧波形  
Fig. 18. DC voltage wave

第18図は直流電圧波形である。これは、電圧制御角、予備励磁等により幾分変形をなすが、一般に6相波形が得られる。

6) 直流電流波形



第19図 直流電流波形  
Fig. 19. DC current wave

第19図は直流電流波形を示し、直列リアクタンス及び回路リアクタンスにより完全な直流波形が得られる。

以上により各部分の波形について簡単に述べたが、二現象観測装置により相当精密な測定も可能である。

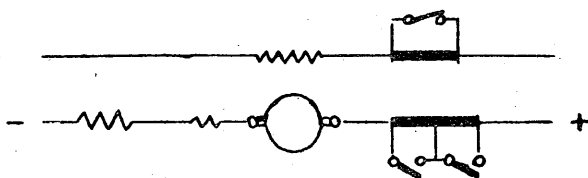
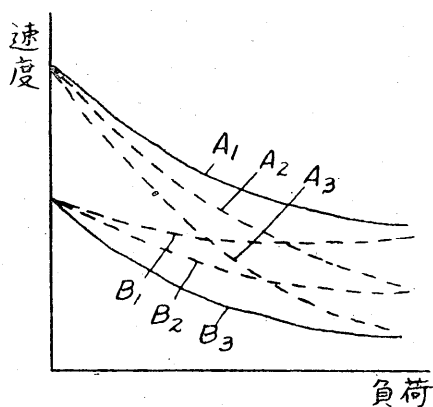
III. む す び

以上により接触変流機独特の自動調整、測定及び監視について簡単に述べたが、なほ種々の測定法が考案され自動調整法も種々改良されつつあり、今後の発達には期待すべきものがあります。(終)

〔文献〕 今井：富士自動調整器について 富士時報（昭和16年3月）p. 117.

巻揚機用電動機の制御装置

(特許第184235号)



巻揚電動機の制御は回転子回路の抵抗を制御して行われます。従って其の特性は抵抗の変化に従い図の(A<sub>1</sub>)(A<sub>2</sub>)(A<sub>3</sub>)の様に変化します。然し此の特性は重負荷では良好ですが軽負荷では殆ど満足な制御量を得る事は出来ません。此の事は図よりも明かでありました。

此處で紹介する発明は簡単に理想的な制御特性即ち図で云えば平行線として表わされる様な特性を持たせる様にしたものであります。

即ち本発明によると回転子回路と分巻界磁回路との両方に抵抗が挿入され、而も両者共調整出来る様になっています。従って之等の抵抗変化により(A<sub>1</sub>)(A<sub>2</sub>)(A<sub>3</sub>)及び(B<sub>1</sub>)(B<sub>2</sub>)(B<sub>3</sub>)……の特性が得られますが此の中傾向の類似なもの云換えれば図では平行なもの例えば(A<sub>1</sub>)(B<sub>3</sub>)のみがノッチの切換により有効となる様に制御されます。(技術部 池上記)



\*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。