

給電用精密級電力遠隔測定装置の送量器 および受量器

秋山 諄一* 米岡正四郎** 井沢 尊生***

Transmitter and Receiver of Precision Type Telemetering Set for Load Dispatching Office

By Jun'ichi Akiyama
Tokyo Electric Power Co., Ltd.
Seishiro Yoneoka and Takaki Izawa
Taga Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The telemetering set used for load dispatching purpose is required to have very high accuracy, and the error of the system under normal operational conditions is not permitted to exceed 0.5% of the full scale value.

To cope with such severe requirements on the performance, the use of specially arranged precision type watt transmitter and electronic self-balancing type recorder is essential, which have many advantages including (1) the high accuracy based on zero method, (2) freedom from the fluctuation of source voltage, and (3) driving torque of recording pen large enough to neglect friction.

Hitachi, Ltd. which holds a leading position in this field, has completed a new type precision type watt telemetering set which has been put in service along the 200 km power line carrier channel.

In this article, highly appreciated characteristics of this transmitter and receiver are detailed.

〔I〕 緒 言

現在各電力会社では、給電業務の機械化を目指し、その一環として遠隔測定装置を整備中である。給電用遠隔測定装置は電力系統の運用に用いられるものと、系統周波数制御を目的とするものに大別される。

本稿に述べる遠隔測定装置は系統周波数制御を目的とするもので、小野川発電所 (26.3 MW) および秋元発電所 (62 MW) の出力を、猪苗代給電所、田端給電所および中央給電指令所に遠隔記録させるものである。

本遠隔測定装置は積算電力計を使用した衝流周波数方式である。伝送方式は各発電所から猪苗代給電所まで、SSB 伝送方法 (搬送波送出阻止片側帯波伝送方式) による電力線搬送装置を利用し、音声の上方に配列した通信路で音声と一緒に送っている。猪苗代給電所と田端給電

所との間は、SSB 伝送方式による電力線搬送装置であり、電話3通話路、模写伝送写真、テレメータおよびテレコントロール信号通信路とよくなっている。田端給電所と中央給電所との間は、通信線搬送によっている。なお猪苗代、田端両給電所において、ハイブリッドコイルを用いた分岐方式を採用している。

小野川発電所と中央給電指令所間の伝送距離は約 200 km であり、伝送系統は第1図 (次頁参照) のごとくである。

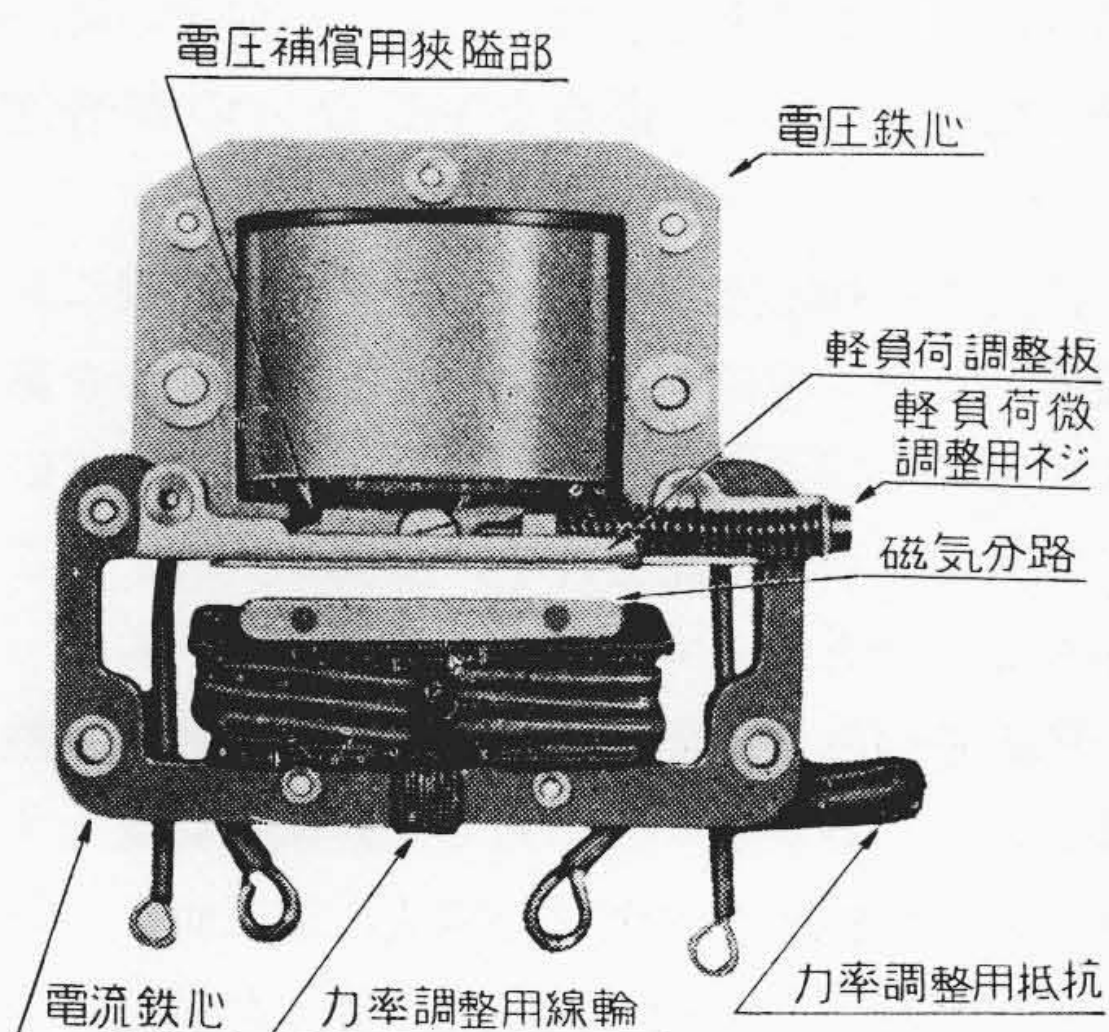
給電指令用遠隔測定装置は特に高精度のものが要求されているが、以下に本装置の諸特性について述べる。

〔II〕 電力遠隔測定装置の概要

第2図 (次頁参照) に送受量部の原理を示す。送量断続器は積算電力計と同様な構造のものであるが、光束断続用の円板が追加されている。この円板の周囲には多数のスリットを設けてあるので、測定電力により円板が回転

* 東京電力株式会社

** *** 日立製作所多賀工場



第4図 電 磁 石

Fig. 4. Electromagnet

験、技術の粋を傾け、その特性は欧米諸国の代表的製品と比較していさゝかも遜色を認めないものである。遠隔測定装置用としての本計器の特長をあげれば

(1) 各種特性が優秀である

電氣的諸特性は前記諸規格のいずれにも優に合格するもので特に電流特性は定格電流の 5~300% までの間はほとんど誤差がなく、また電圧、周波数、力率などの変化による影響もほとんど受けない。

(2) 温度補償

力率 1 および低力率負荷における場合の温度補償が施してあるから、あらゆる負荷状態において温度の影響を受けない。

(3) 計器の寿命が長い

駆動トルクが大で部品は材料の厳選および精密工作により摩擦が少いため永年の使用に耐える。

(4) 調整が容易でかつ安定である

構造上各素子間および各調整装置間の相互干渉が少ないので調整は容易で、かつ确实安定である。

(5) 構造堅牢

主要機械部は合理的配置により構造簡潔、組立容易で機械的にきわめて堅牢で振動衝撃に対しても誤差の変化がない。

以下送量断続器の諸特性について説明する。

(1) 電 流 特 性

断続器の積算電力計部としての電流特性に影響をおよぼす最も大きな原因は電流磁束による制動トルクの変化であつてこれを補償するために下記の種々の技巧をこらしてある。

(a) 電流磁束通路の一部に磁気分路を設け、この磁気飽和を利用して有効電流磁束の増加を電流増加の割合以上に増加し、したがって駆動トルクも電流との比例以

上に増加する。このために第 4 図に示すごとく分路片を適当なスペーサと組合せ使用して最も効果的に働かせている。

(b) 定格電流における円板の回転数を下げ、強力なる制動用永久磁石を使用し、この制動トルクに対する電流磁束による制動トルクの割合を小にした。このため本計器では第 2 図のごとく永久磁石 2 対 (4 箇所) を用い、その回転速度は定格電流において 20 rpm に選定した。これは従来のこの種計器が 30 rpm であるに対し約 67% に当り、制動トルクの変化を最小限に押えている。

(c) トルク発生要素中の電圧磁束に対して電流磁束の割合を電圧特性の許す限り小とした。すなわち電流コイルのアンペアターンを 60 A.T. とし (普通計器の 75%), 一方電圧コイルに対しては極力太い線を使用し抵抗を少くして電力損失の軽減を計った。

(d) その他鉄心材料は初導磁率の大きい、損失の少ない珪素鋼板を使用し軽負荷における特性改善を計つてあるが、本計器は用途上定速回転装置を備えており、電力零の場合においても一定回転を行い、また計量装置を備えてないから軽負荷における摩擦は左程問題にならず、したがって摩擦補償用の軽負荷調整装置も普通の積算電力計のごとくきかせる必要はなく、またクリーピング防止装置も不要であるからこの点は普通品に比較して大いに有利である。

(2) 電 圧 特 性

電圧の変動による誤差の変化も電流特性と同じく主として電圧磁束による制動トルクの変化によるものであるから、この対策も電流特性の場合と同様で本計器に対しては下記を採用した。

(a) 電圧鉄心外側並列回路の磁気飽和を利用している。すなわち第 4 図に示すごとく円板を貫通しない主磁束の通る外側並列回路に狭隘部を設けて、電圧が上昇し電圧磁束が増加した場合、この部分が飽和して並列回路を通る主磁束の割合が減少し、円板を貫通する有効磁束の割合を増加させている。

(b) 定格負荷における円板の回転数を下げて制動用永久磁石による制動トルクに対して電圧磁束による制動トルクの割合を小にしてある。なお前に述べたように摩擦補償の回転力を与える必要がないからこれに対する電圧変化の影響がなく軽負荷における電圧特性もすぐれている。

(3) 温 度 特 性

温度変化が積算電力計の誤差におよぼす影響はつぎの二つに分けられる。

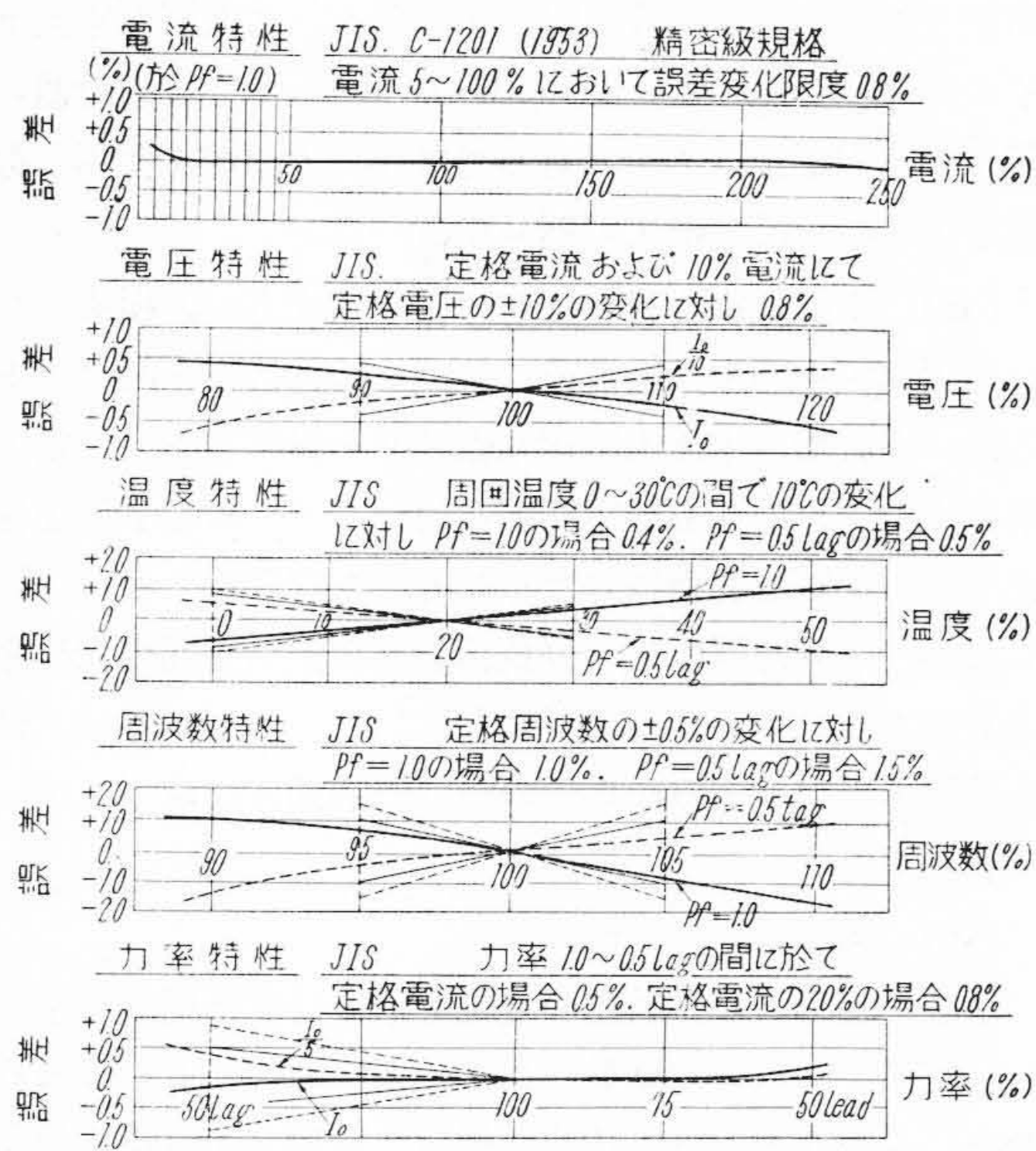
(a) 第一種温度誤差

主として制動磁石の温度係数に基くもので、温度上昇

とともに磁束が減少するので円板速度は速くなる。これは負荷の力率に関係なく一様に影響を与えるものであるが、低力率負荷においてはつぎに述べる第二種温度誤差と相殺して著しくは現われず、主として力率1の場合に現われる。

(b) 第二種温度誤差

電圧有効磁束と電流有効磁束間の位相角が温度変化によって90度から変つてくることが原因で、電圧コイルの抵抗および位相調整装置の抵抗が変ることに基くもので、温度上昇に伴い位相角を小ならしめるように働く。これは力率1の場合には影響が少く、低力率にして遅電



(太枠線内はJIS精密級規格範囲を示す)

第5図 送量器特性曲線

Fig.5. Characteristics Curves of Transmitter

流の場合には円板速度を小ならしめるが前述の第一種温度誤差と相殺して大きい誤差を生じないのが普通である。

以上に対する補償としてはまず第一種誤差に対しては、温度によって導磁率の変化する整磁合金片を第3図に示すごとく上部の制動磁石の有効磁束に対して磁極に並列に挿入して磁気分路を作り、温度上昇によりこの分流磁束を減じて有効磁束の減少を補償している。

第一種誤差のみを補償すると一般に第二種の誤差が大きく現われてくるからこれに対して対策を必要とする。本計器において位相調整装置を電流、電圧両鉄心磁極の双方にそれぞれ施して、電流磁極に施した調整コイル回路の抵抗温度係数を電圧磁極に施した遅相板の温度係数より大にして温度上昇による両磁束間の位相角の減少を補償した。

(4) 周波数特性

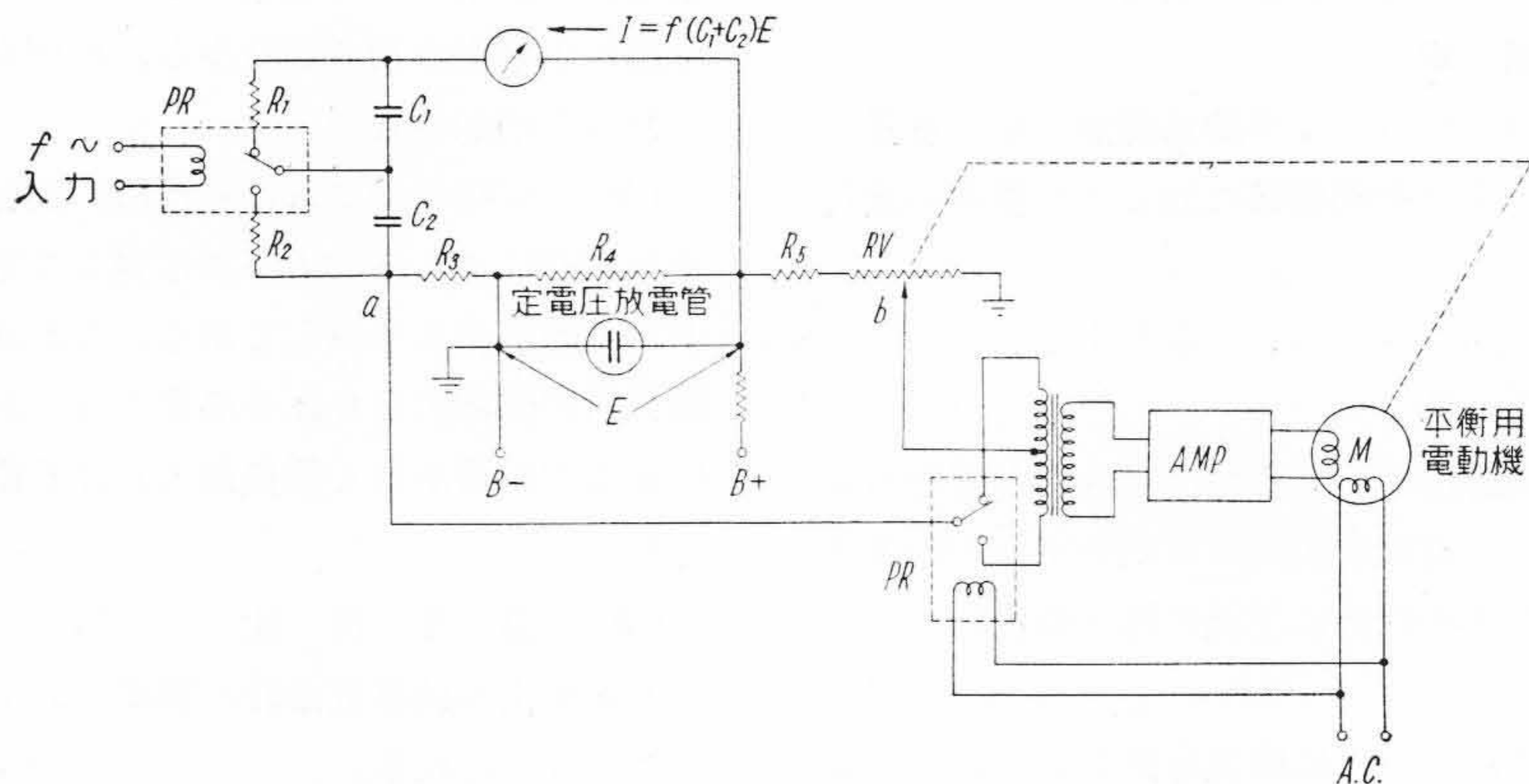
周波数特性も温度特性と同様に第一種、第二種誤差に分けられる。

(a) 第一種周波数誤差

周波数の変化により主として円板、位相調整装置などの磁気的反作用が変り、したがって電圧および電流有効磁束の大きさが変ることによって起こり、周波数が大になれば駆動トルクは減少し誤差は負となる。本誤差は負荷、力率に関係なく生ずるが低力率においてはつぎに述べる第二種誤差の影響が大であるから温度誤差と同じく力率1の場合に対して規定している。

(b) 第二種周波数誤差

電圧および電流両有効磁束間の位相角が周波数の変化によって90度から変つてくることが原因で円板、位相調整装置および電圧コイルなどのリアクタンスが変ることに基くもので低力率において著しく現われ、周波数が大になれば位相角は大になり誤差は正になる。したがつ



第6図 電子管式自動平衡型記録計説明図

Fig.6. Schematic Diagram of Electronic Self-Balancing Type Recorder

て周波数誤差を小にするには円板を薄くし、位相調整装置の負担を小にすることが必要である。本計器においては円板の厚さを薄くし、電圧主磁束の通る外側並列回路の空隙をきわめて小とし、電圧コイルは極力太線を使用して損失を小として電圧磁束の電圧よりの遅れ角を90度に近からしめて位相調整装置の補償量を少くした。

以上各種特性の実測値を第5図に示す。

(5) その他の特性

電圧および電流両コイル損失が少い上に両電磁石に対しては鉄および銅量を豊富に使用しているために、温度上昇が少く、したがって自己加熱の影響もきわめて少い。また前に述べたごとく別に定速装置を備えているため一般積算電力計とは異なり始動電流、電圧潜動などに対して問題はない。

〔IV〕 受 量 記 録 計

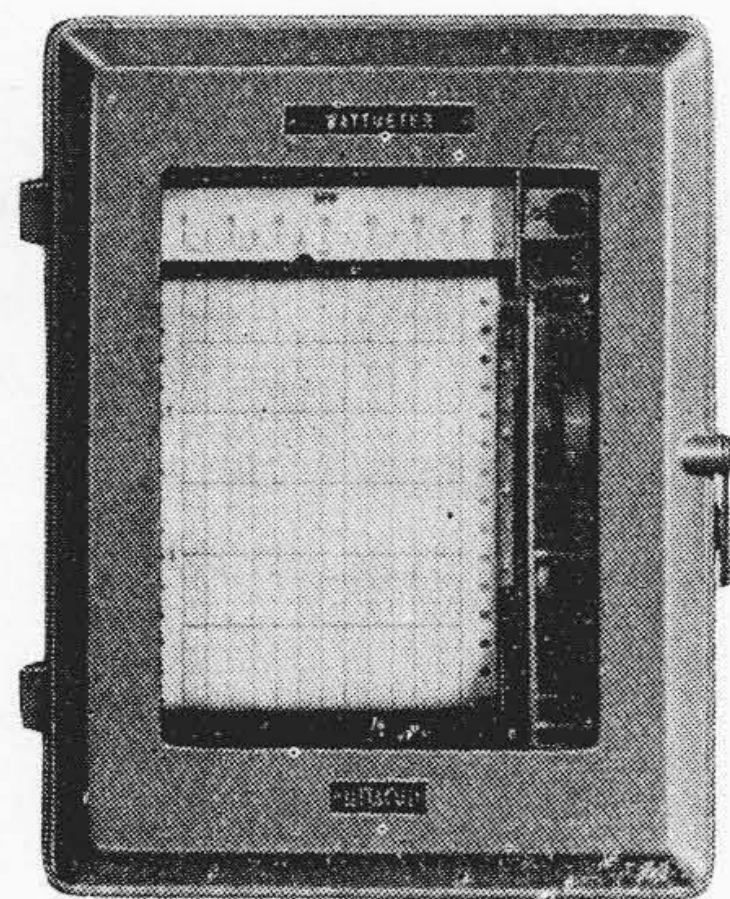
第6図によつて受量充放電回路と組合わされた電子管式自動平衡型記録計の動作を説明する。

受量充放電々流はすでに述べたごとく $I=f(C_1+C_2)E$ で表わされるから、この電流を記録することにより入力衝流周波数 f 、したがって測定量を記録することができる。充放電々流 I を R_3 に流した場合の a 点の電位を V とすれば

$$V=IR_3=f(C_1+C_2)ER_3$$

となり V は測定量によつて変化する。また同一 B 電圧に R_5 と直列に接続された摺動抵抗 RV 上のブラシの電位を V' とする。本記録計は $V=V'$ なるごとくブラシが摺動抵抗上を平衡用電動機により駆動されて移動し、その停止位置によつて測定量を読む。この V および V' は図に示すごとく有極継電器 PR および記録計増幅器の入力変圧器に加えられる。 PR は励磁線輪中を流れる商用周波数の交流により常に振動している。いま $V=V'$ ならば入力変圧器の二次側には電圧は誘起されない。 V と V' が等しくない場合にはその直流差電圧は PR によつて断続され入力変圧器の二次側には交流電圧が誘起される。この誘起電圧の極性は V と V' のいずれが高いかによつて反転する。平衡用電動機の駆動線輪には入力変圧器二次電圧の増幅された出力が加えられ、励磁線輪には有極継電器励磁電圧と同一交流電圧が印加されているので V と V' のいずれが高いかによつて平衡用電動機の回転方向は逆になる。電動機が回転することによつて摺動抵抗 RV 上のブラシが移動し、 $V=V'$ の位置にて電動機は停止する。したがつてブラシに固定された指針および記録ペンは充放電々流、つまり測定量に対応した指示および記録を行う。

本記録計の特長はつぎのごとくである。



第7図 QV₅₄ 型 記 録 計

Fig.7. Type QV₅₄ Recorder

(a) 平衡型であり零位法によつていので精度が高い。

(b) V および V' は同一 B 電圧による電位であるからたとえば定電圧放電管の特性が変化し、 B 電圧が変動しても指示に誤差を生じない。

(c) 記録ペンは平衡用電動機によつて駆動されるからトルクは強大で摩擦は無視できる。

第7図は QV₅₄ 型記録計の外観を示す。

〔V〕 本装置の保証性能

以上に述べた送量断続器と受量充放電回路および電子管式自動平衡型記録計を組合せた場合の性能はつぎのごとくである。

(a) 標準状態における総合誤差は定格値の $\pm 0.5\%$ 以内。

(b) 下記の動作範囲内における誤差の変化は定格値の $\pm 1\%$ 以内である。

電 源		測 定 量
電 圧	$-30 \sim +20\%$	$-30 \sim +20\%$
電 流		$0 \sim 120\%$
周 波 数	$45 \sim 52 \sim$	$45 \sim 52 \sim$
力 率		± 0.5
周 围 温 度	$-10 \sim +40^\circ\text{C}$	

(c) 総合速応時間は記録計の目盛の長さの 90% に相当する偏れを生ずる電氣量を送量器に加えてから指針の停止するまでの時間は3秒以内である。

(d) 記録計の指針の振動は通常測定時にはいかなる場合にも $\pm 1\text{mm}$ 以内である。

(e) チャート幅は 120mm にして送り速度は $30, 60, 120\text{mm/h}$ に切換可能である。

(f) チャート巻取方式は電氣巻および多数記録計の同時巻方式としてはパルス巻を採用している。

〔VI〕 結 言

電力系統が膨大かつ複雑になるにつれて遠隔測定の必要性はますます増大し、装置の保証性能は極めて高性能のものが要求されるようになった。日立製作所においては幾多の経験に基いて性能向上のために絶えず努力を続け、名実ともに精密級遠隔測定装置を完成した。今後各

給電指令所に遠隔測定装置が多数使用されるにつれて本装置に対する要求事項も増大して来ると思われる。

参 考 文 献

- (1) 福井・滝田・井沢：日立評論 35(5) P. 21 (昭28)
 (2) 中谷・滝田・井沢：日立評論別冊 No. 3 P. 91 (昭28)

日立製作所社員社外寄稿一覧 (昭和30年4月受付分)

寄 稿 先	題 名	執筆者所属	執 筆 者
日本物理学会	微量光量測定における真空型光電管の異常効果について (第1報)	中央研究所	只 野 文 哉
日本鋳物協会	エルー式電気炉による銅合金の溶解について	日立工場	宮 田 猛 檜 垣 達 篠 田 六 郎
日本ゴム協会	シリコーンゴム	日立電線工場	吉 川 充 雄
日刊工業新聞社	日立強力型二番横フライス盤	川崎工場	松 本 源次郎
繊維学会	日立工業計器	本社	小 林 富士也
日本物理学会	微量光量測定における真空型光電管の異常効果について (第2報)	中央研究所	菅 原 理 夫
産業機械学会	日本鉄板株式会社島屋工場納入鋼帯圧延用逆転式四重冷間圧延設備について	本社	本 田 春 生
日本ボイラー協会	ボイラ給水ポンプについて	亀有工場	寺 田 進
家庭電気文化会	わが社のウォータークーラー	栃木工場	権 守 博
家庭電気文化会	日立スーパーマキサー	本社	和 田 可 一
家庭電気文化会	わが社のアイスクリームストッカーの内容と特徴	栃木工場	市 川 道 夫
家庭電気文化会	わが社の電気冷蔵庫	栃木工場	権 守 博
電波新聞社	テレビ用受像管 (その一)	本社	内 海 金 吾
読売新聞社	原子力の利用	中央研究所	菊 田 多利男
日刊工業新聞社	タービン潤滑油の諸問題	日立研究所	高 橋 治 男
日本鋳物協会	キューポラ脱湿送風の効果	日立工場	岩 永 博
日刊工業新聞社	新しい鋳型用石膏粉末の使用実例	多賀工場	松 本 誠 夫
電力社	遮断器の保守運転について	国分分工場	森 田 誠 一
電気通信学会	星型カッドに平行した鋼線の伝送特性におよぼす影響	日立電線工場	八 田 達
日刊工業新聞社	360t 天井クレーン	本社	佐々波 昭 二
工業資料社	搬送電流の強電工学への応用	戸塚工場	三 木 正 一
化学工業	粉塵煙霧エマルジョンなど微粒子取扱工業における高圧静電気力応用装置の利用効果	本社	水 越 敏太郎
広島通産局 公益事業部	圧縮空気管理による電力使用合理化について	笠戸工場	秋 山 満
日本材料試験協会	アンダーカットのある溶接部の疲労破損例	笠戸工場	飯 島 弘
オーム社	変圧器コンサベータについて	国分分工場	秋 丸 舜 二
日刊工業新聞社	ヒタフラン混用フェノール樹脂歯車材の性質	多賀工場	磯 野 蕃 佐 藤 忠 吉
農業電化協会	日立200ワットコンデンサモートル	本社	細 谷 栄次郎
家庭電気文化会	わが社の扇風機	多賀工場	山 家 正 道
工業資料社	電子顕微鏡の新しい傾向 (とくに普及型の最近の傾向について)	中央研究所	木 村 博 一