

デジタルサーボ方式による微分解析機の初期値設定装置

渡 辺 勝 ・ 渡 部 弘 之

微分解析機¹⁾の積分機および入出力卓の初期値を自動的に、しかも集中的に導入する目的で試作された自動初期値設定装置について、その構成、性能および試作研究結果をのべる。

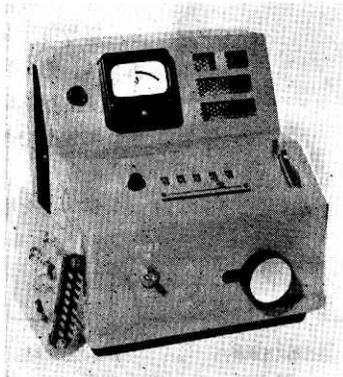


写真1 プリセットカウンタ

方式としてはデジタルサーボを採用し、命令機構には本装置のために考案されたプリセットカウンタを、回路構成には46個のトランジスタと251個のダイオードが使用されている。

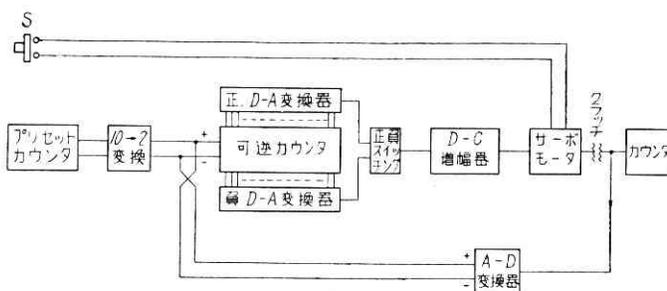
従来アナログ方式では命令回路にポテンショメータ等を用いたものなど広く実用されているが²⁾、その精度が使用する部品から制約され、高精度のものには向かない。デジタル方式は比較的楽に高精度を得ることができるが、回路が複雑になりやすい。そこで、回路の選定は重要で、各構成単位ごとに詳細な説明を行なう。

なお、動力には直流電動機を、増幅器には差動型の直流増幅器を用いたが、これについては自動曲線追従装置³⁾として発表されているので、ここでは省略した。

1. 構成

サーボ系としては入力に設定された位置に出力が追従して動作するという定値制御系に相当し、そのブロック線図を第1図に示す。

まず命令は、プリセットカウンタにて10進符号で与え



第1図 デジタルサーボ系の構成図

られ、10進-2進変換回路で2進化され可逆カウンタに送られる。可逆カウンタにアキュムレートされた内容はD-A (Digital-Analog) 変換器にて電圧量になり、直流増幅器に送られる。ここで可逆カウンタの内容の正負に応じて動作するスイッチング回路があり、サーボモータの回転方向をきめてやる。サーボモータの出力は、制御部、つまり積分機または入出力卓のカウンタ⁴⁾ (送りねじに接続されている)に接続される。また同時にサーボモータの回転に応じたパルスもA-D変換器で発生させ、可逆カウンタの入力にフィードバックする。このフィードバックパルスは、命令信号に対して逆符号に接続され可逆カウンタの内容が常に零になるようにサーボモータは回転する。

以上の動作はすべて量子化された信号で行なわれ、可逆カウンタは常に命令量とフィードバック量、つまり負荷のカウンタの示す量との差を検出し、サーボモータを動作させ、プリセットカウンタに指示された命令量が負荷のカウンタに表われるまで動作する。いうまでもなく命令カウンタと負荷のカウンタの示す値が一致した時、可逆カウンタの内容は零である。

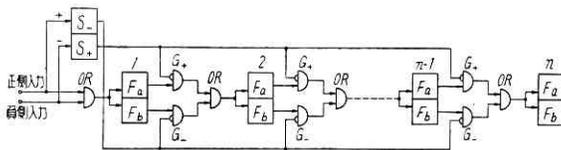
なお、このサーボ機構は、系の動作中に命令を与えることはできない。つまりプリセットカウンタでまず命令を与え、次にスイッチSでサーボモータを動作させる。もし系の動作中も命令を与えたい場合は、可逆カウンタの入力側に非同期回路⁵⁾をもうければよい。

2. 可逆カウンタ

サーボ系に使用するカウンタは、命令量とフィードバック量の差を検出しなければならない。そこで正には正数を、負には補数を用い、最上位のフリップフロップ (Flip Flop, 以後FFで示す) FF_n が0の場合は正の数を、1の場合は負の数を表わし、第1表のように動作する可逆2進カウンタで、その構成を第2図に示す。第1表から第1段目の FF_1 は、正負いずれの入力に対しても反転する。第2段目以後のFFはゲート回路Gを通り、OR回路をへて接続され、各ゲートは制御信号発生回路に接続されている。そこで正側の入力に対しては、負側のゲート回路が閉じ、負側の入力では正側のゲート回路が閉じる。 F_0 と F_0' の動作は $\pi/2$ だけずれていることから、正側のカウントが桁上げなに対して、負側のカウントは桁下げ動作をし

第1表 可逆カウンタの10進-2進数対照表

10進数	2進数					
	FF _n	FF _{n-1}	FF _{n-2}	FF _{n-3}	FF _{n-4}	FF _{n-5}
N	FF _n	FF _{n-1}	FF _{n-2}	FF _{n-3}	FF _{n-4}	FF _{n-5}
5	0	0	0	1	0	1
4	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0
-1	1	1	1	1	1	1
-2	1	1	1	1	1	0
-3	1	1	1	1	0	1
-4	1	1	1	1	0	0
-5	1	1	1	0	1	1

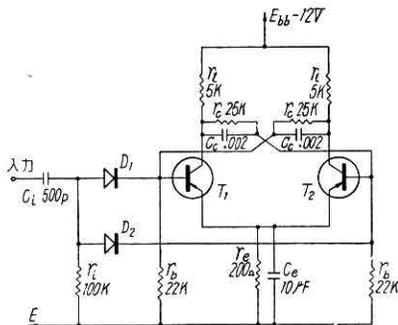


第2図 可逆カウンタの構成

よって第1表のようになる。

(1) トランジスタを用いたフリップフロップ回路^{5),6)}

接合型トランジスタを用いたフリップフロップ回路は、真空管を用いた Eccles-Jordan Flip Flop とまったく同じで、第3図に回路を示す。使用したトランジスタは ST-301 (NEC) で、低周波用のものであるが20~30 kc まで動作する。サーボ系としては普通 1 kc 程度の現象



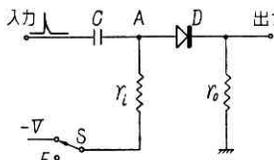
第3図 フリップフロップ回路

で十分である場合が多いので、これで十分である。なお電源を一種としてベースのバイアス電圧は、エミッタ回路の抵抗 r_e によって供給される。ベースにはダイオード D_1, D_2 からなるクリッピング回路があり、正のトリガパルスでいずれかのオンのトランジスタがカットオフされ FF は反転する。

以上の FF を2組ずつ1枚のパッケージに組み込んだものを写真2に示す。

(2) ゲート回路

ダイオードを用いた Unidirectional Gate⁵⁾ と呼ばれるもので、回路を第4図に示す。いまスイッチ S を E に倒



第4図 ダイオードゲート回路

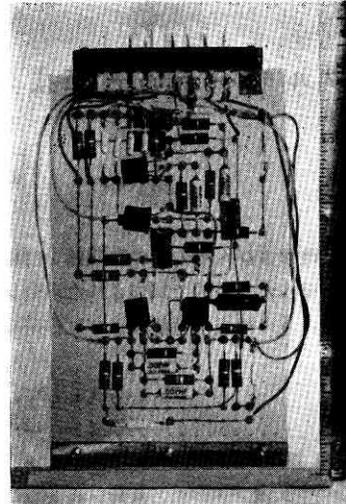
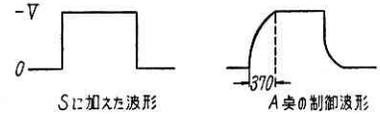


写真2 パッケージに組み込まれた FF 回路

した場合は、A が接地されるのでダイオード D は開路状態となる。次に S を -V に倒すと、A 点に負の電圧がかかり、ダイオード D は閉路状態となる。そこで入力パルスの正、負に応じて S に信号電圧を送れば、第2図のゲート回路 G として使用できる。

ゲート回路で注意を要することは、トランジスタを用いた回路は出力インピーダンスが低いので、S に加え

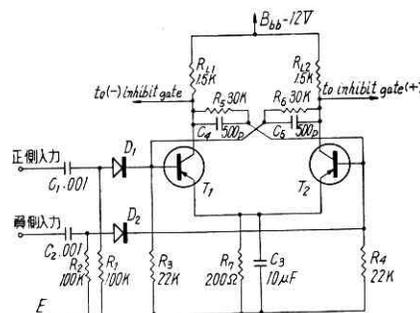


第5図 制御電圧波形

た信号電圧は C を介して流れ、A 点の波形は第5図に示されるように遅れを生ずる。よって入力信号とゲート信号電圧との時間的なずれに注意する必要がある。

(3) ゲート信号電圧発生回路

(2) で述べたゲートを動作させるため、第4図の S に信号電圧を送らねばならない。第6図を参照されたい。これはフリップフロップを用いたゲート信号発生回路で両トランジスタのベースをおのおの正側入力、負側入力とし、いずれも正のパルスで FF は動作する。いま、正側入力にパルスが現われると、 T_1 オフ、 T_2 オンとなり、この状態は、次に負側入力にパルスが現われるまで維持される。そこでこの FF のコレクタ電圧を制御電圧として第4図の S

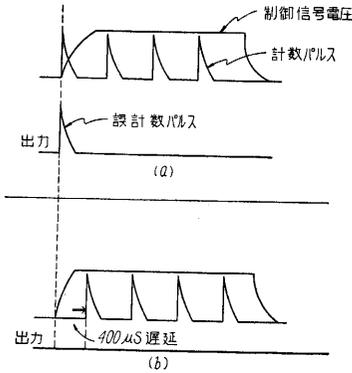


第6図 ゲート信号発生回路

に加えれば、入力の正、負に応じて A 点の電圧は -V、アース電圧となるのでゲート回路が動作する。

(4) 遅延回路

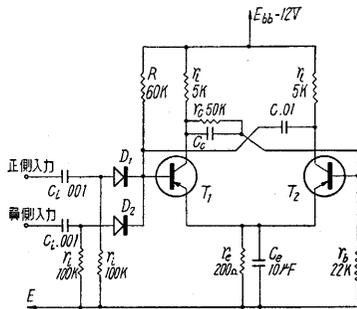
(2) で述べたゲート回路は、第4図の A 点で制御電圧



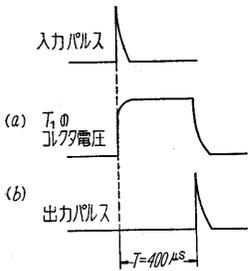
第 7 図 制御電圧の遅延による誤動作と防止法

防止するため、制御信号電圧の遅れ時間だけ計数パルスを遅らせて第 7 図 (b) のようにしてやればよい。

遅延回路は第 8 図に示すユニバイプレタ型を用いた。入力に信号が現われると、 T_1 オフ、 T_2 オンとなり、 R 、 C で定まる時定数の後再び安定状態に戻る (第 9 図 (a) 参照)。



第 8 図 ユニバイプレタ型遅延回路



第 9 図 遅延パルス

そこでこれを微分すれば第 9 図 (b) に示すように T 秒遅延されたパルスを得るので、これを計数パルスとして用いれば第 7 図 (b) を満足する。

遅延時間 T は (1) 式で示され、 α は C をパラメータとして測定により求めた値である。

$$T = \alpha \cdot R \cdot C \quad (1)$$

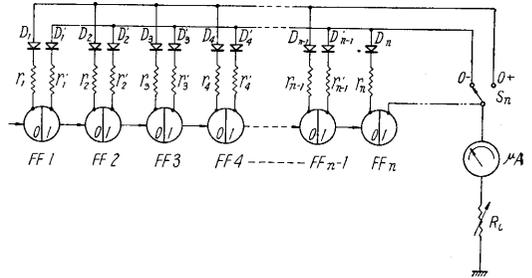
$$\alpha = 2/3$$

実際の回路では、ゲート信号電圧の立上がり遅れが約 $370 \mu\text{s}$ であるから、 $R = 60 \text{ k}\Omega$ 、 $C = 0.01 \mu\text{F}$ となっている。

3. D-A 変換器 (Digital-Analog Converter)

カウンタの内容に応じて、サーボモータを動作させるために D-A 変換器が必要である。この方式は種々あるが、サーボ系ではデジタル量に比例したアナログ量を得なければならないことはもちろんであるが、その絶対値に対する正確さはあまり重要ではない。特に本機構では差動増幅器を用いているので、デジタル量に対する相対

が第 5 図に示すように遅れを生ずる。このことは計数パルスと制御電圧との間にずれを生じ、第 7 図 (a) に示されるようにゲート信号が現われた場合、最初のパルス 1 個をミスする。そこでこの誤動作を



第 10 図 D-A 変換回路

的なアナログ量を得ることができればサーボモータの運動には十分である。以上の理由から第 10 図に示す D-A 変換回路を用いた。

つまりカウンタの各 FF のコレクタに抵抗 $r_1, r_2 \dots r_{n-1}$ を接続し、その他端は抵抗 R_i を通して接地する。オンのトランジスタのコレクタ電圧はほぼ接地電圧であるから、 r に電流は流れないが、オフのトランジスタのコレクタ電圧は負に深くなっているため、 r を通して電流が流れる。よって R_i にはカウンタの内容に応じた電圧が現われる。

なお、負数があるので、FF の他側のコレクタに、まったく対照に同じ値の抵抗 $r'_1, r'_2 \dots r'_{n-1}$ が接続されている。ここで注意を要するのは、最上位の FF_n のコレクタに接続される r_n は負の D-A 変換回路に接続し、 $r_n = r_1$ として -1 が 0 と等しくならぬようにしていることである。

次に正側と負側のアナログ量は、第 12 図からまったく反対であるので、差動増幅器の入力にそのまま接続できない。そこでカウンタの内容の正負に応じてスイッチ S_n が動作し、正の場合は正側端子 0_+ へ、負の場合は 0_- へ動作するように FF_n の動作を利用して行なっている。なおダイオード $D_1, D_2 \dots D_n$ は逆流を防止するものである。

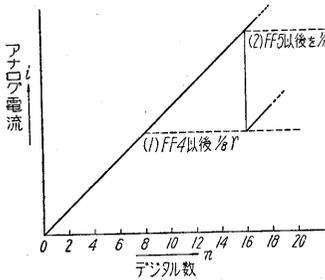
実際にはカウンタの示す内容のすべてに比例したアナログ量を得ても、増幅器、またはモータで飽和特性を示すのであまり意味がなく、D-A 変換器もある値から一定値に押えてやる方が有利である。そこで D-A 変換回路の抵抗値を第 2 表に示す値にすれば、出力は第 11 図に示すような鋸歯状特性となる。そこで $n=8$

第 2 表 D-A 変換器に使用する抵抗値

FF	記号	抵抗値	
		(1)	(2)
FF 1	r_1, r'_1	r	r
FF 2	r_2, r'_2	$1/2 r$	$1/2 r$
FF 3	r_3, r'_3	$1/4 r$	$1/4 r$
FF 4	r_4, r'_4	$1/8 r$	$1/8 r$
FF 5	r_5, r'_5	$1/8 r$	$1/16 r$
...
FF $n-1$	r_{n-1}, r'_{n-1}	$1/8 r$	$1/16 r$
FF n	r_n, r'_n	r	r

$r = 400 \text{ k}\Omega$

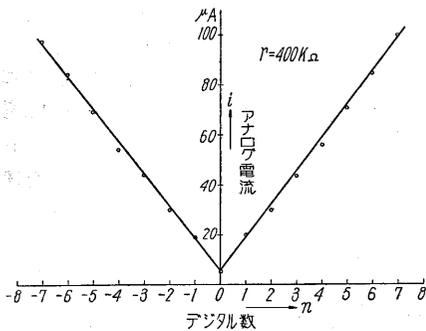
以上を飽和特性に持ち込む回路を付加して、これを解決



第11図 D-A変換器の出力特性
 いためであるが、差動増幅器を用いる場合はなんら差しつかえない。

したので次章でのべる。

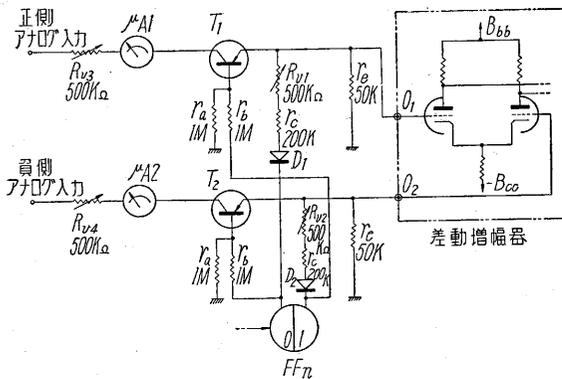
第12図に D-A 変換器の出力の測定値を示す。ここで $n=0$ の時、アナログ量が零にならないのは、オンのトランジスタのコレクタ電圧がアース電位と等しくな



第12図 D-A変換器の出力測定値

4. トランジスタを用いたスイッチング回路

可逆カウンタの内容の正負に応じて、差動増幅器（直流増幅器）の入力を切り換え、D-A 変換器からの出力を与えなければならない。切換え方法は種々あるが、機械的なスイッチは動作速度が遅いこと、切換え時にノイズが生ずることの理由から好ましくない。そこで本装置には第 13 図に示すトランジスタによるスイッチング回路を考案し実用している。



第13図 トランジスタを用いたスイッチング回路

D-A 変換器からの出力は第13図の入力端子、つまり各トランジスタのコレクタに接続される。エミッタ側が出力で負荷抵抗 r_e を接続している。ベースが制御端子となり抵抗 r_b を通して可逆カウンタの最上位の FF_n のコレクタに接続される。

スイッチング回路の開閉動作は FF_n によって行なわれる。いま、 FF_n の左側をオン、右側をオフとすれば、 T_1 のベースは順方向のバイアスがかかるので、ベース電流が流れ、 T_1 は開路状態となる。ここでベース抵抗 r_b を適当に取り、ベース電流を適当にすると、出力電流を 3、第 11 図に示したような飽和特性とすることができ、 T_2 のベースは FF_n の左側、つまりオン側に接続されているから、逆バイアス電圧がかかりオフとなる。

以上のように T_1, T_2 は FF_n によって動作し、可逆カウンタの内容の正、負は FF_n の状態で表わされる（第 1 表参照）ことから、スイッチング回路がカウンタの内容の正、負に応じて差動増幅器の入力端子を切り換えることが理解されよう。

なお、第13図の r_e によってエミッタにバイアスをあたえ、可変抵抗 R_{v1}, R_{v2} にて零時のバランスを調整し、 R_{v3}, R_{v4} にて感度調整を行なう。

零点調整；まずカウンタを零にリセットし、正側入力 T_1 の R_{v1} にて零点（差動増幅器のバランス点）を調整し、次にカウンタの内容を“-1”にして第10図の FF に接続されている抵抗 r_n を切り離し、今度は負側入力 T_2 の R_{v2} にて同じく零点調整を行なう。これを 2,3 回繰り返し、“0”の時も“-1”の場合も完全にバランスが取れるとスイッチング回路の切換え時に起こる変動がなくなる。そこで r_n を元に戻し調整を終わる。

トランジスタはカットオフの時、漏洩電流 I_{e0} があるので実際には“1”および“-1”のアナログ電流 I は次の値になる。

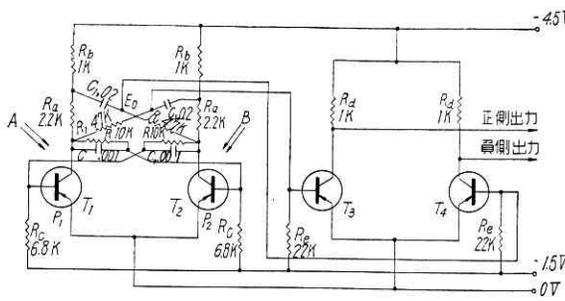
$$I = I_1 - I_{e0} \quad (2)$$

ここで I_1 は r_1 (第10図) によって流れる電流値を示す。

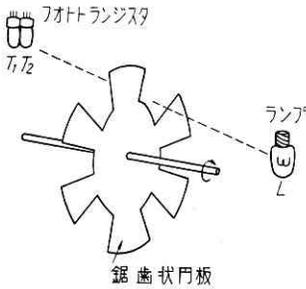
漏洩電流は差動増幅器のバイアス（入力端子のグリッド）を深くするので、スイッチオン側ではそれを相殺すべく I_{e0} だけ余分に電流を流す必要がある。

5. フォトトランジスタを用いたパルス計数回路¹⁾
 (A-D Converter)

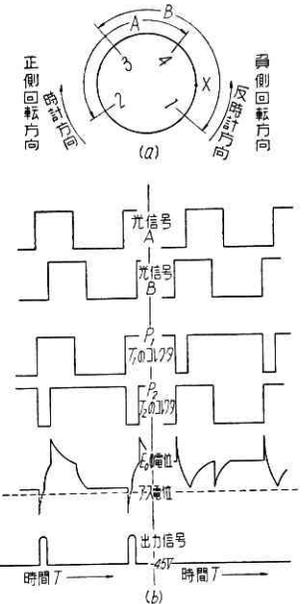
サーボモータは回転に応じてパルスが発生し、可逆カウンタの入力にフィードバックしなければならない。また、命令のプリセットカウンタもダイヤルの表示数に応じたパルスが発生し、カウンタの命令回路に送らねばならない。つまり、アナログ量をデジタル量に変換する変換器が必要である。また、これは回転方向を同時に検出する機能を有していなければならない。本装置は光学的な方法で、2 個のフォトトランジスタを用い、第14図に回路を示す。フォトトランジスタ T_1, T_2 は第 15 図のように 2 個並べて装置され、前方に光源ランプがあり、その間に10個のスリットを有する鋸歯状円板が置かれ、この軸はサーボモータ等に連結される。フォトトランジスタ T_1, T_2 は Eccles-Jordan Trigger 回路で結合される。そこで 2 個のフォトトランジスタ上に表われる光量



第14図 フォトトランジスタを用いた光学的パルス計数回路



第15図 A-D変換部の光学的装置



第16図 フォトトランジスタによる回転方向検出の原理図

$$Z = \frac{1}{Cp + \frac{1}{R}}$$

よって

$$E_o = \frac{1}{1+Tp} E_a + \frac{Tp}{1+Tp} E_b \quad (3)$$

ただし $T=C \cdot R$

(3) 式の第1項は積分, 第2項は微分であるから,

の変化を説明するため第16図(a)を参照されたい。T₁, T₂に照射される光をおのおのA, Bとし, 正方向に点Xが回転すると同図(b)の左側に示されるような光量変化がA, Bについて表われる。するとT₁, T₂のコレクタ電圧P₁, P₂は同図(b)の中ほどに示される変化をする。

第17図 等価回路

ここで第14図のC₁, R₁からなる回路は, 第17図の等価回路で表わされるから, 出力電圧E_oはMillmanの定理により

$$E_o = \left(\frac{Cp}{E_a} + \frac{R}{E_b} \right) Z$$

ただし $p \equiv \frac{d}{dt}$

E_oは第16図(b)下端のようになる。そこで, この負のパルスのみを取りT₃で整形増幅し, 正のトリガパルスを得る。負方向回転に対しては第16図(b)右側のようになり, 負パルスは発生しないので出力にはトリガパルスは表われない。そこで, T₃とまったく対照にT₄の回路を設け, この出力を負方向回転の出力とする。よって第14図の回路は第15図の鋸歯状円板の回転により, そこに切られたスリットの数のパルスを回転方向に応じておのおの出力からトリガパルスとして得られる。

写真3は第14図の回路を組み込んだもので, 右下端にあるのが鋸歯状円板である。

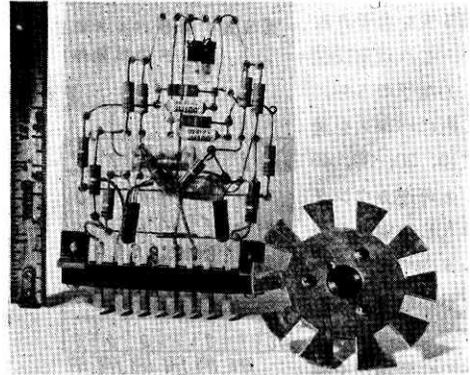


写真3 フォトトランジスタを用いたパルス計数回路。右下側は鋸歯状円板

6. 命令機構

制御系を動作させるために, 命令機構がなければならぬ。本機構は本装置に使用して便利のように考案されてあつて, 次の特長を有する。

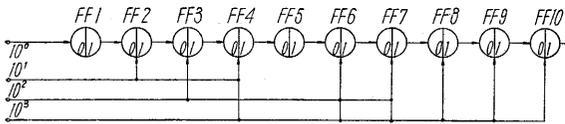
第1に命令は機械式カウンタのダイヤルにて各桁ごとに導入され, 負数も導入できる。第2は一度与えた命令を訂正する場合に, 零リセットしなくとも良い。第3に負荷のカウンタが任意に動いても, 命令カウンタとの同期は保持され, 零リセットの必要はなく次の命令を導入できる。第4は10進-2進変換回路を有している。

命令機構は次の2つの部分に分けられる。第1は人手で直接数を置くプリセットカウンタ, 第2は可逆カウンタと結びつく命令回路である。

(1) 命令回路

本装置のカウンタは2進可逆カウンタであり, 命令は10進数で与えるので, まず, 10進-2進変換機能を有する回路でなければならない。次に, カウンタにある数が入っている場合に命令を与えると, その代数和がカウンタに表われるよう加算機能を有していること。これは負荷の機械部分のリセットは時間がかかり, しかも精密な部分であるため, 必要以上動かすことは好ましくないからであり, さらに取扱いの利便さからである。

第18図に示すように, 10進-2進変換回路はマトリックス回路の変型で, 10進数(2進数)の10⁰(1), 10¹



第18図 10進 - 2進変換命令回路

(1010), 10^2 (1100100), 10^3 (1111101000)を入力端子とし、各桁ごとに命令を導入できるようになっている。たとえば“2365”を導入するには 10^0 桁に5個のパルス、 10^1 桁に6個、 10^2 桁に3個、そして 10^3 桁に2個のパルスを送れば良いわけであるが、しかし、このままでは次のような誤動作を生ずる。

第3表を参照されたい。これは第18図の入力端子のうち、 10^1 桁にパルスを送って10, 20, 30, 40……と可逆カウンタに導入した場合のカウンタ内で起こる動作を示したものである。ここで、10, 20

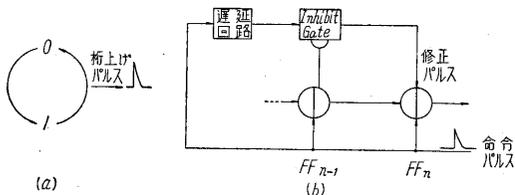
第3表 命令パルスによるカウンタの誤動作

桁	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
10	0	0	1	0	1	0
20	0	1	0	1	0	0
30	0	1	1	1	1	0
40	1	0	1	0	0	0
正しい	1	0	1	0	0	0

誤動作

30までは問題なく導入されるが、30から40にゆく場合、FF3からFF4への桁上げパルスとFF4に入る命令パルスが同時に起こる。そこでカウンタは誤動作し、**101000**となるべきものが**100000**つまり“32”になってしまう。この誤動作を避けるためには命令パルスと桁上げパルスが同時に起こらないようにすればよい。その一つの方法としては、命令パルスが下の桁から順に上の桁へ移行するよう各FFの間に遅延回路を設ければよいが、これは遅延回路を多数必要とし回路が複雑になってしまう。そこで次のような回路を用いた。

第19図を参照されたい。これは前述の命令パルスを遅延するのに対し桁上げパルスを遅延するもので、しかも、桁上げは各FFとも、並列に1度に行ってしまうという方法である。しかもこの遅延回路をへた桁上げパルスは、命令パルスと同時に桁上げパルスの入ってきたFF、つまり誤動作を起こしたFF(たとえば第3表のFF4)を検出し、そこにのみ



第19図 補正パルスによるカウンタの誤動作の修正

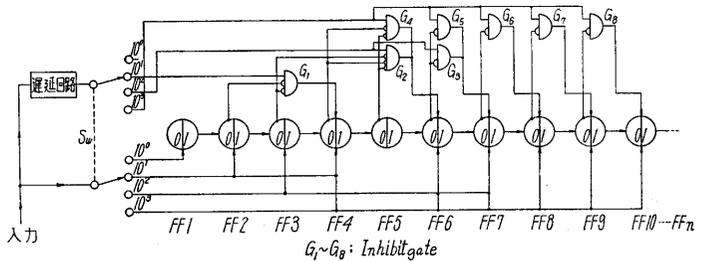
送ってやらねばならない。

第19図(a)でFFは1個の入力パルスに対して半サイクルの動作で安定し、1サイクルが終わると1個の桁上げパルスを生ずる。つまりFFが命令パルスを受けた時桁上げパルスを生ずる場合の状態は常に同じで、“1”の状態であり、“0”の場合は“1”に反転するのみである。

そこで第19図(b)を参照されたい。FF_{n-1}, FF_nはおのおの命令を受ける状態にあり、さらに、命令パルスは遅延回路をへて、FF_{n-1}で動作するゲート回路を通り修正パルスとなって、FF_nに接続されている。ここで、ゲートはFF_{n-1}が“0”で開、“1”で閉の動作をする。たとえばいま、FF_{n-1}=0, FF_n=0の場合に命令パルスを導入すると、FF_{n-1}=1, FF_n=1となり、FF_{n-1}からの桁上げパルスはないから誤動作を起こさない。そこで、ゲートも“閉”で修正パルスはない。次に、FF_n=1, FF_{n-1}=1の時入力パルスがあるとおのおの反転し、FF_n=0, FF_{n-1}=0となって桁上げパルスを生じ、FF_nは命令パルスと桁上げパルスを同時に受け、誤動作する。この時、遅延回路を通ったパルスはゲートが“開”であるから、修正パルスとして表われFF_nを反転し、カウンタの内容は正しい値となる。

以上のゲート回路をすべての桁について設けたカウンタ回路を第20図に示す。ここで、前述の第3表から 10^1 桁の命令について調べてみると、命令パルスはFF2とFF4に入るのので、FF2とFF3で動作させる inhibit gate G₁があり、その出力はFF4に入っている。

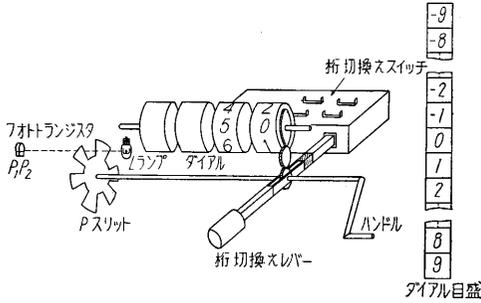
さて、第3表の“30”から“40”を命令した場合、FF4が誤動作し、“100000”を示す。するとFF2とFF4が“0”でG₁は開となり、遅延回路をへた修正パルスが通過し、FF4に入り、これを反転させ“101000”と正しい値になる。



第20図 命令機構

他の場合も同様に第20図に示す回路ですべての命令に対して正しく導入される。また、この命令回路は加算機構を有していることであるから、本装置に使用して十分満足できる。実際にはカウンタは可逆カウンタであるから第20図の inhibit gate 回路はFFの反対側のトランジスタにも、まったく対照に同じ inhibit gate 回路が設けられている。

(2) プリセットカウンタ



第21図 プリセットカウンタの機構

プリセットカウンタは、第20図の命令回路に命令パルスを導入するものであり、人手で直接数を導入するからその表示は10進数でなければならない。また各桁ごとに導入でき、しかも負数を命令できることが必要である。

第21図にその機構を示す。まず、各桁ごとに数字を目盛ったダイヤルがあり、前方に桁を切り換えるレバーがあって任意の桁に切り換えできる。また、桁の切り換えと同時に第20図の命令回路の折切換えスイッチ S_0 をカムにて切り換える。次にハンドルを回転することにより、指示された桁の数がダイヤルの回転により表われる。このハンドルの回転はスリット板 P に伝わり、これで光を断続しフォトランジスタによってパルスが発生して命令回路に送られる。もちろん、このパルスはダイヤルの数を表わすものである。負数はダイヤルの半面に目盛られ、回転方向によって定まる。つまり、フォトランジスタはスリット板 P の回転方向を判別し、可逆カウンタを動作させるから負数も同時に命令できる。さらにこのカウンタはある誤った命令をし、これを訂正する場合に1度零にリセットしなくてもよい。これは命令回路が加算機能を有していることから、たとえば、“535”を263に訂正する場合、可逆カウンタに導入されるのは、その差“-272”である。よって、カウンタには“263”が残る。なお、第21図に示すプリセットカウンタには実際上使い良いように種々の装置があるが、写真1を参照されたい。

7. 精度および性能

サーボモータの出力は10:1の歯車で減速され負荷のカウンタに結合されており、負荷のカウンタの示す最後の桁の数値はリードスクリュー送りの1/10 mmを表わす。リードスクリュー送りは1回転(360°)で1 mmとなっており、A-D変換器のスリット板は10個のスリットが切つてあるので、もし、サーボモータの出力と負荷とを直結すれば、このサーボ系の持つ精度は±1/10mmとなる。

現在は前述のように10:1の減速歯車を使用しているので、負荷が1 mm動くのに対し、100個のパルスを生ずる。よって、その精度は±1/100mmである。

設定値(初期値)を導入するに要する時間は、サーボモータの回転数がアーマチアに1.5 Aの電流を流した時5,000 rpmで、負荷のカウンタの最大目盛が1,000、最下位の桁の数が1/10回転であるので、100回転で終わる。しかし、サーボモータと負荷の間に10:1の歯車が入っているから、サーボモータは1,000回転となる。よって1,000回転に要する時間は $1,000/5,000 \times 60 \text{sec} = 12 \text{sec}$ である。実際には負荷のカウンタは“±1,000”までであるので、最大時間は24秒となる。また設定値近くではサーボモータは行き過ぎを防ぐために減速されるので所要時間は約30秒であった。

初期値の導入を終え、計算機を運転する場合は、クラッチでサーボモータは切り離されるが(第1図参照)、プリセットカウンタと負荷のカウンタとの同期を保持するために、A-D変換器の鋸歯状円板は計算機に固定されている。そこで、計算中に動いた負荷のカウンタの数は可逆カウンタにアキムレイトされる。つまり、プリセットカウンタと負荷のカウンタとの“ずれ”の量が記憶されるので、次に命令を与えれば負荷のカウンタがどのような位置にあってもそれには関係なく、プリセットカウンタに設定された数が導入される。よって1度同期を調整(電源投入時)すれば、あとは零リセット等による調整の必要はない。

本研究に対して、野村助教の激励をいただいたこと本所の河村技官は、パルス回路について助言を惜しまれなかったこと、森脇研究室の諸氏は、測定器の便宜と協力を下さったこと、千葉工業大学平川光則君は、製作に協力したこと、いずれも記して厚く感謝の意を表する次第である。

プリセットカウンタの試作には千葉製作所西川仙蔵氏の協力を得たことを感謝する。(1960.3.21)

文 献

- 1) 渡辺, 三井田; 生産研究 Vol. 6 No. 8 (1954)
- 2) たとえば, 茂木, 乗松; 微分解析機の初期値および座標設定の自動化について 昭和33年11月電気学会大会
- 3) 渡辺, 三井田, 渡部; 生産研究 Vol. 9 No. 6 (1957)
- 4) 大島, 富成; 自動制御 Vol. 3 No. 4 (1956) p. 267~272
- 5) J. Millman & H. Taub; Pulse and Digital Circuits 1956.
- 6) A. I. Pressman; Design of Transistorized Circuits for Digital Computers. 1959.
- 7) W. T. Bane & D. L. A. Borber; J. S. I. Vol. 33 Dec. 1956. p. 483~485.

表 紙 説 明

微分解析機の初期値設定装置

左から、プリセットカウンタ、可逆カウンタ、直
流サーボモータと光学的パルスカウンタ。