Journal of the Faculty of Engineering, Shinshu University, No. 41, 1976
信州大学工学部紀要　第41号

多重変成器への組み合わせ数学の応用

中村義作*　細田美恵子**
(昭和51年9月27日受理)

An Application of Combinatory to the Design of Transformer Assembly

Gisaku NAKAMURA and Mieko HOSODA

A transformer assembly is utilized to high-speed electrostatic recordings. However, unbalanced stray capacities among the secondary windings of the transformer assembly deteriorate the selection capability of the desired output. The paper presents a simple combinatorial method by which the stray capacities are completely balanced among the secondary windings.

1　まえがき

多重変成器は静電記録に有用であり，これを利用して，通信情報や電子計算機出力から，高速で画質のよいハード・コピーを得ることができる．しかし，出力端子数が多いときは，2次巻線間の浮遊容量が選択比を悪化させるので，この浮遊容量を各巻線間に均等に分散させ，選択比を改善させることが推奨される．この浮遊容量の分散均等化に対しては，ある種の2次巻線数に対する解法がすでに提案されている[1]．本報告では，組み合わせ数学の結果を利用して，任意の2次巻線数に適用される一般的方法を示す．

2　簡単な例による説明

図1は4×4の多重変成器で，出力端子 F_{ij} $(i, j=1, 2, 3, 4)$ には2次巻線 L_{ij}，中間端子 K_i，2次巻線 L_{io} が直列に接続されている．同じ行にかかれた2次巻線は，すべてその行の磁心に巻きつけられており，1次側の駆動パルスで1Vの電圧が誘起される．入力端子 E_j と E_{io} を同時に駆動させれば，所望の出力端子 F_{ij} に2Vの選択出力が誘起され，他の出力端子の誘起電圧はたかだか1Vである．よって，浮遊容量の存在しない理想的状態では，2の選択比を得る．

*　情報工学教室　教授
**　情報工学教室　技官

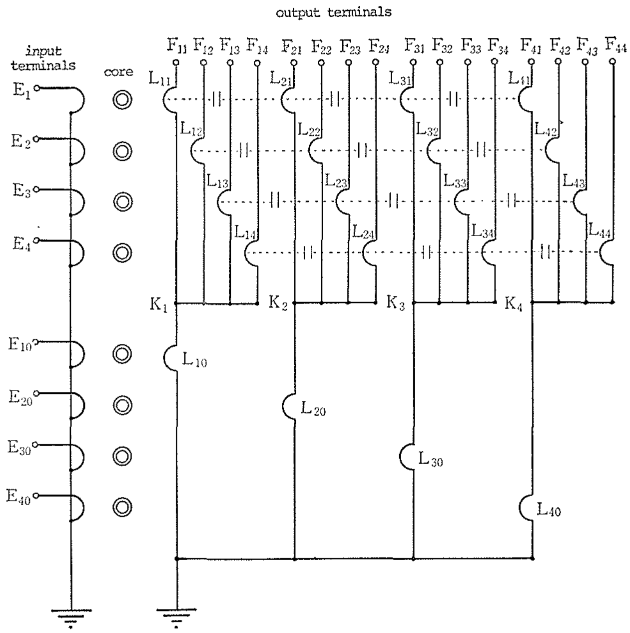

Fig. 1 4 × 4 transformer assembly

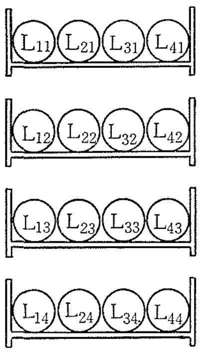

Fig. 2 An arrangement of the secondary windings in the bobbins

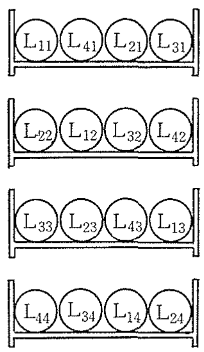

Fig. 3 Another arrangement of the secondary windings in the bobbins

浮遊容量は，L_{ij} を巻いたボビンの隣接している巻線間では一定値C，その他の巻線間では０と想定することができる．もちろん，この想定は第１近似であるが，現実の設計では十分である．よって，ボビン内の２次巻線の配置が例えば図２のようであると，中間端子間の浮遊容量は

K_1—K_2，K_2—K_3，K_3—K_4 の間で４C

K_1—K_3，K_1—K_4，K_2—K_4 の間で０

となって，かなりのアンバランスを生じる．ところが，これを図3のように変えると，どの中間端子間の浮遊容量も2Cとなり，バランスは完全にとれる．一般に，浮遊容量が存在すると，それを通じて非選択の中間端子の電位が上がり，選択比の低下をきたす．このため，2次巻線間の浮遊容量をなくなすことが本質であるが，これを皆無にすることが不可能である以上，せめて2次巻線間の浮遊容量を均等化させて，選択比のそれ以上の低下を防ぐのが重要な課題となる．

3 分散均等化の一般的方法

図3の配置を抽象化して，

$$
\begin{array}{c}
L_{11}—L_{41}—L_{21}—L_{31} \\
L_{22}—L_{12}—L_{32}—L_{42} \\
L_{33}—L_{23}—L_{43}—L_{13} \\
L_{44}—L_{34}—L_{14}—L_{24}
\end{array}
$$

とかいてみる．すると，同一ボビン内の2次巻線の隣接関係は L_{ij} の第1の添字 i で表示されており，これだけを抜き出してみると，

$$
\begin{array}{c}
1—4—2—3 \\
2—1—3—4 \\
3—2—4—1 \\
4—3—1—2
\end{array}
$$

を得る．これを見ると，1から4までのどの2数も2回ずつ隣接していることが分かる．

さて，うえと同じ性質の配列を一般的に得るため，巻線の個数を n とし，それらをうえと同じ方法で 1, 2, 3, ……, n と表す．すると，n 回の配列でどの2数も2回ずつ隣接させるには，つぎのようにすればよい．n が偶数の場合には，最初の配列を

$$1—n—2—(n-1)—3—(n-2)—\cdots—n/2—(n/2+1)$$

とし，その他の $n-1$ 個の配列は，図4のように各数を1ずつ巡回的に増加して作ればよい．これを $n=8$ に対して具体的に行うと，

$$
\begin{array}{c}
1—8—2—7—3—6—4—5 \\
2—1—3—8—4—7—5—6 \\
3—2—4—1—5—8—6—7 \\
4—3—5—2—6—1—7—8 \\
5—4—6—3—7—2—8—1 \\
6—5—7—4—8—3—1—2 \\
7—6—8—5—1—4—2—3 \\
8—7—1—6—2—5—3—4
\end{array}
$$

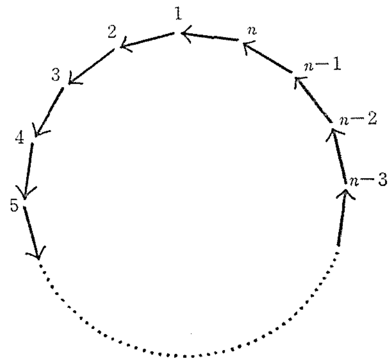

Fig. 4 Cyclic sequence of numbers

となる．なお，この配列から明らかなように，上半分の配列をとると，1からnまでのどの2数も1回ずつ隣接している配列が得られる．

nが奇数の場合には，最初の配列を

$$1-n-2-(n-1)-3-(n-2)-\cdots-(n+1)/2$$

とし，その他の$n-1$個の配列は，やはり図4のように各数を1ずつ巡回的に増加して作る．これを$n=9$に対して具体的に行うと

$$\begin{array}{l}
1-9-2-8-3-7-4-6-5\\
2-1-3-9-4-8-5-7-6\\
3-2-4-1-5-9-6-8-7\\
4-3-5-2-6-1-7-9-8\\
5-4-6-3-7-2-8-1-9\\
6-5-7-4-8-3-9-2-1\\
7-6-8-5-9-4-1-3-2\\
8-7-9-6-1-5-2-4-3\\
9-8-1-7-2-6-3-5-4
\end{array}$$

となる．

うえの方法で，任意のnに対してつねに所望の結果が得られることは，幾何学的に以下のように証明される．nが偶数の場合は，図5のように，方向性のある弦を$n-1$本作る．そして，$1/n$ 周を長さの単位とし，弧を時計まわりに計るものとする．すると，方向性のある$n-1$本の弦は，1から$n-1$までの長さの弧を丁度1つずつ結んでいる．これから，所望の条件を満たすことは明らかである．また，nが奇数の場合は，図6のように，方向性のある弦を$n-1$本作る．すると，これらの弦は，1から$n-2$までの奇数の長さの弧を丁度2つずつ結んでいる．そして，$n-1$本の弦の方向性を逆転すると，今度は2から$n-1$までの偶数の長さの弧を丁度2つずつ結ぶことになる．このことから，所望の条件

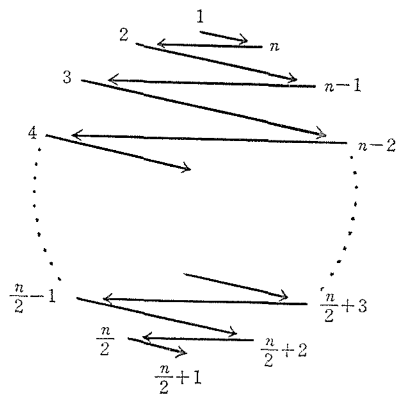

Fig. 5 Geometrical configuration for even number n

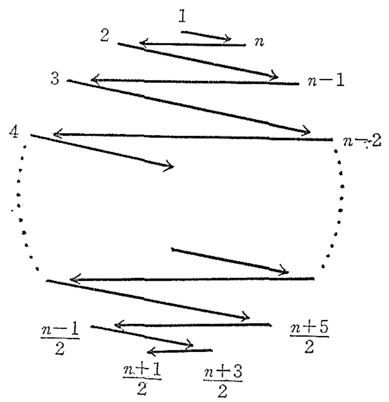

Fig. 6 Geometrical configuration for odd number n

を満たすことは明らかである．以上で，配置の具体的な作成法とその証明を終る．

4 あとがき

本報告に対する基本的着想は，著者の一人が日本電信電話公社の電気通信研究所に在職していたときに得たものである[2]．その折，問題の提起と過去の研究状況の調査に関して同研究所の近藤衛氏に大変なお世話になった．ここに，厚く感謝の意を表したい．

参考文献

1) 小林盛男，野田幸洋，近藤衛：多重変成器の浮遊容量分散，電子通信学会全国大会，1974.

2) 中村義作：多重変成器の2次巻線間浮遊容量の分散均等化，電子通信学会総合全国大会，1976.