

自動曲線追従装置の二次元制御

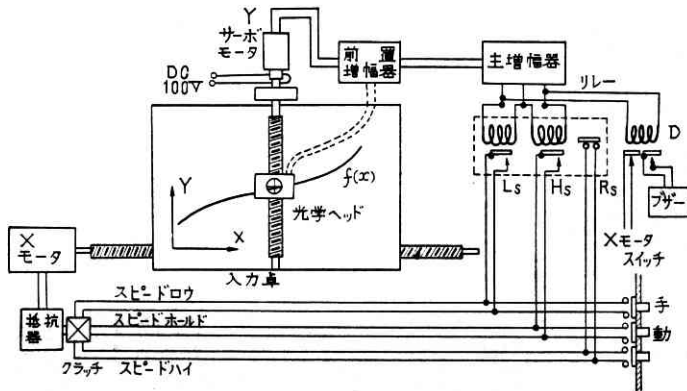
A Two-dimensional Feed-back Control of the Automatic Curve Follower

渡辺 勝・渡部 弘之

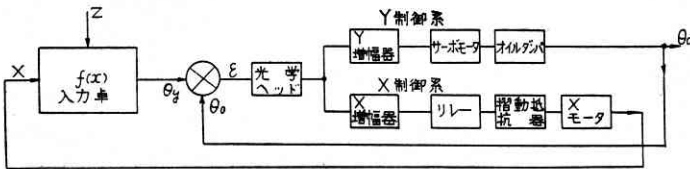
現在微分解析機¹⁾の入力卓には自動曲線追従装置²⁾があり実用化されているが、この追従精度を入力卓上の曲線がどのような場合にも許容誤差以内に、また追従能率が常時最大になるようにY制御系がYはもちろんX軸の送り速度をも制御し、Yサーボ系が追従能力を失なった場合はX送りを停止させる制御系、つまり2次元制御系³⁾を試作し、だいたいの目的を達したので述べる。

1. 構成

第1図に示す入力卓上の曲線 $f(x)$ を追跡する光学ヘ



第1図 X軸制御系構成図



第2図 2次元制御系ブロック線図

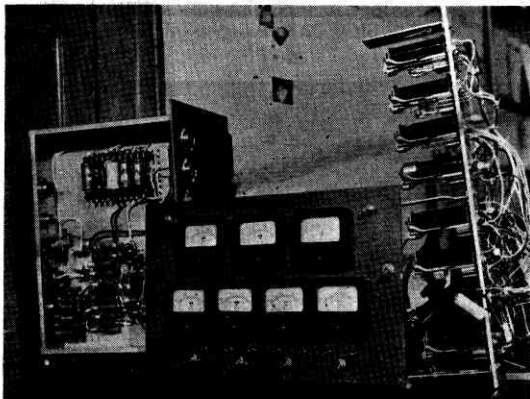


写真1 X制御装置

右からリレー、中央X制御用増幅器、左はY制御用

ッド²⁾により誤差が検出され、一方はY軸制御系へ他方はX軸制御系へプリアンプをへて伝達される。X軸制御量として取り出された信号は主増幅器にて十分に拡大され、リレーの各巻線に伝えられる。リレーは誤差信号の大きさによりおのおのが動作しスピードロウ、ハイの信号がXモータに送られる。また誤差が計算精度に影響するほど増大し回復する見込がなくなった場合は、リレーDが動作しX送りを停止しブザーにて警報を発する。

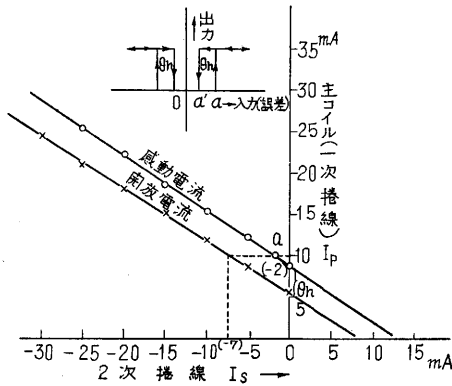
サーボ系としてみれば第2図のようなブロック線図であらわされる。サーボ系を安定させサイクリング⁴⁾を防ぐため、スピードホールドのリレー H_s が用いられている。またリレーがノイズによって不要に動作しないように適当な時定数をもつハイパスコンデンサが各リレーのコイルに並列に入れている。

X軸の制御もYのそれと同じようにサーボモータを使用するのがもっとも良いと考えられるが、この場合はY軸に比べてモータの容量が大きいこと(400 W, Yは40 W)精度が足りないこと、また入力卓だけでX軸の速度を決定するのではなく、時には積分機の方からおさえねばならぬ場合もあるので手動と並列になっていること(第1図参照)などの理由から計算機の場合はむしろ、この方法が有利であるとも考えられる。

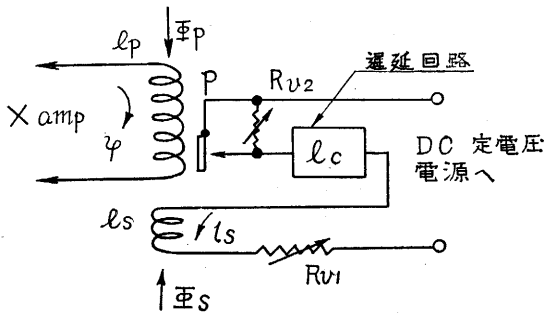
2. リレー

X軸制御系はリレーを用いた ONOF サーボ系である。リレーの特性は第3図に示されるように感動電流と開放電流の間には θ_n なるヒステレシス⁵⁾があり、普通 θ_n は 40~50% で、これはリレーをサーボ系に用いる場合困る。そこでヒステレシス θ_n を取り除くために次のような回路を用いてほとんどこれをなくすることができた。

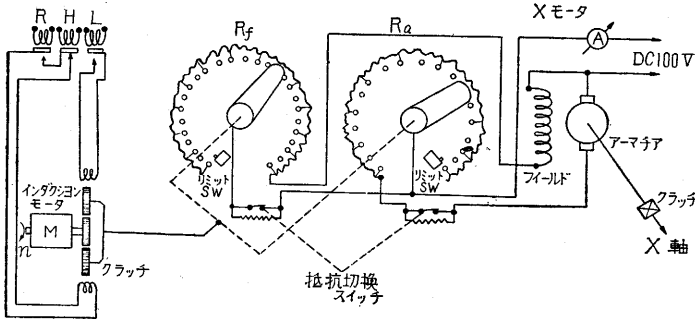
第4図に示すようにリレーに2次巻線 I_2 を巻き、自己の接点 p に接続し、 I_1 に感動電流 i_p が流れると p が同じ I_2 に電流 i_s が流れる。電流 i_s によって I_2 に生じる磁束 Φ_s は常に I_1 に生ずる Φ_1 と逆になるようにしておくと、 i_s を適当に調整することによりリレーが動作した瞬間に、第3図の a' が a に見掛上移動したことになり θ_n はなくなる。実際にはリレーの構造上接極



第 3 図 リレーの動作特性



第 4 図 ヒステレシスを取除くリレー回路



第 5 図 X モータ速度調整装置

子が完全に吸引されないうちに接点が入ってしまうので⁵⁾、このままでは発振を起す。そこで接点力は遅延回路 l_c を通して動作させる。このような方法で θ_h を 10% 程度におさえることができた。また 2 次巻線にバイアス電流を流すことにより、リレーの感動電流値を変動させることができ、その特性は第 3 図に示される。第 4 図の R_{v1} にて θ_h を、 R_{v2} にて X 軸サーボ系の制御範囲を調整する。

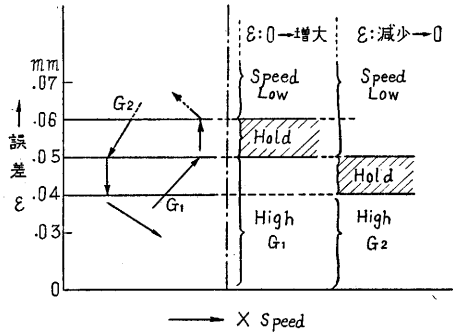
3. X モータ速度調節装置

第 5 図に示すように摺動抵抗器 R_f 、 R_a を用いて界磁電流と電機子電流を同時に変化することにより行っている。信号に応じて動作するリレーでクラッチが働き、モ

ータ M にて R_f 、 R_a のブラシを回転する。モータ M は常時回転させてある。速度制御範囲は 50~800 rpm までできる。

4. 制御動作特性

Y サーボ系の定常誤差²⁾ はオイルダンパ⁶⁾ に 3,000 C.S. のシリコン油を使用すると 0.045 mm となる。そこで各リレーの感動電流値を調整し、誤差 e が 0.05 mm になるとスピードホルドのリレーが動作し、次に誤差が 0.06 mm でスピードロウが働くようにする。スピードハイは、以上のリレーが動作していない場合は常時入っている。(第 5 図のリレー R.H.L. の回路参照)



第 6 図 X 制御系動作特性

そこでリレーの動作特性は第 6 図のようになる。つまり誤差 e が 0 から増していく場合は G_1 をたどり、 $0.05 \leq e < 0.06$ mm がスピードホルド、 $e < 0.05$ mm ではスピードハイ、 $e \geq 0.06$ mm ではスピードロウとなる(第 6 図 G_1)。誤差が減少してくる時は、ヒステレシスによって G_2 をたどり、 $0.04 \leq e < 0.05$ mm がスピードホルドとなる(第 6 図 G_2)。

以上のように X モータ速度は、 G_1 、 G_2 をたどりながら増減し、常に誤差が設定値になるように制御される。

本装置のリレー回路について助言を下された日本電気 KK 藤波氏に謝意を表する。(1959. 4. 8.)

文 献

- 1) 渡辺・三井田：生産研究 vol. 6, No. 8 (1954) 197.
- 2) 渡辺・三井田・渡部：生産研究 vol. 9, No. 6 (1958) 267.
- 3) P. Sarachik and J.R. Ragazzini: Application and Industry No. 30, May 1957, pp. 55~61.
- 4) 笠井・寺尾：電気自動制御.
- 5) 照井：自動制御 vol. 5, No. 5 (1958) pp. 212~217.
- 6) A.C. Hall: Damper Stabilized Instrument Servomechanisms, AIEE (1949) vol. 68, pp 299~306.