

# 自動昇圧器

## Automatic Booster

前川 愛一\*

### 内容梗概

日立製作所で始めて完成した自動昇圧器は、直列および調整変圧器を備えたいわゆる間接式であった。この型は結線上タップ数に制限があり、広範囲の電圧変動に応じられなかつたので、その後、直接式を採用し、回転型タップ切換器のものを製作して、この点を補った。今回さらに性能の向上をめざして電圧調整方式、タップ切換器ならびに操作機構に根本的改良を加え、軽量小型で性能のよい新型自動昇圧器を完成した。主なる改良点はつぎの通りである。

- (1) 限流リアクトルにより中間電圧をえる調整方式に改めた。
- (2) タップ切換器の構造を圧接型に改めた。
- (3) 動作極限の安全装置として、遊動装置を設け、減速装置に遊星歯車機構を採用した。
- (4) 専用の油槽をもつ油入接触器を採用し、あわせて制御器具、制御方式の改良を行った。
- (5) 初励磁および停電後は必ず負荷側最低電圧から起動する方式とした。

### 〔I〕 緒 言

配電線の電圧維持については、最近では変電所のみでなく電圧変動の激しい配電線末端に電圧調整の施設を備える方法が盛に実施されている。従来負荷状態のまま電圧を調整するものに電圧調整変圧器ならびに誘導電圧調整器があり、それぞれ特長を有しているが、前述の用途には、軽量小型で据付が簡単であり、長期の無点検運転に耐えることが要求される。今回日立製作所において完成した自動昇圧器は、よくこの要求に叶い、従来の電圧調整変圧器と同等の機能を備え、電圧変動の改善にもつとも効果的なものである。以下新型自動昇圧器の概略を紹介する。

### 〔II〕 構 造

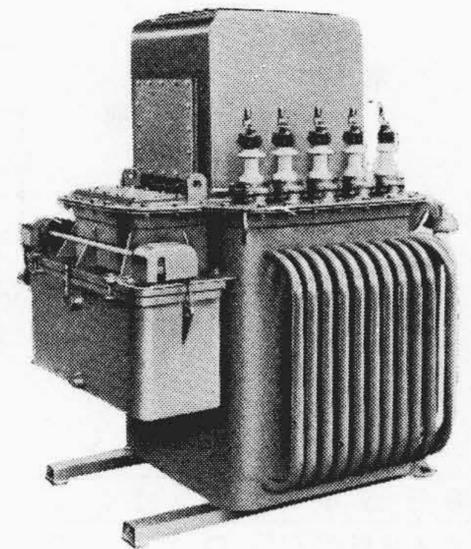
自動昇圧器は、V結線単巻変圧器、リアクトル、タップ切換器、油入接触器、自動制御装置および操作機構よりなり、線路の電圧変動を捕捉し、負荷状態のまま入力電圧に応じて適当なタップを自動的に選定し、出力電圧を常に一定に保つもので、外観の一例を第1図に、結線を第2図(次頁参照)に示す。以下構造を述べる。

#### (1) タップ切換方式

主回路は、第3図(次頁参照)左半に示し、タップ切換器  $T.C.$  と油入接触器  $O.ctt$  の連動関係を動作順序にしたがい第3図(a)(b)(c)に示す。(a)図の状態では入力電圧が最高値で、負荷電流はリアクトル  $X$  を左右に分流し、 $O.ctt$  接点  $52T$  を経て合流して、タップ切換器の接点1に流入する。入力電圧がタップ1, 2の中間電圧に相当する値まで降下すれば、 $52R$  およびタップ切換器接点1は閉路のままタップ切換器接点2が閉路し、 $52T$  が開いた後  $52S$  が閉路して(b)図の状態となり連

第1図  
自動昇圧器

Fig. 1.  
Automatic Booster 300 kVA 50  
~ 3-Phase Self  
Cooled Outdoor  
Use



続使用される。さらに入力電圧がタップ2に相当する電圧となれば、 $52R$  が開き、ついでタップ切換器接点1を開き、 $52T$  を閉路して(c)図の状態となる。いずれの状態においてもリアクトル  $X$  には負荷電流が分流するためリアクタンス降下はほとんどない。同様な動作が繰返されて接点4までに7段階の電圧に応じられる。この動作を第4図(次頁参照)に示した。

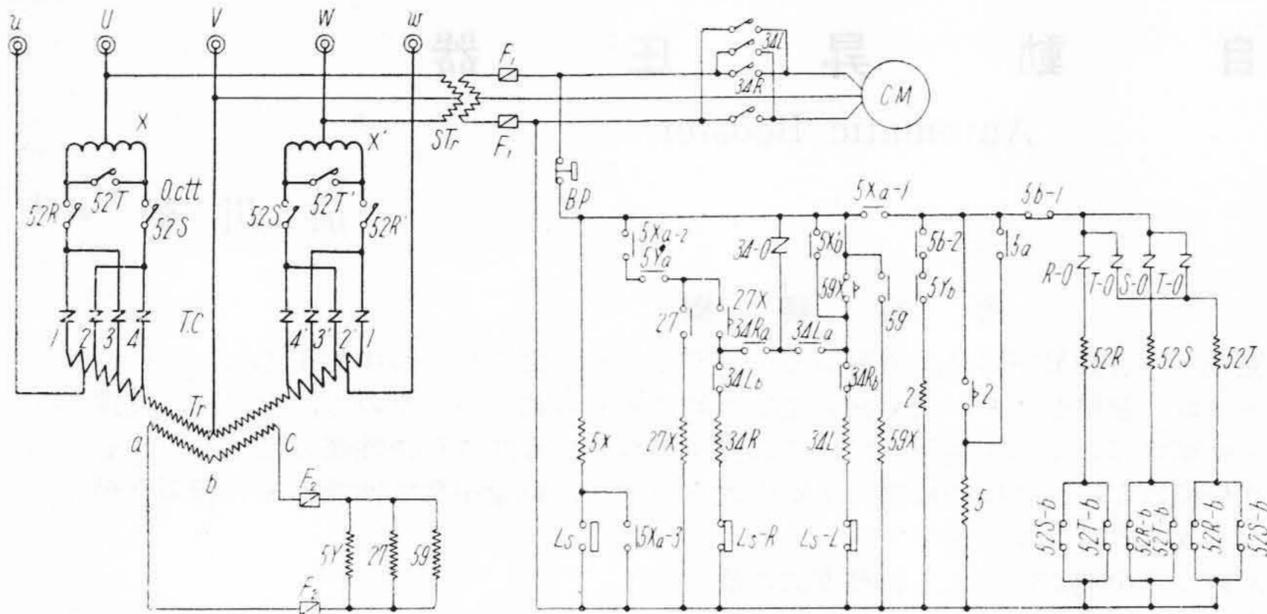
#### (2) タップ切換器

$U, W$  相各1枚の絶縁板に、それぞれ4箇の単位接点を $90^\circ$ 間隔に取付け、各絶縁板を背中合せとし、中心を貫通する操作軸に固着された絶縁カムの回転によつて、開閉操作が行われる。単位接点の動作原理を操作の順に示せば第5図(次頁参照)(a)(b)(c)の通りである。固定接触子の円弧面に、首振り自在の可動接触子の平面を圧接する構造で、動作過程において、接触点が僅かに移動することにより接触を完全にする。絶縁カムは合成樹脂成型品で200万回の磨耗試験においてきわめて良好な結果をえた。

#### (3) 油入接触器

双極単投の電磁接触器3組より成りタップ切換器の切

\* 日立製作所日立国分分工場

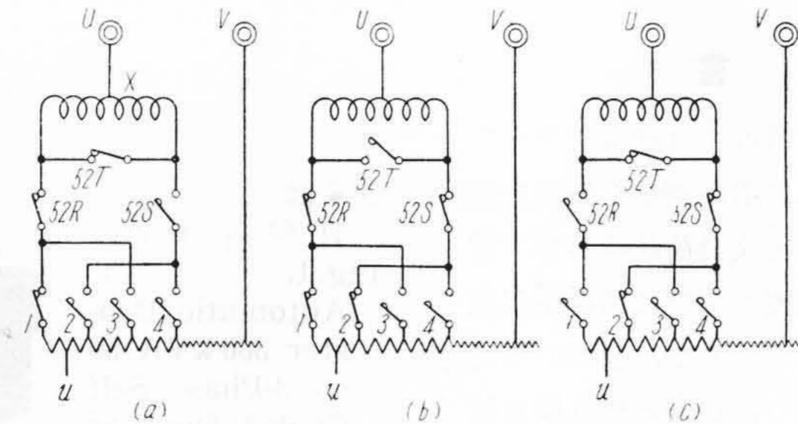


第2図 自動昇圧器結線図  
Fig. 2. Connection Diagram of Automatic Booster

記号	品名または名称
U, V, W	入力側端子
u, V, w	出力側端子
X, X'	U, W相リアクトル
O. ctt	油入接触器
T, C	タップ切換器
Tr	主変圧器
S, Tr	制御電源変圧器
F1, F2	可熔片
5Y	無電圧開放接触器
5X	無電圧開放接触器
5	無電圧開放接触器
27	不足電圧継電器
27X	同上補助限時継電器
59	過電圧継電器
59X	同上補助限時継電器
2	限時継電器
34-0	自己保持用カムスイッチ
34R, L	電磁接触器
Ls, -R, -L	極限開閉器
R, S, T-0	C. ctt 操作用カムスイッチ
P, B	復帰用押引開閉器
CM	操作電動機

第3図  
タップ切換の状態

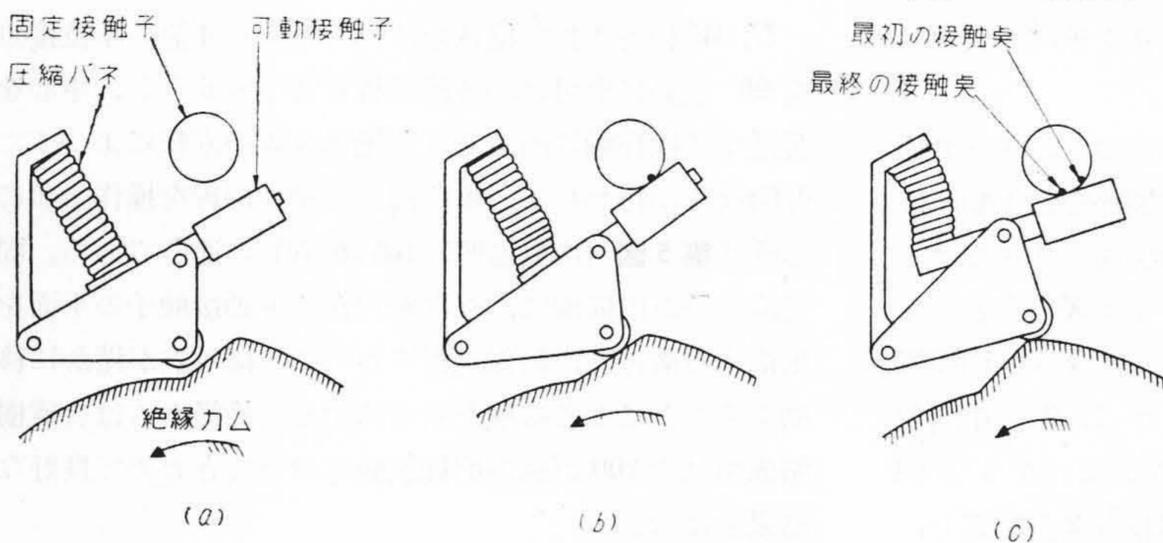
Fig. 3.  
Action of Tap Changing



電圧段階#	I	II	III	IV	V	VI	VII
油入接触器 52T	○		○		○		○
52S		○	○	○		○	○
油入接触器 52R	○	○		○	○	○	○
タップ切換器接点 #4						○	○
" #3				○	○	○	○
" #2		○	○	○			
タップ切換器接点 #1	○	○					

○印は閉路を示す。

第4図 全タップ動作表  
Fig. 4. Action of Tap Changing



第5図 単位接点の動作図  
Fig. 5. Action of Unit Contactor

換操作を無電圧で行うため主回路の開閉を掌るもので、U, W 両相の同記号の接点を1箇の操作線輪で操作する仕組になっているため、両相完全な同時操作が行われる。本体の油と混触を防ぐため、専用の油槽を主函の側面に懸吊し、必要に応じハンドルをもつて簡単に油槽を降下し、中身の点検が可能である。

(4) 自動制御装置

誘導型電圧継電器、電磁接触器、限時継電器および各種カム開閉器などよりなり、電圧変動の捕捉、操作指令などの主機能のほかに、必要な保護機能を備え、すべて本体カバー上のケース内に収めてある。

(5) 操作機構

間歇回転機構および減速装置よりなり、前者は間歇歯車とこれを駆動する送り円盤が噛合いタップ切換器の回転を規正する。動作極限においては主動側の送り円盤を遊動させ動力を切り離す安全装置（実用新案出願中）を備えている。このため機械的回転阻止の機構は不要である。減速装置は2組の遊星歯車機構を組合せた差動歯車装置で

ギヤケース内にグリスを充填し長期間注油を要しない。

〔III〕 制 御

制御回路は第3図結線図の右半の部分で、無励磁状態を示す。つぎに制御ならびに過電圧保護について述べる。

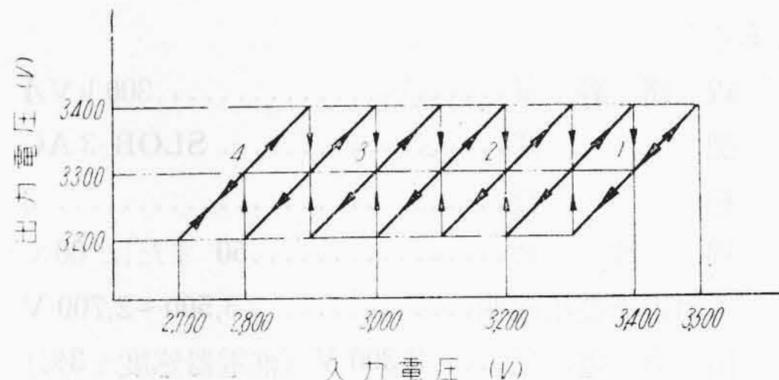
ある入力電圧で送電中、その電圧が3%以上降下すれば、まず不足電圧継電器27が動作して、その接点27を閉じ、限時継電器27Xを附勢し、ある時限の後その接点27Xを閉じる。34Rが励磁され接点34Rが閉路(同時に34R<sub>a</sub>も閉路)して、電動機CMは昇圧方向に起動する。起動後間もなくカム開閉器34-0が閉路して、先に閉路された34R<sub>a</sub>とともに、タップ切換操作中、34R回路を自己保持する。タップの切換操作が終れば、機械的に34-0は開路して、電動機CMを停止し1段階の操作を終る。

入力電圧が3%以上上昇した場合は、過電圧継電器59が動作し、34L回路において前述と同様な動作により降圧操作が行われる。

線路の故障による停電直前には電圧が低下し、復帰の場合は電圧が回復するのが一般的傾向である。このような場合、自動昇圧器は昇圧状態で停止し、そのままの状態では停止時より高い電圧がかかると、出力電圧は過電圧となる。これを防止するため始動前につきの降圧状態にもどす動作が行われる。

通電されると、制御電源変圧器S、T<sub>r</sub>を経て、制御回路の常時閉路の接点5X<sub>b</sub>を通じ、34Lが励磁され、接点34Lを閉路して、電動機C.M.は降圧方向に起動する。この回転はタップ切換器接点1が閉路する極限まで続き、極限開閉器L<sub>s</sub>-Lが開いて停止する。この動作により自動昇圧器は降圧状態にもどる。L<sub>s</sub>-L開路と同時にL<sub>s</sub>が閉じて、5Xが励磁され5X<sub>a</sub>-1が閉路(同時に5X<sub>a</sub>-2、5X<sub>a</sub>-3も閉路)する。5X<sub>a</sub>-1の閉路によつて、機械的に閉路状態にあるR-0、T-0を経て52R、52Tが励磁されて、主接点52R、52Tを閉路し、昇圧器本体は降圧状態において、負荷への送電が始まる。と同時に二次巻線に結ばれた5Yが励磁されて、5Y<sub>a</sub>が閉じ、先に閉路された5X<sub>a</sub>-2とともに、昇圧操作回路(34R回路)の昇圧動作に応動する体勢が整う、また5X<sub>a</sub>-3の閉路により5Xが自己保持される。以後はそのときの電圧に応じて、前述の正規の動作が行われる。

万一、二次巻線の継電器回路が無電圧となつた場合は5Yが消磁して5Y<sub>b</sub>を閉じ、2が附勢され、ある時限の後接点2を閉路して5を励磁する。(実用新案出願中)その接点5<sub>b</sub>-1を開き、主回路の52R、52Sを開路して、自動昇圧器を線路から切り離し、調整機能不能による過



第6図 自動昇圧器電圧特性図  
Fig. 6. Character of Automatic Booster

電圧事故を未然に防止する。

〔IV〕 特 性

自動昇圧器電圧特性を第6図に示す。1~4の斜線は各タップにおける電圧特性を示し、中間の斜線はタップ間の中間電圧の特性を示す。入力電圧が昇圧のときは上半の、降圧のときは下半の各斜線を矢印のごとく辿る。入力電圧、2,800V以下および3,400V以上の場合は、それぞれ入力電圧に比例して出力電圧が変動する。

電圧調整上もつとも重視されるものは調整感度で、電圧継電器の器種選定とその特性に左右される。電圧継電器は、使用上の諸条件を十分考慮し誘導型を採用し、その特性については慎重な研究の結果、特殊な方法により温度、周波数ならびに傾斜の影響を補償した良好な特性を有する。

タップ切換操作1段階の所要時間は約22秒で、一旦始動すれば操作回路は機械的に自己保持されて操作の中絶を防止する。油入接触器が完全に開路して、その回路のタップ切換器接点が完全に開くまでの時間は約1.5秒で、この時間は両者の操作カムの作用角の関係位置により機械的に確保される。また油入接触器接点相互間は、操作カムの機械的關係と、電氣的鎖錠装置により連動關係を確保している。

動作の乱調は、昇圧器のタップ間電圧の選定、継電器の特性、動作限時の選定などにより避けうるものである。本器はタップ切換直後の落着く電圧が出力電圧の定格値で、相手方(例えば過電圧の場合は不足電圧、またはその逆)の動作範囲に至らないように十分余裕のあるタップ間電圧を選定している。継電器の特性も一旦整定すれば温度、周波数、傾斜の影響があつても、整定電圧の間隔が常に一定に保れるので乱調の原因とはならない。また限時継電器により応動すべき電圧がある時間持続した後には切換動作が始まり、しかもその時間を自由に整定できるので、最適の頻度を選ぶことができる。そのほか始動の際はかならず負荷側最低電圧より起動すること、継電器回路が万一無電圧となつたときは、自動昇圧器を線路より切り離すなどの保護機能を有する。

新型自動昇圧器の標準仕様の一例を示せばつぎの通り

である。

線路容量	.....300 kVA
型式	..... SLOB-3 AC
相数	..... 3
周波数	.....50 または 60~
入力電圧使用範囲	..... 3,500~2,700 V
出力電圧	..... 3,300 V (継電器感度±3%)
定格	.....連続
結線	..... V 結線単巻
絶縁階級	.....3 号

### 〔V〕 結 言

配電線の電圧調整に、誘導電圧調整器はきわめて良好な機能を発揮するが、場所的制約と経済的見地からその効果を配電線末端にまで望むことはできない。また配電線の電圧調整は実際問題として、誘導電圧調整器のような、連続かつ細密な調整を必要としない。むしろ安価で配電線の随所に簡単に据付られ、長期にわたり無点検で、確実な運転状態を保つことが重要である。自動昇圧器は

正しくこの目的に叶うものであり、配電方面はもちろん、電気炉、電気化学工業、その他一般産業などの負荷電圧調整に、その需用はますます盛んなものがある。以下特長を一括列挙して結言とする。

- (1) 特殊切換方式と圧接式タップ切換器の採用により軽量小型化し、接触条件の向上によつて長期の寿命を保証しうる。
- (2) 主油槽内の接触片は、電氣的損傷を受けないため長期の寿命を保ち、油の劣化はほとんどない。
- (3) 回転機構部は、すべて油浸またはグリス詰めのため潤滑についての特別の配慮は不要である。
- (4) 据付が簡単で、主端子の接続さえ行えば、制御用の低圧電源も器内でえられるので、低圧配線の心配は不要である。

終りに臨み、本器の枢要附属器具の製作に、御援助を頂いた日立製作所日立工場電機設計部、多賀工場計器部の各位に深甚なる謝意を表するとともに、終始御指導を賜った谷崎変圧器部長、小川変設課長、首藤国分技術課長に対し厚く御礼申上げる次第である。

### 日立評論

### 絶縁材料特集号

### 別冊 No. 13

最近の電気機器はその単位当り容量を極度に減少するため高度の絶縁性と高温高压に耐える絶縁材料が要求され、その適否は電気機器の能率と寿命を左右する重大な役割を果している。絶縁材料としては、従来は主として天然材料に依存していたが、最近では合成化学のいちじるしい発達により現在では合成材料があらゆる方面に使用されるようになった。

ここに最近の電気絶縁材料の性能および諸特性に関する諸問題中より特に下記題目を執りあげ日立評論別冊 No. 13「絶縁材料特集号」とし、三月下旬皆様の御手もとへ御贈り申上げることになりました。

何卒その発行を御期待下さい。

なお従来よりの御愛読者諸兄には発行と同じに御送附申上げますが、特に本特集号のみ御希望される向きがありましたら至急予約御申越下さい。

- ◎電気絶縁材料の最近の趨勢
- ◎不溶性高分子物質の研究序論
- ◎ポリエステル樹脂に関する研究(第3報)  
——ポリ縮合反応の動力学的取扱について——
- ◎ワニスクロス類の二三の特性
- ◎コイルワニス含浸の作業管理について
- ◎合成ゴムの絶縁電線への応用(第6報)  
——ハイパロンの特性——
- ◎電力ケーブル用絶縁紙の熱劣化特性  
——水蒸気雰囲気中における  
金属イオンの熱化学作用——
- ◎電線用熱可塑性物質の流線分布
- ◎フェノール樹脂成型品の電氣的性能

- ◎フェノール樹脂積層品の電氣的性能の  
二、三について
- ◎メラミン樹脂積層棒 RU-54N の二、三の特性
- ◎耐熱性絶縁材料の二、三の特性
- ◎絶縁材料の吸湿について
- ◎シリコンワニスの諸問題
- ◎ビニル重合体の耐熱性について  
——本多式熱天秤による研究——
- ◎ヒタフランの特性と応用
- ◎ポリエステル樹脂の研究  
——各種不飽和酸を用いた  
不飽和ポリエステル樹脂の熱軟化度——

東京都千代田区丸の内1ノ4  
(新丸の内ビルディング7階)

日立評論社

誌代特価1部 ¥100(送料12)