

継電器回路の手引

実用通信工学叢書

電話機械編

電気通信学会刊

電話機械編

繼電器回路の手引

執筆者 窪小谷英夫

(電気通信研究所)

電気通信学会編

目 次

まえがき	1
1. 緒電器および継電器回路の概説	2
1.1 緒電器	2
1.2 緒電器の種類	2
1.3 緒電器回路	3
2. 緒電器	4
2.1 一般用継電器と特殊継電器	4
2.2 一般用継電器	11
2.3 特殊継電器	19
3. 接点回路	23
3.1 緒電器回路	23
3.2 接点回路	24
4. 接点回路理論	30
4.1 論理代数の適用	30
4.2 公理	31
4.3 定理	32
4.4 多端子接点回路の場合	34
4.5 入力継電器の動作組合せ表が与えられる場合	35
4.6 Y-△変換	36
4.7 プリッジ回路	36
5. 緒電器回路	37
5.1 緒電器回路	37

5.2 入力と出力	37
5.3 組合せ回路	38
5.4 組合せ回路設計例	39
5.5 順送り回路	40
5.6 基本継電器回路集	43
6. 継電器回路の応用	45
S 参照文献	48
S 索引	51

I	電気用語
I	電気用語解説
II	電気用語
II	電気用語解説
III	電気用語
III	電気用語解説
IV	電気用語
IV	電気用語解説
V	電気用語
V	電気用語解説
VI	電気用語
VI	電気用語解説
VII	電気用語
VII	電気用語解説
VIII	電気用語
VIII	電気用語解説
IX	電気用語
IX	電気用語解説
X	電気用語
X	電気用語解説
XI	電気用語
XI	電気用語解説
XII	電気用語
XII	電気用語解説
XIII	電気用語
XIII	電気用語解説
XIV	電気用語
XIV	電気用語解説
XV	電気用語
XV	電気用語解説
XVI	電気用語
XVI	電気用語解説
XVII	電気用語
XVII	電気用語解説
XVIII	電気用語
XVIII	電気用語解説
XIX	電気用語
XIX	電気用語解説
XX	電気用語
XX	電気用語解説
XI	電気用語
XI	電気用語解説
XII	電気用語
XII	電気用語解説
XIII	電気用語
XIII	電気用語解説
XIV	電気用語
XIV	電気用語解説
XV	電気用語
XV	電気用語解説
XVI	電気用語
XVI	電気用語解説
XVII	電気用語
XVII	電気用語解説
XVIII	電気用語
XVIII	電気用語解説
XIX	電気用語
XIX	電気用語解説
XX	電気用語
XX	電気用語解説

継電器回路の手引

まえがき

継電器回路は電話交換方式、自動計算機等に広く使用されている。これらの方程式はインホーメーションを自動的に取扱う機能を必要とし、しかも入力は断続的に変化する方式であるので、継電器回路にてかような機能を実現させることが最も適切である。最近は次第に高度の機能を有する継電器回路が採用されるようになり、方式として経済化を計るため共通制御化が行われつつある。

従来継電器回路に関しては諸先輩が独創的な着想で具現された実例をよく記憶し、実際的経験を豊富に積んでより良い継電器回路の実現に努力してきた。一方我が国の多くの先覚者は継電器回路の設計に当って思考を経済的にし推論を合理的にしたいため、外国に先んじて継電器回路理論の研究に従事され、幾多の輝かしい成果を収められた。

我が国ではこれらの理論の成果がこの方面に従事する技術者にあまり役に立たれていないのは甚だ遺憾であり、一方ベルの技術者がこの方面的テキストブックを出版している現状にあるので、本書では初心者が継電器回路の勉強をはじめるときの手引として、初步的な解説をまとめてみた。

第6章の継電器回路の機能別応用例は、数年前より電気通信学会に設けられた継電器回路委員会にて審議し纏められ近く発表される予定であるので、ここでは数例に留めた。

本書は末尾に附記した諸文献から引用したところが多い。この方面的諸先輩の御功績に対し深甚なる謝意を表する次第である。

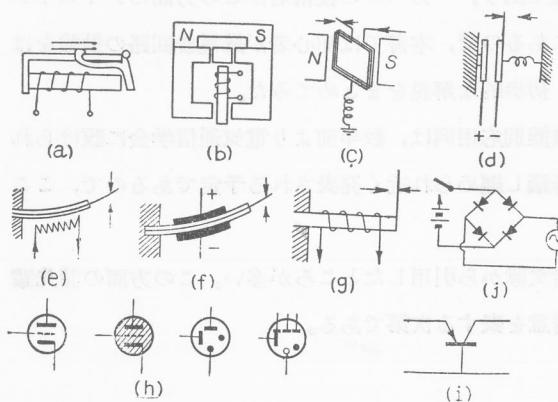
1. 継電器および継電器回路の概説

1.1. 継 電 器

継電器とは受入電気勢力の形態を識別して他の電気回路の開閉を制御する機械である。⁽¹⁾ ここに電気勢力の形態と称するのはその振幅、周波数、極性、継続時間等によって定まるものであって、継電器はこの入力の振幅が0より一定値に達することにより、あるいは周波数がある特定の帯域に移行することにより、あるいは極性が変化すること等によって、この変化を識別して他の電気回路の開閉を制御する。また入力を必ずしも電気勢力と限定する必要はなく、被制御回路も電気的なものと限定せず、単に勢力の更新中継をする機械と拡大解釈することもある。たとえば光線に感ずる光電管、音波に感ずる送話器は使い方により継電器と解釈される作用をする。

1.2. 継電器の種類

継電器は受入電気勢力の形態を識別して電気回路の開閉を制御するに如何なる物理現象を利用するかにより、次のように分類することが出来る。



第1図 継電器の種類

(1) 無極電磁継電器

入力電力により生ずる磁力をを利用する継電器であって、入力の加わらないときに磁極を有さない継電器。(第1図(a))

(2) 有極電磁継電器

入力電力により生ずる磁力をを利用する継電器であって、入力の加わらな

いときにも磁極を有する緒電器（第1図(b)）

(3) 可動線輪形緒電器 磁場内の線輪を通ずる電流により生ずる力を利用する緒電器（第1図(c)）

(4) 静電緒電器 静電的引力を利用する緒電器（第1図(d)）

(5) 熱緒電器 電流の熱作用を利用する緒電器（第1図(e)）

(6) 圧電気緒電器 圧電気現象を利用する緒電器（第1図(f)）

(7) 磁歪緒電器 磁歪現象を利用する緒電器（第1図(g)）

(8) 電子管緒電器 真空またはガス中の導電作用を制御する緒電器で熱陰極真空管、熱陰極放電管、冷陰極放電管等の緒電器（第1図(h)）

(9) 半導体緒電器 整流器、バリストア、トランジスタ等の緒電器（第1図(i)）

(10) 電磁常数変調緒電器 入力により出力回路定数を変化させる電磁常数変調形緒電器（第1図(j)）

以上のうち電話交換、自動制御等の方式に広く使用されている緒電器は無極電磁緒電器であって、この他に有極電磁緒電器、熱緒電器、電子管緒電器等が極めて少数使用されている現状である。電子管緒電器や半導体緒電器は高速動作と小形である特長があるので、将来の方式には広く使用されることになると思われる。しかし現状では無極電磁緒電器が圧倒的に多量に使用されているので、本文では単に緒電器といえば無極電磁緒電器を指すこととする。

1・3. 緒電器回路

緒電器回路とは1ユニットと考えられる緒電器群に対して用いられる幅の広い言葉である。すなわち1個の緒電器の場合も数千の緒電器群の場合もあって機能に関連して使用され、ある1機能を持った緒電器群は緒電器回路であり、多数の緒電器回路が集まってより大なる1機能を持った緒電器回路になる。

緒電器回路には補助素子として抵抗、コンデンサ、バリストアなどが使用される。電話交換、自動制御に使用される緒電器回路の緒電器としては前述のよう

に無極電磁継電器が主体であり、有極電磁継電器、熱継電器、電子管継電器などが僅かに使用されている程度であり、むしろ無極電磁継電器に機械的機構を附加した上昇回転スイッチ、回転スイッチ、クロスバースイッチなど広い意味の電磁継電器が使用されている。また電話交換では扱者、保守者の便のためジャック、プラグ、電鍵、ランプ等も使用されている。

2. 継 電 器

2.1. 一般用継電器と特殊継電器

番号	名 称	図 法	記 事
1.1	継電器巻線 (單巻)	A 1 [400] 2	A 1 左の横書き補助図法はすべてに共通とする。 2 1は巻き始めを示す
1.2	タ (單巻銅管)	A 1 [400] 2	
1.3	タ (單巻頭部銅環)	A 1 [300] 2	
1.4	タ (單巻脚部銅環)	A 1 [800] 2	
1.5	タ (複巻)	A 1 3 [200] [200] 2 4	A 1 複巻線は非分離記法を本則とするも分離する場合はその名前に他の巻線あることを示すための記号を附すこと。
1.6	タ (複巻銅管脚部銅環)	A 1 3 [100] [100] 2 4	その他1.2ないし1.5の適宜の組合に対するても類似の記法を使用すること。
1.7	タ (無誘導並列巻線附)	A 1 [200] 2	その他1.2ないし1.6に対しても類似の記法を使用すること。
1.8	タ (無誘導單獨巻線附)	A 1 3 [] 2 4	

[注] Aは継電器の名称、400、300は継電器巻線の抵抗値(Ω)、
1, 2, 3, 4は後に説明される端子番号

第2図 回路記法標準(その1)

無極電磁繼電器、有極電磁繼電器その他の繼電器を電話交換、自動制御等の利用方面からみて一般用繼電器と特殊繼電器とに類別してみる。一般用繼電器は電話用繼電器とも呼ばれ、繼電器回路の大部分の要素を構成する無極電磁繼

番号	名 称	図 法	記 事
2.1	繼電器接点 (マーク接点)		接点名称aは可動ばねの支点を頂点とする3角形の対辺上に記入すること 2.2ないし3.14の場合も同じ
2.2	タ (ブレーキ接点)		
2.3	タ (トランジスタ接点)		
2.4	タ (マークピフォア ブレーク接点)		
2.5	タ (2重マーク接点)		
2.6	タ (2重ブレーキ接点)		
2.7	タ (ブレーキ-マークピフォア ブレーキ接点)		その他2.1ないし2.6の適宜の組合記法も使用すること
2.8	タ (平常動作切りの トランジスタ接点)		実線の位置は無励磁状態を示す
2.9	タ (平常動作切りの マークピフォア ブレーキ接点)		その他2.1ないし2.7の各の平常動作切りのものは2.8 2.9に準じて表示すること
2.10	タ (フライ接点、最初に 閉じる接点)		"X"の表示は最初に閉じる接点を示す
2.11	タ (白金接点)		*の表示は白金接点を示す

[注] a は A 緒電器の接点であることを示す符号、1, 2, 3, 4 は端子番号

第3図 回路記法標準 (その 2)

電器で、電圧は数ボルトから100ボルトまで、各種用途に適合するよう接点組の種類および巻線の種類多く、接点電流は1アンペア以下、動作復旧時間は

番号	名称	図法	記事
3.1	電鍵 (押切,メーク接点)		
3.2	ク (押切,ブレーキ接点)		
3.3	ク (押切,トランスマスター接点)		
3.4	ク (押切,メークビフォアブレーキ接点)		
3.5	ク (押切,2重メーク接点)		
3.6	ク (押切,2重ブレーキ接点)		
3.7	ク (押切,ブレーキメークビフォアブレーキ接点)		その他3.1ないし3.6の適宜の組合記法も使用すること。
3.8	ク (撓返,メーク接点)		
3.9	ク (撓返,ブレーキ接点)		
3.10	ク (撓返,トランスマスター接点)		
3.11	ク (撓返,メークビフォアブレーキ接点)		
3.12	ク (撓返,2重メーク接点)		
3.13	ク (撓返,2重ブレーキ接点)		
3.14	ク (撓返ブレーキメークビフォアブレーキ接点)		その他3.8ないし3.13の適宜の組合記法も使用すること。

[注] K, L は電鍵の名称、1, 2, 3, 4 は端子番号

第4図 回路記法標準(その3)

2. 繙 電 器

7

番号	名 称	図 法	記 事
4	度 数 計	M L 500	
5	格子表示器	GD 100	
6	表 示 器	D 200	
7.1	ブ ラ グ (2線)	○○ ○○	
7.2	タ (3線)	○○○ ○○○	
7.3	タ (4線)	○○○○ ○○○○	
8.1	ジャック (2線)	□~○	
8.2	" (3線)	□~○~○	
8.3	" (切断ジャック)	□~○○ ~○○	止むを得ない場合は接点 を分離しても差支えない
8.4	タ (接点付ジャック)	□○○ ○○○	◆
9.1	抵 抗 (單巻線)	1 2 — 1 2 —	
9.2	タ (複巻線)	1 2 3 — 1 2 3 —	
10.1	塞 流 線 輪 (單巻線)	1 2 — 1 2 —	
10.2	タ (複巻線)	1 2 3 4 — 1 2 — — 3 4 —	
11.1	中 繙 線 輪 又は誘導線輪 (2巻線)	1 2 3 4 — 1 2 — — 3 4 —	
11.2	タ (4巻線)	2 4 6 8 — 1 6 5 — — 3 8 7 —	

第5図 回路記法標準(その4)

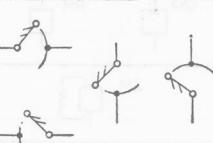
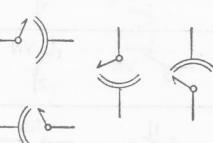
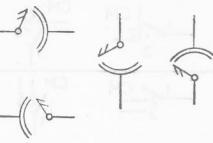
絶電器回路の手引

番号	名称	図法	記事
12.1	蓄電器 (單素子)		
12.2	タ (複素子)		
13	ランプ		抵抗ランプも同じ記号とすること
14	送話器		
15	受話器		
16.1	電鈴 (磁石電鈴)		
16.2	タ (直流電鈴)		
17	ブザ		
18	磁石発電機		
19	金属整流器		1から2の方向に電流は流れが 2から1の方向には流れない
20	端子及び接続実		
21	連絡記号		
22	ヒューズ		
23	電地及び地氣		1が+極, 2が-極である ト-イツでは反対であることに注意

第6図 回路記法標準(その5)

番号	名 称	図 法	記 事
24.1	上昇回轉電磁石	VM RM	
24.2	復旧電磁石	ZM	
25.1	急停接点 (マーク接点)	1 VN 2 VN 1 2	VN 上昇オノーマル接点 RN 回転 " " CM 2J 接点 符号は25.1~25.6 共通
25.2	タ (ブレーキ接点)	1 VN 1 VN 2	
25.3	タ (トランシスタ接点)	1 RN 2 RN 3 1 3 2	
25.4	タ (マーキングアブレーキ接点)	1 CM 2 CM 3 1 3 2	
25.5	タ 2重マーク接点	1 CM 2 CM 3 1 3 2	
25.6	タ (2重ブレーキ接点)	1 CM 2 CM 3 1 3 2	
25.7	タ (回転断続接点)	1 R 2 R	
26.1	ワイバあじパンク (無定位車方向) (スイッチ) (非構造ワイバ)	n 1 n 1 n 1 n	△は歩数を示す
26.2	(構造ワイバ)	○ ○ ○ ○	
26.3	(定位車方向スイッチ) (非構造ワイバ)	○ ○ ○ ○	○は定位位置を示す

第7図 回路記法標準(その6)

番号	名 称	図 法	記 事
26.4	ワイヤおよびパンク (定位車方向スイッチ) (橋路ワイヤ)		○は定位置を示す
26.5	(2方向スイッチ) (非橋路ワイヤ)		
26.6	タ (2方向スイッチ) (橋路ワイヤ)		
27.1	上昇回転スイッチ (セレクタ) (ラインファインダ)		
27.2	タ (切替セレクタ)		
27.3	タ (コンネクタ)		
28	レピータおよび 各種装置類		→は接続の進行 方向を示す

第8図 回路記法標準(その7)

番号	名 称	図 法	記 事
1	懸電巻巻線		
2	懸電巻接点		電鍮及び機械接点にも準用する

第9図 回路記法標準寸法図（その8）

数ミリ秒から数百ミリ秒までの範囲内で設計されている。

特殊継電器は必要な機能を持たせるために特別の構造をした継電器である。すなわち高速動作、高感度、有極動作、交流動作、大電流切断、長緩動作、長緩復旧、特別多接点搭載、機械的連動等の機能を持たせている継電器である。

継電器の接続状態を示す図面、すなわち回路図は継電器を使用する装置を表現する最も重要な図であって、正確に且つ誤解を与えないように画かれておらなければならない。そのために回路記法は標準化されており、わが国の電話交換その他回路記法標準⁽²⁾は第2～9図のとおりである。

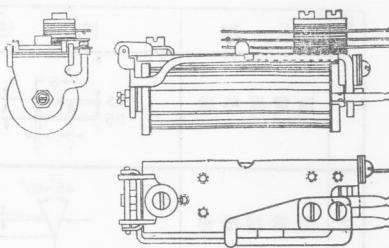
2.2. 一般用継電器

無極電磁継電器は磁気回路構成部分と巻線と接点ばね組立とから構成されており、巻線に入力を受けると入力エネルギーは磁気回路構成部分に伝達され、電気的入力が機械的出力に変換され、接点ばね組立が駆動されて接点を開閉する機能を有する。一般用継電器は普遍的使用に適する無極電磁継電器であって、現在わが国で使用されている一般用継電器はA形自動電話交換機に使用されている水平形継電器、H形自動電話交換機に使用されている70号形継電器、共電式交換機に使用されている平形継電器が主である。

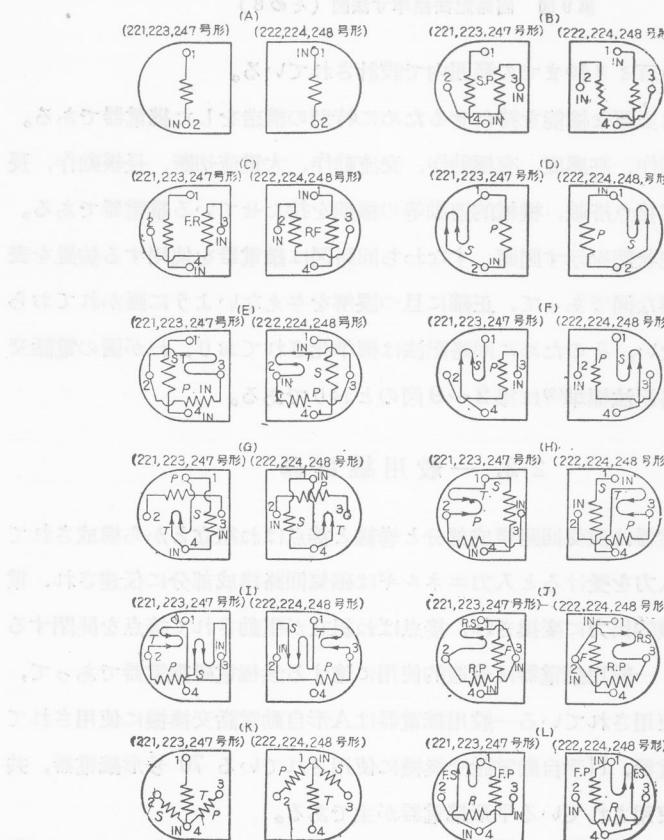
(1) 水平形継電器 水平形継電器は接極子のアームの構造によって221形、222形、223形、224形とに分れ、更に安定な緩復旧時間を得る長接極子

構造の248形がある。水平形
継電器の外観を第10図に示
す。

水平形継電器の端子数は2
または4であって、巻線の結
線種類は第11図のとおりで
ある。同図にて1, 2, 3,

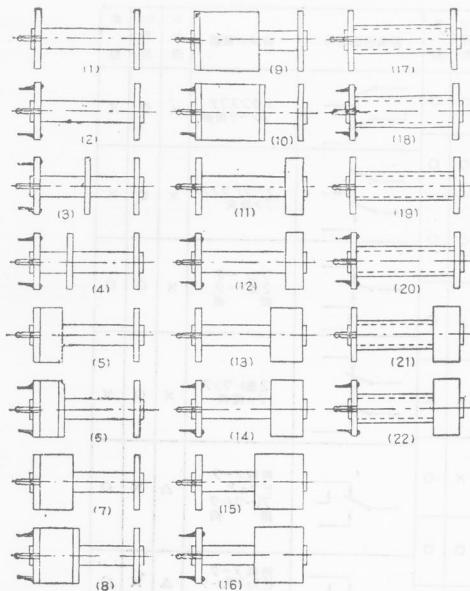


第10図 水平形継電器外観図(221形の場合)



(注)上図はすべて端子側より見たものである。

第11図 水平形継電器巻線図表



第 12 図 水平形繼電器の巻枠の種類

の緩動作緩復旧を要するとき、および交流不感動を要するときは銅管を使用する。この他に巻線を短絡復旧させて緩復旧時間を得たり、コンデンサを使用して時間を調節する方法がある。鉄心に銅環または銅管をはめたりする巻枠の種類を示すと第 12 図のとおりである。

接点ばね組の種類は各繼電器について第 13 図にまとめて示すとおりで、221 形、222 形、248 形は上方 1 列に、223 形、224 形は上方および下方の 2 列に数組重ねて搭載される。水平形繼電器ではブレーク接点よりもメーク接点を搭載した方が少ない入力で済み有利である。すなわちメーク接点ならば 10 組位搭載出来るが、ブレーク接点は 221 形、222 形で 3 組まで、223 形、224 形で上下 2 組、計 4 組まで止めなければ接点障害が多発する危険がある。

繼電器の諸元を示すのは繼電器表であって、水平形繼電器表の 1 例を第 14 図に示す。同図で繼電器名称は同一繼電器群で繼電器を区別する符号で、繼電器の接極子の前面に捺印されている。繼電器品名欄には例えば 221-TCN と

4 という端子番号は第 2 回路記法標準に示した端子番号と一致し、IN は巻線の巻始めを示し、P, S, T はそれぞれ 1 次巻線、2 次巻線、3 次巻線を示し、F, R は前部巻線、後部巻線を示し、FS は前部巻線の 2 次巻線を示す。

水平形繼電器の巻枠は緩復旧、緩動作を得るために銅環または銅管を使用する。すなわち緩復旧のみを要するときは後部銅環を、緩動作にして緩復旧を要するときは前部銅環を、その中間

接点回路記号	接点の種類	水平形	70号形	平形	接点回路記号	接点の種類	水平形	70号形	平形
	マーク接点	○	○	○		トランスマーカー接点	×	○	×
	ブレーキ接点	○	○	○		マークトランスマーカー接点	×	○	×
	トランスマーカー接点	○	○	○		ブレーキ2重マーク接点	×	○	○
	マークビフォアブレーキ接点	○	×	○		2重トランスマーカー接点	×	○	×
	ブレーキマークビフォアブレーキ接点	○	×	×		特殊マークビフォアブレーキ接点	△	×	○
	マークビフォアブレーキ接点	○	×	○		特殊マークビフォアブレーキ接点	△	×	○
	2重マーク接点	×	○	○		2重ブレーキマーク接点	×	×	○
	2重ブレーキ接点	×	○	○					

[注] ○は標準接点として採用, ×は存在しない

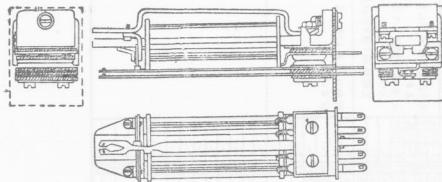
△は存在するが採用していない

第13図 接点種類表

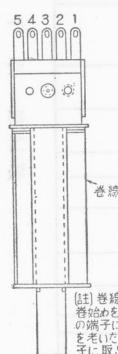
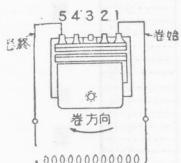
あるのは 221 号 TCN 緒電器であることを示している。銅環(管)欄には銅環の種類と長さ、または銅管とその厚さを示す。巻線欄には複巻線の場合に前部巻線を F、後部巻線を R、1 次巻線を P、2 次巻線を S、3 次巻線を T にて示す。これは第 11 図の巻線の結線種類に対応するものである。端子欄には巻線端子番号を示すが、これも第 11 図の巻線の結線種類に対応するものである。抵抗欄には巻線の抵抗値を、巻線欄には巻線の巻数を示す。線種欄には心線経 (mm) と被覆の種類、すなわちエナメル銅線は E、単重絶縁エナメル銅線は SSE、2 重絶縁アドバンス線は DSA、単重絶縁エナメルアドバンス線は SSEA、エナメルアドバンス線は EA と示す。電流値の欄には巻線と接点欄にどの巻線

品名	標準値 mm	感動値 Ω	不感動値 Ω	電流範囲 mA	動作時間 ms	接点数	接点種類	感動値 不感動値 接点規格 mΩ	感動時間 ms	不感動時間 ms	動作時間 ms	接点規格 (mΩ)	品名	備考	
F 4-1	200	5300	0.08E	F-R	14.8	15.1	7	1	1.7-253.0	1-	2.1-426.9	1-	2.1-450.0	1-	感動は單に接点を閉じる様子(=283号)
R 3-2	200	5300	0.08E		14.4	13.9			1.6-1.8	1-	4.1-	1.1-	3.1-450.0	1-	感動は單に接点を閉じる様子(=283号)
A															部力試験不評価
B															シグナル端子接続
C															
D															
E															

で測定するか、どの接点が開閉するところで測定するかを示し、感動値、不感動値は調整と試験とに分れ、調整には継電器を調整するとき適合させる感動値、不感動値を示し、試験には継電器の調整が正しいかどうか点検する感動値、不感動値を示す。作動時間欄には動作時間、復旧時間の別、時間を測定する接点、励磁電流、規定時間を示す。レシジュアル欄には上限、下限の規定値を示す。ただしSLは規定時間を満足するとき 2mil 以下であることを示し、Sはいくらかレシジュアルが出ていることを示す。ゲージング欄には上限、下限および



第15図 70号形继電器外観図

第16図 70号形
继電器巻線図

目標値を示す。

(2) 70号形继電器

70号形继電器の外観は第15図に示すとおりである。70号形继電器の端子数は5個であって第16図のように番号が附与され、

巻線は若番の方が巻始めで図のような方向に巻かれている。それで回路記法標準で继電器の巻始めのしるしを省略しても良い。70号形继電器の巻栓には銅環、銅管ではなく緩動作、緩復旧時間を要するときはその程度によって第1表の裸巻線を巻いた巻栓を使用する。70号形继電器では裸巻線だけでは長い緩復旧時間が得られないで、短絡復旧させて緩復旧時間を延長させなければならない。しかし水平形继電器よりも鉄量、铜量少いために長い緩復旧時間が得られない。

接点ばね組の種類はさきに第13図にて示したとおりで1列、2列または3列に各列最高5枚までにとどめて搭載される。従って各列に簡単なばね組なら2組搭載され、この2組の動作復旧時の接点の閉じ開きに時間差を附与することも出来る。

第1表 70号形继電器の裸巻線種類

線種	K03	K05	K1	K2	K3	K4	K5
0.5mm錫めっき裸銅線	一	1層	2層	4層	6層	8層	10層
0.3mm錫めっき裸銅線	1層	—	—	—	—	—	—

70号形继電器の继電器表の1例を第17図に示す。水平形继電器との根本的な相異点は、水平形では接点ばね負荷系の調整はゲージングと電流値によって

2. 継 電 器

17

機器番号	巻 緒	巻 緒 / 倍率	非 磁 性 体	開	接 点	電 気 的 試 験					記	
						I	II	III	V	基 功	感 应	
A 343 202	-	I 110 2450 II 190 2450 III 300 4920 IV 170 1725 V 150 3600	I+II+V M	Q4	1.2	W	W			[I+II+V] (M) 31	13 3.1	
C 382 611	-	I 150 3600 II 500 4680 III 700 220 IV 400 bif	I+II+IV M	Q3.15	W	rda	da			[I+II+V] 16		
E 352 209	-	I 220 3100 II 380 3100 III 600 6200 IV 150 bif	I+II+IV M	Q1	1.1	a	a			II 21		
U 364 201	-	I 700 9400 II 1400 bif	I+II M	Q1	1.1	aa	a	ar		I 155		
X 352 201C	-	I 480 6150 II 120 50 III 1000 8830 IV 1000 270	I+II+IV M	Q3	1.2	W	r	ar	[I+II] 27 (M) 18	2.8		
Y 352 2007	-	I 1500 13600 II 2000 9600 III 40 bif	I+II+III M	Q1	1.2	aa	W	ar	I 11 II 17			

第17図 70号形継電器の継電器表の1例

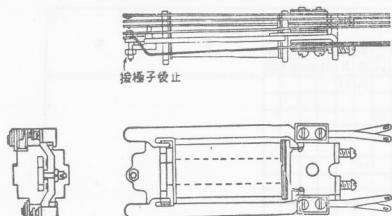
指定されるに反し、70号形では接点間隔と接点圧力とによって指定される。70号形継電器表に電流値の指定があるのは回路動作上の必要から指定されたもので、接点圧力の指定と出来る限り矛盾を生じないように指定する。

(3) 平形継電器 平形継電器は部分品がプレス加工を主として製造される小形の一連の継電器であって、用途によって構造を異にし第2表のように分類される。

第2表 平 形 継 電 器 分 類 表

動作時間別 感度別	速 動 用		遲 緩 復 旧 用
	速動、一般用	高インピーダンス用	
高 感 度 用 (B系列平形継電器)	B形継電器	G形継電器	J形継電器 (交流用)
一 般 用 (R系列平形継電器)	A形継電器 E形継電器 R形継電器	H形継電器	T形継電器 F形継電器*
イ ン パ ル ス 用 (S系列平形継電器)	L形継電器 S形継電器	N形継電器	

* F形、N形は我が国では使用しない。

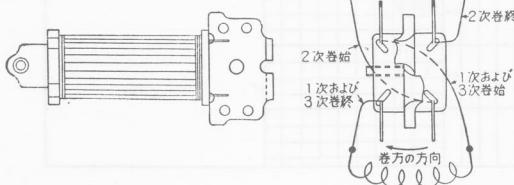


第18図 R形継電器外観図

平形継電器のうち高感度用のB系

列平形継電器とインパルス用のS系

列平形継電器はその構造が特異で特殊継電器の部類に属するとみてよいので、ここでは一般用のR系列平形継電器について述べる。すなわち速



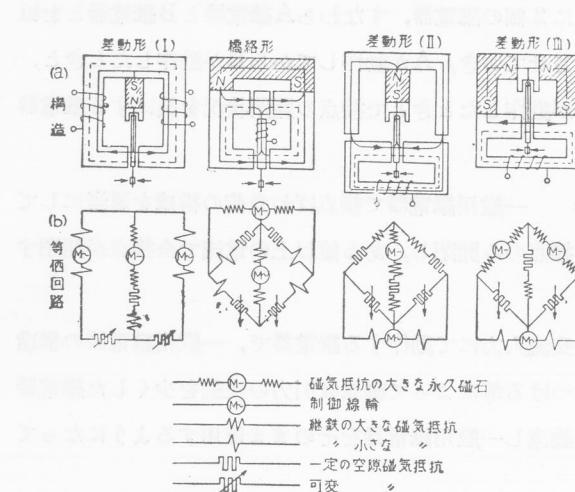
第19図 R形継電器巻線図

動、一般用としてはR形継電器が標準であって、E形はR形に置換されつゝあり、A形は4号鉄板に20個実装し得るところから、接点ばね枚数の少いライン継電器とカッ

トオフ継電器に使用される。高インピーダンス用にはH形継電器が、遅緩復旧用にはT形継電器がそれぞれ標準として使用される。R形継電器の外観は第18図に示すとおりで、巻線は第19図に示すように巻かれている。R形継電器の接点ばね組の種類はさきに第13図に示したとおりで、簡単なばね組なら2組まで重ね上下2列に搭載される。

2・3. 特殊継電器

(1) 有極継電器 一般に使われている有極継電器は永久磁石を有する有極電磁継電器で、磁気回路の構成によって第20図のように分類することができる。有極継電器の特長は當時一定の磁束があるので高感度であること、接極子の慣性能率を小に出来るので動作復旧時間が小であることである。第21図は磁気吸引力の実測値で有極継電器が高感度であることを示している。有極継電器の欠点は高価格である。



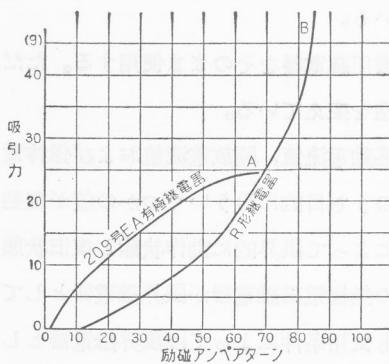
第20図 有極繼電器の磁气回路

(2) 热繼電器

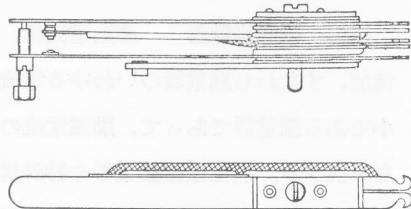
熱膨張係数の異なる2種の金属をはり合せてその上に抵抗線を巻いた繼電器で、入力が加えられると温度上升に従って金属板が反りかえって接点を開閉する繼電器であって、

温度上升に時間を

要するから長緩動作繼電器に使用される。その1例を第22図に示す。



第21図 有極繼電器の吸引力特性



第22図 热 繼 電 器

(3) オイルダッシュボット繼電器 油が小孔をとおるときの抵抗を利用して、長い遅緩動作時間を与えるようにした繼電器である。

(4) ラチエット繼電器 電気時計から送られるインパルスによって電磁石を駆動しラチエットを歩進させ、ある步数進めたとき接点を閉じるようにして長い遅緩動作時間を与えるようにした繼電器である。

(5) 機械的連動繼電器 A形自動電話交換機のラインスイッチのライン

カットオフ緒電器のように2個の緒電器、すなわちA緒電器とB緒電器とを組合せて互に機械的に連動させておき、Aが動作してからBが動作したときと、Aが動作しないうちにBが動作したときとで接点の開閉状況を異にする緒電器である。

(6) 2段動作緒電器 一般用緒電器で接点ばね負荷の構成を適当にして低い電流範囲では一部の接点のみ開閉し、ある値以上の電流で全接点が開閉する緒電器である。

(7) 交流緒電器 交流入力にて動作する緒電器で、一般用緒電器の構造を少し変更し隅取線輪をつける等によって磁気吸引力の変動を少くした緒電器である。最近は整流器で整流し一般用緒電器をそのまま使用するようになってきた。

(8) 高感度緒電器 一般用緒電器をそのまま使用する。ただし平形緒電器では第2表に示すように構造を変えている。

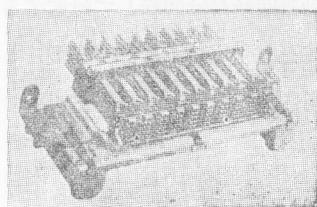
(9) 高インピーダンス緒電器 一般用緒電器をそのまま使用する。ただし平形緒電器では第2表に示すように構造を変えている。

(10) 限界緒電器 感動電流値、不感動電流値、開放電流値および保持電流値、すなわち緒電器のいわゆる電流値のうち目的に沿ういくつかの値が変動小である緒電器であって、励磁電流の量によって限界的に動作状態と復旧状態を転換する。有極電磁緒電器や特殊構造の無極電磁緒電器が限界緒電器として使用される。一般用の無極電磁緒電器でも使用条件によっては限界緒電器としても使用出来る。

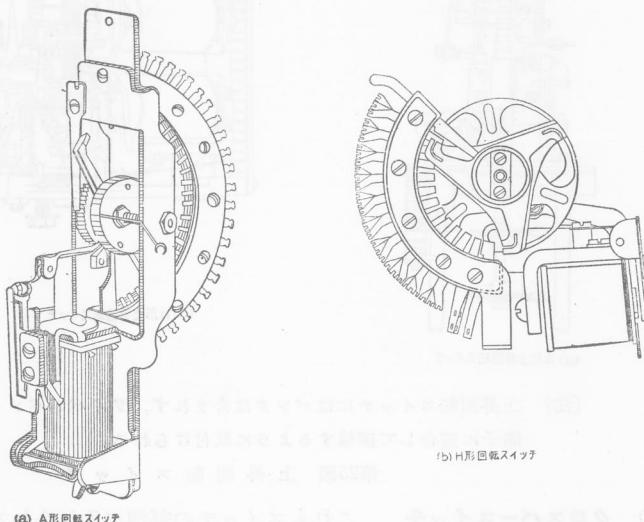
(11) インパルス緒電器 一般用緒電器をそのまま使用する。ただし平形緒電器では第2表に示すような構造を著しく変えた特殊緒電器になるが、これは最近は使われなくなってきた。入力が少いときは有極緒電器をインパルス緒電器として使用する。

(12) 多接点緒電器 特別に多数の接点を搭載する特殊構造の無極電磁緒電器であって、第23図に米国で使用されている多接点緒電器の1例を示す。

一般用継電器の接点搭載限界は水平形, U形で10~12メーク接点, 最近米国で実用化されたA J形で24メーク接点であるからこれを越える接点を1継電器に搭載させる必要があるときには多接点継電器を使用する。



第23図 多接点継電器

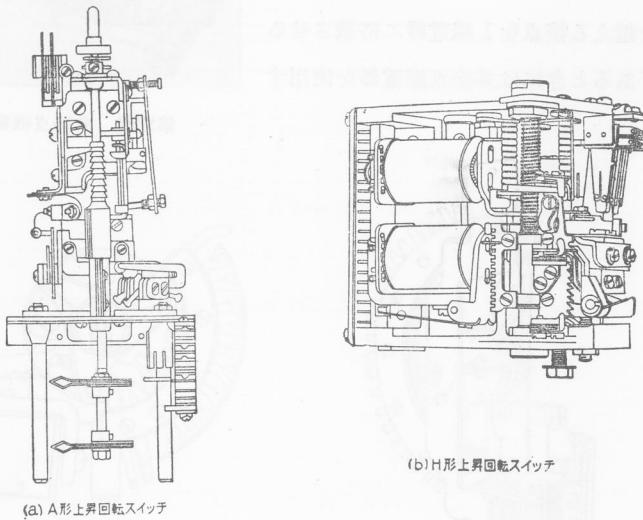


第24図 回 転 ス イ ツ チ

(13) 回転スイッチ これは一般にはスイッチの部類に入れられて継電器とは別個のものとして取扱われるが、機械的機構を附与した無極電磁継電器とみることも出来る。電磁石の励磁回数だけラチエット機構でワイヤをバンク端子上に進ませる機械であって、わが国で使用されている回転スイッチを第24図に示す。

(14) 上昇回転スイッチ これもスイッチの部類に入れられるが、特殊な無極電磁継電器とみられないこともない。上昇電磁石と回転電磁石とを有しワイヤはラチエット機構によって上昇電磁石の励磁回数だけ上昇し、回転電磁石

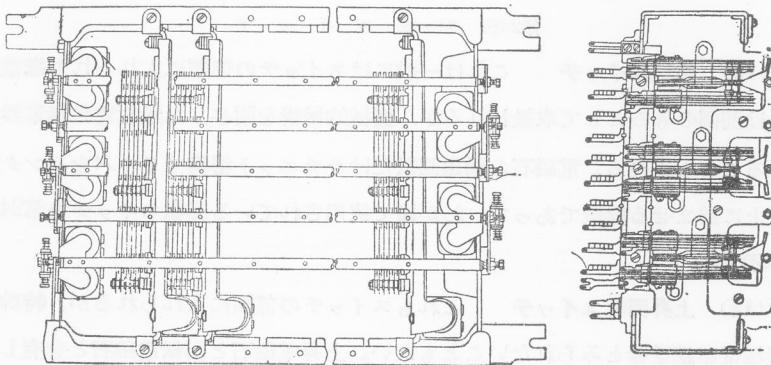
の励磁回数だけ回転して対応するバンク端子と接触を保つ機械である。復旧電磁石を有するスイッチ (A形) と有さないスイッチ (H形) とある。わが国で使用されている上昇回転スイッチを第25図に示す。



[注] 上昇回転スイッチにはバンクは含まれず、ワイバがバンク端子に適合して接触するように取付けられる。

第25図 上昇回転スイッチ

(15) クロスバースイッチ これもスイッチの部類に入れられるが、これ



はむしろ繼電器の方に近い機械である。ホリゾンタル電磁石列とバーチカル電磁石列とが互に直交して配列され、1ホリゾンタル電磁石と1バーチカル電磁石が動作するとその交叉点の接点組が閉じる。次いでホリゾンタル電磁石は復旧し、バーチカル電磁石は保持されてその接点組は閉じたまま保持される。バーチカル電磁石が復旧したときにはじめてその接点組は開放される。上昇回転スイッチや回転スイッチは1接続に占有されるが、クロスバーススイッチは多数の接続に使用出来る。クロスバーススイッチの1例を第26図に示す。

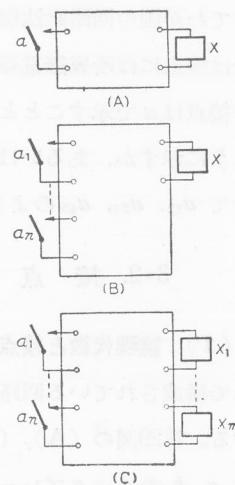
(16) 繼電器には属さない繼電器回路構成部品 電鍵、ジャック、プラグ、ランプ、コンデンサ、抵抗等が古くから使用されており、最近は整流器、バリスタ、電子管、等使い方によっては繼電器とみなし得る素子が使用されてきている。

3. 接点回路

3.1. 繼電器回路

繼電器は前述のように受入電気勢力の形態、すなわち振幅、周波数、極性等を識別して他の電気回路の開閉を制御する機械であるが、繼電器回路では入力は接点のメークブレークで与えられるのが便利である。しかして上記形態を接点のメークブレークに変換するのは識別繼電器を用うれば容易であるので、以下繼電器回路の入力は接点のメークブレークで与えられるとして論ずることとする。

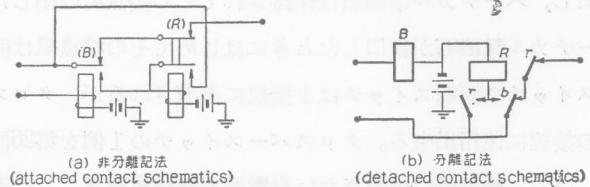
第27図(A)は左側の接点 α が入力接点で右側の繼電器 X が出力繼電器で中央部は入力と出力を関連づける回路網を示し、これら全体が繼電器回路である。入力接点は1接点のメークブレークとは限らず第27図(B)のように n 個の端子で与えられること



第27図 繼電器回路網

もあり、また出力も第27図 (C) のように m 個の継電器で与えられることもある。これらの中間部の回路は接点のみで構成されている場合、即時継電器を含む場合、時限継電器を含む場合、機械的機構を有するスイッチを含む場合で性質を異なる。本章では接点のみで構成されている場合を取扱うことにする。

なお継電器回路



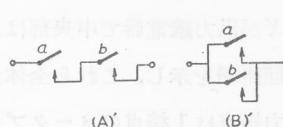
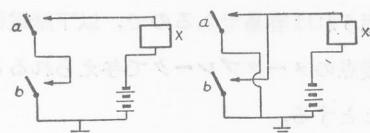
第28図 非分離記法と分離記法

の記法には非分離記法と分離記法がある。

非分離記法は第28図 (a) に示すように接点を所属継電器の傍に記す記法で、各継電器の搭載接点が明確に示される利点を有し、分離記法は第28図 (b) に示すように接点を自由勝手に適当なところにおいて各継電器を動作させる接点回路網が一目瞭然になるよう記す記法である。非分離記法は主に米国にて採用され、分離記法は英国、独國およびわが国で採用されている記法である。従ってわが国の回路記法標準は分離記法を前提として制定されている。分離記法では接点には所属継電器を示す符号をつける必要があるので、例えば A 継電器の接点は a で示すこととする。A 継電器の接点が多数あるときは a_1, a_2, \dots のように示すか、あるいは端子番号をつけて a_{12}, a_{23}, a_{45} のように示す。

3.2. 接点回路

(1) 論理代数と接点回路
接点のみで構成されている回路を接点回路と称する。第29図の (A), (B) は入力は接点 a, b のメークブレークで与えられ出

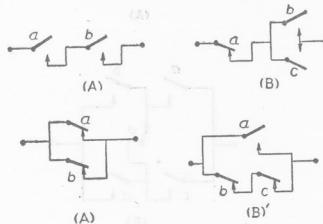


第29図 「 a と b 」回路と「 a か b 」回路

示していない) の開閉で与えられる継電器回路である。かのような回路では出力継電器 X の制御回路は入力接点回路として $(A)', (B)'$ のような接点のみから構成される 2 端子回路網で示されることは直ちに諒解されると思う。しかして $(A), (A)'$ では a と b が共に動作したときに X が動作し $(B), (B)'$ では a か b かいずれかが動作したときに X が動作する。このような接点回路またはこれに継電器を含む継電器回路の開閉特性を計算したり、あるいは与えられた制御接点の開閉に従って要求されるような動作を行う継電器回路を設計するために適當な数学は論理代数⁽³⁾であって、接点の開、閉をそれぞれ真、偽に対応させて適用する。これを上記の接点回路の場合にあてはめてみると $(A), (A)'$ は a と b が共に真であるときのみ真である命題に対応し、 a か b かいずれか一方のみ真であるときは命題は偽であって接点回路は閉じないことになる。 $(B), (B)'$ では a か b かいずれかが真であれば真である命題に対応する。

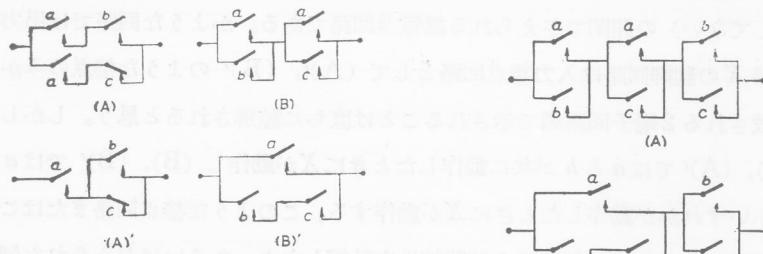
(2) 双逆回路 論理代数では原命題が真である状態では偽で、原命題が偽である状態では真である命題を原命題の双逆であるという。この 2 命題は互に逆の関係も成立つので、互に双逆である。

第30図の $(A), (A)'$ では (A) が閉じている状態にあるときには $(A)'$ は開いており、 (A) が開いているときは $(A)'$ は閉じている。その逆の関係も成立つので (A) と $(A)'$ は互に双逆回路である。 $(B), (B)'$ も互に双逆回路である。



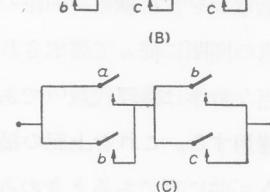
第30図 双逆回路

(3) 接点の共通化による接点回路の簡単化 第31図 (A) のように a 接点 2 個を有する接点回路は 1 個の接点で間に合せて $(A)'$ のように簡単化出来る。同様に (B) も $(B)'$ のように簡単化される。このように接点を共通化するときには、そのために必要な回路がなくならないこと、および不必要的新らしい回路を生じないことが絶対に必要である。たとえば第32図の (A) は a 接点を

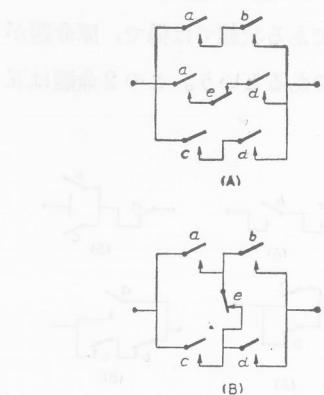


第31図 接点の共通化例

共通化して (B) に簡単化することは出来るが、(B) の c 接点を共通化して (C) に簡単化することは出来ない。また第33図の (A) の a 接点と d 接点とを同時に共通化して (B) に簡単化することは出来ない。それは (B) では b と c



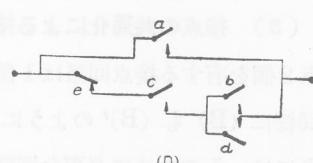
第32図 接点共通化の出来ない例 (その1)



第33図 接点共通化の出来ない例 (その2)

が動作したとき c, e, b の 3 接点をとおる新しいらしい回路が生れるからである。このような新しい不必要な回路をスネーク (Sneak) 回路という。

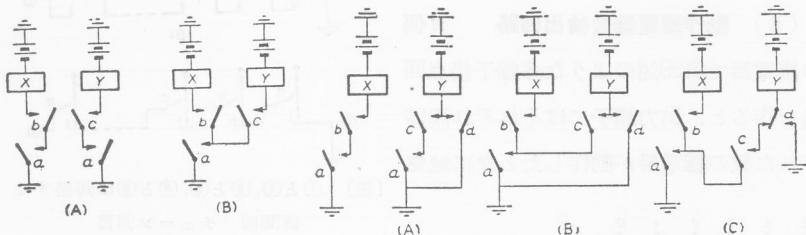
(4) 双逆回路と接点の共通化を利用する接



第34図 2端子接点回路の簡単化例

点回路の簡単化 第34図 (A) の 2 端子接点回路を簡単化するには先ずこれの双逆回路を求める (B) のようになり、この接点回路の接点の共通化を行うと (C) のようになり、この接点回路の双逆回路を求める (D) のようになる。従って (D) は (A) を簡単化した接点回路となる。

(5) 多端子接点回路 入力に 2 端子接点回路を有する継電器回路が多数あるとき入力端子を共通化して 1 個の多端子接点回路にして簡単化することが



第35図 3端子接点回路網にすることによる簡単化

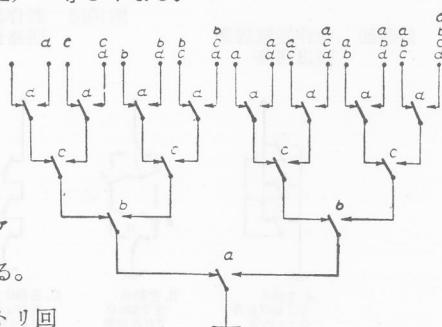
第36図 3端子接点回路に直すこと誤りやすい例

多い。第35図は 2 個の 2 端子接点回路を 1 個の 3 端子接点回路にして接点の共通化によって簡単化する例である。この際にも接点共通化に関する前述の注意が必要で、たとえば第36図の (A) を (B) に直すと d , c , b が動作したとき X を動作させる新しい回路が出来るので (B) は (A) と等しくない。この新しい回路を防ぐために同図 (C) のように d 接点をトランスマスター接点にする必要がある。こうすれば (C) は (A) と等しくなる。

(6) トランスマスター回路

多端子接点回路の一種で、多数の出力端子のうち任意の 1 端子にのみ地気を与える回路である。第37図は 4 個の継電器を使用したトランスマスター回路で $2^4 = 16$ 個の出力端子を得る。

一般に n 個の継電器のトランスマスター回路は 2^n 個の出力端子を得る。しかしながら



第37図 トランスマスター回路

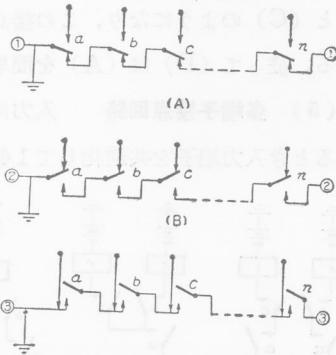
な回路では入力継電器の搭載ばね枚数の不均衡が甚しく最大 $2^{(n-1)}$ 個のトランジスタ接点を搭載する継電器があるので、実際にはこれと同等で接点ばね負荷の不均衡を是正した回路が使用される。

(7) チェーン回路 多端子接点回路

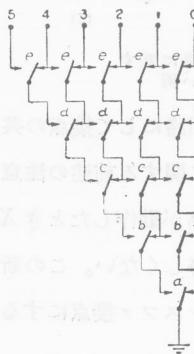
路の一一種で第38図に示すような回路であって、分配回路等に使用される。

(8) 動作継電器数検出回路 n 個

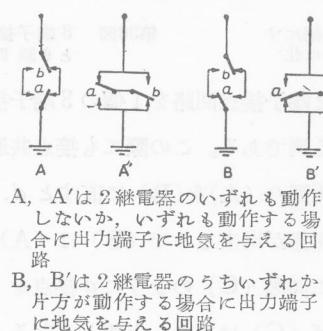
の継電器で第39図のような多端子接点回路を作ると、出力端子にはそれぞれ添書された数の継電器が動作したときに地気



[注] ①と①, ②と②, ③と③は短絡する
第38図 チェーン回路



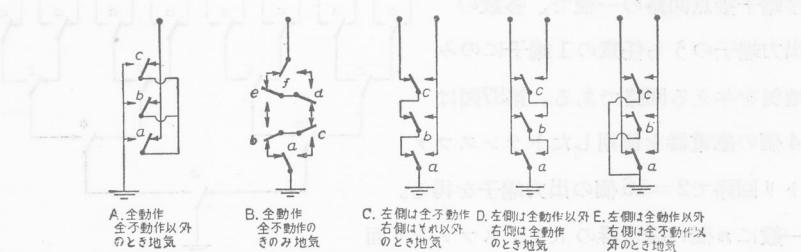
第39図 動作継電器数検出回路



第40図 動作継電器数検出回路例 (その1)

5 継電器のうち 2 継電器が動作しているときのみ出力端子に地気を与える回路

第41図 動作継電器数検出回路例(その2)



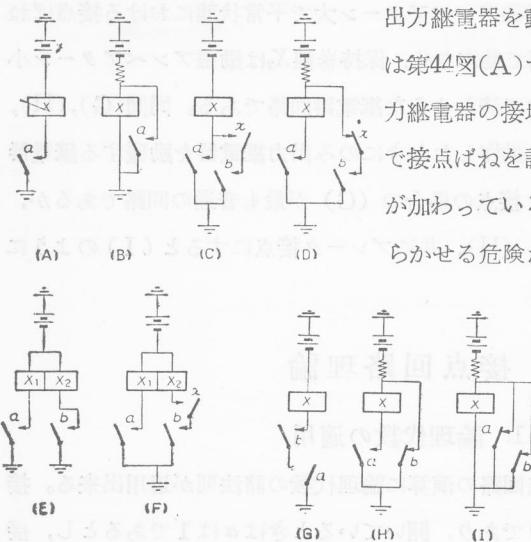
第42図 動作継電器数検出回路例 (その3)

が与えられる。従って動作継電器数検出回路である。この回路の特別な場合として第40図、第41図および第42図に示す各種用途がある。

(9) トランスファ接点とマークビフォアブレーク接点 トランスファ接点

トランスファ接点はブレーク接点が開いてからマーク接点が閉じる接点で、接点移行に時間を要するから、いずれの接点も閉じていない短い時間がある。この短い時間でも必要な回路が断たれて困る場合には、マークビフォアブレーク接点、すなわちマーク接点が閉じてからブレーク接点が開く接点を使用する。一般用継電器ではマークビフォアブレーク接点は調整がとり難いこと、接点ばね負荷特性が吸引力特性に沿わないことの理由でなるべく使用しないこととしている。トランスファ接点であっても第43図の(A)では a が動作するとき出力端子の地気は一時断たれるが(B)のように使えば断たれない。

(10) 継電器の動作回路 入力接点 a を閉じるとき出力端子に地気を与える



第43図 トランスファ接点の使い方

出力継電器を動作させる最も一般的な回路は第44図(A)である。ここで入力接点を出力継電器の接地側におくのは、実際の装置で接点ばねを調整するとき接点ばねに電圧が加わっていると接地させてヒューズを働かせる危険があるからである。それで継

電器巻線には常に電圧が加わっていることになるのは止むを得ないから電触によって継電器巻線が断線することのないように絶縁の良いエナメル線を絶縁の

第44図 各種継電器の動作回路

良い絶縁紙と共に使用し、電源電圧を負電圧にて使用する。

入力接点 a を閉じるとき出力継電器を復旧させる回路は第44図 (B) である。この場合は a 接点が閉じることによって出力継電器巻線に短絡電流が流れ復旧時間が延びる特徴がある。また a 接点が閉じている間電力が浪費されていることに注意を要する。同図 (C) は b 接点があらかじめ閉じていないときは (A) と同じであり、 b 接点があらかじめ閉じているときは入力接点 a が閉じると出力継電器自体の接点 x で出力継電器は動作し切りとなり a 接点を開いても復旧しない。このような出力継電器の動作を自己保持と称し、 x 接点を自己保持接点という。自己保持中の出力継電器を復旧させるには b 接点を開けばよい。同図 (D) は b 接点があらかじめ閉じていないときは (A) と同じであり、 b 接点があらかじめ閉じているときは入力接点 a が閉じても出力継電器は短絡されて動作しない。同図 (E) は出力継電器が 2巻線であって別々に 2 入力接点 a , b がある場合で、 a が閉じても b が閉じても動作する。同図 (F) は (C) と同じような目的に使用される回路で、消費電力節約のため 2巻線にされている。すなわち動作巻線 X_1 は励磁アンペアターン大で平常状態における接点ばね負荷に打勝って短い動作時間で動作させ、保持巻線 X_2 は励磁アンペアターン小で保持させるに足りる小電力で済むような継電器回路である。同図 (G), (H), (I) は入力接点 a と b が共に動作したときにのみ出力継電器を励磁する継電器回路である。 a , b 共にメーク接点の場合の (G) が最も普通の回路であるが、片方をブレーク接点にすると (H), 共にブレーク接点にすると (I) のようになる。

4. 接点回路理論

4・1. 論理代数の適用

3にて述べたように、接点回路の演算に論理代数の諸法則が適用出来る。接点 a が閉じているとき a は 0 であり、開いているときは a は 1 であるとし、接点 a と b の直列回路を $a + b$ 、並列回路を ab であらわし、 a の双逆接点を a'

であらわし、相等であることを=であらわすこととする。人によっては接点 a が閉じているときを真に対応させ a は1 (a の真理値が1) であり、開いているときは a は0 (a の真理値が0, すなわち偽) であるとし、接点 a と b の直列回路は論理積であるから $a \times b$ 、接点 a と b の並列回路は論理和であるから $a + b$ 、であらわしている。前者では接点回路網のインピーダンスをあらわすことに対応し、インピーダンス0が接点回路網の短絡状態をあらわし、インピーダンス1が開放状態をあらわす。一方後者では接点回路網のアドミタンスをあらわすことに対応し、アドミタンス1が接点回路網の短絡状態をあらわしアドミタンス0が開放状態をあらわす。また論理代数で使用する+、×は普通の代数の+、×とは異なるので区別するために人によっては・、∨という符号を使用する。論理代数の諸法則は接点回路のみならず継電器を含めた回路網すなわち継電器回路にも適用出来るが、本章では接点回路に限って適用してみる。

4.2. 公理

4.1 のように接点回路の開閉を論ずるに次の公理を認めるものとする。

$$(1) \quad a=0, \text{あるいは} 1$$

接点の開閉の状態は閉かあるいは開であって、これ以外の状態はない。

$$(2) \quad (0)'=1, \quad (1)'=0$$

接点の閉状態は開状態の双逆状態であり、開状態は閉状態の双逆状態である。

$$(3) \quad 0 \cdot 0=0$$

接点の閉と閉の並列の場合は閉である。

$$(4) \quad 1+1=1$$

接点の開と開の直列の場合は開である。

$$(5) \quad 1 \cdot 1=1$$

接点の開と開の並列の場合は開である。

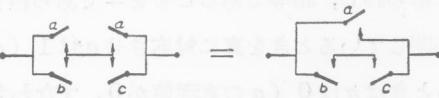
$$(6) \quad 0+0=0$$

接点の閉と閉の直列の場合は閉である。

(7) $1 \cdot 0 = 0 \cdot 1 = 0$

接点の開と閉の並列の場合

は閉である。

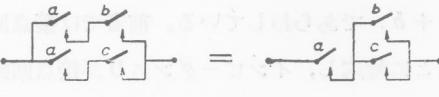


$$(5) ab + ac = a(b+c)$$

(8) $0+1=1+0=1$

接点の閉と開の直列の場合

は閉である。



$$(6) (a+b)(a+c) = a+bc$$

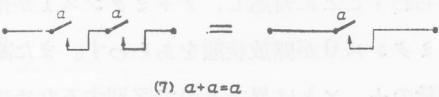
4.3. 定理

4.2 の公理から次の定理が証

明され、これらの定理は2端子

接点回路の等価変換に役立つ

である。



$$(7) a+a=a$$

(1) $a+b=b+a$

(2) $ab=ba$

(3) $a+b+c=(a+b)+c$

$$+c=a+(b+c)$$

(4) $abc=(ab)c=a(bc)$

(5) $ab+bc=a(b+c)$

(6) $(a+b)(a+c)=a+bc$

(7) $a+a=a$

(8) $aa=a$

(9) $a+ab=a$

(10) $a(a+b)=a$

(11) $(a)'=a'$

(12) $(a')'=a$

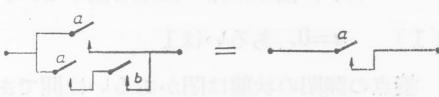
(13) $(a+b+c+\dots)'=a'b'c'\dots$



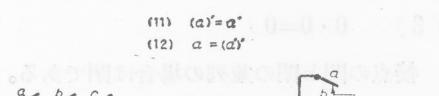
$$(8) aa=a$$



$$(9) a+ab=a$$

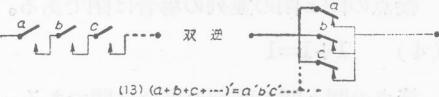


$$(10) a(a+b)=a$$

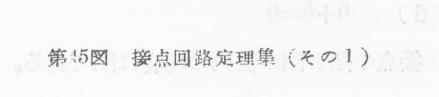


$$(11) (a)'=a'$$

$$(12) a=(a')'$$



$$(13) (a+b+c+\dots)'=a'b'c'\dots$$



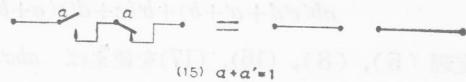
$$(14) (a'b'c'\dots)'=a+b+c+\dots$$

$$=a'b'c'\dots$$

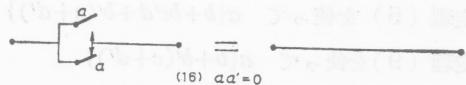
第45図 接点回路定理集（その1）

(14) $(abc \dots \dots)' =$

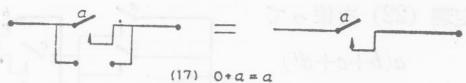
$= a' + b' + c' + \dots \dots$



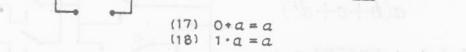
(15) $a + a' = 1$



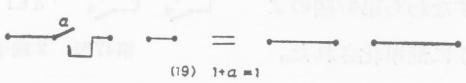
(16) $0 + a = a$



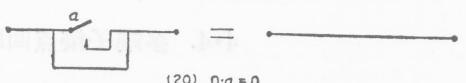
(17) $1 \cdot a = a$



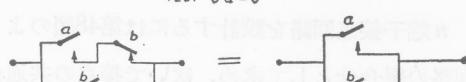
(19) $1 + a = 1$



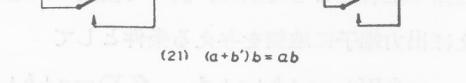
(20) $0 \cdot a = 0$



(21) $(a+b')b = ab$



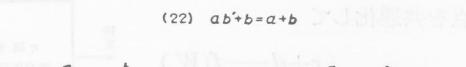
(22) $ab' + b = a + b$



(23) $(a+b)(a'+c)(b+c)$



$= (a+b)(a'+c)$



(24) $ac + a'b + bc = ac + a'b$



(25) $(a+b)(a'+c) = ac$

$+ a'b$

これらの諸定理を実際の接点回路に適応させてみると第45図、第46図のとおりである。

これらの定理を使えば2端子接点回路の等価変換による簡単化が容易になる。3にて述べた簡単化にも利用され、更に複雑な接点回路も整然と簡単化することが出来る。たとえば次の2端子接点回路を簡単にせよ、という問題を解いてみる。

第46図 接点回路定理集（その2）

$$ab(c'd+a'+b)+b'(c+d')(a+b)$$

定理(5), (8), (16), (17)を使えば $abc'd+ab+ab'c+ab'd'$

定理(5)を使って $a\{b+bc'd+b'(c+d')\}$

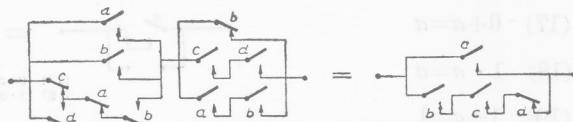
定理(9)を使って $a\{b+b'(c+d')\}$

定理(22)を使って

$$a(b+c+d')$$

すなはち第47図のよ

うに簡単化された。



第47図 2端子接点回路の簡単化の例

4.4. 多端子接点回路の場合

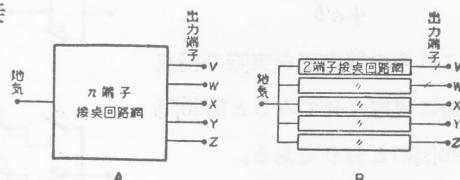
n 端子接点回路を設計するには第48図のように先ず $(n-1)$ 個の2端子接点回路の組合せとして求め、次いで接点の共通化などによって簡単化する。たとえば出力端子に地氣を与える条件として

$$f(W)=a+b+c+d, \quad f(X)=a+b+ef, \quad f(Y)=a+b(g+h)$$

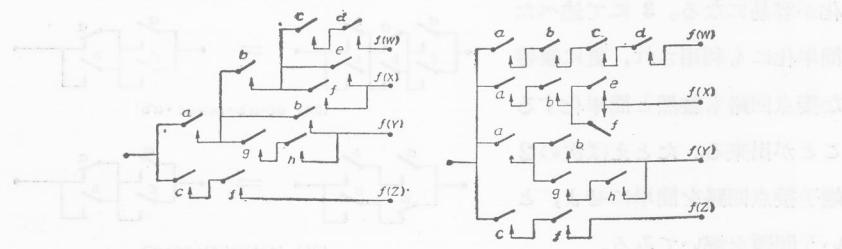
が与えられるときは、これらの接

点を共通化して

$$\left\{ \begin{array}{l} a + \left\{ \begin{array}{l} b + \left\{ \begin{array}{l} c+d - f(W) \\ ef - f(X) \end{array} \right. \\ b(g+h) - f(Y) \end{array} \right. \\ c+f - f(Z) \end{array} \right.$$



第48図 n 端子接点回路網と $(n-1)$ 個の2端子接点回路網との対応



第49図 多数の2端子接点回路網と接点の共通化を行った多端子接点回路網

すなわち第49図のとおりである。接点の共通化に関する注意事項はすべて3にて述べてある。

4・5. 入力継電器の動作組合せ表が与えられる場合

2端子接点回路を簡単化する方法に入力継電器の動作組合せ表を利用する方法がある。

入力継電器が n 個あると入力継電器の可能な作動状態の組合せは 2^n 個ある。入力継電器の動作状態を0, 平常状態を1であらわすこととする。すなわち継電器のマーク接点の状態で継電器の状態を示すものと解釈して良い。すると例えば3個の入力継電器 A, B, C のあらゆる作動状態の組合せは第3表のとおりである。第3表で1と2の場合にのみ閉じる2端子接点回路を求めるには,

$$(A'+B'+C')(A'+B+C')=A'+C'$$

すなわち A, C 継電器が共に平常状態にあるときのみ閉じる2端子接点回路を作ればよいことになる。

同様に第3表で1, 2, 3, 4の場合にのみ閉じる2端子接点回路を求めるには

第3表 3継電器の作動状態の組合せ表

		A	B	C
1	$A'+B'+C'$	1	1	1
2	$A'+B+C'$	1	0	1
3	$A'+B'+C$	1	1	0
4	$A'+B+C$	1	0	0
5	$A+B'+C'$	0	1	1
6	$A+B+C'$	0	0	1
7	$A+B'+C$	0	1	0
8	$A+B+C$	0	0	0

$$(A'+B'+C')(A'+B+C')(A'+$$

$$B'+C)(A'+B+C)=A'$$

すなわち A 継電器が平常状態にあるときのみ閉じるような2端子接点回路を作ればよいことになる。

一般に2端子接点回路を閉じさせる入力継電器の作動状態の表が与えられたとき、この表で n 個の入力継電器のうち m 個の入力継電器のあらゆる作動状態の組合せ

が存在して、しかもこれらの組合せでは他の $(n-m)$ 個の継電器の作動状態が全部等しいときにはこの m 個の継電器の接点は除いてよい。しかして1組

合せは何回でも他の組合せに加えてかのような操作を行ってよいが、各組合せは

第4表 5継電器の作動組合せ例

	A	B	C	D	E
1	0	1	0	1	1
2	0	1	1	1	1
3	0	1	1	0	1
4	0	1	0	0	1
5	0	0	1	0	1
6	1	0	1	0	1
7	1	1	1	0	1

少くとも1回はとり入れる必要がある。たとえば第4表の場合に閉じる2端子接点回路を求めてみる。先ず1, 2, 3, 4の各列をまとめてみるとA, B, Eは全部等しくC, Dはあらゆる作動状態の組合せが存在しているからC, Dを除外して($A+B'+E'$)のとき閉じることが分る。次に3, 5, 6, 7の各列をまとめてみるとC, D, Eは全部

等しくA, Bはあらゆる作動状態の組合せが存在しているからA, Bを除外して($C'+D+E'$)のとき閉じることが分る。以上で7個の列を全部とり入れたことになるから求める2端子接点回路は

$$(A+B'+E')(C'+D+E') = E' + (A+B')(C'+D)$$

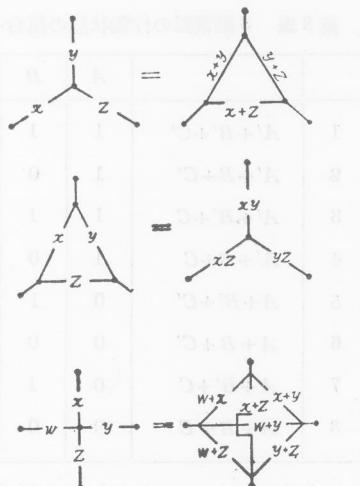
となる。

4.6. Y-△変換

電気回路のY-△変換のように接点回路においても第50図のように等価変換出来る。

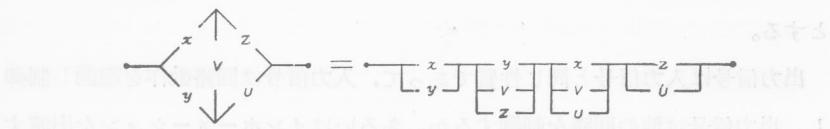
4.7. プリッジ回路

プリッジ回路は論理代数にて扱い難いが、第51図のようにプリッジ回路は直並列回路に置換出来るので直並列回路にて接点回路理論を適用し、あとでプリッジ回路に戻すことが出来るかど



第50図 Y-△変換

うか検討する。



第51図 プリッジ回路と等価直並列回路

5. 緒電器回路

5.1. 緒電器回路

これまで入力端子と出力端子とが接点回路で接続されている場合を扱ってきたが、これからは接点の他に緒電器が加わった回路網、すなわち緒電器回路で接続されている場合を扱うこととする。緒電器自体も励磁されているか、されてないか、あるいは動作しているか、復旧しているかいずれかであり、接点の場合と同じく2値であるので0, 1に対応させて論理代数を使うことが出来る。接点と緒電器を含めた回路網をかのように取扱う理論を緒電器回路理論といふ。

5.2. 入力と出力

3.にて述べたように、緒電器回路の入力信号は接点のメークブレークで与えるのが便利である。接点のメークブレークでは2値で多数のインホーメーションを与えられないように思われるが実はさにあらず、例えば单一入力端子であってもメークブレークの時間的順序によって多くの入力インホーメーションに対応させることが出来る上、入力端子を多数組合せると、例えば n 個の入力端子の状態を組合せると 2^n 個の入力インホーメーションに対応させることが出来る。この面で一定の入力端子でほとんど無限に近い入力インホーメーションに対応させることが出来る。原インホーメーションが2値の形でないときには、変換装置を置いて2値の形にしてから緒電器回路の入力端子に加えることが必

要である。この変換装置は常に容易に実現出来るので、ここでは触れないこととする。

出力信号は入力信号と同じ性質であって、入力信号は回路動作を起動し制御し、出力信号は他の回路を制御するか、あるいはインホーメーションを引渡すという区別がある。

継電器回路を分類すると組合せ回路 (Combinational relay circuits) と順送り回路 (Sequential relay circuits) に分けられる。組合せ回路では入力信号の組合せが出力信号を定め、順送り回路では入力信号の時間的順序が出力信号を定める。

5.3. 組合せ回路

基本組合せ回路は入力端子が n 本あってその各入力端子はそれぞれ 1 継電器巻線に接続されており、その各継電器は入力端子に加えられる信号によって制御される回路である。入力信号は 2 値であるから 2^n の入力信号の組合せがあつて n 個の継電器はその組合せに従つて作動する。従つて出力信号組合せの可能な最大数は 2^n である。数個の異なる入力信号組合せに対して同一出力信号組合せを作つてもよいから、異なる出力信号組合せの数は入力信号組合せの数と等しいかそれ以下かである。

1 出力端子は 1 入力信号組合せの場合のみ地気が与えられるようになると出力端子は最大 2^n であるが、1 出力端子は 2^n の入力信号組合せのうちいくつかの場合に地気が与えられるようになると出力端子の数は 2^{n-1} となる。ただしこのうちあらゆる入力信号組合せにおいて地気が与えられる出力端子と、あらゆる入力組合せにおいて地気が与えられない出力端子は無意味であるから除くと $(2^n - 2)$ が最大出力端子数である。

入力端子数が多いときは、あらゆる入力信号組合せは起らないことが多い。かような場合に起り得ない入力信号組合せの場合は他の適当な入力組合せの場合と同一出力信号組合せになることを許容すると回路が簡単になる。しかしな

がら万一かのような入力信号組合せが起ると、誤信号を出力端子に与えることとなる。これを避けたい場合は、起り得ない入力信号組合せの場合は出力端子に地気が全くあらわれないように設計する。

5・4. 組合せ回路設計例

(1) 3で述べた第37図に示すトランスマルチ回路は組合せ回路の1例である。同図では入力継電器数が4であるから入力信号組合せの数は $2^4=16$ であり、従って入力信号組合せ如何により16の出力端子のいずれかに地気が与えられる。

第5表 組合せ継電器作成条件例

	入力端子地気			出力端子地気
	A	B	C	
1	1	0	1	s
2	1	1	0	t
3	0	1	0	u
4	0	0	0	v
5	1	0	0	なし
6	0	0	1	なし
7	0	1	1	なし
8	1	1	1	なし

(2) 第5表に示す条件を満足する継電器回路を求める。

各出力端子の地気条件は

$$f(s)=A'+B+C', \quad f(t)=A'+B'+C, \\ f(u)=A+B'+C, \quad f(v)=A+B+C$$

であるから第52図(A)の回路になる。ここで決して起らない入力信号組合せがあると継電器回路は簡単になる。第5表で1から4までの入力信号組合せは起るが5から8までの入力信号組合せは起らないとするとき、5から8までの入力信号組合せでは出

力端子に如何なる地気組合せが起っても支障がないのであるから、各出力端子の地気条件は次のように簡単になる。

$$f(s)=A'+B \quad (1 \text{ と } 5 \text{ から}) \quad f(t)=A'+B'+C \quad (1 \text{ と } 5 \text{ から})$$

$$f(u)=A+B' \quad (3 \text{ と } 7 \text{ から}) \quad f(v)=A+B \quad (4 \text{ と } 6 \text{ から})$$

従って第52図(B)の回路となる。

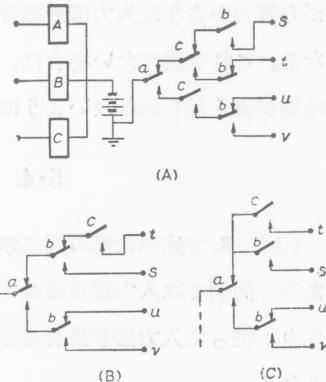
これを更に簡略化するに2と5から

$$f(t) = A' + C$$

従って第52図 (C) の回路になる。しかしこの回路では A, B, C が共に動作したとき出力端子 s と t が短絡状態になる。かよ

うな状態になっても支障のないときには、この回路は使える。同図 (A), (B) ではかのような状態は起らない。かような回路は出力端子 s, t 間が A, B, C 共に動作するとき非分離 (not disjunctive) となるといふ。

更に C 緒電器を省略し C 緒電器を動作させる入力端子をそのまま a のブレーク接点をとおして出力端子 t に接続しても上記の回路と同一となり、緒電器 1 個節約出来る。これは第52図 (D) の回路である。



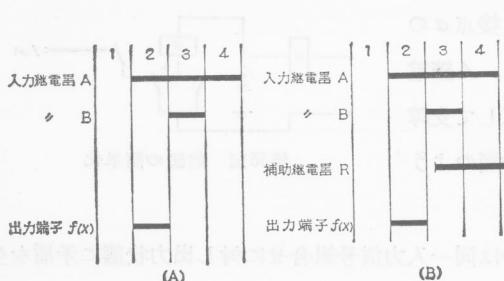
[注] (B) と (C) では入力端子と 3 緒電器を省略する
第52図 組合せ回路の簡略化の例

5・5. 順送り回路

前節の組合せ緒電器回路は一定の入力信号組合せが何時起っても一定の出力信号組合せを得る回路であるに反し、順送り回路は一定の入力信号組合せが一定の時間的順序をもって起ったときに一定の出力信号組合せを得る回路である。

順送り緒電器回路の入力信号は組合せ緒電器回路の場合と同じく、1入力端子に対して1入力緒電器が直接接続されている。順送り緒電器回路にはその他に1個以上の補助緒電器を必要とすることが特徴である。回路によっては入力緒電器を省略することも出来て、入力緒電器のない順送り緒電器回路もある。

補助緒電器を必要とするわけを例について説明する。第53図(A)にて入力緒電器 A, B が図示の時間的順序で作動するように入力端子に地氣信号が与えら

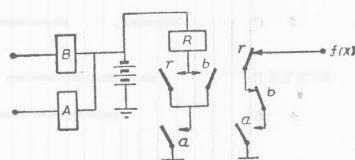
第53図 補助継電器を必要とする
継電器回路動作条件例

れるとき、出力端子に図示の時間範囲のみに地気を与える回路を設計する場合を考えると、組合せ継電器回路では時間範囲 2 と 4 では同一入力信号組合せに対し異なる出力信号を具現しなければならない。この設計不能となる。かくいう場合、すなわち入力信号組合せと出力信号との間に矛盾があるときには補助継電器を使用し、2 と 4 では補助継電器の作動状態を異にするように補助継電器の励磁回路を作つてやれば、入力継電器の作動状態と補助継電器の作動状態とを合せると出力状態との矛盾がなくなり、回路設計が出来る。補助継電器は入力がないとき、すなわち時間範囲 1 では平常状態にあることが好ましいから時間範囲 2 では平常状態を続け、時間範囲 4 では反対に動作状態にあるように設計すればよいから時間範囲 3 で動作し、時間範囲 1 に戻って復旧するように設計される。すなわち第53図 (B) のような時間的順序に設計すればよい。補助継電器が励磁される条件は同図 (B) から

$$\begin{aligned}f(R) &= (a+b+r')(a+b+r)(a+b'+r) \\&= (a+b)(a+r) \\&= a+br\end{aligned}$$

出力端子に地気が与えられる条件は
同図 (B) から

$$f(X) = a + b' + r'$$

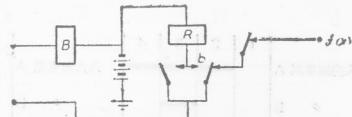


第54図 前図の解

よって第 54 図が求める継電器回路である。
ここで $f(R)$ と $f(X)$ の a は共通化して支障ないから

$$\begin{aligned}f(R) &= a + [br] \\f(X) &= [b' + r']\end{aligned}$$

すると入力継電器Aはマーク接点aのみしか要しないから省略して、A継電器の入力端子をそのまま延ばして支障がない。従って第54図は第55図のよう



第55図 前図の簡単化

に簡単化される。

上記例のように補助継電器は同一入力信号組合せに対し出力状態に矛盾を生じている時間範囲を救うために必要であって、これらの時間範囲の中間の適当な入力信号組合せで動作させ、矛盾を生じていた時間範囲を過ぎるまで保持し、

適當な中間時間範囲で復旧させるように設計する。

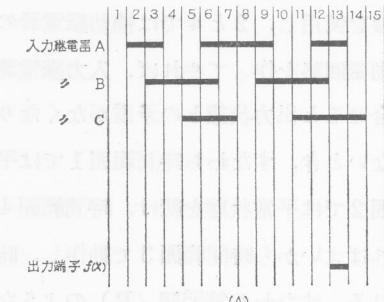
補助継電器を動作させる接点回路をp、保持させる接点回路をqとすると、補助継電器は次の接点回路網で作動することにする。

$$f(R) = p(q+r)$$

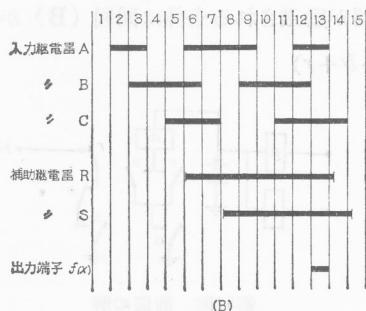
同一補助継電器を2回以上繰返し動作させるには動作させる接点回路を $p_1, p_2, p_3 \dots$ 、保持させる接点回路を $q_1, q_2, q_3 \dots$ とすると次のように設計する。

$$f(R) = p_1 p_2 p_3 \dots (q_1 q_2 q_3 \dots + r)$$

矛盾が2個所以上あって1補助継電器の繰返し使用では解決されないと



(A)



(B)

第56図 補助継電器を2個必要とする例
補助継電器では補助継電器の動作条件に矛盾を生じたり、あるいは復旧条件に矛盾を生ずるようなときには2個またはそれ以上の補助継電器を要する。

第56図(A)の場合は時間範囲7と13では入力状態は等しいが、出力状態は異

き、また矛盾が1個所であっても1

なるという矛盾があるので補助緒電器を必要とする。そこで時間範囲7で1補助緒電器を動作状態にあるようにしてみる。時間範囲2から7までと時間範囲8から13までは入力状態の時間的順序が相等しいので、1補助緒電器が入力緒電器A, B, Cによって制御され時間範囲2から6までのうちに動作され時間範囲7で保持されているとすると、時間範囲8から13までは同様な作動を繰返すので時間範囲13でも保持されていることになる。時間範囲14と15が唯1回しか現われない入力状態であって、これを利用しただけでは1補助緒電器で時間範囲7と13のうち片方のみを動作状態にすることは出来ない。そこで補助緒電器を2個使用し一方は時間範囲7より以前に動作させ、他方は時間範囲7と13の間で動作させるようにすれば時間範囲7と13の矛盾をなくすことが出来る。かようにして設計すると第57図(B)の時間的順序で補助緒電器を作動させることになり、補助緒電器の作動回路は

$$f(R) = (a+c)(ab+r)$$

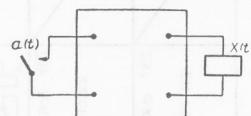
$$f(S) = (r+c')(c+s)$$

$$=cr+cs$$

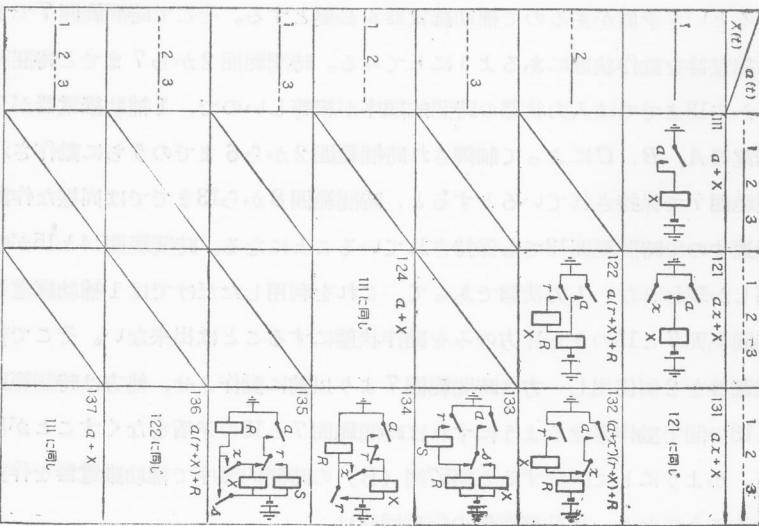
出力回路は $f(X) = a+b'+c+s$

5.6. 基本緒電器回路集

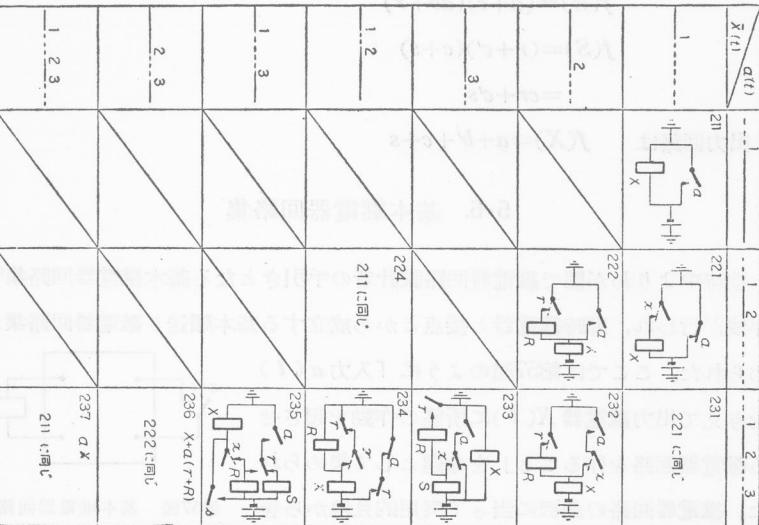
戦時中よりわが国で緒電器回路設計者の手引きとなる基本緒電器回路集⁽⁴⁾の作成が行われ、即時緒電器と接点とから成立する基本順送り緒電器回路集が纏められた。ここでは第57図のように「入力 $a(t)$ 」を与えて出力緒電器 $X(t)$ に所望の作動を起させること」を命題として集められた。緒電器回路の選択に当って実用的見地から巻線は2巻線まで、1緒電器の接点数は10以内とし、第1に緒電器数の最小のもの、第2に接点数の小のものを採用することとした。集められた基本順送り緒電器回路は次のとおりである。



第57図 基本緒電器回路網

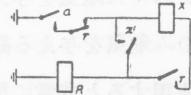
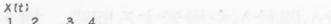
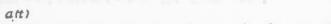
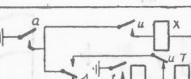
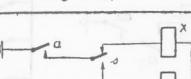


第58図 基本絶電器回路（その1）



第59図 基本絶電器回路（その2）

- (1) $a(t)$ と $X(t)$ の関係、第58図に示す。
- (2) $a(t)$ と $X'(t)$ の関係、第59図に示す。
- (3) $a'(t)$ と $X(t)$ の関係は第58図の各回路から、それぞれ双逆回路を作

問号 番号	作動図	回路図	記事
301	$a(t)$  $X(t)$ 		第一衝流のみを中斷する回路 本回路は 134 に同じ
302	$a(t)$  $X(t)$ 		第二衝流まで中斷する回路
303	$a(t)$  $X(t)$ 		第一衝流のみを吸収する回路
304	$a(t)$  $v(t)$ 		第二衝流まで吸収する回路
305	$a(t)$  $X(t)$ 		オー衝流より遅きに衝流を中斷する回路

第60図 基本継電器回路（その3）

ればよい。

(4) $a'(t)$ と $X'(t)$ の関係は第59図の各回路から、それぞれ双逆回路を作ればよい。

(5) 作動時点 3 以上の場合は重要と思われる問題についてのみ第60図に示す。

6. 継電器回路の応用

継電器回路の機能別応用例を挙げる。

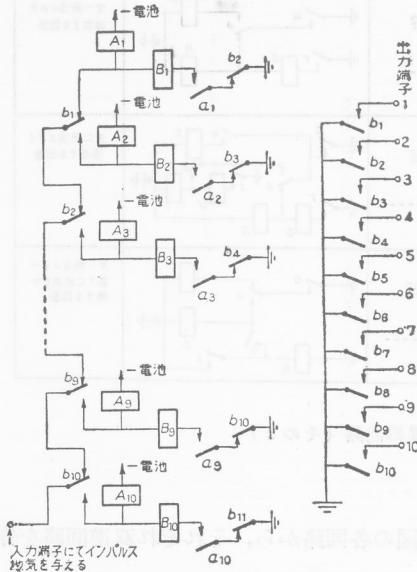
(1) 計数回路 加えられるインパルスの数を勘定する回路、または加え

られるインパルス個々の到来状況を指示する回路である。

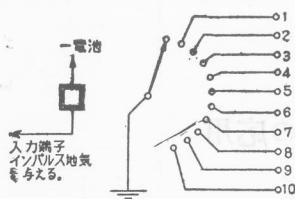
入力端子にインパルス地気を与えるとき、加えられたインパルスの数に対応した出力端子にのみ地気を与える継電器回路の1例は第61図のとおりである。回転スイッチを使用すると非常に簡単に第62図のようになる。

この他に1インパルスのみ計数する回路、加えられたインパルス数を半減する回路、加えられたインパルス数が奇数か偶数かを指示する回路、加えられたインパルスをそのまま出力端子に更新して与える回路等、要求によって種々な

回路が作られる。



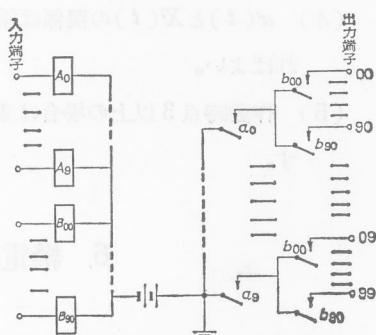
第61図 インパルス計数回路



第62図 回転スイッチを利用したインパルス計数回路

(2) 選択回路 多数の端子中から与えられた条件に適合する1端子を選び出す回路である。

3で述べたトランジスタ回路は1例で第37図では入力継電器A, B, C, Dの励磁組合せに従って1出力端子に地気が与えられる。第63図は1位の数字をあらわす入力継電器A₀, A₁, ……A₉の群と10位の数字をあらわす入力継



第63図 10進法による選択回路

電器 B_{00} , B_{10} , …… B_{90} の群のうち各 1 緊電器を励磁することにより 100 の出力端子のうち適合した番号の 1 端子に地氣を与える回路である。

上昇回転スイッチや回転スイッチを含めると A 形や H 形自動交換機のコンネクタ回路などは選択回路といえる。

(3) ファインジング回路 サービスを要求する特定の端子を識別する回路である。

(4) ハンチング回路(空線選択回路) 条件に適合した数個の端子から空いている任意の端子を選出する回路である。

共通制御方式ではハンチング回路とファインジング回路とを組合せて利用されている。A 形および H 形自動交換機ではセレクタの空線選択回路、ライニスイッチの空線選択回路などが本回路に属する。

(5) ロックアウト回路 多数の端子のうち同時に 1 端子のみしか共通装置を動作させ接続することを許さない回路である。

共通制御方式に必要となる緑電器回路である。

(6) チェック回路 回路動作が正しく行われたか否かを識別する回路である。

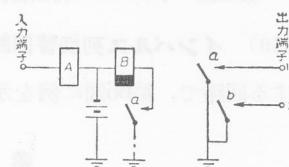
3 にて述べた第39, 40, 41, 42図に示す回路はチェック回路として使える。

(7) 記録回路 インホームーションを別の機能回路に使われるまで記録し保持する回路である。

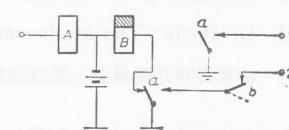
自己保持回路が記録回路として使える。3 で述べた第44図の(C), (F)は 1 例である。

(8) 時限回路 時限を与える回路である。

緩動緑電器を使って時限を与える回路の 1 例は第64図(A), 緩復緑電器を使って時限を



A
1
2
(A)



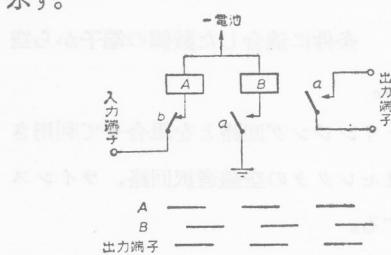
A
1
2
(B)

第64図 時限回路

与える回路の1例は同図(B)である。一般用継電器では緩復継電器を使う方が安定した長い時限が得られる。1継電器では時限が不足するときは各継電器の時限が相加算されるような回路にする。

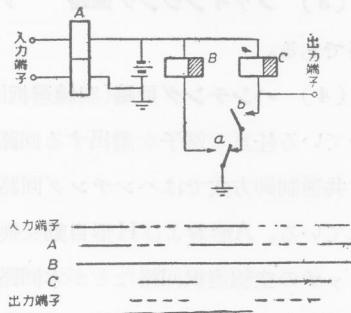
(9) インパルス発生回路 インパルスを発生する回路である。

第65図にインパルス発生回路の例を示す。



[注] 入力端子が接地されている間でインパルスを発生する回路であり、入力端子を常に接地しておけば永久にインパルスを発生し続ける

第65図 インパルス発生回路



[注] 本回路に計数回路を組合せれば各インパルス列を順に異なる出力端子へ出すことが出来る

第66図 インパルス列切替回路

(10) インパルス列切替回路 インパルス列と各インパルスとを識別し検出する回路で、第66図に例を示す。

参考文献

- (1) 岡田成敏、本荘正人：高等通信講習所テキスト
- (2) 電気通信学会：電気通信用シンボル
- (3) G. Boole : The Mathematical Analysis of Logic. (1847)
- (4) 継電器回路委員会：電気通信学会誌 29巻第7号および第11—12号（昭和21年）

本書執筆に特に参考とし引用した文献

- (5) W. Keister 他 : The Design of Switching Circuit.
- (6) 棚沢正男：住友通信研究学報 (April 1943)
- (7) 岡田成敏：継電器回路入門（未発表）

電気回路理論に関する諸文献

- (8) 中島：電信電話学会誌 155 号(Febr. 1936)[昭11-2]
- (9) 中島、樺沢：電信電話学会誌 165 号(Dec. 1936)[昭11-12]
- (10) 中島、樺沢：電気通信学会誌 167 号(Febr. 1937)[昭12-2]
- (11) 中島：" " 169 号(April 1937)[昭12-4]
- (12) " : " 173 号(Aug. 1937)[昭12-8]
- (13) " : " 177 号(Dec. 1937)[昭12-12]
- (14) " : " 178 号(Jan. 1938)[昭13-1]
- (15) Cauer : Mix. u. Genest Nachr.(Jan. 1938)
- (16) 中島：電気通信学会誌 179 号(Febr. 1938)[昭13-2]
- (17) Shannon : Transaction of A.I.E.E., V. 57(1938)
- (18) 岡田：電気通信学会誌 181 号(April 1938)[昭13-4]
- (19) Pietsch : Arch. f. Elekt. (Oct. 1939)
- (20) " : " (Nov. 1939)
- (21) 中島、樺沢：電気通信学会誌 206 号(May 1940)[昭15-5]
- (22) " : " 209 号(Aug. 1940)[昭15-8]
- (23) 岡田：電気通信学会誌 204 号(March 1940)[昭15-3]
- (24) 中島：" " 216 号(March 1941)[昭16-3]
- (25) 樺沢：第18回連合大会予稿 (April 1941)[昭16-3]
- (26) Ritter : Arch. f. Elekt. (May 1941)
- (27) 島津：第19回連合大会東京都部会予稿(Sept. 1941)[昭16-9]
- (28) 樺沢：" " (Sept. 1941)[昭16-9]
- (29) 後藤：電気試験所50周年記念論文集(1941)[昭16]
- (30) 大橋：電気通信学会誌 228 号(March 1942)[昭17-3]
- (31) " : " 232 号(July 1942)[昭17-7]
- (32) 小島：電気通信学会誌 234 号(Sept. 1942)[昭17-9]
- (33) Riordan and Shannon : Journal of Math. and Phys. Vol. 21, No. 2. (1942)
- (34) 大橋：電気通信学会誌 234 号(Sept. 1942)[昭17-9]
- (35) 小島：" " 238 号(Jan. 1943)[昭18-1]

- (36) 植沢：住友通信機彙報(March 1934)[昭18]
- (37) 喜田村, 本荘, 上野：第20回連合大会(April 1943)[昭18-4] 電気試験所彙報
- (38) 岡田：第20回連合大会(April 1943)[昭18-4] 電気試験所彙報・集中 (8)
- (39) 植沢：電気通信学会誌 245号(Aug. 1948)[昭18-8]
- (40) 島津：“ 245号(Aug. 1948)
- (41) 後藤：電気試験所彙報(1948)[昭23]
- (42) Montgomerie : J. I. E. E. (July 1948)
- (43) Shannon : B. S. T. J. (Jan. 1949)
- (44) “ : 電気三学会東京支部連合大会(April. 1949)[昭24-4]
- (45) “ : 電気試験所彙報(July 1950)[昭25]
- (46) Baffery : Proc. I. E. E. (part I)(Nov. 1950)
- (47) 後藤：電気試験所彙報(Feb. 1951)[昭26]
- (48) Lewis : Proc. I. E. E. (part I)(May 1951)
- (49) Gilbert : B. S. T. J. (July 1951)
- (50) 後藤：電気試験所彙報(Aug. 1951)[昭26]
- (51) Staehler : B. S. T. J. (March 1952)
- (52) 後藤：通信工学を理解するための数学, 電気通信学会(1952)[昭27]

索引

【イ】		順送り回路	40
インパルス切替回路	48	上昇回転スイッチ	21
【オ】		【ヌ】	
オイルダッシュポット継電器	19	スネーク回路	26
【カ】		水平形継電器	11
回転スイッチ	21	【セ】	
回路記法標準	11	接点	30
【キ】		接点回路	24
機械的運動継電器	19	選択回路	46
記録回路	47	【ソ】	
【ク】		双逆回路	25
クロスバースイッチ	22	【タ】	
組合せ回路	38	多接点継電器	20
【ケ】		多端子接点回路	27
計数回路	45	【チ】	
継電器	2	チェーン回路	28
継電器回路	3, 23	チェック回路	47
限界継電器	20	【テ】	
【コ】		電蝕	29
高インピーダンス継電器	20	【ト】	
高感度継電器	20	トランスマルチリ回路	27
交流継電器	20	トランスマルチ接点	29
【シ】		動作継電器数検出回路	28
時限回路	47	特殊継電器	18
自己保持	30	【ナ】	
		70号形継電器	16
【二】			

2 端子接点回路	33	【メ】	マークビフォアブレーク接点	29
2 段動作繼電器	20			
【ネ】		【ユ】		
熱繼電器	19	有極繼電器	18	
【ハ】		【ラ】		
ハンチング回路	47	ラチエット繼電器	19	
【ヒ】		【ロ】		
平形繼電器	17	ロックアウト回路	47	
非分離記法	24	論理代数	24	
【フ】		【ワ】		
ファインジング回路	47	$Y-\Delta$ 変換	36	
ブリッジ回路	36	【エ】		
分離記法	24	時間差一時式		
【ム】		時間差合算		
無極電磁繼電器	2	【モ】		
【キ】		時間差操作		
回路マニエキ		電説導		
前回マニエキ		時間差可算		
【モ】		電説導差算		
回路マイヤスカウト		【ニ】		
無極マニヤスカウト		時間差マイヤスカウト		
微回路時間差接線		一時増加電流		
微回路時間差接線		電説導差算		
【キ】		【ミ】		
記憶時間算		時間差算		
【ミ】		時間差算		
記憶時間算		時間差算		

実用通信工学叢書
電話編 繼電器回路の手引

定価 金 120円

昭和 30 年 7 月 30 日 初版発行
昭和 40 年 4 月 25 日 10 版発行

編著者 電 气 通 信 学 会
発行者 肥 土 常 吉
東京都千代田区富士見町2の8

印刷者 福 川 哲 郎
印刷所 共和紙工株式会社
東京都文京区湯島 1 丁目11番地14号

東京都千代田区富士見町2の8
発行所 社団 法人 電気通信学会
電話 (261)3315・7348・(262)3231～5
振替口座 東京 35300 番

不 許 複 製