遠隔測定技術の進歩

Fortschritte auf dem Gebiet der Fernmesstechnik

Von S. John.

Ubersetzung aus "SIEMENS-ZEITSCHRIFT"
25. Jahrgang • Januar 1951 • Heft 1

I. 緒　　言

遠隔測定は比較的新しい技術分野であり，ヨーロッパにおいては約20年程前から始まったものである。その後この新しい技術に対する実際方面からの要求は殆んどたえまなくたかまってきた。殊に電力事業にとっては，発電・配電を安全かつ経済的に運営するために，遠隔測定はきわめて重要な補助装置の一つとなった。大規模な配電網にあっては，これを運営するために中央管理所を設置する必要がある．この場合電話・電信・遠方表示器等とともに遠隔測定装置を使用することによって，管理所は時々刻々の電力の需要状態，それに対する分配，供給，また発電所の余剰能力等を適確に把握し指令することができる。

しかしながら遠隔測定装置は單に電力事業だけでなく，ガスおよび水の供給事業にとってもまた重要なものとなっている．ガス供給にあってはそのガス傳送管内の壓力と流量とが遠隔測定の対象となるのであるが，ことに所謂遠隔ガス傳送にあっては導管内の圧力状態をたえず監視していなくては，到底確実かつ経済的な運営は考えられない．傳送管内の故障も，圧力の遠隔測定によって直ちに知ることができ，したがってその故障も迅速に除去することができる。

ガス工場自身においては，圧力・流量の測定以外に溫度の測定も重要な問題である．すなわち測定された溫度を中央で記錄することによって各種の作業管理が非常に容易となる。

また水供給の場合にも遠隔測定装置の使用はきわめて有効であることが認められている．この場合には対象となるのは高位貯水池の水位であるが，遠隔測定を行うことによってその監視は非常に容易となる。

さらに水を大量に使用する工場にあっては，導管内の流量を測定することが望ましい．この場合多くは重要な弁の遠隔操縦と関連をもっているので，弁の開度 — または少くともその限界位置 — も遠隔表示される必要がある。

鉱業方面においても遠隔測定装置を利用して，重要な数値を絶えず中央で監視して，その操業を安全かつ経済的に運営しようとする努力が拂われている。この場合には次のような測定値が操業管理に重要な値である。すなわち 1. コンベアベルトの能率，2. 圧搾空気の圧力，3. 通風用空気の流量，4. 坑内空気のメタン含有量等である．測定位置と監視位置との距離は数粁にも及ぶ場合がある。

最近20年間において幾つかの遠隔測定装置が発達したが，それらは多くの場合当面の課題にのみ適應したものであって，一般的な意義を持っていなかった．アメリカ合衆國の最近の文献によれば，アメリカでは今日なお約18社のメーカーによって製作されている10種類以上にもわたる各種の測定方式が採用されている．こゝで興味あることはアメリカではヨーロッパと異って，非電気的量 — 多くの場合熱技術的な測定値 — に対する遠隔測定設備の数が，電気量に対する遠隔測定設備の数よりも遙かに多いことである。

しかしながら遠隔測定装置の製造を経済的に行うためには — とにかくヨーロッパにおいては — できるだけタイプを少くし，しかもその少いタイプによってあらゆる遠隔測定問題 — 熱技術的量の遠隔測定問題をも — を解決するようにしなければならない。

実際には提出される課題，傳送條件等は多種多様にわ

たっているので，たった一つの遠隔測定方式だけでは，実際のあらゆる問題を解決することは不可能である．しかしこれ迄の経験によって，シーメンス・ハルスケ社において発達された2種の遠隔測定方式をもってすれば，実際に提出される殆んど総ての遠隔測定問題を容易に解決できると云うことがわかった。

実線を使用しての短距離（最大 50 km）の遠隔測定値傳送，および局部的な綜合あるいは差の形成を行う場合にはトルク補償方式が非常に合理的であることが証明されている．これは既に「測定値変換器方式」として実際に使用されている。

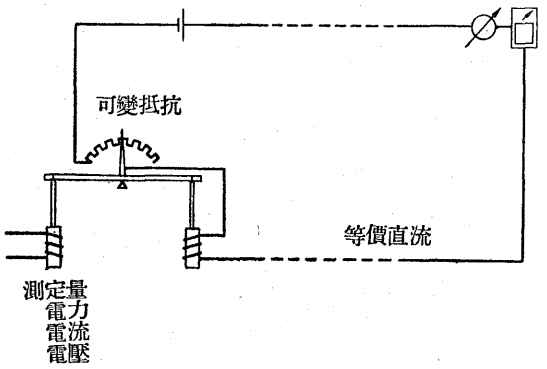
もう一つの測定方式と云うのは20年來絶えず改良を加えられ，應用されてきた「衝流周波数方式」である．これは前記のトルク補償方式よりもより一般的な方法であって，測定値傳送の爲には実線路を必要とせず，可聽周波もしくは搬送周波回路を使用することができる。

これ等二つの遠隔測定方式はそれぞれ獨自の應用方面を持つと同時に，また両方式併用の應用方面を持っており，たとえば測定値の綜合形成に使用することができる。

以下これ等両遠隔測定方式とそれに必要な構成器具に就て述べる。

II. 補償方式または測定値変換器方式

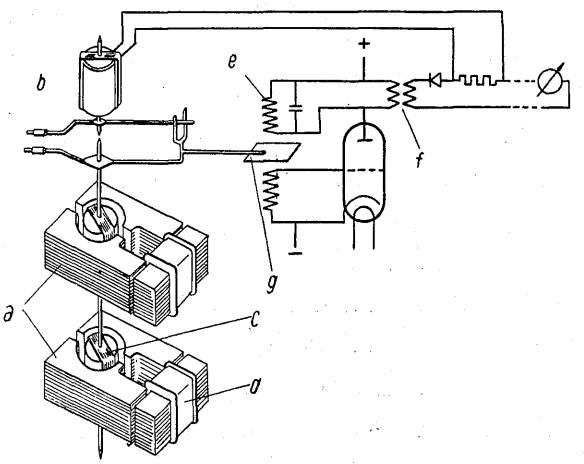
トルク補償方式の構造は非常に簡單で，その測定原理は天秤の例によって最もよく説明することができる（第1図）。すなわち図の天秤の左側には被測定量 — 電力・電流・電圧・または周波数 — に比例したトルクが作用し，右側には等價直流によるトルクが作用する．この直流の値は天秤の指針に相当する可変抵抗の摺動子の位置変化によって自動的に調整される．被測定量によるトルクと直流によるトルクとが等しくなった時天秤は靜止する．したがってこの直流自身が遠隔測定を行わんとする測定量に対する尺度となるのである．この場合天秤は，常に測定値に比例したトルクを生ずる爲の一定の直流電流が流れるように調整するので，直流側回路の抵抗すなわち遠隔傳送線路および指示計器の抵抗は全く無関係となる。



第 1 図　トルク補償の動作原理

Bild 1　Darstellung der Wirkungsweise einer Drehmoment-Kompensation

実際には高度の測定確度を必要とするトルク補償器を，上述のような方式で組立てることはできない．その理由は主として回転型可変抵抗器の摩擦に原因する．この摩擦モーメントは，僅か 0.2～0.3 gcm 程度である測定量のトルクに対しては到底許容し得ない程の大きさになるであろう．そこで最近ではこの問題の解決の爲に，殆んどいたる所で增幅管が補助的に使用されており，これによって実際上直流の摩擦なしの調整が可能となる．强電技術者は眞空管を使用することに対してしばしば不信の念をいだくが，この不信はラジオならびに高周波通信技術の普及によって最早消滅しているであろう．眞空管の特性と經年変化が測定確度に影響を及ぼさないようにさえすれば，測定方面においても眞空管を使用することは何等差支えない．実際に使用されるトルク補償器の場合には直流電流は第2図に示された方法で調整される．図の中央にある眞空管は高周波発振回路として接続され



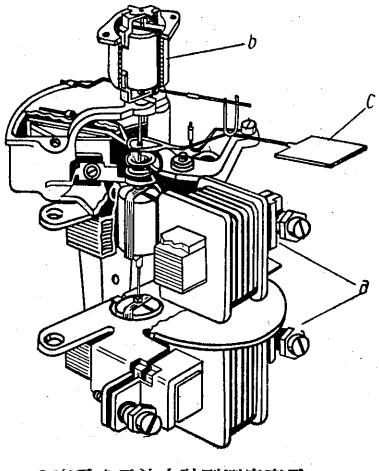
a. 3相電力測定素子
b. 補償可動コイルをもった核磁石型素子
c. 電圧コイル
d. 電流コイル
e. 反結合コイル
f. 高周波変圧器
g. 調整翼

第 2 図　電流力計型測定素子による電力測定用トルク補償器の原理結線図

Bild 2　Grundschaltung eines Drehmoment-Kompensators für eine Leistungsmessung mit elektrodynamischem System

a Drehstrom-System
b Kernmagnet-System mit Kompensationsrähmchen
c Spannungsrähmchen
d Stromspulen
e Bückkopplungsspulen
f Hochfrequenz-Transformator
g Regelfahne

ている．いま眞空管に陽極電圧を與えると発振回路と格子コイルとの反結合によって，発振回路の定数によってきまる固有周波数で発振する．この場合測定機構によって操作されるアルミニウム翼（調整翼）を陽極・格子反結合コイルの間に置けば，高周波発振の振幅はコイルを適当に製作することによって，零から最大迄連続して調整することができる．陽極反結合コイルと並列に高周波変圧器が接続されているが，これは主として陽極電圧に対する高周波用絶縁変圧器として存在するのである．なおその2次側には多数のタップがありこれによって補償電流を様々な遠隔傳送線路の長さに適應せしめる．高周波電流は変圧器の2次側から整流器を通り，調整翼と同様に測定機構に結合されている補償用可動コイルに流れる．さらに遠隔傳送線を通って指示計器に導かれそこから元の変圧器に帰る．いま測定値が変化すると反結合コイル間を調整翼が動いて，高周波発振の遮蔽したがって整流された高周波電流を変化せしめる．これは測定機構の回転運動が補償機構の逆回転力によって停止される迄変化する．遠隔傳送線の抵抗または眞空管の定数が変化した場合にも，同様にこの調整翼によって自動的に測定値に対應した直流電流となるように調整される．この場合測定機構の偏れは極めて僅かな角度に過ぎない．第3図にこのようなトルク補償器の実際の構造を示す．第4図は結合された二つの測定素子を示している．測定素子自身は普通の2素子の電流力計型測定機構（a）からなり，それに核磁石型可動コイル素子（b）が結合されている．こ

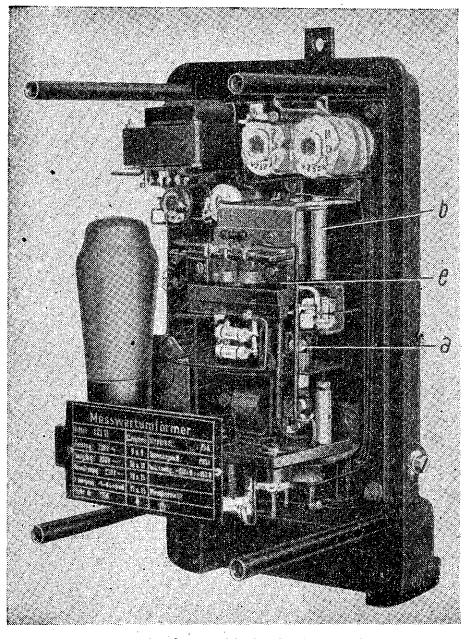


a.　2素子式電流力計型測定素子
b.　可動コイル型測定素子をもった核磁石
c.　陽極—格子反結合コイル

第 3 図　電力測定用トルク補償器

Bild 3　Drehmoment-Kompensator für Leistungsmessung

a.　Zweisystemiges elektrodynamisches Messwerk
b.　Kernmagnet mit Drehspul-Messwerk
c.　Anoden-und Gitterrückkopplungsspulen



a.　2素子式電流力計型測定素子
b.　核磁石型可動コイル素子
c.　調　整　翼

第 4 図　トルク補償器の二つの結合された測定素子

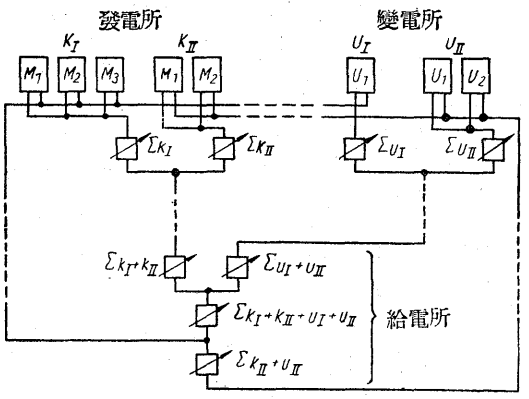
Bild 4　Gekuppelte Messsysteme des Drehmoment Kompensators

a.　Zweisystemiges elektrodynamisches Messwerk
b.　Kernmagnet-Drehspulsystem
c.　Regelfahne

の二つの測定素子が結合されている場所にアルミニウム翼（c）が固着されており，陽極ならびに格子の反結合コイル間で動くようになっている．測定機構の可動部の重量は 2.5 g に過ぎない．したがって測定素子だけに就て云えば，その靜止時間は僅か約 0.3 秒と云う極めて小さなものである．また指示計器を含んだ補償器全体に就て云えばその靜止時間は約 0.8 秒となる．電流測定の場合における測定素子の自己消費は非常に僅少で，電流回路は 2.7 VA 電圧回路は 1.5 VA である。

トルク補償器による測定値の綜合集計は特に簡單に行われる．すなわち相互に離れた位置にある各測定箇所の綜合値を普通の可動コイル型計器の簡單な接続によって指示させることができる．第5図は測定電流の簡單な加算によって，二つの発電所および二つの変電所の部分的な集計ならびにそれ等の全体的綜合値形成の実施例を示している。

発電所集計 I および II は，部分的集計 K_I+K_{II} として合計される．これに対して変電所 U_I および U_{II} の集計値が加わって全体としての綜合集計 $K_I+K_{II}+U_I+U_{II}$ が生ずる．また第5図からわかるように測定電流 K_I および U_I を最後の綜合集計値のところから分離して復帰させることにより，部分的集計 $K_{II}+U_{II}$ を指示させ



M 発電機電力用トルク補償器
U 変圧器電力用トルク補償器

第 5 図 トルク補償器による綜合値遠隔測定

Bild 5 Summenfernmessung mit Hilfe von Drehmoment-Kompensatoren

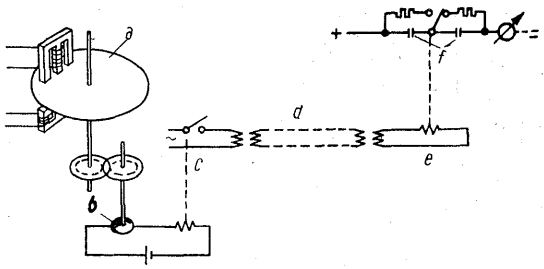
M Drehmoment-Kompensatoren der Maschinenleistung
U Drehmoment-Kompensatoren der Tarnsformatorenleistung

ることができる．このことは発電所外の電力供給者にとって大いに関心ある問題である。

以上トルク補償方式の基本的な構造に就て記述したがその最も優れた特長は，測定配置の單純さにある。送信端には実際上靜止している送信器が配置され，受信端には測定値の指示用として普通の可動コイル型計器が必要とされるだけである．測定量を多くの場所に同時に，簡單な可動コイル計器で指示させたり，或いはインク式記錄計に記錄させることができると云う長所をもったこの簡單な測定配列の構成は，さらに実際上局部的な測定値をトルク補償器によって指示または記錄することができるようになった。

III. 衝流周波数方式

相当大きな距離を隔てて測定値を傳送したり，あるいはまた中継器による閉回路を使用して測定値を傳送する場合にはトルク補償方式を使用することはできない．この場合にはその測定確度が傳送路の種類・長さによって影響を受けないような狀態に変換することが必要である．そうすることによって傳送方法あるいは当然存在するであろう外部的の影響は直接の問題とはならなくなる．いずれにせよ測定確度に影響を與えないようにしなければならない．このような無制限の距離の遠隔測定に対する條件は，衝流周波数方式によって解決される．この方式においては発信器から送られる毎秒毎の衝流が測定値に対する尺度となり，その衝流の强さは單に受信側の測定継電器を動かすに足る大きさであればよい．第6



a. 遠隔測定発信器
b. 集 電 子
c. 送信継電器
d. 遠隔傳送線
e. 受信継電器
f. 測定コンデンサ

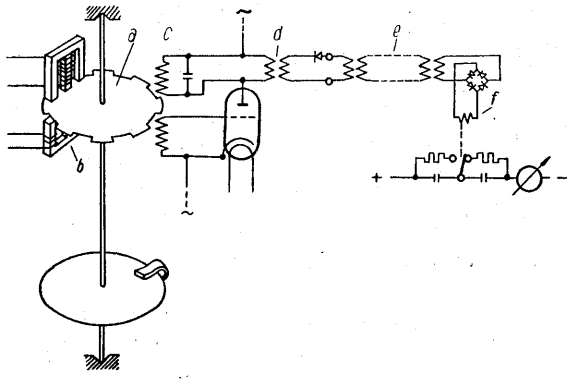
第 6 図 衝流周波数方式の原理結線図

Bild 6 Grundschaltung beim Impulstrequenz-Verfahren

a. Fernmessgeber
b. Kollektor
c. Senderelais
d. Fernleitung
e. Empfangsrelais
f. Messkondensatoren

図にこの衝流周波数方式の基本的結線を示す．発信器から測定値に対應した衝流周波数が，送信継電器および遠隔傳送線を通して受信継電器に送られる．受信継電器の接点は保護抵抗および指示計器を通して交互に測定コンデンサを充電する．したがって指示計器を流れる電流は衝流周波数と測定電圧の積に比例することになる．この場合その制御力が測定電圧に比例する指示計器 — たとえば交叉コイル型 — を使用すれば，指示計の偏れは送信器から送られる衝流周波数に直接比例することになる．以下衝流周波数方式の主要な構成要素に就て述べる。

発信器： 発信器において測定値がこれに比例した衝流周波数に変換されるのであるが，この変換は從來は測定量をたとえば積算電力計を利用して回転運動に変換し，それによって機械的の集電子を働かせると云う方法が行われていた．一般に機械的集電子のこれ迄の運転実績は比較的良好で満足すべきものであって．集電子による測定上の故障は稀であり，あったとしても多くは特に困難な運転條件に越因していた．しかしながら集電子ならびにその上を滑動する刷子を時々点檢することは或る程度必要であり，殊に集電子と刷子の摩擦は測定機構に対し追加負荷となり，しかも変動するので，その測定確度に影響を及ぼすことになる．したがって最近ではこのような機械的集電子は誘導式の衝流発信器に置き換えられた．この発信器ではその測定機構に対し何等の反作用もなく，また機械的な損耗もない．第7図にこのような発信器の動作方式を示す．積算計の可動素子によって溝のついた円板に測定量に比例した回転数が與えられる．円板はその回転数の大小に應じて眞空管発振回路に誘導的に影響を及ぼし，これによって測定値に比例した周波数



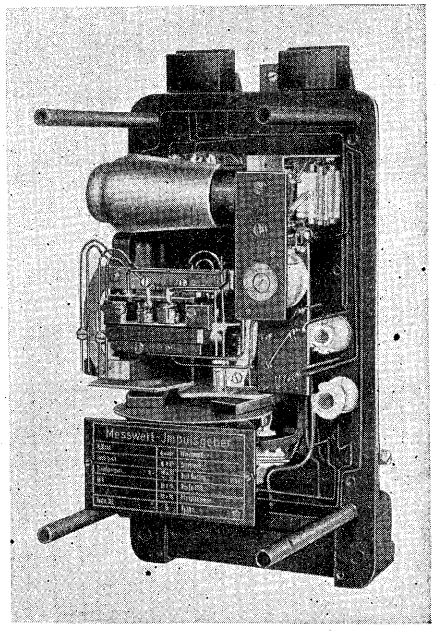
a. 3相積算電力計　　d. 高周波変圧器
b. 3相電力用素子　　e. 遠隔傳送線
c. 反結合コイル　　f. 測定継電器

第 7 図　誘導式衝流発信器の原理結線図

Bild 7 Grundschaltung des induktiven Impulsgebers

a. Drehstromzähler　　d. Hochfrequenz-Transformator
b. Drehstromsystem　　e. Fernleitung
c. Rückkopplungsspulen　　f. Messrelais

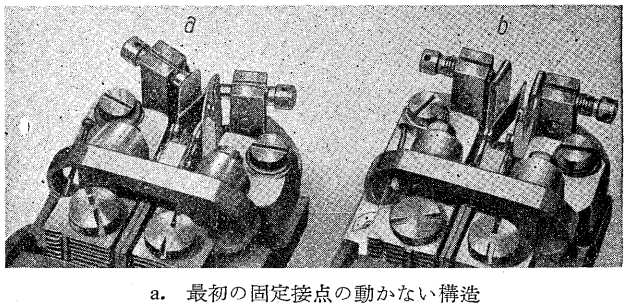
の測定衝流が変圧器を通して與えられる．この機構にあっては測定衝流に必要な送信エネルギーは直接増幅管によって供給されるので，何等特別の送信電圧を必要としない．このような発信器の消費電力は極めて小さく，電圧コイル 0,7 VA, 電流コイル 5.6 VA である。また発信器の靜止時間は約 0.8 秒である．第 8 図に実際に使用されている測定値発信器を示す。



第 8 図　誘導式測定値衝流発信器

Bild 8 Induktiver Messwert-Impulsgeber

受信継電器：遠隔測定発信器から送られた衝流周波数は受信側においてまず受信継電器に導かれる．受信継電器は最大の周波数でしかも何年にもわたる連続した運転において，特に監視の必要なく動作しなければならない．この問題に対し，継電器製造における豊富な経験を基礎として，遠隔測定の凡ゆる要求に耐える継電器を完成した．継電器の最も重要な点は接点の構成にあるのでこれに就て述べる．既に述べたように遠隔測定継電器の接点は測定コンデンサを切換えるのであるが，この接点は凡ゆる場合に震動現象を生ずることなく接触されなければならない．何故ならばこの時にのみ無電圧のもとにおけるコンデンサの接続が保証されるからである．コンデンサを開放する場合には，コンデンサの充電電流は実際上 0 になっているので，接点は常に無電流狀態で動作することになり，したがって長年月に亘る使用を可能にしている．これに反して接点の震動現象を生ずるときはコンデンサの充電電流は電圧のかゝっている狀態で中断されることになるので，その結果接点の損耗を生じ接点は急速に破壊されるであろう。したがって遠隔測定継電器の無震動接触機能は最も重視すべき問題で，これは接点をばね摩擦接触に組立てることによって達成された．接点の震動をなくす爲には，可動接触子が固定接点に当った際に，その運動エネルギーが接触子の接点ばねによって消滅されると云う周知の事実に基いている．こゝで固定接点をばね構造とすることにより，その彈性によって接触子の摩擦をさらに拡大させた．したがって長期の使用後にも震動を生ずることがない．第 9 図に遠隔測定継電器の接点機構の実際の構造を示す。



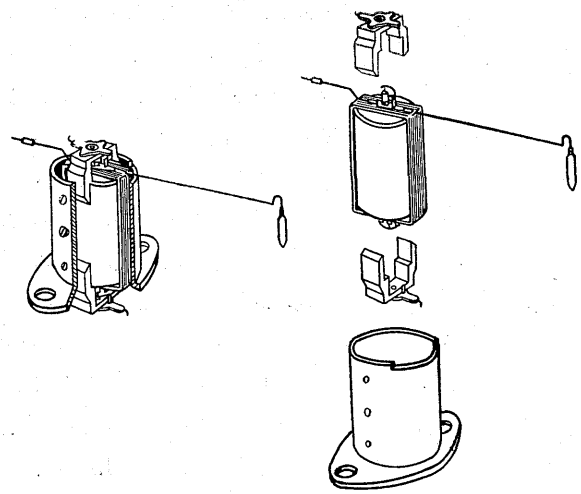
a. 最初の固定接点の動かない構造
b. 固定接点のばね構造

第 9 図　遠隔測定継電器の無震動接点

Bild 9 Prellungsfreie Kontakte des Fernmessrelais

a. Ursprüngliche starre Ausführung der Gegenkontakte
b. Federnde Ausführung der Gegenkontakte

指示計器：測定継電器によって操作されたコンデンサ電流は指示計器に導かれ，その指針の偏れは測定量に比例する．指示計器には衝流を平滑にし指示を靜かに行わせる爲に電解コンデンサが並列に接続される．充電電流は衝流周波数の外に測定電圧にも関係するので，指示計器としてはその制御トルクが測定電圧に比例する交叉コイル型計器が使用される．交叉コイル型計器は以前には

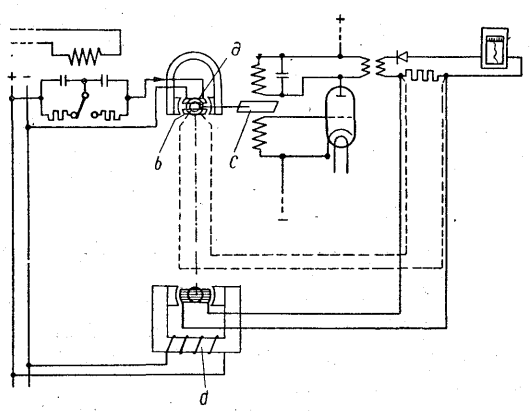


第 10 図　核磁石式交叉コイル型測定素子の構造

Bild 10　Aufbau eines Kernmagnet-Kreuzspul-Messwerks

外部磁石による磁場に二つの交叉したコイルを置いた型が使用されたが，現在では遠隔測定に対してもまた核磁石式交叉コイル型計器が作られている．この計器にあっては核磁石の正弦波形磁束密度の磁場によって，測定コイルと制御コイルとを同じ枠に巻き，それによって非常に構造を簡単にしている。第10図に核磁石式の新型交叉コイル型計器の測定素子を示す。

測定値増幅器：給電所においては遠隔測定値を單に指示させるだけでなく，それを絶えず記錄することが是非とも必要であると考えられる．しかしながらインク式記錄計を働かせるためにはコンデンサ電流の増幅が必要となる．これに対して補償増幅器が使用されるが，これは最初に述べたトルク補償器と同様な動作をする（第11図）。



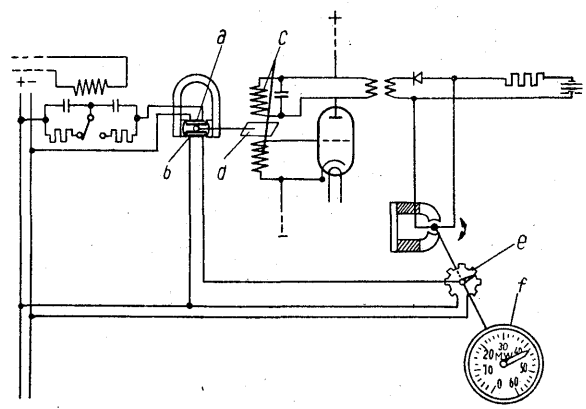
a.　入力側可動コイル　　c.　高周波調整翼
b.　補償可動コイル　　d.　外部励磁の可動コイル型素子

第 11 図　電圧補償付増幅器の原理結線図

Bild 11　Grundschaltung eines Verstarkers mit Spannungsausgleich

a.　Eingangsrähmchen　　c.　HF-Regelfahne
b.　Kompensationsrähmchen　　d.　Fremderregtes Drehspulsystem

この場合トルク補償器の測定機構に相当するものは，可動コイル型測定素子の入力側可動コイル（a）であり，さらにこれと同一枠上に補償コイル（b）が納められている．増幅すべき測定電流はまず入力側可動コイルに導かれる．この可動コイルの軸にはトルク補償器の場合と同様に調整翼（c）が取付けられており，これによって高周波発振回路を通じて直流を調整する．この直流は分流抵抗器を通じて補償コイル（b）に導かれ．これによって測定電流に対抗するトルクを生ずる．両コイルのトルクが等しくなった時に調整翼は靜止する．増幅度はコイルに対する分流抵抗器の大きさによって決定される．最近この増幅器に普通の可動コイル型インク式記錄計を接続できる爲に，増幅された出力電流が電源電圧の変動に左右されないようにする装置が考えられた．すなわち上述の永久磁石・可動コイル型測定素子は外部励磁・可動コイル測定素子（d）と結合され，補償電流はこの外部励磁可動コイルに導かれる．この励磁コイルは測定電圧と同一電源に接続されるので，補償電流は常に一定に保たれ励磁電流だけが変化する．從來電圧変動の影響を避ける爲には交叉コイル型計器が使用されるのであるが，以上のような増幅器によってこの目的が達せられるので，將來は交叉コイル型記錄計の必要はなくなるであろう。このような装置では，増幅器の先に接続する計器は凡て普通の可動コイル型計器でよいと云う特長をもっている．増幅器の靜止時間は約 0.3 秒である。



a.　遠隔測定増幅器の入力側可動コイル　　d.　調整翼
b.　補償可動コイル　　e.　電位差計
c.　反結合コイル　　f.　大型指示計器

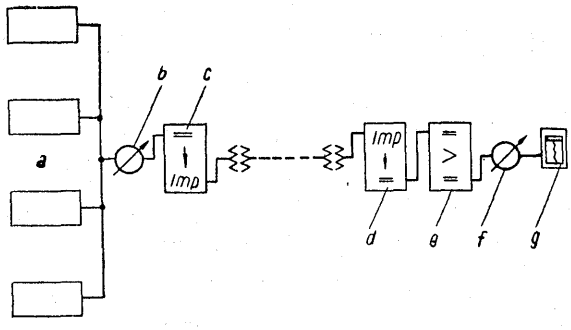
第 12 図　遠隔測定増幅器による大型指示計器の操作

Bild 12　Steuerung eines Grossinstrumentes durch einen Fernmessverstärker

a.　Eingangsrähmchen des Messwertverstärkers　　d.　Regelfahne
b.　Kompensationsrähmchen　　e.　Potentiometer
c.　Rückkopplungsspulen　　f.　Grossinstrument

大型指示計器： 開閉所あるいは給電所においては多くインク式記錄計を必要とするが，この他に現場においてはしばしば大型の指示計器が要求される．それは発電所の従業員にその時の負荷の変動を知らせる爲に，機械室ならびに汽罐室に取付けられるものである．これによって例えば汽罐室における火夫は，負荷変動に卽應した燃燒を行うことができ，合理的燃燒による石炭節約を計ることができる．多くの場合大型計器には綜合値を指示させる．またさらにこれに接触装置を取付け，従業員に負荷の急変を報知させるようにすることが多い．大型計器を動作させる爲には從來非常に多くの補助装置を必要としたが，最近は非常に簡單とされた．装置の動作方式を第12図に示す．大型計器に示されるべき測定量はまず増幅器の入力側可動コイルに導かれる．これによって得られた増幅器の出力側電流は直接小型直流電動機を何れか一方の方向に回転させる．この操作は電位差計が，測定電流によって生じた増幅器のトルクを再び打消すための補償電流を供給する迄行われる．こゝで電位差計の位置は測定量の尺度となるしたがって電位差計の軸に指針を取付け，測定量を匹敵した目盛を指示させることにより，極めて簡單に大型指示器を作ることができる．測定量の短時間の動搖を表示する必要のない大型計器における指針靜止時間は約 8 秒である。

綜合値発信器： 最後に局部的綜合値測定に主として用いられた補償方式と衝流周波数方式との組合せに使用するもう一つの構成に就て述べる．それは局部的に構成された綜合値を遠隔の地にある給電所に傳送する爲の綜合

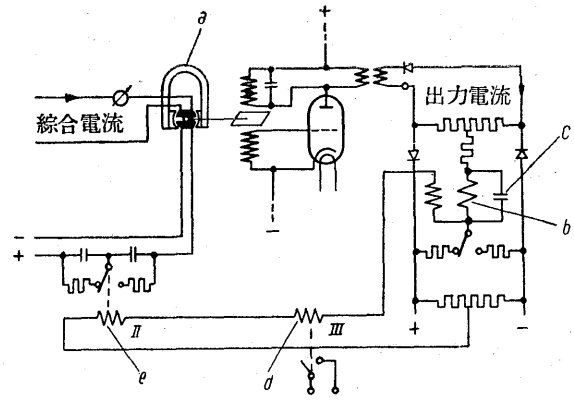


a. 測定値変換器　　e. 増 幅 器
b. 綜合値指示計　　f. 指 示 計
c. 綜合値発信器　　g. 記 錄 計
d. 受信継電器

第 13 圖　遠隔測定における綜合値發信器の配列

Bild 13　Anordnung eines Summengebers in einer Fernmessschaltung

a. Messwertumformer　　e. Verstarker
b. Summenanzeiger　　f. Anzeiger
c. Summengeber　　g. Schreiber
d. Empfangsrelais



a. 測定増幅器　　d. 送信継電器
b. 測定継電器　　e. 補償継電器
c. 遅 動 部

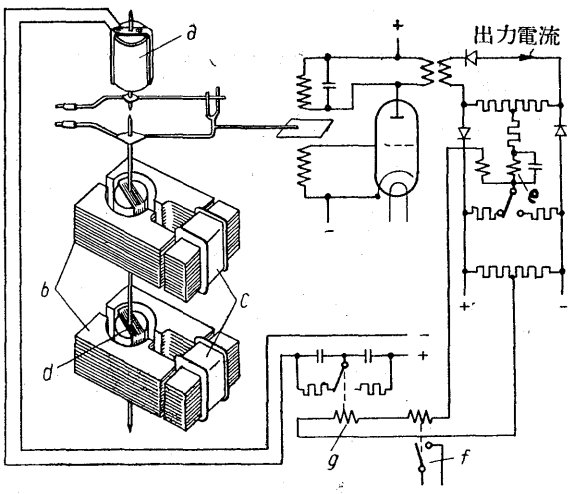
第 14 図　綜合値衝流発信器の原理結線図

Bild 14　Grundschaltung eines Summen-Impulsgebers

a. Messverstärker　　d. Senderelais
b. Messrelais　　e. Kompensationsrelais
c. Verzögerungsglied

値発信器である（第13図）。遠距離の傳送に対しては多くの場合測定値傳送用の実線回路を使用することができないから，測定値は衝流に変換されなければならない．直流測定値を衝流に変換するには第14図に示す方法で行われる．相当する衝流周波数に変換されるべき綜合値測定電流は測定増幅器の入力側可動コイルに導入される．増幅器の出力側電流はコンデンサが並列に接続されている測定継電器に流れる．測定継電器はその接点と自己断続動作をなす．それは同時に第 2, 第 3, の継電器すなわち送信継電器，補償継電器を働かせる．補償継電器は測定コンデンサを通じて増幅器に補償電流を供給し，送信継電器は遠隔傳送線に衝流を送り出す．綜合電流と補償電流とを同一電源に接続して置けば一定の綜合電流値に対して補償継電器の一定の衝流周波数が対應することになる．これによって増幅器が平衡するのであり，しからざる場合は綜合電流と衝流周波数との間の平衡狀態が達せられるまで，測定継電器を通じて衝流周波数を調整する．このように，継電器，コンデンサ，および回路抵抗のデータに無関係に，綜合電流値によってのみ決定される衝流周波数が発生される．送り出された衝流は先に述べた方法で受信側において変換され指示あるいは記錄される。綜合値発信器の靜止時間は約 0.4 秒である。

綜合値発信器に用いられた測定方式はまた衝流周波数方式による電力発信器にも使用することができる（第15図）．この場合に増幅器の代りに電流力計型素子をもったトルク補償器が使用されるすなわち増幅器の入力側可動コイルの位置に補償器の電力測定素子が置かれ，また増幅器における補償可動コイルの代りに核磁石式補償可動



a. 補償可動コイルをもった核磁石
b. 3相電力測定素子
c. 電流コイル
d. 電圧コイル
e. 測定継電器
f. 送信継電器
g. 補償継電器

第 15 図　電力測定用の補償式衝流発信器の原理結線図

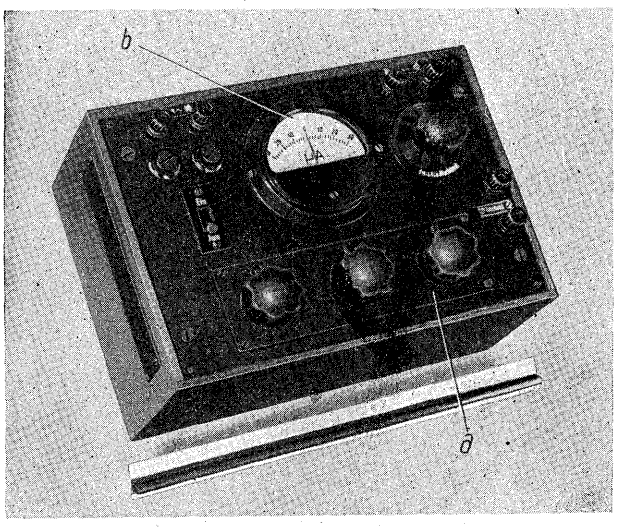
Bild 15　Grundschaltung eines Kompensations-Impulsgebers fuer Leistungsmessung

a. Kernmagnet mit Kompensationsrähmchen
b. Drehstrom-System
c. Stromspulen
d. Spannungsrähmchen
e. Messrelais
f. Senderelais
g. Kompensationsrelais

コイルが置かれる．この可動コイルは電流力計型の電力測定素子と結合されている．この補償発信器の靜止時間は約 0.4 秒である．送出衝流周波数は毎秒 6 乃至16衝流である．この衝流発信器の靜止時間は回転式衝流発信器の半分に過ぎない。

これはその動作角度が極めて小さいことと，可動部の重量が非常に軽量（2.5 g）であることによる。回転式衝流発信器ではこの10乃至20倍の重量が動かされなければならない．指示計器と測定値補償発信器との全体の靜止時間は僅かに 1.5 秒である。（消費電力：電流回路＝1.0 VA，電圧回路＝1.5 VA）

これ迄記述した遠隔測定発信器はもっぱら電気量，すなわち電力・電流・電圧または周波数の測定用として述べてきた．しかしながら最初にも述べたように遠隔測定はガス・水の供給事業にとっても，また鉱業方面にとっても，益々重要となっている．これらの場合には圧力・流量の測定が特に重要な問題となる．このような値の遠隔測定は一般に次のようにして行われる．すなわち圧力計または流量計に電位差計が接続され，これによって交流積算計を働かせる．この積算計の回転数は電位差計の位置と比例するようにする。なお積算計は電圧ならびに周波数の変動に影響されないように，その駆動機構は適当に構成されている．積算回転円板は衝流発信器の場合



a. 遞変抵抗器　　b. 零検流計

第 16 図　衝流周波数測定ブリッジ

Bild 16　Impulsfrequenz-Messbrücke

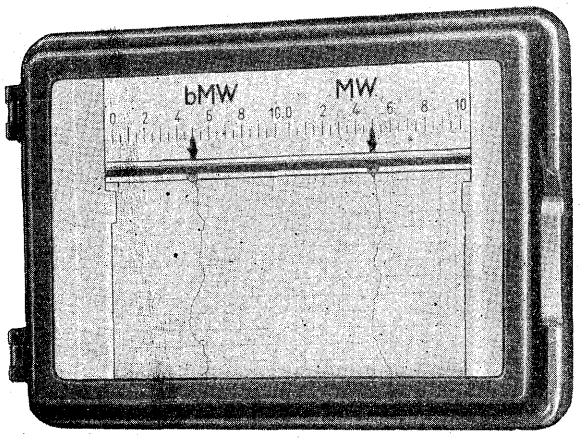
a. Dekadenwiderstand　　b. Nullgalvanometer

と全く同様に溝がついており，既に述べた方法で高周波発振回路を操作し，これによって測定量（圧力または流量）に比例した衝流周波数が送り出されるのである。

測定量自身によって十分なトルク（最小 4 gcma）の回転運動が行えるときには，測定量をその値に比例した衝流周波数に変換することは一層簡単である．この場合には測定量の回転運動を直接これに比例した衝流周波数に変換する磁石式衝流発信器が用いられる．これは測定発信器の回転軸の上に円い多極の磁石が取付けられており，これが磁気的に接触装置を働かせると云う極めて簡単な方法で行われる。

この接触装置から遠隔傳送線を通して受信装置に衝流が送られるのである．このような磁石式衝流発信器は主として流量積算計 — 例えばガス・水の流量積算計 — あるいは速度測定の場合に使用される。

この二つの遠隔測定発信器を用いることによって，非電気的な量も衝流に変較することができ，したがって実際上いかなる遠方にもその測定値を傳送することが可能になる．多くの場合遠隔測定器は非常に重要な運転値が傳達されているので，この遠隔測定装置を定期的に檢査することは極めて重要なことである．こういったことは例えば積算計方面においては既に普通のことになっている．衝流周波数方式遠隔測定装置における重要な値は，例えば一定の測定値に対應する毎秒の衝流数である．この値を試驗場においてもまた実際の現場においても迅速確実に測定し得るために，衝流周波数測定ブリッジが作られた（第16図）．これは周知のマクスウエルブリッジの容量測定に結線されている．ブリッジの一辺には測定さ



第 17 図　遠隔複型インク式記錄計
Bild 17　Doppel-Tintenschreiber

れるべき衝流周波数に操作される継電器によって置き換えられる一つの標準コンデンサが配置されている。

ブリッジは遞変抵抗器 (a) および零検流計 (b) によって調整され，測定すべき衝流が遞変抵抗器において ± 0.2 % の確度で，即座に直接毎秒の衝流数を読取ることができる．かくしてこの測定器によって衝流周波数方式の傳送衝流数を，任意の時に極めて簡單に点檢することができる．さらに衝流周波数方式ならびに補償方式において，測定結果に影響を及ぼすようなその他の量の檢査に対しては，一般には普通の測定器で間に合う。

最初に述べたように，上記の二つの遠隔測定方式をもってすれば，遠隔測定部門における実際上の殆んどあらゆる問題を非常に経済的な方法で解決することができる。上記の遠隔測定器の構成に際しては，その製造を簡單にしかつ必要な予備品およびその在庫を簡單にするために，各種の器具に対してできるだけ統一的な組立要素を使用するよう努力が拂われた．かくして電気測定における比較的新しいこの部門は，既に注目すべき技術狀態に到達している。

新輸入のシーメンス社製測定器

戰爭によって一時その入手が杜絶してしまった海外の技術狀勢も，戰後遂次色々の形で導入され，アメリカやヨーロッパにおける各方面の技術の進歩を知ることができるようになり，同時に戰前から弊社と特殊関係にあつたシーメンス社のその後の狀況も文献その他によって広く知られるようになりました．殊に弱電方面における進歩発達の狀況も，計測技術に関する各種の文献・カタログ等によつて色々と紹介されて参りました．新らしい測定器，遠隔測定裝置，工業計器，自動制御裝置，その他いずれも戰前のそれとは面目を一新したものであり，戰爭による被害にも拘らず，さすがに傳統を誇るシーメンス社だけに，これら計測機器は内容的にも，外観的にも格段の進歩を示しております。

最近に至りこれら各種の計測器輸入の実現をみ，電気試驗所その他に御納入申上げましたが，いずれも期待にそむかない性能を示し，多大の御好評を頂いております。

実際に品物を手にした時その性能の向上と同時に取扱の容易さという点からも，多くの努力が拂われ注目すべき進歩を示しており，改めてその優秀性を認識させられるものがあります。

これら戰後に輸入された計測器としては，無定位光示式電力計，反照檢流計，木材含水率計など多数にわたっております。

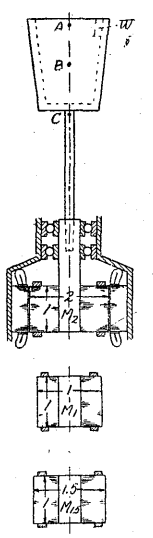
ポットモーターの改良（特許第194350号）

ポットモーターは非常な高速で回転するものでありますからポットにおける僅かの負荷の不平衡が強力な遠心力となり不規則運転を行うことになります．これは電動機自身では例えばベアリングの壽命を短くするのは勿論でありますが，また糸質を低下させるものとしてその対策は特に重要であります．普通にはこの対策として可撓軸を採用していることは御存知の通りであります。

処が質量の大きな回轉子がポットモーターの様な高速で回転している場合，これは一つの独楽として考えられないだらうか．もしそうなら回転子のジヤイロモーメントはどの様に作用するであらうか．この問題について当社は長い間理論的にあるいは実験的に研究を続けて來ましたがやつとつぎの結論に達しました．すなわち回転子のジヤイロモーメントは負荷の振動を阻止する方向に作用するものであつて，したがって回転子の直徑が大きい程有效であると云うことです．このことを数式で説明することは面倒なので実驗結果について説明致しましよう。

第1図はポットモーターの略図でありましてベアリングは負荷と回転子との間にだけ設けられますがこれは回転子のモーメントを負荷に作用させるため是非必要の構造であります．この場合ポットには不平衡用として10グラム及び5グラムの重錘Wを取附けて運転します．

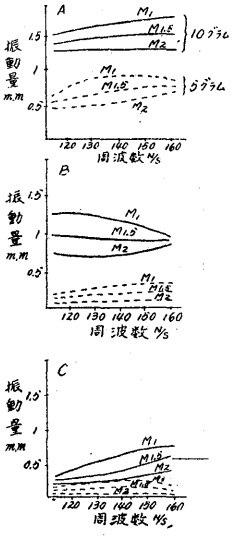
第1図



また回転子は重量同じで鉄心の積層厚さと直徑との比を1:1，1:1.5 及び 1;2 の3種についてこれ等の組合せにおけるポットの振動量を A, B, C 3点で測定しますと第2図の様になります．（但実線は10グラムの場合，破線は5グラムの場合であります）この実驗から勿論不平衡の少い程振動が少いことは当然でありますが，同じ回転子重量でも積層厚さと直徑の比が大きくなる程振動が少くなることを知ります．これは明にジヤイロモーメントに因るものであります．しかし前記の比をいくらかでも大きくすることは構造上問題があり，特に高速回転である以上あまり大きいことは不利であります．これ等の点よりこの回転子の厚さと徑の問題については更に細かい実驗と計算が行はれましたが，結論としてこの比を 1.5程度とするのが一番良いことが判明しました。

富士のポットモーターが他社のものより少し直徑が大きいのはこの様な理由であります。　　（技術部　池　上）

第2図



富士時報	第25巻　第3号
昭和27年9月15日 印刷	昭和27年9月20日 発行（3カ月1回発行）
禁無断転載	非賣品
編集兼発行人	前田七之進
印刷者	佐藤保太郎
印刷所	東京都中央區銀座3丁目4番地 株式会社文祥堂
発行所	東京都千代田區丸の内2丁目6番地 富士電機製造株式会社内「富士時報」編集部 電話千代田(27) 1251～6

筒型線輪を使用したサージプルーフの

無振動型……

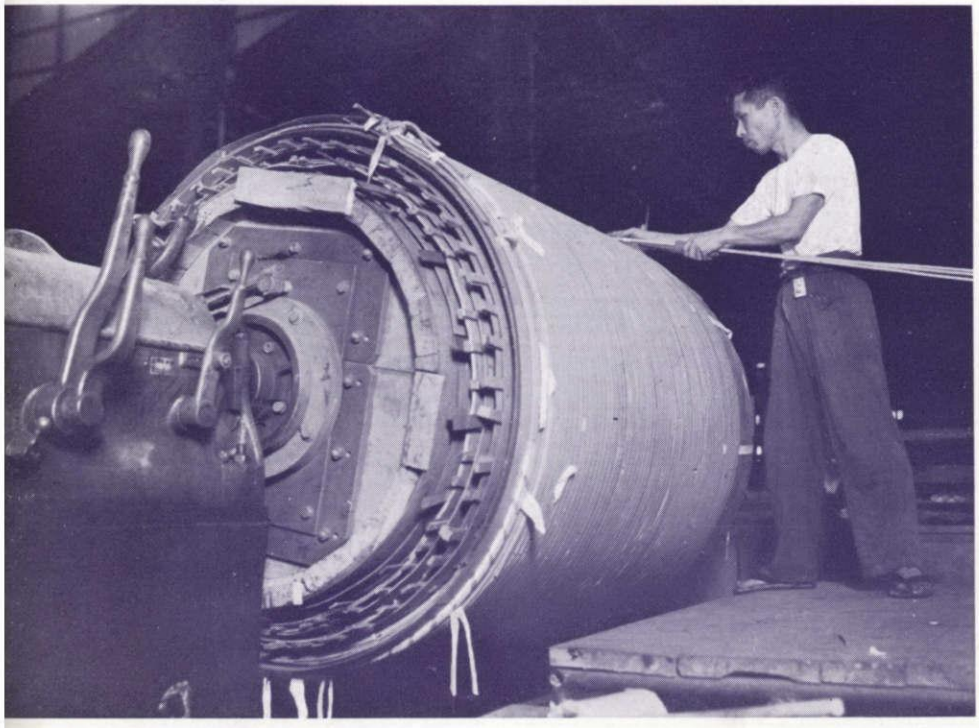
富士

変圧器

当社は昨年東京電力箱島発電所に，円筒型線輪を使用したバンク容量27,000kVA，150 kV の完全遮蔽無振動型変圧器を納入致しました．これは我國における中性点高抵抗あるいはリアクトル接地の送電線を使用した名実共に完全にサージプルーフである唯一の変圧器であります。

その後苦心研究の結果それを寸法的にも重量的にも普通型変圧器と変らぬ経済的のものとすることに成功し，最近は 100 kV 級以上の主要送電線用の大電力変圧器としてこの円筒型線輪を使用した無振動型変圧器を製作しております。

〔左は箱島発電所に並んだ 4 台〕



近着の米國雑誌 "Electrical Engineering" によりますと G.E. 社は爾今絶縁階級 750 kV 以上（これは我國の 150kV 級に相当します）のものに全面的に円筒型線輪を採用したとあります．元來独逸に発達したこの方式が米國においても採用されたことになります。

この種変圧器の長所としては

a) 内部電位振動が無く完全にサージプルーフである．

b) 絶縁には油浸紙を使用し，絶対にワニスを使用していない．

c) 油の流通が合理的で巻線がよく冷却される．

d) 短絡時の機械力に対して丈夫である

等の諸点が挙げられます。

〔左はタップ線輪巻線状況〕

九州電力KK殿納入

遠隔測定装置

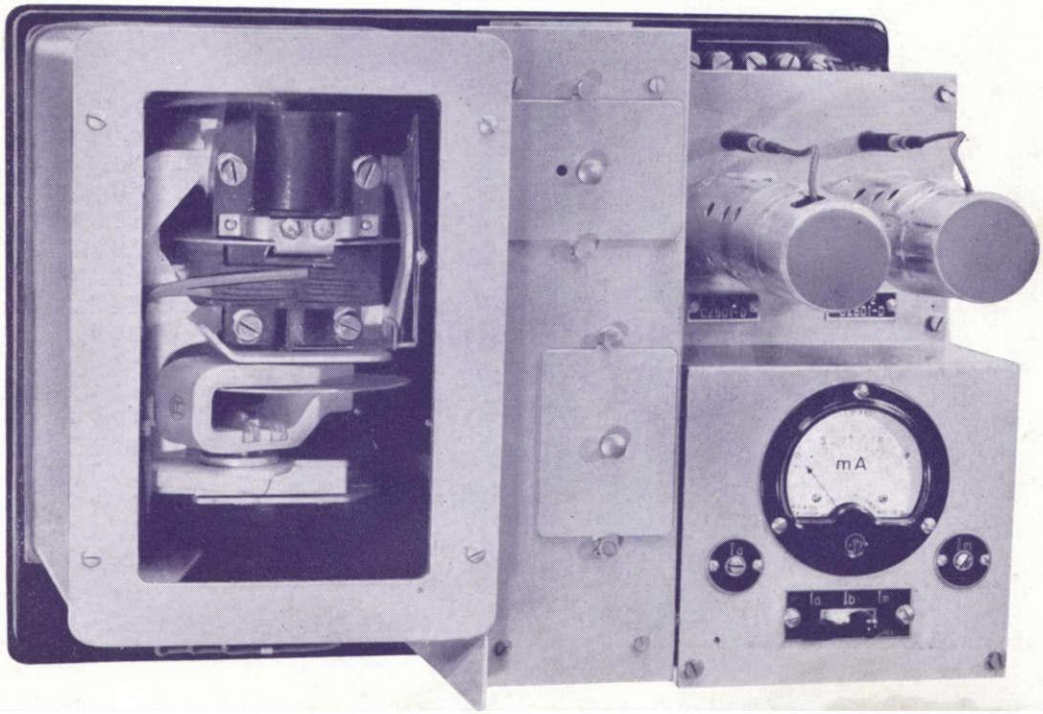
Tele-metering Apparatus

遠隔測定装置送量盤及び受量盤 ⇧

（当社豊田工場にて）

⇩ 遠隔測定装置送量器

（表面カバーを除きたる所）



＊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。