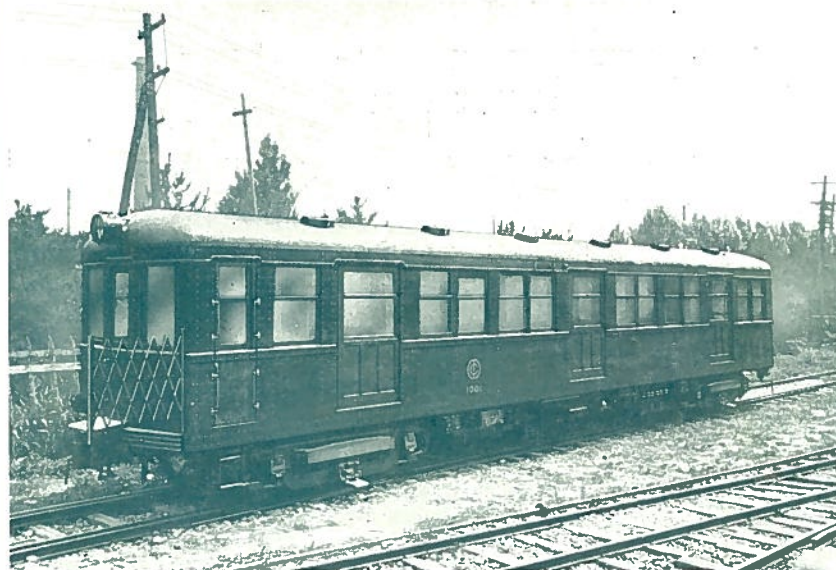


三菱電機



都市交通に一轉機を與へた東京地下鐵道の電車は
三菱製ドア・エンヂンを裝置することによつて更に其面目を新にした。

三菱電機

第三卷

昭和二年十一月

第十一號

變壓器内部故障保護方式

配電盤設計係 小 川 信 一

1. 概 説

變壓器内部の故障を分類すれば、層間短絡、接地故障、一次二次三次間の混觸の三種類之等の重複故障になる第一圖及び第二圖で、Aは層間短絡、Bは接地、Cは混觸の故障である。

2. 層 間 短 絡

變壓器の故障中最も多いものである。此故障の原因は過負荷による、又は油の劣化に伴つて生ずるスラツヂの附着による捲線の過熱、或は油中の水分によりターン間又はレアー間の絶縁が損ぜられて生ずるのが主なものであらう。又運送や組立の際僅かの不注意からコイルを損傷して知らずに居た事に起因する事も少くない。靜電的擾亂、短絡電流による電磁歪力、或は油の局部的渦流等による事もある譯であるが、近時設計製作上の技術の進歩に伴ひ殆んど案するに足らぬ様になつた。

3. 層間短絡電流の計算

變壓器捲線のターン間又はレアー間に故障を生じた場合其故障電流の大きさは電源たる發電機途中の變壓器送電線等のイムピーダンス、及び故障變壓器の捲線故障點の合成イムピーダンスで決定せられる。前者は或運轉狀態では其系統固有のもので定まつた値を有するが、變壓器の合成イムピーダンスは故障の個所や狀態によつて著しく變化するため嚴密に算出する事不可能である。然し簡単に考へて下記の假定のものと算出しても結果は實用に足ると思ふ。

繼電器働作の立場よりして、故障電流は、あり得る最小の場合を取ればよいのであるから、二次側の故障に付て考へればよいのである。一次側の故障の場合は故障部が單捲變壓器二次側として作用するから、故障變壓器の合成イムピーダンスは二次側故障の場合に比して著しく小さい。

變壓器の二次全捲数を1.0とし、其抵抗を一次側に換算して $\frac{R_t}{2}$ とする。今故障により二次捲線中 x (小數) だけが短絡されたとする、其部の抵抗は一次側に換算して $\frac{R_t}{2x}$ である。然るに捲線の抵抗は一次二次共略同様であるから、 x の種々なる値に對して、故障に對する合成抵抗は第一表第二欄の様になる。次に故障點の抵抗は普通非常に小さい値である。之は故障の多くは結局電弧短絡となるからである。今之を假りに1.5パーセントとする。變壓器の銅損は容量の大小により0.6乃至1.0パーセントの程度であるから、今假りに之を1パーセントとすれば、故障に對する合成抵抗は結局第一表右端欄の様になる。

次に、變壓器の一次二次合成リアクタンスを一次側に換算して X_t とすれば、故障に對する合成リアクタンスは $X_{tx} = \frac{1}{n}$ と考へ得る。變壓器のリアクタンスは普通4乃至10パーセントであつて電壓が高いもの程多いが、今假りに之を10パーセントとし、 n を3と假定すると合成リアクタンスは第二表の様になる。

故障變壓器と電源間のイムピーダンスはリアクタンスが著しく勝つて居るから抵抗及びキャパシタンスを無視して計算して大差がない。此リアクタンスの大きさは一定の運轉狀態では其系統固有の値を有するが、故障變壓器の容量を基準として考ふれば之に反比例する。

簡単な系統に就て此リアクタンスの値を計算すると第三圖の様である。かく簡單でない回路でも等價回路に換算すれば本圖の様になる。此のリアクタンスは $X_1 + X_2$ の形で表はされるのであるが、 X_1 は正相、 X_2 は逆相リアクタンスである。

デルタレツグの短絡 變壓器二次側故障の場合、二次側の接續が三角形か星形かによつて計算式が違ふ。三角

第一表 層間短絡二次側故障に對する變壓器の合成抵抗

短絡部分の 捲 數 割 合	捲線抵抗パーセント			故障 抵 抗 パーセント	故障に對する 合成抵抗 パーセント
	一次	二次	全		
x	$.5R_t$	$\frac{.5R_t}{x}$	R_{tx}	$\frac{R_f}{x}$	$R_{tx} + \frac{R_f}{x}$
1.00	.50	.50	1.00	1.50	2.50
.75	.50	.67	1.17	2.00	3.17
.50	.50	1.00	1.50	3.00	4.50
.25	.50	2.00	2.50	6.00	8.50
.10	.50	5.00	5.50	15.00	20.50
.05	.50	10.00	10.50	30.00	40.50
.01	.50	50.00	50.50	150.00	200.50

第二表 層間短絡二次側故障に對する變壓器の合成リアクタンス

短絡部分の捲 數 割 合	故障に對する合成 リアクタンスパー セント	短絡部分の捲 數 割 合	故障に對する合成 リアクタンスパー セント
x	$X_{tx} = X_{tx}^{-\frac{1}{3}}$	x	$X_{tx} = X_{tx}^{-\frac{1}{3}}$
1.00	10.0	.10	21.5
.75	11.0	.05	32.0
.50	12.5	.01	46.5
.25	16.0		

形の場合には、故障電流の値は之を一次側に換算し且つ全負荷電流の倍數で表はす

$$I_f = \frac{173}{2(R_{tx} + \frac{R_f}{x}) + j\{2X_{tx} + (X_1 + X_2)\}} \dots\dots\dots(1)$$

種々なる電源側（外部）リアクタンスに對して種々なる故障につき、第一表及び第二表により I_f を計算した結果は第四圖の様である。

スターレッグの短絡 の場合は故障電流の計算式は

$$I_f = \frac{300}{3(R_{tx} + \frac{R_f}{x}) + j\{3X_{tx} + (X_1 + X_2)\}} \dots\dots\dots(2)$$

であつて、種々なる外部リアクタンスに對して種々なる故障につき第一表及第二表により I_f を計算した結果は第五圖に示す様である。

故障電流の圓圖 變壓器内の同一程度の故障に對しては外部リアクタンスの變化に對する故障電流の圓圖を作る事が出来る。第六圖は $2(R_{tx} + \frac{R_f}{x}) = 41\%$ 、 $2X_{tx} = 43\%$ に對するデルタレッグ短絡に對するもので丁度全捲數の10%だけのコイルが層間短絡を生じた場合に相當する。

4. 層間短絡に對する差電流

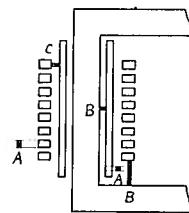
變壓器の二次又は三次側に層間短絡を生じた場合、之等の線電流と一次側の線電流との差は差働繼電器動作の電源であつて前項の計算は全く之を計算する道程に過ぎぬ。

第七圖は種々なる接続に對する電流分布一覽圖であつて

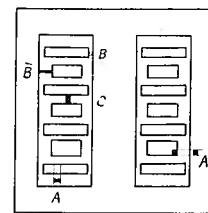
○中の數字が繼電器働作用差電流である。種々なる場合の最小値は附表中に記してある。何れも左側が一次で右側が二次、中間が三次側であつて電力はすべて左から右に進むものと假定してある。

繼電器動作を検するには、第四圖及び第五圖の値に本圖記載の○中の率を乗じたものが、繼電器を働差せしむべき差電流の變流器一次値であるから、更に之に變流比を乗す

れば理想的變流器使用の場合の繼電器電流が出る。實際の場合に300 アムペーターン以上の變流器を變壓器の兩側に使



第一圖
コアー型



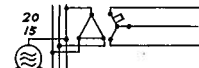
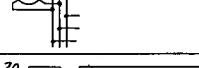
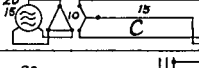
第二圖
セル型

用せる場合は、上記の數を其儘繼電器電流と考へて差支ない。所が何れか片方が250 アムペア以下のブツシング型變流器を使用して居る場合には第6項記載の修正を加へねばならない。

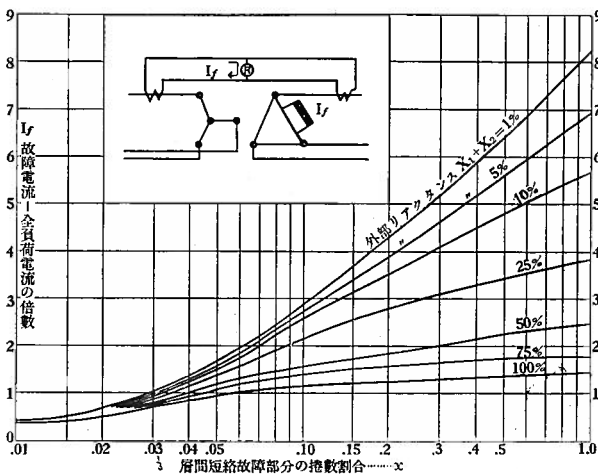
5. 電流繼電器による差働保護方式

第八圖は變壓器の内部故障に對する電流繼電器による差働保護方式のスケレトン圖、第九圖は星三角接続の變壓器第十圖は星三角接続の變壓器群に對する實際圖である。

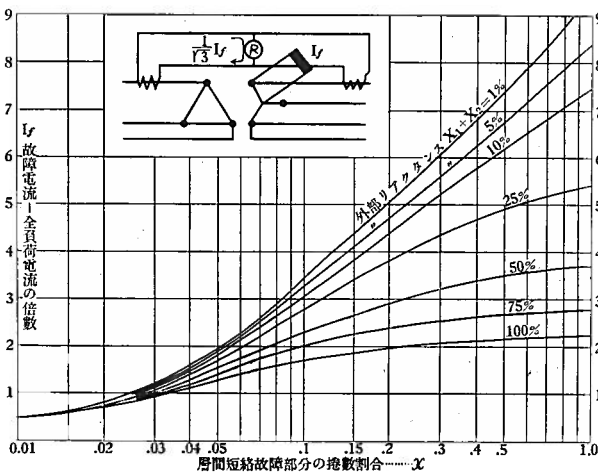
平衡單捲變流器は主變壓器のタップの變更に對する修正及び變流器二次電流を5 アムペアに統一するための目的から来る必需品である。

故障變壓器容量 電源容量の%	接 續	$X_1 + X_2 =$ 故障變壓器容量基準%
100		20+15=35
50		10+7.5=17.5
25		5+3.8=8.8
100		45+40=85
50		22.5+20=42.5
25		11.3+10=21.3
10		4.5+4.0=8.5

第三圖 電源側外部リアクタンス



第四圖 變壓器二次側の層間短絡の場合の故障電流

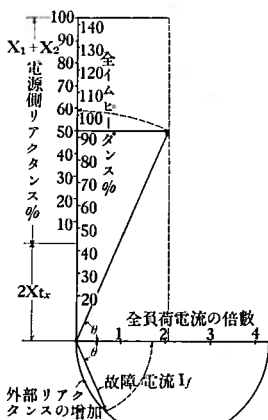


第五圖 變壓器二次側の層間短絡の場合の故障電流

6. ブッシング型變流器を用ふる場合の修正

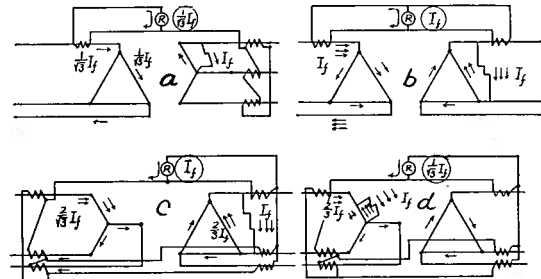
差動保護に對して 300 アムペアターン以上の普通型又はブッシング型變流器を用ふる場合は、特に變流器が過負荷に用ひられない限り第 4 項記載の差電流を直ちに繼電器通過電流と考へて差支ないが、250 アムペア以下のブッシン

グ型變流器を用ふる場合には變流比の誤差を考へねばならぬ。此誤差は變流器の負荷状態によつて異つて居るが、其最も甚しいのは變壓器が無負荷の場合である。第十一圖はローエナジー型電流繼電器を 2 アムペアタップに調整した場合、各種の變流器二次捲數に對して繼

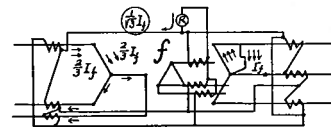
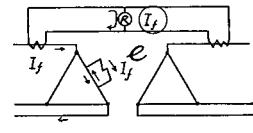


第六圖
デルタレッグの
短絡故障電流の圖

電器を動作せしむべき差電流を、上述の最も誤差の甚しい場合に對して表はしたものである。此場合注意を要する事は繼電器を 1 アムペア又は夫以下に調整するに繼電器のイムピーダンスミブツシング型變流器の性質の關係から、繼電器を動作せしむべき一次差電流がかへつて上昇するから



故障点	最小變流器差電流
一次	$\frac{1}{\sqrt{3}} I_f = .57 I_f$
二次	$\frac{1}{\sqrt{3}} I_f = .57 I_f$
三次	$\frac{1}{\sqrt{3}} I_f = .57 I_f$

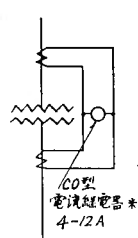


本圖は簡単のため平衡單捲變流器を省略し星形接續側には $1/\sqrt{3}$ 倍の比を有する變流器を用ひたるものとす

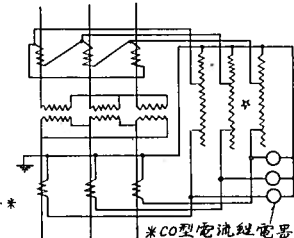
第七圖 差電流一覽

低比のブッシング型變流器を用ひた場合は、繼電器のタップ調整の許容最低値は 1.5 アムペア程度である。第十二圖は同じく普通型及びローエナジー型電流繼電器を 4 アムペアに調整した場合である。何れの場合にも變流器が星形に又は三角型に接續されるこによつて此修正曲線は異なるから注意を要する。なほ何れの場合も皆コンデンサブッシングに對するデータであるから油填ブッシング等に對しては用ひられない。此場合には遙かに之等曲線で示すよりも悪い。

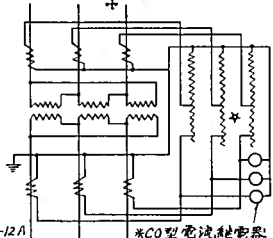
第八圖



第九圖



第十圖



* 片側の變流器が 200 アムペア以下のブッシング型なる場合は 4 乃至 12 アムペアのローエナジー型を用ふる方よし。又、同じく 100 アムペア以下の場合は 5 乃至 2.5 アムペアのローエナジー型を用ふる方よし。

* 平衡用單捲變流器。

+ 中性點非接地式の場合は C.T. は 2 個宛繼電器も 2 個宛を用ひて差支なし。

7. 差動保護に用いた電流継電器の調整

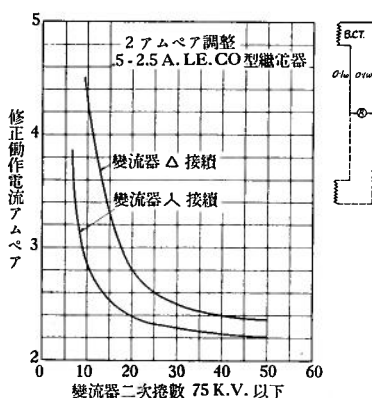
変壓器内故障の保護の立場から見れば此調整電流値は低い程よい譯であるが變壓器の一次二次の線電流の間には常に勵磁電流だけの差があるから此差では働作してはならぬ

此勵磁電流は電壓の變動により著しく變化する。第三表は一般の變壓器に對する大体の値である。

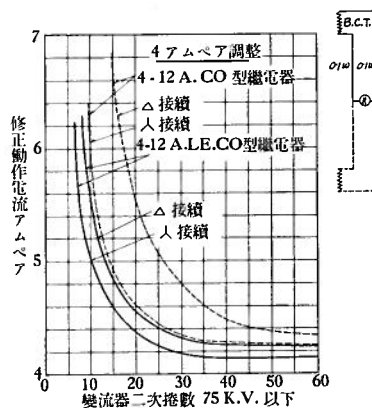
第三表 變壓器勵磁電流

端子電壓 (パーセント)	勵磁電流 (パーセント)
100	5
110	10
120	25
130	50

電壓の變動はある程度迄免れ得ないから最大勵磁電流は先づ30%位には考へられねばならぬ。又差動繼電器は變壓器外に生ずる二次側の如何なる故障に對しても働作してはならぬのであるが此故障電流は短絡の場合には變壓器全負荷電流の10倍に達するものも豫想されねばならぬ所が一次二次又は三次側の各變流器は電壓が異なる關係で自ら構造に相違があり、10倍の電流値に對しても全く同様の性質を有する事は望み難い。殊に一方がブツシング型の小電流の



第十一圖

ブツシング型變流器に對する
動作電流修正曲線

第十二圖

ブツシング型變流器に對する
動作電流修正曲線

ものであり、片方が1500アムペアターンの普通型變流器である様な場合には著しい差を生ずる。又平衡用單捲變流器もタップに限りがあるから之からも幾分の差は免れぬ。之等の諸點を通觀して、差電流は全負荷電流の50%を許容最低と考へねばならぬ。73KV 以下では一般的に推奨さるべ

き繼電器のタップは次の様である。

イ、普通型又は200アムペア以上のブツシング型變流器を用ふる場合は普通型4乃至12アムペアの電流繼電器を4アムペアに

ロ、100アムペア以上200アムペア以下のブツシング型

(コンデンサーブツシングに限る)變流器を用ふる場合はローエナジー型4乃至12アムペアの電流繼電器を4アムペアのタップに、又は0.5乃至2.5アムペアのものを2.5アムペアのタップに

ハ、夫以下の電流のブツシング型(同上)變流器を用ふる場合はローエナジー型0.5乃至2.5アムペアの電流繼電器を2アムペアのタップに調整する。

但しブツシング型變流器を他の繼電器に共用する場合は其都度充分考慮せねば

ならぬ。154 KV の場合も同様其都度研究せねばならぬ。

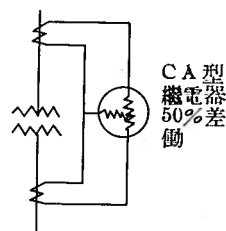
8. 比差動保護繼電器 (CA 型)

(Ratio Differential Current Relay)

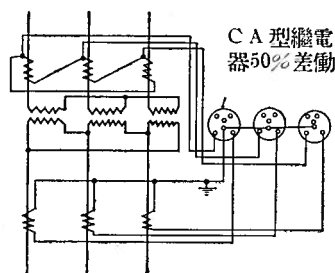
比差動保護繼電器は特に變壓器差動保護繼電器として新たに考案されたもので、第十三圖は本器を應用したスケルトン圖で、第十四圖は星三角接續の變壓器に用いた實際の結線圖である。第十五圖は本繼電器の内部接續を示す。本器は從來のプランジャー型又は誘導式ローエナジー型の繼電器に比し非常に鋭敏でしかも働作が撰擇的であるから如何なる場合でも50%調整を施して差支なく殊にブツシング型變流器を用ふる場合に其効力が著しい。

9. 繼電器の働作すべき故障程度の見方

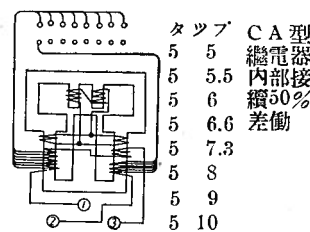
例を以て示せば、第三圖の様な系統で外部リアクタンス25%、一次側變流器100アムペアブツシング型、其二次捲數17ターン、一次電壓66KV、差動繼電器としてはロー



第十三圖

變壓器差動保護繼電器を
應用したるスケルトン圖

第十四圖

星三角接續の變壓器に
用いたる實際の結線圖

第十五圖

變壓器差動保護繼電器
の内部接續

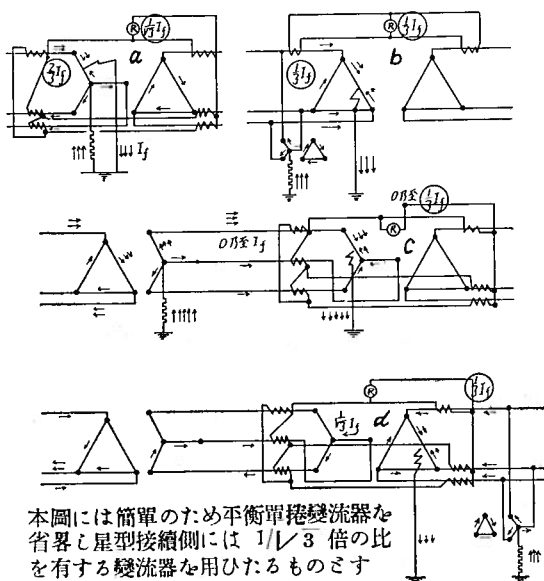
エネルギーCC型2アムペア調整、二次側に層間短絡があつたとする。第十一圖で継電器が動作すべき最低差電流は3.1アムペアであるから全負荷變流器2次電が3.6アムペアであれば、最小一次差電流は $\frac{3.1}{3.6}=0.86$ で、最小故障電流は、第七圖Cにより $I_f=0.86$ となる。此場合倍率○中数字は1であるから差電流即ち故障電流である。第四圖による $X_1+X_2=25\%$ に對し、 $I_f=0.86$ では凡そ0.03即ち3%の捲数の短絡であるから、此場合には全捲数の3%以上の捲数が短絡すれば動作する譯である。計算は困難であるが此場合CA型を使用すれば2%程度でも充分動作する。

10. 接 地 故 障

接地故障は多く油の劣化又は油中の水分によつて發生する様である。此故障電流値は主として中性點に配した接地抵抗で制限されるが、其値は一次側に換算し、全負荷電流の倍数で表はす。

$$I_f = \frac{300}{3(R_{tx} + \frac{R_f + R_g}{x}) + j\{3X_{tx} + (X_1 + X_2 + X_0)\}} \dots (3)$$

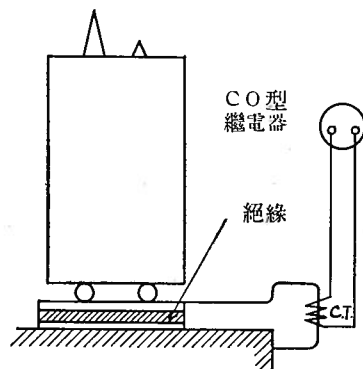
第十六圖は接地故障の場合の電流分布を示すものであつて、○中の電流値は継電器を動作すべき差電流である。本圖で明な様に此差電流は故障電流の $\frac{1}{3}$ 以下である。然るに



第十六圖 接 地 故 障 の 場 合

一般の場合、大型變壓器では全捲線の接地（端子接地）の場合でも、其故障電流は全負荷電流以下に制限されてあるから、結局最大差電流でも全負荷電流の $\frac{1}{3}$ 以下となるのである。夫故變壓器群の容量が送電線の容量に比し極めて小

さい（例へば $\frac{1}{3}$ 以下）場合でない限り、接地故障では差働継電器は全然動作しないと思ねばならぬ。



第十七圖 變壓器接地保護方式

第十七圖は變壓器の接地故障に際して動作すべき継電器方式で、之ならば如何なる場合でも中性點非接地式でない限り動作する。故に變壓器内部故障保護方式としては差働保護方式と第十七圖の

接地保護方式を併用せねば完成せぬ譯である。

11. 一 次 二 次 三 次 間 の 混 觸

一次二次三次間の混觸はやはり油の劣化、油中の水分が主な原因であらう。此故障電流は中性點非接地式では單に充電電流の變化のみであり抵抗接地式では複雑な接地電流となるが、何れの場合でも單なる混觸のみでは差働継電器は動作しない。然しながら二次三次共に普通は一次と著しい電位差を有し、又混觸は本質電位差の大なる箇所に生ずるから此故障は低い電壓側の系統に甚しい二次的故障を誘起し結局は差働継電器も動作するに至るものと思はれる。

12. 結 論

變壓器内部の故障は之を分類して、層間短絡、接地及び混觸の三種となるが、普通用ひらるゝ差働保護装置は層間短絡に對して凡そ10%以上の捲数が短絡を生ずるに動作するが、夫以下の故障の場合は此程度迄故障が進展して始めて動作する。接地及混觸の故障の場合は中性點非接地式では勿論のこと、たとへ抵抗接地式でも差働方式は殆んど動作しない。

新考案のCA型比差働継電器方式は從來のものより、其動作が鋭敏適確で、殊に低電流のブツシング型變流器を用ふる場合に信頼度が高い。然し接地故障、混觸故障に對して中性點高抵抗接地式の場合に動作せぬ事は大同小異であるから、此故障保護方式としては第十七圖に示す新考案の如く變壓器ケースと大地間に變流器を挿入し、其二次電流で動作する別の継電器方式を附加せねばならぬ。換言すればCA型差働保護方式と第十七圖に示す接地保護方式を併用すれば變壓器の内部故障保護方式は完全である。

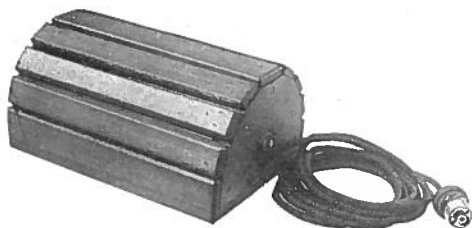
電氣「コタツ」發達の足跡を顧みて

電 熱 器 係 木 村 煥

秋も半ばを過ぎて吾々は寒い冬に向て種々の戦闘準備をせねばならなくなつた。室内採暖法と身体採暖法は第一に各自が着手すべき準備である。文化の潮流に生きる吾々は一方に目まぐるしい活動をすると同時に家庭にあつては落付いた愉快的暖かいホームを手軽に作る必要がある。之の必要は理想的な暖かい電氣「コタツ」の使命を充分に果しめる事に依てその過半を充す事が出来る。吾人は數年前より電氣「コタツ」の製作と實用上の價值に就て研究し來つて種々の見本や七八種の製品を作り各方面の御賛同を博したが、此の間常に各位の御鞭撻を受けて改善開発に力を注ぎ幾多の艱難を突破して來たのである。今茲にそれ等の足跡を顧みて二三の記述を試み様と思ふ。

電氣「コタツ」の一般的概要

昨年の三菱電機十一月號で電氣「コタツ」の使命といふ標題で記載したから大体其の内容を御承知のこゝと思ふから茲には其の大体を述べて新舊品の御紹介を致すこゝとする。既に御承知の通り「コタツ」も「アンカ」も言ふものは四つの要素から出来て居るのが普通である。第一は箱枠、第二は發熱体、第三は温度調整器、第四は受電用可撓紐線で、之の四要素に就て三年前から製作し且つ實際多くの家庭に使用した結果感じた處を記して見るに昔使はれた眞四角な蜜柑箱の様な箱枠は「コタツ」櫓は別として）もはや時勢に適合しないと言ふ事になつて來た。元來之は炭火式の粘土製「アンカ」の形狀を取つて木箱製したもので轉倒し易いのである。轉倒するに「コタツ」の主要部分



第一圖 寝床用「アンカ」

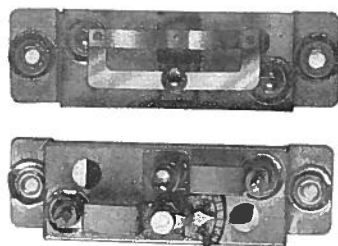


第二圖 當社標準「アンカ」

が狂つて來て危険である。次には餘り丈が高過るに蒲團等の掛け具合が都合よく行かぬので面倒となる。炭火式の粘土製「アンカ」の外形は炭火式にこそ必要であろうが電氣化するに必要となる不必要な點を省くのが當然である。斯んな事から寢床用に用ゆる「アンカ」「コタツ」の類はカマボコ型の半圓形狀のものが流行して來た。之は從來の舊式のものを使用上の不便から改良したものであつて轉倒する虞のないものである。(第一圖及第二圖参照)



第三圖 金屬板で包んだスペース・ヒーター



第四圖 K.S. サーモスタット

第二は發熱体である。近年になつて著しく發達して來たものは金屬板で包んだものであつて落しても毀れる心配もなく又針金が互に接觸する事もなく酸化の度合も少い、要するに永久的構造のものが喜ばれるのである。從來の瀬戸物に捲いたものは毀れ易く且毀れるに修理が面倒である。嚴寒の使用時期になつて急に毀損でもするに修理に手間取る事から苦状が起る。斯る問題から金屬板で包んだスペースヒーターと稱する永久的のものが使はれて來たのである (第三圖参照)

第三は温度調整器(サーモスタット)である。昔の「コタツ」の炭火を單に電氣に代へて使ふと言ふだけでは電氣の有難味もなく且つ危険が伴ふので寧ろ手慣れた炭火の方

が好いかもしれぬ。電気「コタツ」を言ふからには温度を自働的に調整する必要がある。夫れでない一日中時を定めず電気を切つたり入れたりする必要が起つて誠に面倒である。炭火式では火加減の具合の調整は老人の役目の様になつて居つて實に氣の毒であつた。然し今日は自働的に好い加減に調整が出来何

等の面倒がないのである。「サーモスタット」が「コタツ」に應用されたのは實に其の當を得たもので、時代の要求を充して充分である。只茲に注意すべきは「サーモスタット」の働作に信頼して安眠も出来るし使用も簡単になつたのであるから何を置ても安全なものを使はなければならないことである。夫には長年の使用実績が好いものでなければならぬ。のみならず只だ安全なものと云つても「コタツ」

の使用には差支へないが他に迷惑を掛けるものではならぬ近來の様に「ラジオ」の發達が全国的に擴がつて言はゞ國際的流行物、國際的通信物の様になつて來た今日電気「コタツ」の恒温器の不完全から一丁四方に連續的雜音を起して尠なからぬ迷惑を他へ掛ける事は看過すべからざる問題である。今日に於ては完全なる温度の調整を國際的通信機「ラジオ」に障害を與へぬ事が要求されて居るのである。「ラジオ」に與へる障害を言ふのは假令僅かの電気火花でも連續的に起るものは必ず音響に雜音を與へるものであるし、又斯る連續的に火花を出すものは勢い「サーモスタット」の壽命が短くなる。故に「サーモスタット」は最も完全なもので、そして其熱感度の働作の敏速のものでなくてはならぬのである。(第四圖参照)

第四は可撓紐線である。電熱器は一般に受電口から「コード」で電気を送るゝのであるが電気「コタツ」の如く一家に二つ三つ位使用せらるゝ場合「コード」の長過ぎる

のは考へものである。殊に使用時間が數臺とも殆ど同時であるから「コード」の散亂を交錯を取扱上の始末が大變である。次に「コード」取付根元の構造が何れの方角にも自在でないゝ無理が起り斷線等の故障も連れて起る。そこで回轉自在な「コード」捻れの起らぬものが要求されるやう

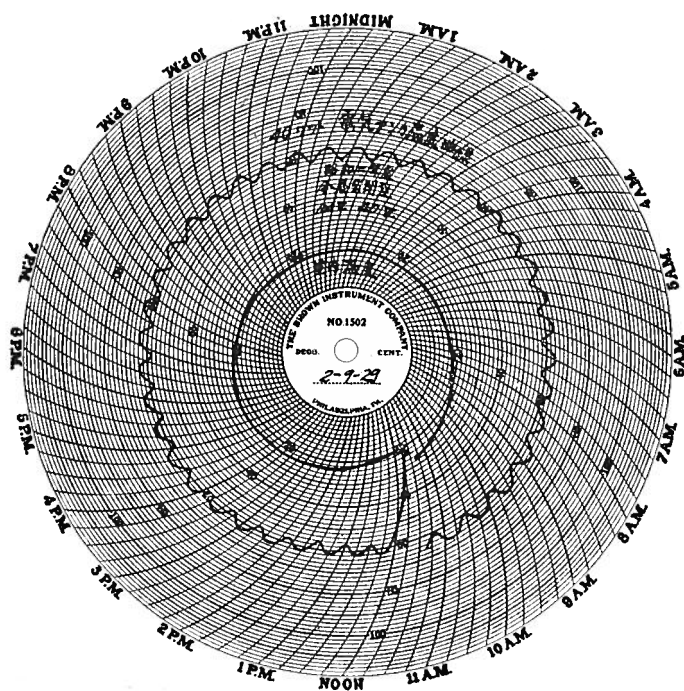
になつたのである。

電力量の問題

常に電熱器を用ふる段になるゝ直に瓦斯、薪炭と比較されて高い安い問題が起る。然し之の比較問題にいつも閑却されて居るのは手数の掛るか掛らぬかゝいふ勞力問題である假りに「コタツ」の場合を考へても炭火式の舊式のものに就て「タドン」は上等品で一個一錢、之を一晩十四時間使ふ事が出来る。小型 40 W. の「コタツ」は同一時間使つて 0.2

「キロワット」時、即ち

一錢で足りる。するゝ同値で濟むから結局炭火式より勞力の手間が掛からぬ丈けに大變な便益である。之を定額料金の申入をした場合で考へるゝ一晩三錢五厘が全國の平均である。するゝ大變高くつくゝ言ふ事になるが衛生上の問題は別として電気「コタツ」の定額は高いには違ひないが炭火式の様に火の消ゐるゝか灰の始末ゝかゝいふ問題は電気には起らない。假りに炭火式に起る手間(勞力)を人を頼んでして貰ふゝしたら大變なことであらう。若し又家内中のものが之等の世話を焼いて夜中に火の加減を各自が處理するゝしたらどうか、之んな事をして居るから安眠が出来ないので朝寢をするゝことになる。考へるゝ勞力に對する毎晩の疲勞は中々夥しいものゝなる。夫のみならずひいては一家に苦情の種を作る事ゝなる。之を電気で自働的にやるのだから實に安いものゝ言はねばならぬ。此の大切な問題を全く閑却して居る様ではとても文明國ゝは申されますまい外國には「コタツ」を言ふものはない。之に代ふるものゝ



40 ワット電気アンカ温度曲線

して少々類似して居るのは電気座布団であるが之は餘り發達して居らぬ。使ふ人が病人か赤兒である。然かも此の布団には温度調整器は不完全乍ら付いて居る。従來の炭火式「コタツ」の取扱法と勞力問題を歐米人に話して見ても驚く事と思ふ。兎も角現代の要求は日常の事々物々繁雜になつて來たので御互が無駄な勞力を費さぬ事が要望せらるゝのである。合理的經濟觀念より見たる經濟的のものとして電気「コタツ」が年々發達し來つたのは當然である。

電気コタツの將來

日本式の家に住む以上室の暖房上から考へて經濟的に寒夜の安眠を得るここの出来る電気「コタツ」が理想的な品であると思ふ事が認められて來て年々各都市の使用數増加率は著し

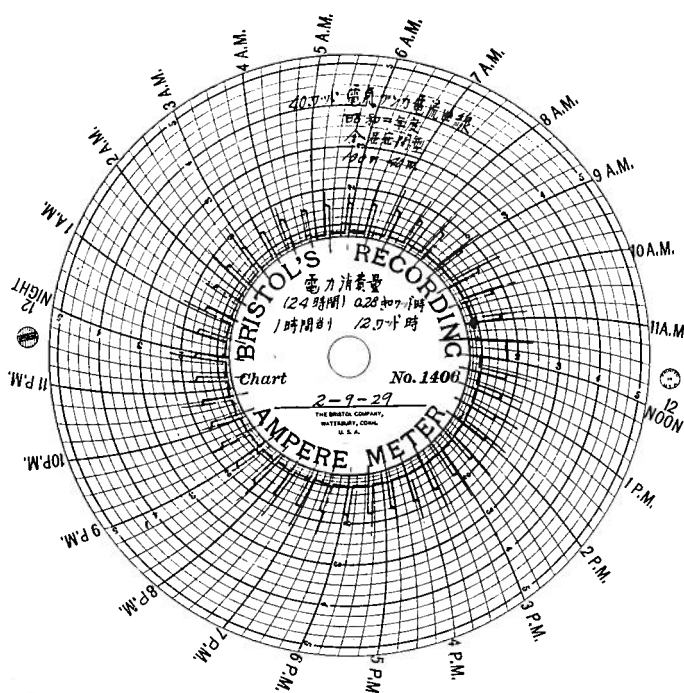
いものである。今一例として某電力會社の調査せるものを掲げてみよう。即ち都市の人口増加率と「コタツ」使用高

を見る下記の曲線表を得るのである。

最近は人口が8%増すに比較して「コタツ」の需要は30%の増加を來して居る。之の事から考へるに電気「コタツ」需要數の増加率の急激なるは如何に今日必需品として認められて來たかを物語るもので、今後進んで各住宅に尠く

も一個以上の使用となり近き將來には何萬臺かの需要増加を見る事となるのであらう。加之吾々國民の自覺よりして衛生保健上から更に全國的の必需品となり其の國家國民に及ぼす隠れたる貢獻は絶大なるものと言つて差支へなく、吾々は電氣の恩恵に對して深く感謝せねばならぬ事と思ふ。

斯る有意義な國家的器具に對しては出来るだけ使用上の便宜を計り、且つ安値



自働加速式電車制御装置

管制器設計係 異

猛

緒 言

近來我國大都市に於ける交通状態は段々逼迫して來て路面電車のみでは到底緩和するこゝが出来ず、高架鐵道や地下鐵道が計畫せられて來た。又一方市間電鐵及び郊外電鐵に於ても大型車輛の高速列車運轉が採用せられる傾向が著しく増して來た。即ち全て多量輸送を短い發車間隔で而も規則正しく經濟的に行ふこゝが必要になつて來たのである。かゝる要求を満たすには、制御方式といふこゝも考ふべき問題の一つであつて、手働加速式(Manual Acceleration System)制御よりも自働加速式(Automatic Acceleration System)制御の方が適當して居るのである。自働加速式が手働加速式に優れて居る點は

- (1) 發車の場合常に最も適當な起動電流で加速するから電力の無駄使ひがなく經濟的である。
- (2) 加速の狀態が亂れないから運轉が規則正しく出來殊に短時間々隔發車(Short Headway)運轉に適

して居る。

- (3) 發車の操作が簡單であるから運轉手が他に十分の注意を拂ふこゝが出来る。

- (4) 加速が滑かであつて運轉手が少々不慎であつても乗客に不快の感を與へるこゝが少い。

こゝ等である。しかし此所に附言したいこゝは市街電鐵は勿論郊外電鐵でも、併用軌道を使用するもので他の交通機關に妨害せられる様な場合には、速度を加減する必要があるから、手働加速式制御でなくてはならない。

AL制御装置

AL制御といふのは當所標準自働加速式制御の總稱であつて、Aは Automatic Acceleration、Lは Line Voltage Control 即ち制御回路の電源に「トロリー」電壓を落して使用するこゝを表はして居る。此外他の電源例へば蓄電池を使用するものはAB制御と稱して居る。

當所 HL(手働加速式)制御では運轉手が思ふ通りに主

幹制御器で直接單位閉閉器(Unite Switch)を働かして發車さすのであるが、AL制御では後に述べる様な繼電器が仲介さなつて自働的に發車さすのである。

器具の説明

主要な部分はHL制御装置と大同小異である。これは本誌第二卷に於て詳述せられてあるから此所にはAL制御に特有なる事柄のみに就いて述べるこゝとする。左は一例として1500ヴォルトAL制御装置に使用せられる器具の表を示したものである。

1500~1200 ボルト AL 制御装置器具の表

名	稱	所要數	名	稱	所要數
<u>主 回 路 用 器 具</u>			<u>制 御 回 路 用 器 具</u>		
パンタグラフ トロリー	(Pantagraph trolley)	2 臺	主幹制御器 (Master controller)		2 臺
避 雷 器 (Lightning arrester)		1 個	制御及リセット閉閉器 (Control & reset switch)		2 個
主 閉 閉 器 (Main switch)		2 個	制御回路安全熔解器 (Control fuse box)		1 個
主安全熔解器 (Main fuse box)		2 個	制御回路抵抗 (Control resistor)		1 個
ライン スwitch (Line switch)		1 臺	鼓型順序閉閉器 (Sequence drum switch)		1 個
ス Switch グループ (Switch group)		1 臺	接 續 函 (Junction box)		3 個
轉 向 器 (Reverser)		1 臺	トレン ライン リセプタクル (Train line receptacle)		2 個
主 抵 抗 器 (Main grid resistor)		1 組	トレン ライン ジャンパー (Train line jumper)		1 個
ブス ライン リセプタクル (Bus line receptacle)		2 個	パンタグラフ電磁瓣 (Pantagraph magnet valve)		1 組
ブス ライン ジャンパー (Bus line jumper)		1 個	パンタグラフ押釦 (Pantagraph push button box)		2 個
接地閉閉器 (Ground switch)		1 個	限流加速繼電器 (Current limiting relay)	}	
絶縁部分品 (Insulating details)		1 組	ノッチング繼電器 (Notching relay)		
空氣働部分品 (Pneumatic details)		1 組	は、ス Switch グループ に含ム		
100 馬力電動機 4 臺を備へる電動客車に使用するものゝす					

主幹制御器 (Master Controller) 次に示す三つの「ノッチ」がある。

第一 電動機の接続は直列で起動抵抗が全部入り低速運転を続ける。

第二 直列(半速)運転迄で自動的に加速す。

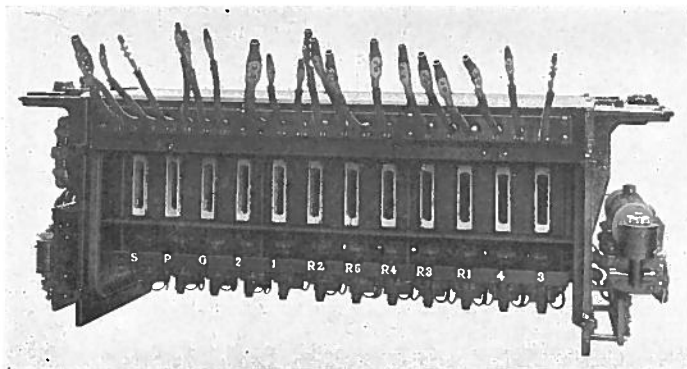
第三 並列(全速)運転をなす。

大体の構造は第二図の様に HL 制御のものゝ大同小異で後に説明する「ノッチング・レバー」を有して居る。

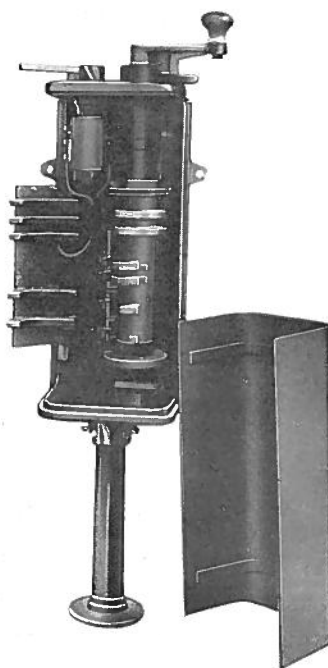
限流加速継電器 (Current Limiting Relay) 第三図に示す様な電磁継電器であつて、線輪には電動機電流が流れる。この内部に圓筒型の可動鐵心があつて其の下部に金屬製の圓板が絶縁して取付けられてある。正規の状態では鐵心は降下して圓板は其下にある二個の接觸子を短絡して居るが、電流が或る値を超過するゝ鐵心は引き上げられてこの接觸電路を斷つ。この作働電流を調整する爲めに鐵心の重さを非常に細かく加減するゝこゝが出来、而も一度加減すれば永久に變らない構造である。又特種の設計で、鐵心の引上及落下電流は殆んど一致するゝ言へる程であるから頗る鋭敏に且つ確實に働くものである。

鼓型順序開閉器 (Sequence Drum Switch) 此開閉器の廻轉に従ふて各の單位開閉器の電磁瓣 (Magnet Valve) の線輪が制御回路電源に接続せられ、順序よく開閉せられて電動機が運転するのである。而して如何にして「ドラム」が廻轉するかといふに之は Balanced Pressure Air Engine の機能によるのであつて次に大体その原理を述べやう。

第四圖はこの順序開閉器の外観を表はすもので、第五圖を見るゝ下部にある空氣圓筒は「ラック」で連結せられた二個の「ピストン」で左右二つの室に分れて居る。「ラック」を「ドラム」を「ギア」で嚙み合つて居るから「ピストン」の左右の運動に従ふて「ドラム」は廻轉する。



第一圖 ス井ツチ・グループ



第二圖 主幹制御器

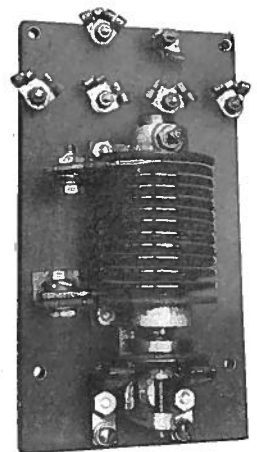
空氣圓筒の各端は夫々“on”を“off”の電磁空氣瓣を通じて空氣溜に連接して居る。“on”電磁瓣は勵磁せられるゝ壓縮空氣を空氣溜から圓筒に入れ、勵磁が止むゝ空氣を圓筒から外氣に排出するのである。“off”電磁瓣は之れを反對の構造で勵磁せられるゝ空氣を排出し、勵磁が止むゝ空氣が圓筒に入るのである。それ故今

(1) 兩電磁瓣が勵磁せられるゝ圓筒の左方の室には空氣が入り

右方の室からは空氣が排出せられるから「ピストン」は左から右へ進み、「ドラム」は之れに従ふ廻轉をなす。

(2) “on”電磁瓣が勵磁せられて居て“off”電磁瓣の勵磁が止むゝ右方の室へも空氣が入り、兩室の空氣壓力が平衡して「ドラム」の廻轉は止まる。

(3) 兩電磁瓣の勵磁が止む時は同様の理由で「ピストン」は右から左へ進み、「ドラム」は(1)の場合を反對の方向に廻轉す。



第三圖 限流加速継電器

「ドラム」の片側に并んで居る「フィンガー」は夫々單位開閉器の電磁瓣の線輪に接続して居る。「ドラム」が廻轉すれば「フィンガー」は順次に銅製接觸片に接觸し、線輪に制御電壓が加つて單位開閉器が作働する。即ちこれは HL 制御装置の主幹制御器に相當したものである。

「ノッチング」継電器 (Notching Relay) 之れは寫眞の様に二個の継電器を組合せたもので、後に述べる様に主幹制御器及び順序開閉器を關聯して

非常に巧妙なる働きをなすもので、而も其構造は簡單で堅牢なることは他にその比を見ざる所である。

動作の説明

第七圖は一例として線電圧直流 1500「ヴォルト」電動機四臺を備へた電車の ALF 總括式制御装置の接續圖を示したもので F は界磁制御 (Field Control) なることを表はしたものである。線電圧 600 及 1200「ヴォルト」の場合も、自働加速動作の要點は同様であるから此所には本圖によつて大體の説明をして見やう。

各電磁瓣及び繼電器の線輪に加へられる電壓は、線電壓が制御回路抵抗 (Control Resistor) で落されて約 100 ヴォルトとなる。又各位開閉器及び鼓型順序開閉單器を働かす空氣壓力は、常規 70 封度毎平方吋であつて最小 45 封度までは安全に働くのである。

(1) 主幹制御器の第一「ノッチ」では接續圖で明らかなる如く、單位開閉器 LS、S₁、S₂、

R₁、1 及び 3 が接續せられ、起動抵抗が全部挿入せられたる直列運轉をなす。

この場合順序開閉器の“on”電磁瓣は勵磁せられ、“off”電磁瓣は勵磁せられない。故に空氣圓筒の兩側に壓搾空氣が入つて平衡する。順序開閉器は停止したるまゝであるから主幹制御器の把手を更に進める迄は此運轉を續ける。

(2) 主幹制御器の把手を第二「ノッチ」に進める時は、“on”電磁瓣は前の通りに勵磁せられて居るが、“off”電磁瓣の線輪は

主幹制御器 7-1- 順序開閉器 1-13- ノッチング繼電器 31-n-33- 限流加速繼電器 P-“off”線輪-LS「インターロック」-G

なる回路を作り勵磁せられる故、順序開閉器は廻轉し第二「ノッチ」迄進む。然る時は抵抗短絡用單位開閉器 R₂ が接

續する故起動電流は増大し、限流加速繼電器の可動鐵心は引き上げられて接觸點 P を放す故、“off”電磁瓣線輪の回路は切斷せられ、起動電流が限流繼電器の調整せられたる値に減少して、再び接觸點 P が作られる迄で順序開閉器は廻轉を停止する。

斯の如くして各「ノッチ」の電流増減に應じて上記の作働を繰返し、第五「ノッチ」迄進む時は、“off”電磁瓣の線輪回路は順序開閉器の 1 に於て切斷せられる故、「ド

ラム」の廻轉は停止し直列運轉を續けるのである。

(3) 主幹制御器の把手を第三「ノッチ」に進める時は、“off”電磁瓣線輪は順序開閉器の 3 に於て回路を作られるから順序開閉器は廻轉し始め、「トランジヨン」を経て最後の並列運

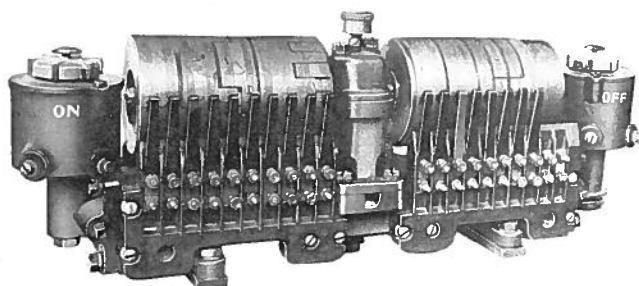
轉迄進むことは前同様である。

(4) 主幹制御器把手を斷の位置に戻す時は全ての單位開閉器が遮斷せられると同時に、“on”及び“off”電磁

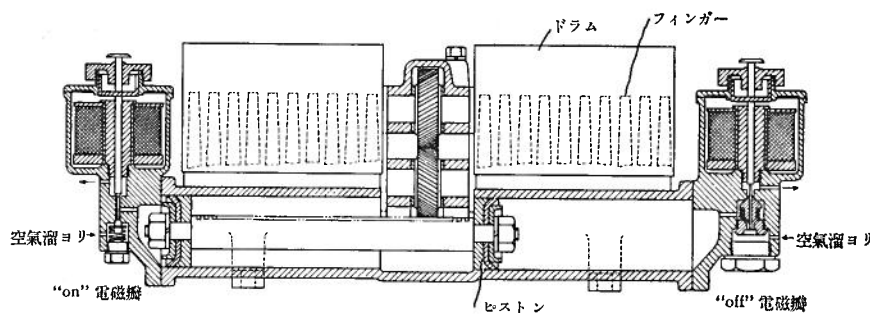
瓣線輪も斷れる故順序開閉器は逆廻轉して元の位置に復するところは明かである。

(5) ノッチング繼電器の動作

満員の時とか又は上り勾配で發車する様な場合に、制御器の把手を進めても電車が動かないことがたまにある。これは起動電流が減らないから限流繼電器の鐵心が落ちない爲めである。この時は主幹制御器にある「ノッチング・レバー」を押すに「ノッチング」繼電器が次に述べる様に巧妙に働いて容易に發車さすことが出来る。即ち繼電器線輪 a が勵磁せられて可動鐵片 c を引き、接觸點 32 は 31 に接續し接觸點 P の分岐路を作るから、限流加速繼電器に關係なく“off”電磁瓣は勵磁せられ、順序開閉器は一「ノッチ」丈け廻轉せられて起動電流は増すから發車せしめることが出来るのである。

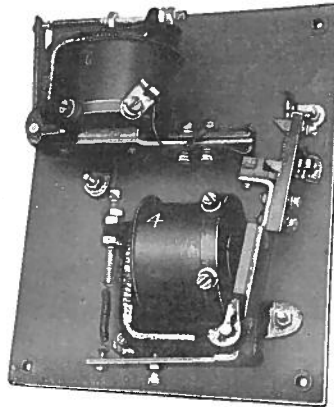


第四圖 鼓型順序開閉器



第五圖 鼓型順序開閉器切斷圖

順序開閉器の「ノッチ」の中間で線輪bが勵磁せられ可動鐵片dを引き、接點32は切れて接觸子34-35が接觸する故「ノッチング・レバー」を押して居る間は線輪bは勵磁せられ接觸部を切斷して居る。故に“off”電磁瓣回路は切斷せられ、最初の一「ノッチ」進むだけで停止する。即ち「レバー」を一度押す毎に一「ノッチ」だけ確實に進み確實に止るから「ノッチ」が進み過ぎて過度の電流を取る様な危険は無く頗る容易に取扱ふこゝが出来ゐる。此の繼電器は上述の様な微妙なる作用をするものであるが、其構造たるや頗る簡單堅牢にして永く使用に堪ゐるこゝは特に優れた點であつて特許第七一一四〇號を得て居るものである。



第六圖 ノッチング繼電器

AL制御装置の特徴

全体が“Rugged”所謂「ぎつしり」した構造で働きに危なげがなく激しき使用に堪ゐて壽命の長いこゝ、取付及び手入に便利なるこゝ等はHL制御装置と同様であるが、特に自勵加速式としての主なる特徴を擧げるこゝ

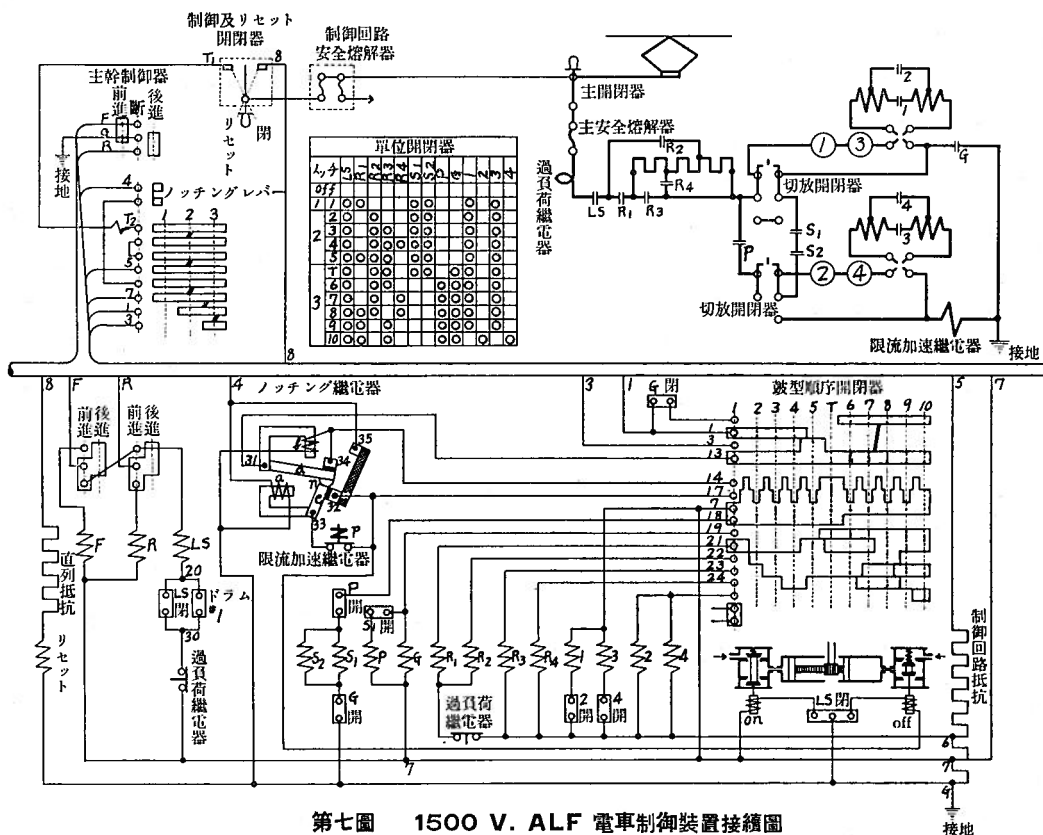
(1) 最も重要な役目を司る限流加速繼電器の働きが鋭敏正確である。

(2) 此種の制御装置の内でも構造が複雑し、従つて故障の多いものは繼電器類であるが、AL制御装置では簡単な Principle 及び構造のものを巧妙に組合せたものであるから取扱ひが容易で故障が少い。

(3) 空氣機關 (Air Engine) は制御回路を司る鼓型開閉器を廻轉せしめるのであるから、他の主回路用接觸器を直接働かせしめる種類の装置に比べるに非常に軽く、従つて敏速に而も確實に「ノッチ」が進む。

(4) 限流繼電器及其他繼電器の調整は容易で且つ一度調整すれば狂はないから點檢の必要が少く運轉に不安がない。

(5) 往々「ノッチング・レバー」又は之に相當する開閉器を操作するに面倒な手加減を要する様な装置があるが、AL制御装置では何等の熟練を要しない。



第七圖 1500 V. ALF 電車制御裝置接續圖

三菱電機株式會社

本 店 東京市麴町區八重洲町一丁目 名 古屋製作所 名古屋市東區矢田町
神 戶 製作所 神 戶 市 和 田 崎 町 三 丁 目 長 崎 製作所 長 崎 市 飽 ノ 浦 町 一 丁 目

三菱造船株式會社

(原働機、鐵塔、鐵管)

本 店 東京市麴町區八重洲町一丁目
長 崎 市 飽 ノ 浦 町 一 丁 目
神 戶 市 和 田 崎 町 三 丁 目

三菱內燃機株式會社

(內燃機關)

本 店 東京市麴町區八重洲町一丁目
名 古屋製作所 名古屋市南區大江町七番地
神 戶 製作所 神 戶 市 和 田 崎 町 三 丁 目

三菱商事株式會社

機 械 部 東京市麴町區八重洲町一丁目	長 崎 出 張 員 長 崎 市 小 曾 根 町 二 一 番 地
小 樽 出 張 員 小 樽 市 色 內 町 八 丁 目 三 番 地	京 城 府 南 大 門 通 二 丁 目 一 番 地
橫 濱 支 店 橫 濱 市 本 町 四 丁 目 五 十 八 番 地	大 連 市 山 縣 通 五 四 番 地
名 古 屋 支 店 名 古 屋 市 西 區 島 田 町 五 丁 目 五 番 地	支 那 青 島 冠 縣 路 第 四 四 號
大 阪 支 店 大 阪 南 區 安 堂 寺 橋 通 三 丁 目 十 五 番 地	支 那 天 津 佛 祖 界 二 號 路 四 二
神 戶 支 店 神 戶 市 相 生 町 一 丁 目 一 〇 番 地	支 那 上 海 廣 東 路 九 號
岡 山 出 張 員 岡 山 市 內 山 下 三 〇 番 地 一 一	支 那 漢 口 英 租 界 太 平 街
吳 門 司 支 店 吳 市 堺 川 通 一 丁 目 八 番 地	No. 14, Pedder Street, Hongkong
佐 世 保 出 張 員 佐 世 保 市 東 湊 町 二 番 地	臺 灣 基 隆 市 哈 船 頭 一 九 七 番 地
	臺 灣 高 雄 市 山 下 町 一 丁 目 二

三菱電機品特約販賣店

神 奈 川 電 氣 株 式 會 社 東京市芝區中門前町二ノ一	立 花 商 會 大阪北區銅笠町九(大江ビル廿五號)
コ ー ン 口 商 會 店 東京市芝區新看町一六	九 筈 商 業 株 式 會 社 京都市千本通出世稻荷停留所前ル
樋 田 合 名 會 社 東京市芝區芝口一ノ一五	富 山 市 總 曲 輪 二 五 一
協 立 興 業 社 足利出張所 東京市本所區押上町一八	和 歌 山 市 九 番 町 十 一 番 地
芳 部 賀 電 氣 商 會 店 仙臺市東四番町四一	鳥 取 市 茶 町 一
富 岡 製 網 船 具 株 式 會 社 仙臺市七日通町三三	松 江 市 西 茶 町 廿 九
函 館 青 森 支 店 函 館 市 上 通 町 八 二	神 戶 市 榮 町 三 丁 目 一 階
青 森 支 店 青 森 市 安 方 町 四 八	兵 庫 縣 加 古 郡 別 府 港
小 樽 支 店 小 樽 市 色 內 町 七 二	岡 山 市 新 西 大 寺 町 西 角
札幌出張所 札幌市南一條西四丁目七	廣 島 市 鹽 屋 町 二 一
新 潟 市 尾 上 大 川 前 通 五	吳 市 本 通 六 丁 目 二 四
橫 濱 名 古 屋 市 西 區 泉 町 二 丁 目	尾 道 市 土 堂 町 海 岸 通
名 古 屋 市 中 區 裏 門 前 町 三 丁 目	高 知 市 本 町 三 三 一
豐 橋 市 大 字 花 田 字 石 塚 三 八	福 岡 市 博 多 上 西 町 〇
愛 知 縣 知 多 郡 常 滑 町 字 保 示	門 司 市 東 本 町 一 三 一
岐 阜 市 吳 服 町 三 丁 目	熊 本 市 魚 屋 町 二
岡 岡 縣 市 中	長 崎 市 油 山 之 口 町 三
日 市	鹿 兒 保 市 常 盤 町 廿
	朝 鮮 釜 山 府 佐 藤 町
	朝 鮮 京 城 府 長 谷 川 町

昭和貳年 十月廿七日印 刷
昭和貳年 十月廿九日內務省納本
昭和貳年十一月 一 日發 行

本 誌	壹部=付金貳拾錢
代 價	郵 稅 不 要

編輯兼 神戶市西須磨字中池ノ下八番地
發行者 鈴木 貢 一
印刷者 大阪市東區內久寶寺町三丁目 工文社
長 谷 川 泰 三
印刷所 大阪市東區內久寶寺町三丁目
工 文 社
發行所 神戶市和田崎町三丁目三菱電機株式會社
神 戶 製 作 所