論 說

電燈の遠方制御方式に就て

正 會 員 原 田 保 之 助

正 會 員 高 間 繁

(東京市電氣研究所)

The Remote Control of Street Lamps.

By Y. Harada, Member,

S. Takama, Member.

(Electrotechnical Laboratory of the Tokyo City)

Synopsis.

This paper describes in the first place about a remote control system for street lighting and other loads, we have devised.

The principal part of which the iron core inductance coil, which generates higher harmonics, and the resonant relay. The coil is connected in series with the distribution circuit at the substation, and its core is saturated magnetically by the main load current.

At the receiving end the resonant relay, tuned for higher harmonics, is operated by adjusting the time interval of harmonic impulse.

In the next part we summarized some other important remote control systems which have been proposed, as follows,

1. Systems by means of switching impulse.
2. Cascade control system
3. Pilot wire system
4. Systems by means of changing phase relation between feeders or line voltage.
5. Systems by superposition of control current in power lines.
6. Time switch.
7. Photoelectric relays.

内 容 梗 概

街路燈の點滅其他に簡便な遠方制御方式の必要な事は電氣事業の發達と共に其緊急の度を加ふるに至つた。著者は之が一方式に關して研究し先に仙臺に於ける電氣、照明、電信電話三學會聯合大會で一部を發表した。本方式の要領は鐵の磁氣飽和に依つて發生する高調波を利用するもので、即ち變電所に於て鐵心誘導線輪を負荷回路に直列に接続し、一定時刻

に主負荷電流を通じて勵磁し高調波を發生させ受電端に於ては高調波に合調する回路を作り、合調電流に依つて繼電器を作動させ選擇負荷の開閉を行ふ。繼電器の操作は高調波發生時間の長短其他の方法に依つて區別する。

本稿には此他に從來計畫せられた各種の街路燈遠方制御方式の原理を略説して一般の參考とした。

目 次

I. 緒 言

II. 高調波に依る遠方制御方式

1) 高調波制御電流

2) 合調繼電器

(a) 合調回路と繼電電磁石

(b) 主開閉器を1度開く方式の繼電器

- (c) ラチェット型繼電器
- (d) 高調波發生裝置を 2 箇設備する方式
- (e) 衝撃の長短に依り繼電作用を區別する方式

3) 實驗成績

III. 各種遠方制御方式の概要

- 1) 負荷電流の開閉回数或は配電線單極開閉器の開閉順序を利用する方式
- 2) カスケード・コントロール
- 3) 制御線方式
- 4) 配電線の位相或は電壓を變化する方式
- 5) 配電線を利用して制御電流を送る方式
- 6) タイムスキッチ
- 7) 光電管繼電器

I. 緒 言

近年科學工業の發達と一般民衆の生活向上に伴つて我邦に於ける電力事業は著しく發展した。これを東京市電氣局の事業成績に就て見るも、大正元年度の電力供給量約 10,000,000 KWH が昭和 3 年度には約 150,000,000 KWH. 即ち毎年の増加供給量平均約 8,000,000 KWH. 最近 5 箇年間の毎年増加比率 7—10% に達してゐる。又家庭用電熱の供給は東京市電氣局にては大正 13 年度に始めて開始せられ、當時僅かに 1 年 470,000 KWH を算するに過ぎなかつたが昭和 3 年度に

第 1 圖 發電力増加趨勢

は 1,500,000 KWH の如く急激な増加を見た。これを更に全國に就て見ると發電設備増加の趨勢は第 1 圖の如くにして最近は大體 10 年毎に約 4 倍となつてゐる。第 2 圖は 同じく全國に於ける

第2圖 家庭電熱需要趨勢

家庭電熱利用の發達を示す。然し乍らこの裏面に於て既に我邦が大に電力を節約すべき時期に到達したことを痛感する。即ち我邦の水力源量を挙げれば合計 10,100,000 KW で此中既に開發を終つたもの 3,100,000 KW。開發の許可を受けたもの 3,600,000 KW で 第1圖に示した發電設備増加の趨勢から推せば昭和25年には既に是等水源は全部開發し盡されて水源の拂底を來す計算となる。

即ち本邦に於ける電力供給事業は今や水力に不足を告げんとし、河川の水力以外に恒久的發電資源を求むるの必要があり、一方電力利用を奨励して産業の發達を計ると共に、他方電力事業方針の改善を行ひ技術の進歩を促

し、一般民衆を自覺せしめ以て電力を節約し浪費を防ぎ最も有效なる電力利用の方途を講ずべき秋に直面してゐるのである。

配電線に於ける晝夜間線と夜間線の區別を撤して配電設備費を減じ、然も適當なる方法にて電燈の如き夜間のみの負荷を制御點減せんとする組織は從來各方面に於て屢々考究せられたる問題にてこれが解決の鍵たる遠方制御繼電方式の優秀なる考案陸續として現れ、時に實施を見たものもある。繁華なる大都市及びその近郊に於ては近年配電線並に送電線に地下電纜の採用が推奨せらるゝに至り、かゝる配電線に於ては經費及場所其他の都合上從來の架空線に於けるが如き二重配線は頗る困難にして街路燈其他の遠方統御方式の必要は焦眉の急に迫られてゐる。東京市電氣局の如きは此一例で、全局の配電線延長 3780 km 中 1836 km。互長 1340 km 中 1024 km 即ち大半は地下電纜であるから街路燈橋燈其他の點減に著しい不便を感じて居るものも少くない。依つて最近漸くこれが自働制御方式の裝備に志し、タイム・スイッチ數臺を試験的に設備して好成績を挙げた。然しかゝるものは概して設備が高價であるからすんば負荷の暫時全部開路を條件とすること其他の缺點があつて、優秀低廉なる遠方制御方式が現れぬ限りは此問題の完全な解決は期し難い。優れたる遠方制御方式は獨り電燈の制御に用ひて便利なるに止らず、二種料金制即ち深夜間電力利用問題の解決、戰時に於ける燈火管制其他の重要事項に對しても大なる貢獻をなすものである。

電力事業の發展と同時に晝夜間負荷の不平衡に基く餘剩電力量は驚くべき數に達し、これを利用して需給兩者共に利益を得んとする方針が必然的に考慮せらるゝに至つた。晝夜間に於ける負荷狀態の一例を挙げれば東京市電氣局の昭和4年8月12日(月曜日)並に昭和5年2月10日(月曜日)に於ける供給電力量の變動は第3圖の如く、一般に電力の餘剩はその大部分が深夜間にあ

第 3 圖 東京市電氣局の負荷曲線

と自由競争に置かれて供給量少く、電燈のみを獨占する結果深夜間は勿論晝間に於ても電力の餘剰を生ずるといふ奇現象を呈し、甚だ不經濟なる状態にある。この利用を助長する方法としては電力餘剰時刻の料金を低廉にする所謂二種或は三種料金制が最も有效なるは夙に是認せられたるところにして、スミス、ドイツ等の諸國に於てはかゝる制度が非常に普及してゐる。現在本邦に於て二種料金制を設けたるは著者の知れる範圍に於ては名古屋市の東邦電力會社及京都市の京都電燈會社位のもので何れも深夜間の料金を約半額に下げてゐる。殊に名古屋に於ては陶器の焼付の如き深夜間作業を却つて便とする工業が盛なので、東邦電力會社は大に其便宜を計り陶業者は料金の廉に満足し、電力會社は深夜間電力の掃け口を見出し、負荷曲線の改良せられたるを欣んでゐる。

二種料金制を実施するには通常タイム・スイッチを具備せるメーターを使用するが、其比較的高價なことは此制度發達の一障害である。若しこれに代ふるに簡單なる遠方制御方式を以てし、メーターの作動を統御し、或は廉價なる通常のメーター2箇を備へこれを遠方制御して晝夜間交互に使用し深夜用のメーターの料金算定に手心を加へる等の方式を採用すれば或は二種料金制の

設備費を減じ得はせぬかと考へる。

次に戦時に於ける燈火管制は最近航空機の發達に伴つて軍事上の重要な作業となつたが、これには中央管制と自由管制とがあつて、差支ない範圍に於ては變電所の主開閉器を開いて一齊に送電を斷つ中央管制を行ひ、かゝる強制方法を許さない事情のある配電區域にては需要家をして各自が外部に光線の漏洩する恐ある燈火を一定の信號と共に消燈させる所謂自由管制を行ふ。然し自由管制は平素の訓練充分でなければ兎角統一を缺き易い。かゝる場合に前述の如き遠方制御方式を適用し自由管制區域の電燈も不必要なものは悉く中央から制御し得る方法をとれば完璧を期することが出来る。

以上の理由に基き著者は遠方制御方式改良の必要を痛感したのでその一考案を述べ尙一般の優秀な此種方式の概要を併記して識者に提供する次第である。

II. 高調波に依る遠方制御方式

高周波を配電線に重疊せる遠方制御方式は近年諸方に於て研究せられ、500 サイクル内外の所謂中間周波を用ふるウェスチングハウス會社の合調繼電器、50,000 サイクル内外の高周波を用ふるゼネラル・エレクトリック會社の方式の如き優秀なものゝ出現を見、アメリカに於てはこれを實施した都市もある。此の2方式に於て前者は高周波發電機に多額の経費を要し、後者は繼電器其他の點に於て稍々複雑に過ぐる嫌がある。著者はこれらの方式の長所を参考し、然も前記の如き點に改良を加へ經濟的にして簡單確實なる是等に類似の遠方制御方式を前所長鯨井博士より教示せられ、考案と實驗を重ねて實用的なものを得た。その概要に關しては既に一昨年仙臺の電氣、照明、電信電話三學會大會に於て發表し、方式に關する特許も得たが、其後の結果と共に此處に再び詳説する次第である。

1) 高調波制御電流

鐵の磁氣飽和に依つて生ずる高調波を利用するのが本方式の眼目である。即ち配電線の負荷電

第 4 圖

流内に強力なる高調波を隨時發生させこれに合調する繼電器を受電端に配備し、應働せしめて選擇負荷の開閉を掌るのである。

配電線路に高調波を發生させるには種々の方法があるが、第4圖の接續が最も簡單で有效である。圖は變電所に於ける高調波發生裝置の接續方法を示すもので、Bは母線、Fは饋電線、M.S.は同饋電線の油入開

閉器、Dは斷路器、A.S.は單極開閉器、Lは鐵心線輪である。送電中に開閉器 A.S. を開いて饋電線③に流れる負荷電流を線輪 L に通ずると同線輪の鐵心は磁氣飽和して強力な高調波を發生する設計になつてゐる。これを磁氣飽和鐵心誘導線輪と名づけた。これに依つて饋電線1,3間並に2,3間に高調波電壓加ひ、受電端に於て適當なる誘導線輪と蓄電器 C とよりなる回路を接續すれば該回路は高調波に合調して合調電流が流れる。鐵心誘導線輪 L に於ける高調波電壓の合成波電壓

に対する割合は鐵心の磁束密度に依つて異り、強力なる高調波を得んとすれば密度を充分ならしむる必要あるが、或程度以上に飽和せしむれば却つて高調波の割合を減ずること坂本氏の論文(大正7年電氣學會雜誌所載)其他に示す如くである。但し此減少の程度は著しくないから本方式に應用の場合は此點に關する配慮は不必要で只實際に於けるオーム抵抗に依る電壓降下を成るべく少くする様注意すればよい。

鐵心線輪中に生じた高調波の中第3高調波は他に比して著しく強力であるから特殊目的以外にはこれを用ひるのが最も有效である。然して第3高調波電壓の誘導線輪Lの端子間電壓に對する割合は種々の條件並に構成材料に依つて一定せざるは勿論であるが、鐵心の磁氣飽和が充分なる場合には線輪の誘導抵抗に基く電壓降下の約15%以上を占むる事は確實である。依つて第4圖の如く變電所に於て3,300ヴォルトの饋電線に磁氣飽和鐵心誘導線輪Lを挿入して負荷電流を通じ、配電變壓器Trを経たる100ヴォルトの受電端にL,cなる第3高調波合調回路を作り之に流る。合調電流に依つて繼電器を作動せんとする場合に、充分な合調電流を發生すべき高調波電壓のL,c端子に於ける値を約5ヴォルトと假定すれば誘導線輪Lの該電壓は150ヴォルト同じく合成電壓はオーム抵抗に依るものを除いて約1,000ヴォルトを要することとなる。かかる性質を要する本方式の高調波發生装置は次の如く好都合なる條件に依り頗る小型輕量のものにて足り、然も構造は通常の變壓器の如くなるも二次線輪なく、絶縁其他の點に就きても一層簡單である。即ち先づ此の鐵心線輪は磁束密度大なるを以て一定の端子電壓に對する所要鐵心斷面積並に線輪捲數は小となり、第2に該装置の使用は繼電器を作動せしめんとする時に限り、連續使用時間10秒を出づることなきを以て溫度上昇の點より考へて線輪の電流容量は通常の10倍以上として差支ないのである。尙又使用時間の短き事は電話線に對する障害或は電燈其他の負荷の電壓降下に基く支障等を論外に數へ得る理由ともなる。

第 5 圖

高調波發生用誘導線輪の勵磁電流は前述の如く配電線の負荷電流をそのまま用ひて頗る簡單であるが、負荷電流は常に其値を變動するを以て之が結果を考ふる必要がある。第5圖は東京市電氣局の配電線中負荷の變動比較的著しい淀橋變電所代々木電燈線の夏期に於ける負荷曲線の一例である。圖に於ては負荷は午前9時の最低40 K.Wより午後8時は最大600 K.Wに至り其の割合約1:15である。従つてかゝる線路に用ふべき鐵心誘導線輪は600 K.Wの場合の負荷電流に耐え且その1/15の勵磁電流の場合に充分なる高調波を發生するもの即ち鐵心は負荷が40 K.Wの時にも磁氣飽和する如く設計する必要がある。然し試験の結果は鐵が極めて早く磁氣飽和する性質を有する爲に此の問題は比較的輕現し得る様である。勿論零負荷若しくは之に近き場合は補助負荷を要する。

鐵心誘導線輪に發生せる高調波は前述の如く第3高調波が最も實用的であるが、其他のものも利用し得ることは言ふ迄もなく、第5第7及第9高調波等も適當なる手段に依つて繼電器の作動に應用することが出來た。然して高き周波のもの程基礎波電流の合調回路に於ける侵入少く且高調波を適當なる方法に依つて各別に配電線路に送り得れば、夫々の合調繼電器を應働せしめて、例へば第3高調波合調繼電器を以て選擇開閉器を閉ぢ第5高調波合調繼電器を以てこれを閉ぢるが如き構造が可能となり、選擇開閉の手段を容易に多種多様と爲し得る。かゝる場合に電信線の如きでは濾波裝置を設けて容易に目的を達するが、配電線路では頗る困難である。一例として第

第 6 圖

6圖の如く LC なる合調回路を高調波發生裝置側に設け、これを消失せしめんとする高調波に合はせ、該高調波をこゝに吸収せんと試みたが充分なる結果を得なかつた。依つて開閉の二操作或はこれ以上の區別を有する選擇開閉器を本方式に依つて構成する

には他に工夫を要する。以下その簡單なるものに就て説明する。

2) 合調繼電器

(a)合調回路と繼電磁石 繼電器に於ける合調回路 L_1C_1 は第7圖の如く高調波發生誘導線輪 L の接續せられた線と他の線との間に接續する。誘導抵抗 l_1 は空心型コイルが共振現象鋭く、従つて基礎波電流の侵入を防ぐに有效であるが誘導抵抗が捲線數の割合に少く従つて形大となる嫌があるから鐵心を入れて試験した結果電磁石の作用に故

第 7 圖

障がないのみならず著しく強力とすることが出來た。又圖に於て l_1 に於ける高調波電壓を二次線輪 l_2 に誘導しこれを電磁石 M に加ふる接續にしたる理由は云ふ迄もなく基礎波の電磁石勵磁電流に混入するを防ぎ且電磁石の作動に基く共振回路の變調を少からしむる爲であるが適當なる構

造に依つて誘導線輪 l を電磁石に兼用することが出来る。此場合には電磁石の可動部分の作動に因つてその誘導抵抗に著しい變化を招き易く、回路の共振作用が殆ど不能となる恐があるから之を緩和する工夫を要する。例へば第8圖の如き電磁石に於て可動部分 P の作用せざる時の位置を a と

第 8 圖

し、此場合の誘導抵抗の値を蓄電器と合してよく高調波に合調する様調整して電磁石の起動廻轉力を最大ならしむるときは作動位置に於ては空隙 d 殆ど零となつて電磁石の誘導抵抗著しく減じ高調波合調電流は回路變調の爲に急減し且空隙なき爲に僅かなる基礎波電流に依る吸着力強大となるを以て電磁石は操作不能に陥るに至る。依つて可動部分 P を b の位置に止めて之を作動位置とする設計にすれば少々之を緩和するを得べく、或は $a b$ の中間に於て合調回路を調整すれば起動廻轉力は少しく減ずるが閉

閉兩位置に於ける吸着力を平均せしめて一層有效である。

一般にかくの如き繼電電磁石は變電所に於て主開閉器を開閉する際の衝撃に依つて作動する憂あるを以て制御電流の許す範圍に於て可動部分は成るべく重くし或は慣性を大にして之を防ぐ。

(b)主開閉器を一度開く方式の繼電器 既述の如く高調波に依る遠方制御方式はウェスチングハウス式の如く周波數の變換に依つて操作の選擇を行ふ方法は困難である。第9圖はこれに代ふる簡單なる接續方法の1つである。圖に於ては R_1 主負荷にして晝夜連續的に送電せられ、 R_2 は選擇負荷にして隨時送電せらるゝものである。負荷 R_2 に送電を開始せんには變電所に設けたる高調波發生用鐵心誘導線輪を負荷回路に入

第 9 圖

れ、主負荷 R_1 は負荷電流を之に通じて高調波を發生せしめ、 $l c$ なる合調回路に高調波電流を通ず。圖の接續に於て l は電磁石を兼ねたるものにして、合調電流に依つてその鐵心は勵磁せられ鐵片 P を吸着す。これに依つて先づ接觸子 a 閉ぢ電磁石 l の線輪に強力なる基礎波電流を通じ急速に接觸子 b を閉ぢて R_2 への送電を開始す。以後 l は續けて基礎波電流に依つて作動し高調波を斷つも選擇開閉器は開かぬ。これを停電せんには變電所に於て主開閉器を開き電磁石を不作動位置に戻すのであるがこの際の全般負荷の停電は極めて短時間で充分である。

(c) ラチェット型繼電器 ラチェットと電磁石とを組合せて種々の開閉機構を操ることは簡単で然も便利なる場合が多い。本制御方式に於ても第6圖の電磁石 l にラチェットを組合せ高調波の衝撃を送りその回数に依つて開閉器を操縦することが出来る。只ラチェット式のものは操作順序を誤るときは訂正せざる限り以後引續き誤れる操作を爲す恐あり、これを用ふるには遠方より制御し得る訂正機構を必要とする。

(d) 高調波發生裝置を2個裝置する方法 第10圖の如く3相配電線路の①及②に高調波發生用

第 10 圖

鐵心誘導線輪を設備し、これに對して繼電器側には線①③間並に②③間に合調回路を夫々 $l_1 c_1, l_2 c_2$ の如く作る。合調回路 $l_1 c_1$ と開閉器 S_1 との関係は (b) 項に説明せるものと全然同一である。即ち選擇負荷 R_2 へ送電せんには誘導線輪 L_1 に負荷電流を通じて高調波を發生し、 $l_1 c_1$ に合調電流を流して開閉器 S_1 を閉ぢ以後 S_1 を通じ

て電磁石 l_2 に基礎波電流を供給し送電を續けるのである。この際 L_1 に發生せる高調波電壓は線②③間に加はらざるを以て②③間に接續せる合調回路 $l_2 c_2$ は作用せぬ。次に L_1 を短絡せるまゝにて L_2 の開閉器を開き負荷電流を之に通じて高調波を發生せしむれば反對に高調波電流は $l_1 c_1$ に流れずして $l_2 c_2$ に流れ、電磁石 l_2 作動して開閉器 S_2 を開き、電磁石 l_1 の電流を斷ち開閉器 S_1 を開く。 $l_1 c_1$ には合調電流通ぜざるを以て以後 l_2 の作動を止め、 L_1 に電流を通じて l_1 を作用せしむる迄は開閉器 S_1 は開放し R_2 への送電を斷つ。誘導線輪 $L_1 L_2$ は1個を以て切換兼用せしむるも勿論差支ない。

(e) 高調波衝擊の長短に依り繼電器を操縦する方法 使用周波数が1種なる場合にもその衝擊に長短をつけ、之に應働する繼電器を作つて2種或は夫以上の操作を行ふ事が出来る。ゼネラル・エレクトリックの高周波重疊電流方式に於ては主としてこれを採用して居り、本方式に於てもかゝる手段の採用は容易である。

制御用高調波電流の通電時間を調整することは手働的にも自動的にも比較的簡單であるが之に應働する確實なる繼電器を得るには多少工夫を要する。かゝる繼電器の構造に關しては製作者方面に於て優れたる考案が多々あることゝ思惟するが著者等も高調波方式を實用化する必要上2,3幼稚なるものを工夫して見た。

一般に此種時限繼電器の原理としては可動部分の慣性を加減するか熱に依る瓦斯、金屬片の膨脹收縮を利用するのが普通である。此の中金屬片或は瓦斯體の膨脹收縮を利用せる熱繼電器は比較的簡單にして多種類ある。高調波遠方制御方式の如きに採用すべき熱繼電器の加熱電源としては高周波自體を用ふれば簡單にしてこの方法に關してはゼネラル・エレクトリックが種々なる特

許を得てゐる様である。然し高調波電流は熱電源としては充分ならず且接続に依つては合調回路の調整を加熱用抵抗に依つて亂す恐あるを以て著者は合調繼電器に依つて加熱抵抗に充分なる基礎波電流を供給せしむる方法を採用した。

第 11 圖は熱繼電器の簡單なる接続方法の 1 つを示す。圖に於て l c は高調波合調回路にして

第 11 圖

l は開閉器 S_2 の電磁石を兼ね、
 M は選擇負荷 R_2 の開閉器 S_1 を
 開閉する電磁石、 r_1 は加熱抵抗 S_3
 は r_1 の加熱冷却に基いて開閉す
 る熱繼電器である。開閉器 S_2 は平
 常スプリングに依つて a の側に閉
 ち加熱抵抗 r_1 を短絡してゐるが
 高調波發生して電磁石 l が作動す
 れば b の側に動き、 b r_1 を経て電
 磁石 M に給電し S_1 を閉ぢる。こ

の際未だ r_1 充分熱せず即ち S_3 閉ぢたるまゝなる中に直ちに高調波を断たば S_2 が a の側に戻りても電磁石 M には S_1 r_2 S_3 を通じて給電せられ選擇負荷への送電を繼續する。若し高調波の發生を少々暫く繼續し r_1 を或程度に熱すれば之に依つて S_3 を開き次で高調波を断てば S_2 は a の側に戻り且 S_3 は熱繼電器の性質として回復に少々時間を要するを以て電磁石 M への送電回路は一時 2 つ共開き従つて開閉器 S_1 開く。開閉器 S_3 はバイメタル、瓦斯等の膨脹或は彎曲を利用せるものにして、一般にかゝる種類の繼電器は電流開閉の際火花弧光を發生し易く之を防止するに種々の工夫を要するものである。然るに圖の接続に於ては開閉器 S_3 は S_2 と並列に接続せられ且抵抗 r_2 を入れて電磁石 M の勵磁電流の開閉は殆ど全部 S_2 を以てし、 S_3 は單にこれを保持或は開放の補助をなすに過ぎざるを以てかゝる憂は全くない。 r_2 は又 S_1 が單極開閉器なる場合に電磁石 l 及開閉器 S_2 を強大なる負荷電流より保護する。

熱應働開閉器を本稿の如き 目的に採用するに 當つては氣溫氣壓の 上下に考慮を 拂はねばならぬ。氣溫の變化は 東京市近傍の如く比較的温和なる 地域に於ても 嚴冬には零下に 及び酷暑には 30°C を超え其の差 40°C 以上に達すること稀ならず。然もかゝる値は風通しよく日光の直射を受けざる場所に限られ、制御繼電器を設置すべき場所の如きは更に甚しかるべきは想像に難くない。かくの如き氣溫の變化は微妙なるバイメタル繼電器の調整を誤らしむるに充分にして假へ氣溫變化の中間溫度に調整し置くも故障なきを保し難い。これが對策としては加熱抵抗にタップを附し季節に依つて熱發生量を加減するか、或は 50°C 程度の氣溫の變化を輕視し得る高溫度繼電器を作る等の方法がある。然し前者は繼電器を多數使用する場合に調整が煩しく、後者はバイメタルに永久歪を來す恐れがある。一般に用ひられてゐる眞鍮と鋼＝ツケルを合せたバイメタルは感度頗る鋭敏であるがその最大使用溫度は 150°C 内外にして之に反し鋼＝ツケルと鋼＝ツケルを合せたバイメタルは感度は之より遙に落ちるが 300°C 位迄耐え且彎曲力も強大なるを以て本方式には相

應しきものである。尚かゝる手段の他にバイメタルを2片使用し、気温の如き漸次的温度の變化に依る繼電器の調整の狂を自動的に補償せしむる方法もある。瓦斯の膨脹を利用せる繼電器に於て氣遣はれる氣壓の變化に對する狂は密閉式のものに於ては全然問題なく開放式のものにてもこれが對策は比較的容易なるを以て本稿には之を省く。

一般に氣體の膨脹を利用せる繼電器は上述の如き気温の變化に依る障害を受けざる構造とすることが容易である。例へば第12圖の如くU型硝子管の底部に水銀を入れ兩端c,d部に不活潑性瓦斯を封入し、抵抗rを加熱しc内の瓦斯を膨脹せしめ水銀を移動して端子a,bの接續を斷つ如き構造に於ては全然気温に依つて調整を亂るとなく又氣壓の影響もない。然しかくの如く瓦斯を密閉せるU型管式のものゝ構造簡單なるも取扱に際して水銀移動し、設置後c,d兩室内の水銀レベルに不均を生じ調整を誤ることが多い。著者は此の缺點を除く爲に第11圖の接續に於て開閉器 S_3 が電流を開閉せざる條件を利用して第13圖の構造を考へた。圖に於て Hgは水銀、a,bは水銀に依つて斷續せらるゝ端子にしてc,d部は密閉

第 12 圖

第 13 圖

し、e部は外氣に開放し單に水銀の逸出を防ぐ程度の栓をなす。A部はアスベストを詰め水銀と抵抗rとの接觸を絶ちc部にはhの如き細孔を設けこれに依つて管の左部と外部とを僅かに通ぜしむ。抵抗rを熱すれば左室内の空氣はhを通じて逃れ去るが其の量は極めて微量にして然も右室は外氣に開放せるを以て密閉型のものに比すれば尙著しく作動鋭敏である。然して此の細孔hは取扱の際並に外氣壓の變化に依つて生ぜる水銀レベルの不同を除々に訂正する。勿論本裝置は前述の如く水銀接觸子に於て火花弧光の發生皆無なることを條件とせる構造なるを以て不活潑性瓦斯の必要なく密封操作も石膏の如きもので充分にして全般に亘つて簡單である。

第11圖の接續に於ては2次電磁石M及開閉器 S_1 を絶對必要とするが第14圖の如くすれば之等を省き小容量ながらも簡單なる機構を得る。即ちバイメタルBの先端にトッグルを附し、圖の如き開路位置の場合に瞬時高調波を送り電磁石lをして鐵片Pを吸着せしむればB,tは上方に

第 14 圖

押されてbの側に閉ぢる。トツグルの作用にて以後bの側に閉ぢたるまゝであるが、次に高調波の發生を繼續してaを特に長時間Bに接觸せしめ置かばB,aを通じて流るゝ電流に依つて抵抗r熱しバイメタルはaの側になる。故に此の時高調波を止めてPを放せばBはtの力に打勝つて最初の位置に戻る。但しBが變る際Plの引力と衝突して接觸點不安定となり火花を生ず

第 15 圖

る恐あるを以てかゝる際には第15圖の如くトツグルの代りに鉤を設け之をバイメタルの彎曲力にて外す構造とすれば確實である。又ラチェットと是等の構造を合せ種々複雑なる制御機構を作成し得べく斯る場合に熱繼電器をラチェットの訂正に應用する等の便がある。

3) 實驗成績

實驗の場合には概ね 700 ヴオルトの電源に磁氣飽和鐵心誘導線輪を合調回路と同一線路に接続し、或はその間に變壓器を挿入した。かゝる試験に於ては前述の繼電器は何れも満足なる作動を爲したが實用の場合の故障を慮り特に高壓用の高調波發生誘導線輪を製作し、先づ當研究所の動力室に於ける 3300 ヴオルトの回路にこれを接続し、200 K.V.A の變壓器を経たる實驗室の 100 ヴオルト側に繼電器を設備して選擇負荷の開閉を行ひ良好なる成績を得た。次に地中線の場合には容量其他の影響あるべきを豫想し、該誘導線輪を東京市電氣局小石川變電所に設置し、同所より約 5 丁離れたる地點の低壓側に繼電器を接続して實地試験せる結果却て實驗室に於けるよりも強力なる作動をした。此誘導線輪の鐵心はローヒス厚さ 14 ミルの鐵板を重ねて斷面積 6.3 平方糎とし、平均磁路 48 糎、勵磁線輪 3800 回、線番 B.S # 22 にして勵磁電流 5 アムペアを通じたる場合にその端子電壓を約 1500 ヴオルトに設計せるものである。

次に第 1 項に於て述べたる高調波發生鐵心誘導線輪の勵磁電流と實驗に用ひたる繼電器の作動範圍との關係を見る爲め第 16 圖の如き接続にて負荷 R を變化し誘導線輪 L に流るゝ勵磁電流 A_1 と端子電壓 E_1 並に負荷の端子電

壓 E_2 及び繼電器の合調回路 l, c に流るゝ合調電流との關係を測定した。

これに使用せる電源は定電壓正弦波 100 ヴオルト 50 サイクル交流、負荷 R は誘導抵抗少きもの、誘導線誘は鐵心斷面積 8.4 平方糎、鐵板ローヒス 14 ミル、平均磁路 22.8 糎、勵磁線

第 16 圖

輪捲數 100、線番 B.S # 14、線輪抵抗 0.19 オーム、合調回路の蓄電器 c は容量 2 マイクロファラッド電信用パラフィン紙製のもの、 l は鐵心線輪にして捲數 1100、抵抗 10.4 オーム、鐵心の可動部分に於ける空隙は作動せざる位置に於て約 3 耗。作動位置に於て 1 耗にして可動部分は電源

開閉器の衝撃に耐ゆる重量大なるものである。第1項に述べたる如くこの高調波発生誘導線輪は100 アムペア以下に耐ゆる計算となる。然して繼電器は勵磁電流 A_1 が約1アムペアの時に於て既に敏速に作動し、合調電流 A_2 は更に電流 A_1 を増すと共に強大となり勵磁電流約15アムペアに於て遂に最大值に達し次に稍減少して略々一定となる。第17圖はこれを圖示せるものにして圖中實線 A_2 は電磁石の作動せざる位置に於ける高調波発生装置の勵磁電流 A_1 と電磁石勵磁線輪に於ける合調電流との關係を示し、 A'_2 は同じく作動位置の値を示す。又 E_1 は勵磁電流 A_1 と誘導線輪 L に於ける誘導抵抗に基く端子電壓との關係を示す。合調回路の調整は作動せざる位置に於てなした。然して何れの場合にも合調回路に於ける基礎波電流は約160 ミリアムペアであつた。

第 17 圖

III 各種遠方制御方式の概要

1) 主開閉器の開閉回数或は單極開閉器の開閉順序を利用する方式

饋電線主開閉器の開閉に依りて受電端に設備せる繼電器の電磁石に衝撃を與へ、ラチェットを

第 18 圖

廻轉して選擇負荷の開閉を掌る方法には種々あるが第18圖はその簡單なる1例である。圖に於て S は電源、 R_1 は晝夜間負荷、 R_2 は選擇負荷である。接觸子 t はスプリングの爲にラチェットが圖の如き位置にあるときは絶縁片 b 上に接し、負荷 R_2 へは電流通ぜぬが變電所に於ける主開閉器を一時開けばブランヂャー P 落下して之に附屬せる鉤はラチェット R の齒を1つ送りて $\frac{1}{2}$ 廻轉せしめ之に附せる突起は接觸子 t を押下げて導體片 a に移し次に主開閉器を閉ぢれば t は a を經て R_2 に電

流通する。この操作を尙一度繰返せば接觸子 t は再び b に戻りて負荷 R_2 への送電を斷つ。即

ち主開閉器の斷續回數に依つて選擇開閉器の操作を行ふものにして、適當なる機構を施して可成複雑なるものとする事も出来る。但しかゝる方式は前述せる如く一度操作を誤るときは以後續けて反對の作動をなす恐あるを以て周期的に裝置を一定狀態に復する等の注意が必要である。

饋電線單極開閉器の開閉順序を利用せるものに戸上式其他がある。大體の原理を 第19圖 に就

第 19 圖

て紹介する。圖に於て單極開閉器 S_a, S_b, S_c は平常スプリングの爲に開路し、夫に附屬せる電磁石 m_a, m_b, m_c の勵磁せられたるときに閉ぢ。變壓器 T はこれら電磁石に給電す。制御開閉器 S_m が圖の如き位置にあれば何れの電磁石にも電流通せず、負荷は全部停電される。これを A の側に閉ぢるときは先づ m_a, S_a, m_b, S_b 直ちに作動し。饋電線 a 及 b 閉ぢ繼電器の電磁石 m_1 勵磁せ

られ鐵片 P を吸着し、選擇開閉器 S_s を閉ぢて選擇負荷 R_2 への送電を始め同時に B なる絶縁突起所は電磁石の回路の開閉器 C_2 を押し開く。制御器側の電磁石 m_1 は開閉器 S_s を制御するに當つて豫め作動に一定の慣性ある如く設計せられ、上述の如く S_a, S_b の閉路に依つて m_1 作動し C_2 開きたる後に始めて之を閉ぢ電磁石 m_c の回路を完成し饋電線 c を閉ぢる。従つて此の場合には m_2 は全く作用不能に陥り選擇開閉器 S_s は依然閉ぢたるまゝである。逆に制御開閉器 S_m を B の側に閉ぢれば先づ S_b, S_c 閉ぢて繼電器の電磁石 m_2 作動し選擇開閉器 S_s を開の位置に保持すると同時に電磁石 m_1 の回路を C_1 に於て斷ち、之が作用を不能ならしむ。此の方式は停電の場合に自動的に單極開閉器 S_a, S_b, S_c の投入操作を繰返して次に送電せられたる場合に繼電器を元の作動位置に戻す構造になつてゐる。

以上の2方式は何れも比較的簡單にして經費も廉であるが、負荷の一時停電を操作の條件とし、従つて需要家の側に於て甚だ迷惑とする場合がある、尙後者は3線以上の饋電線を必要とする。

2)カスケード・コントロール

此の方式並に次の制御線方式に關しては東京市電氣局電燈課長小川榮次郎氏が夙に深き御研究

第 20 圖

を遊ばされ、米國に於ける實施狀態を親しく御見聞の上照明學會に於て講演されたこともある。本稿には照明學會雜誌大正15年3月號に記載された同講演の大要を録した次第である。

此の方式は主として直列式街路照明の制御に適用せらるゝものにして非常に簡單である。第20圖はその1例にし

て1つの直列負荷回路に接続せられたる繼電器は次の直列負荷回路の開閉器を制御し、第2の回路の繼電器は第3の回路を制御し順次同様操作をなす。この方法では1回路の故障の場合に後續せる回路が全部停電する缺點がある。

3) 制御線方式

選擇負荷開閉用繼電器を特設せる制御線に依つて遠方制御する方式である。又制御線の特設せず並列に布設せられたる配電線を相互に制御開閉することも可能である。

第21圖は制御線を用ふる遠方制御方式の1例にしてこれに接続せられたる繼電器は遠方より制御線を通じて一齊に制御せられ夫に附屬せる選擇負荷の開閉を掌る。制御線の開閉は人手に依るか或はタイム・スイッチを以て自動的に行ふ。又紐育エヂソン會社ではその直流配電區域に第22圖の如き構造の繼電器を第23圖の如く接続して街路燈の制御を行つてゐる。第22圖の繼電器は硝子管の中に水銀と鐵棒と不燃性瓦斯を密封せるものにして晝間は硝子管の周圍に捲きたる制御線に直列に接続せる線輪に電流を通じて鐵棒を持上げ水銀レベルを下げて負荷回路を切り、夕刻線輪の電流を斷てば鐵心下り水銀レベル上り街路燈が點する仕組である。

この方法に於ては制御線に故障を生じ停電せる場合は街路燈點じて迷惑を及ぼすことがない。通常はA變電所側からこれを制御し、故障に備へる爲め制御線を他の變電所B迄延長し、又誤つて制御線が配電線に接觸せる場合はB變電所の警鈴鳴り、制御線が途中にて切斷せる場合には残りをB變電所に切換へて制御し得る仕組になつてゐる。

第24圖は紐育市の一部に行はれてゐる方法にして、タイム・スイッチと繼電器制御を用ひ、各街路燈に1個宛の繼電器を設備せるものである。タイム・スイッチの故障の場合にはこれを短絡して

第 21 圖

第 22 圖

第 23 圖

手動制御とすることが出来る。

制御線方式に属すべきものには此他に獨逸にて考案せられたる壓搾空氣を用いた氣動式繼電器

第 24 圖

器がある。即ち制御用電線の代りに緻密なる細管を布設し、細管内の氣壓を制御所に於て隨時變化せしめて氣動繼電器を作動せしめ街路燈を點滅するのである。第 25 圖は此方式の組織を示す。

4) 配電線の電壓或は位相を變化する方式

配電線の各線間位相關係を變じ、これに依つて繼電器の廻轉體の廻轉方向を制御して開閉操作を掌らしめ、或は作動電壓を異にする繼電器を數種類作製し、配電線の電壓を除々に或は急激に上ぐる事に依り、低電壓繼電器の作動時間に相違を生ぜしめ、これを利用して選擇開閉操作を行ふ等の方式である。第 26 圖は位相變換を利用せる遠方制御方式の 1 例にして、圖中把手 H は 6 片の接觸子を有し、之を a の方向に廻せば配電線 A B C は夫々電源 1, 2, 3 に接續せられて繼電器のトルクモーター廻轉子 M は矢 r の方向に廻轉して選擇開閉器 S を閉づ。次に把手を b の方向に廻せば配電線 A B C は夫々電源 1, 3, 2 に接續せられ、位相關係變化するを以て廻轉子 M は矢 r' の方向に廻轉して選擇開閉器を開く。

5) 配電線を利用して制御電流を送る方式

配電線に繼電器の制御電流を重疊せしめて遠方制御の目的を達する方式

第 25 圖

第 26 圖

を (a) 大地或は制御線と配電線とを制御電流回路とするもの (b) 配電線のみを制御電流回路とするものに分ち得る。然して (a) の方式は大地を利用せる場合に頗る簡單便利ではあるが電話線

其他に對する障害が生ずる場合多く (b) の方式は少々複雑にして經費も蓄むが將來應用範圍の廣いものと思はれる。

(a) 大地と配電線とを制御電流回路とする方式 第27圖は此方式の最も簡單なる1例にて、

D は直流電源、 S_1 は制御開閉器にて何れも變電所に設備せられ、 m は電磁石、 S_2 は m に依つて開閉せらるゝ選擇開閉器、 R_1 は晝夜間負荷、 R_2 は選擇負荷である。開閉器 S_1 を閉づるときは直流が D より大地及配電線を通じて電磁石に流れ開閉器 S_2 を閉ぢるので

第 27 圖

が、 S_2 を極性開閉器とし電磁石に通ずる直流の方向を變ずる事に依り開閉操作を區別することが出来る。或は又直流送電の時間に長短をつけて開閉區別をなし得ることは云ふ迄もない。

第28圖は直流の代りに可聴周波電流を採用せる方式にして A は約 500 サイクルの高調波電動發

第 28 圖

電機、 C_1 C_2 は合調蓄電器にして配電線の接地せる場合のフィルターを兼ね m_1 は合調誘導抵抗にして電磁石を兼ね開閉器 S_2 を制御す。今開閉器 S_1 を閉ぢ高調波發電機 A を廻せば配電線の1本と大地とを通じて電磁石 m_1 に高調波勵磁電流通じ開閉器 S_2 を閉ぢ、之に依つて電磁石 m_2 作動して選擇開閉器 S_3 を閉ぢ負荷 R_2 へ送電を開始す。第29圖は此の方式に變壓器 T_1 を附して發電機を分離保護し、 T_2 なる單捲變壓器を配電變壓器の在る箇所に備へて配電線の低壓側にも制御電流の通ずる様にせるものである。

第 29 圖

圖は變電所に於て3本の配電線に夫々高誘導抵抗 l_1 l_2 l_3 を附して中性點を作りこれを直流電源 B、開閉器 S_1 を經て接地し、繼電器側に於ても同じく l'_1 l'_2 l'_3 を以て中性點を作り電磁石 m を經て接地せるものである。開閉器 S_1 を閉づれば大地並に配電線全部を通じて電磁石 m に直流通じ

上述のものは何れも配電線の片線を接地してゐるが、特に中性點を作つて接地する方式も考案されてゐる。第30

選擇開閉器 S_2 を制御する。

第31圖は中性點を作るに蓄電器を用ひ、制御電流としては變壓器 T に依つて交流を供給し、蓄電器電流に依つて繼電器を制御する方式である。

(b) 配電線のみを制御電流回路とする方式 一般に高調波を用ひ、周波數に依つて更に2種類に分たれる。即ち500サイクル内外の中間可聴周波を利用するもの及び50,000サイクル内外の高調波を用ふる方式である。夫々種々の特徴と缺點を有するが主なるものを挙げれば次の如くである。

(1) 高調波方式では可聴周波を超越してゐるから電話線に及ぼす影響なし。制御電力は僅少である。カップリング蓄電器の容量は極めて小にして然もこの爲に高調波發生裝置並に繼電器への低周波電流の逆流が減少される。

(2) 500 サイクル 内外の中間周波に於ては電力と同様に途中に變壓器介在するも差支なし。增幅器が不要である。高調波に比し一般に構造簡單にして經費廉である。

是等の性質より考へて高調波方式は低壓側に於ける多數の並列小負荷を各個に制御するには不適當にして直列式街路燈の如く1個の開閉器に依つて大負荷を制御する場合とか、變電所或は發電所の遠方制御等に主として採用されてゐる。之に反し中間周波に依る方式は並列式街路燈の制御等には頗る便利にして、繼電器を1燈に1個宛設備して好成績を挙げたものなどもある。

中間周波を利用せる方式 米國ウェスチングハウスにて發表せるは第32圖の如き接続である。高調波電源としては電動發電機を用ひ、その速度を毎分1200並に1800廻轉の2種

第 30 圖

第 31 圖

第 32 圖

に調整し得る如くし、之に依つて 440 サイクル及 660 サイクルの 2 種の高調波を發生せしむる。發電機の端子は圖の如く變壓器及合調誘導抵抗及合調蓄電器を経て饋電線に接続される。蓄電器は合調作用をなすと共に饋電線より低周波電流の逆入を防ぐ。

圖の接続に於ては高調波電流の回路は變電所回路と負荷回路との 2 つに分れ、變電所設備を流るゝものは全然徒費せらるゝわけである。依つてリアクター及レギュレーター等を此の方に含ましむる接続にして極力此の値を少からしめる。高調波電壓の饋電線との接続點に於ける値は低壓側に於ける繼電器端子電壓を約 5 ヴォルトとして決め、高調波電壓の合成電壓に及ぼす影響は $E = \sqrt{E_p^2 + E_h^2}$ (E = 合成電壓, E_p = 負荷電壓, E_h 高調波電壓) より算出せられ、極めて僅少にして例へば 110 ヴォルトの負荷電壓に對して 5 ヴォルトの高調波電壓の影響は僅かに 0.11 ヴォルトに過ぎざるを以て問題とするに足らぬ。

此の方式を実施するに當つて考案者の最も疑問視せるは、かゝる接続に依つて果して高調波が容易に一般配電線中に種々の負荷状態に關係なく重疊せられ得るか否かであつた。これを解決する爲に紐育エジソン會社の地中饋電線の 1 つに就き詳細なる試験を行つた。即ち第 32 圖に於ける合調回路を豫め一定に調整し、これを饋電線に接続せる場合に負荷の變化に伴ふ回路の合調周波數を測定し、之より回路のイムピーダンスを算出した。第 33 圖は合調回路を饋電線より分離し、端子を短絡せる場合の共振曲線、第 34 圖は電燈電力合せて約 100 アムペアの負荷をかけた場合の饋電線の特性を示す。これに比し約 400 アムペアの電燈を點じたる場合の特性は第 35 圖の如くにし

第 33 圖

第 34 圖

第 35 圖

第 37 圖

第 36 圖

第 38 圖

て實効抵抗約 2 倍に増し、従つて第 34 圖の場合と同一高周波電壓を供給せんには發電力を 2 倍と
 する必要がある。第 36 圖は饋電線を全部接続せる場合の母線のイムピーダンスを示し、第 37 圖は
 變電所側に流るゝ高周波電流を検出する爲め變壓器のイムピーダンスを測定せるものにして、レ
 グュレーター、リアクター等を合して此値は約 3.5 オームとなつた。以上を綜合するに第 32 圖の
 接続に依つて制御用高周波を饋電線に重疊せしむることは比較的容易である。

次にこれに使用せる繼電器は大體 38 圖の如き構造にして、合調回路の誘導抵抗は電磁石を兼ね

その空隙は力率を1に近からしむる設計である。接觸子はトグル型にして短時間の制御電流にて動作する。

可聴周波以上の高周波に依る方式 周波数の範圍を高き方は減衰、輻射等に依る高周波勢力の損失に依りて限り、低き方を電話線に對する障害に依りて限り、制御電流の周波数は10,000乃至50,000 サイクルが適當なりとして計畫せられたのが本方式である。第39圖は米國ゼネラル・エレ

第 39 圖

クトリック會社が直列式街路燈用自動定電流變壓器の開閉に約5萬サイクルの高周波を利用せる場合の接續略圖である。高周波の發生には真空管發振器を用ひ、之を3相配電線の任意の2本に、或は中性線ある場合には之と他の配電線の1本とに接續し、合調蓄電器をして低周波電流の發振器への逆流を防止せしむることは前項の如くである。又圖の排流線輪(drainage coil)は之と反對に高周波に對して高いイムピーダンスを呈し、低周波電壓を殆ど短絡してやはり發振器保護の目的を有する。

實際に用ひたる發振器は容量100ワットで幅33吋、高さ76吋、厚さ15吋のスキッチボード・パネルに全部を裝置した。繼電器には檢波器として真空管を1個用ひ、これらに要する電源はすべて電力線より取り、蓄電池整流器等は使用せぬ、制御操作は發振器に附屬せる開閉器を閉の位置に動かせば自動的に一定短時間高周波が送られ、開の位置にやれば少々之より長い時間高周波が送られ、繼電器には長短の高周波衝擊に夫々應働する素子備はりて開閉作用を爲す。開閉何れの操作にも適宜の慣性ありて落雷、主開閉器の開閉等に基く故障を無くする。

高周波電流に依つて變電所の制御を行へる最も古い例としては米國セントラル・インディアナ・パワー會社のチプトン變電所がある。此變電所は市街より約1哩隔り、コ、モ及インディアナボリスの2ヶ所より66 K.V 送電線通じ、常時その一方より電力供給を受け、故障の場合に他方より供給を仰ぐ。此切換操作を變電所より約20哩を隔てたるコ、モ發電所に於て掌る爲めに高周波電流を送電線に重疊せしめ、變電所に受信器、呼出セレクター等を備へ全然自動的として變電所係員を要せざる方式を用ひたのである。然し當時既にインディアナ、コ、モ間の送電線は高周波電

話組織に使用せられむるを以て其發振器を共用することにし、電話と制御組織との間に混信なき様特殊なる周波數を選んだ。幸に該發振器には周波數變更開閉器備はり、自動呼出ダイヤルを操作すれば隨時電話用の正規周波より任意の周波に變更し得る構造であつた。受信器のカップル法は第 40 圖の如くにして接續方法はヘテロダイン式である。即ち受信器の檢波器が發振する周波は送信せられたる周波と組合せて約 1000 サイクルのビードを生ずる如く調整せられ、此ビードは 2 段に擴大せられる。2 段目の擴大には圖の如く眞空管 2 個を用ひプレート回路に繼電器の勵磁線輪を入れる。此眞空管のグリッドに 1,000 サイクルのビードが加はるとグリッド・コンデンサーにネガチブ・チャージ溜り、プレート電流減少し、繼電器は力を失つて接觸子は開く。呼出ダイヤルはかゝる衝擊を一定回数自動的に送つてセレクターを操作するのである。セレクターは電磁石、ラチェット・ボール等を組合せたる自動交換機用のものと全然同一である。又應答信號用として變電所に小型發振器並に自動衝擊裝置を備へ、送信に依つて油入開閉器の切換操作を完了すると同時に之を發信所に電燈に依つて報告する組織になつてゐる。

6) タイム・スイッチ

タイム・スイッチに就ては廣く知れ亘つて居り、其原理なるものは至極簡單にして説明の要はない。特徴とするところは適當に調整すれば全く自動的に負荷の開閉を制御するにあつて殊に電

第 40 圖

氣捲時計式は一層便利である。但し簡單なる構造のものは一般に手捲式にして周期的即ち 1 週間或は 1 ヶ月毎に入手を要し、開閉器の操作原動力として小型磁石を用ひ、10 アムペア内外の小容量である。電氣捲式に於ては小型ユニバーサル・モーターを時計並に開閉器操作に並用し、開閉器に適用する場合にもギアを以て速度を落し、力を強大にするを以て油入式にすれば容量を大にすることが出来る。開閉時間は概ねトリップを廻轉して容易に調整し得る仕組にして 1 日中に開閉操作を數回繰返し得るものもある。街路照明其他の燈火點滅に應用する場合には季節に應じて自動的に第 41 圖の如く開閉時間を調節するアストロノミック・ダイヤルと稱するものがある。又

第 41 圖

半夜燈と終夜燈との區別制御機構を備ふるものもある。

タイム・スイッチには一般に普通の時計を使用するが、廻轉力をゼンマイ以外に求めたものもある。その1つは積算電力計を利用せるものにして之に一定の負荷を附屬せしめて廻轉數を加減し、開閉器制御時間を調整する方式である。又同期電動機の如き廻轉數の一定なるものを用ひ、短時間内の開閉操作を目的として考案せられたものもある。

東京市電氣局に於ては前にも述べたやうに地下ケーブルを採用した地域多く、かゝるところに於ては晝夜間線のみなるを以て街路燈、橋燈其他の點滅に困難を感じ、最近之が打開策としてタイム・スイッチ數臺を購入し、主要箇所に設置した。その多くは容量10アムペア位の手捲式或は電氣捲式にして之に100アムペアの自働開閉器を附屬せしめた。かゝる方法の方が大容量のタイム・スイッチよりも經費少く成績も良好である。

7) 光電管繼電器

光に對して鋭敏に應働する性質を有する光電管が電燈制御に適合性あるは論ずる迄もなく、既にその實施方法に就て考案せられた人士も多數あることと思ふ。

近來に於ける光電管研究の進歩竝に優秀なる交流真空管の出現は一層この方式の可能性を確實にせるものであるが、尙光電電流を通常の真空管にて擴大し、繼電器の勵磁電流とする普通一般の方法は、他の遠方制御方式に對して簡單經費等の點に於て拮抗し得る程度の進歩を見ない。これに比すれば微量の不活潑性瓦斯或は水銀蒸氣を封入せる3極弧光整流器所謂サイラトロン(Thyratron)を光電管と組合せた方式は比較的確實で實現性に富んで居る。サイラトロンは近年米國ゼネラル・エレクトリック會社の提供した極めて高能率の熱陰極整流器にして、其瓦斯壓は大電流の弧光整流を可能にすると共に極片の損傷の少い範圍に調整せられ、之に備はれるグリッドは弧光の發生を統御する機能を有す。即ち一定のプレート電壓に對してグリッド電壓が或値に達すれば弧光發生す。但し以後プレート電壓が負となるか或は回路が遮斷せらるゝ迄弧光はグリ

ツド電壓に関係なく繼續し、即ち弧光發生後はグリッドは之を統御する力を失ふ。一定のプレート電壓に於て弧光の發生すべきグリッド電壓の最低値を臨界電壓 (critical voltage) と稱し之とプレート電壓との組合せを適當にすれば弧光整流の始動時間並にその電流値を自由に制御し得る。例へば第42圖の如くプレートの交番電壓に對してグリッドにも之と同周波の電壓を加へ、相互位相關係を變化すれば此目的を達し得る。圖の破線はプレート電壓の各値に對するグリッドの臨界電壓を示す。同圖(イ)はプレート電壓波の最初にグリッド電壓が臨界値を超ゆる場合にして弧光はプレート電壓の正側に於ける半周波全部に亘つて繼續せられ、直流負荷電流は最大値に達する。(ロ)圖はグリッド電壓の位相が少々推移しA點に於て始めて臨界値に達し、ハッチングで示した部分だけ弧光が繼續する場合である。かくの如くグリッド電壓波を右方に移せば負荷電流値は次第に減少し、遂に全く弧光を發生しない状態に到る。之を逆に左方に移せば常にグリッド電壓はプレート

第 42 圖

電壓波の最初に於て臨界値を超え、或程度を通過すれば兩波の位相關係殆ど 180 度相違し、急激に弧光が發生しない状態になる。

此位相關係の制御を光電管で行へば光度に應じて負荷を點滅或はその電流を増減することが出来る。第43圖はその方法で入る光線の量に依りて光電管抵抗と蓄電器Cとの組合せに依りサイロトロン（サイロトロン）のグリッドに加はる電壓位相を制御する組織である。今直流側に於ける負荷を電燈とし、夜間に於て光電管に入る光線少くその抵抗が大きい場合は、グリッド電壓とプレート電壓が略々位相一致し即ち第42圖(イ)の如く負荷に最大電流を通ずる如く調整する。然るときは朝になつて次第に光電管に入る光線を増すときは、グリッド電壓位相は光電管抵抗の減少に伴つて進み、或程度に進むときは前述の如く一齊に弧光停止し電燈が消える。點燈の場合は之と

第 43 圖

逆に夕刻急激に恰も通常の開閉器の如く負荷は閉ぢられる、又蓄電器Cの代りに誘導抵抗を用ふれば第42圖(ロ)の場合の如く、グリッド電壓が光電管抵抗の増減と共に徐々に進み或は遅れ、之に

従つて直流負荷電流も徐々に減増する。其結果は室内照明の如く夕刻徐々に光線の補給を要する場合等に適應する。此接續方法に用ふる光電管は兩極共に作用物質で構成し、兩方向に光電流の通じ得る如くする必要がある。

参 考 文 献

- (1) A. I. E. E., Aug. 1927.
- (2) " Oct. "
- (3) " Dec. "
- (4) E. T. Z., May 31, 1928.
- (5) Elec. World, Nov. 10. 1928.
- (6) " " Dec. 29, "
- (7) Elec. Journal, Feb. 1927.
- (8) " " Sept. 1927.
- (9) G. E. Review, May, 1926.
- (10) " " " Sept. "
- (11) " " " April, 1929.
- (12) " " " July, "
- (13) R. G. E., Feb. 5, 1926.
- (14) " " " Oct. 13, 1923.
- (15) 照明學會雜誌 第10卷第1號
- (16) 特 許 第36716號, 第37511號, 第38330號, 第41515號, 第42067號,
第66692號, 第67635號, 第80634號, 第81709號