



Title	磁気増幅器の多段接続に関する研究
Author(s)	大原, 鍾斗
Citation	大阪大学, 1961, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/28336
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	大原 鍾斗
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 197 号
学位授与の日付	昭和 36 年 3 月 23 日
学位授与の要件	工学研究科電気工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	磁気増幅器の多段接続に関する研究
(主査)	(副査)
論文審査委員	教授 山口 次郎 教授 竹山 説三 教授 山村 豊 教授 桜井 良文 教授 西村正太郎

論文内容の要旨

本研究の目的は磁気増幅器を多段に接続したときに起る諸問題を解明することにある。

本論は三篇から成り各篇はさらに数章に分けられるが、以下各篇の概要を示すこととする。

まず多段接続において二段目以下の磁気増幅器はその入力波形が直流ではなく、ひずみ波形であることを考え、第 1 篇では一般に入力波形と磁気増幅器の特性について考察された。その結果、直列形や外部帰還形磁気増幅器は定常特性過渡特性共に入力波形の影響を受けないこと、自己帰還形磁気増幅器は定常特性過渡特性ともに入力波形によって異り、その差異の程度は鉄心の特性や回路定数等によって定まることが明らかになった。

次に第 2 篇において入力波形の影響を受けない並列形磁気増幅器を出力段とする 縦続接続を例にとって、多段接続において最も大きな問題点である段間問題を解明した。その結果、全体の増幅度は一般には各段の増幅度の積に等しくならないが、段間結合部の回路定数や各段の電源電圧が適当に選ばれたときはほぼ各段の積に等しくなること、各動作モードにおいて整流器の転流により段間を流れる循環電流は特性に相当な影響を与えるが、その程度は回路定数その他によって異なること、又段間の回路定数や各段の電源電圧を適当に選んで各段の鉄心が共に飽和したとき段間循還電流が流れるようにすると、全体の増幅度は各段の増幅度の積よりはるかに大きくなること等が明らかにされた。

さらに第 3 篇では入力波形の影響を受ける自己帰還形磁気増幅器を縦続接続したときに生ずる諸問題を指摘し、解析ならびに実験的検討によって問題点の多くを解明した。矩形波電源と正弦波電源とでは若干の相違はあるが、いずれの場合も段間循還電流や回路定数、点弧角の値等によって特性は大きく変化する。各段の鉄心が全部不飽和の期間に段間を流れる循還電流は入力段の点弧角が output 段の点弧角より小さい領域における増幅度を減少せしめるが、同時に入力段の点弧角が output 段より大きい領域における増幅度を増大せしめること、出力段の制御巻線抵抗は増幅度に対して段間循還電流と逆な作用をなすこと及び段間回

路定数が適当に選ばれるとき無限大の増幅度が得られること等が明らかになった。又多段接続においてしばしば見られる跳躍現象やヒステリシス特性についても考察が行なわれ、磁気増幅器の動作を自己帰還形動作と並列形動作に区別することによってその原因を究明すると共に、多段接続磁気増幅器の動作機構全般を明らかにした。

以上のように磁気増幅器の多段接続における諸問題が逐一解明され、問題点の多くが明らかになったばかりでなく、従来に見られない多くの優れた特性をもつ磁気増幅器の設計が多段接続においてのみ可能であることが示されたわけである。

論文の審査結果の要旨

磁気増幅器は自動制御や計測の分野に広く使用されるようになったが、これが使用される電力は 10^{-16} Wから 10^6 Wに及んでおるので制御系などでは多段接続にすることが多い。また多段にすると増幅度はほとんど各段の積になるが、応答時間は和になるので増幅器としてのフィガー・オブ・メリットが増加するので、最近はほとんど多段に接続するようになっている。

本論文は磁気増幅器を多段に接続した場合の諸問題すなわち、多段接続において増幅度が各段の積にならぬこと、増幅特性の直線性の失われること跳躍特性のあらわれることなどの異常現象を解析したものである。すなわち解析方法を確立し、種々の結合について解析を行い、実験と比較検討してさらに適当な使用条件を見出したもので、緒論、本論3篇13章、結言および付録1乃至15から成る。

第1篇は一段の磁気増幅器の特性および、その特性が入力の波形によってどのように変化するかを解析し、実験的にも検討したもので、特に入力波形として普通の磁気増幅器の出力波形と同じものを入れた場合について解析している。第1章ではこのような波形に対する取扱いが多段接続の場合の基礎となることを述べている。第2章は直列形および外部帰還形磁気増幅器に対する解析で、磁心は理想磁化特性をもち整流器の逆方向抵抗が無限大であると仮定して解析を行っている。第1節では基本の方程式を立て、第2節では過渡解を、第3節では定常増幅特性を導いて直列形では入力波形によって特性が変化しないことを示している。第3章は自己帰還形磁気増幅器における入力波形の影響について述べている。第1節ではこの場合は直流および交流ヒステリシス・ループを考慮に入れるなどを述べ、第2節で基本式を導いているが、この場合入力および出力波形の点弧角およびゲート開始角の大きさにより3つの場合にわけられることを指摘している。そして第3節で各々の場合の過渡特性を、第4節で定常特性を求めている。その結果自己帰還形磁気増幅器では入力波形により特性が変化することが導かれている。第4章は以上の解析に対する実験的検討であって解析の結果が正しいことを示している。第5章は第1篇の結論であって直列形磁気増幅器では入力波形は特性に影響しないが、自己帰還形磁気増幅器では入力波形により特性が変化し、その程度は磁心特性、回路定数に關係することを述べている。

第2篇では第1段目に自己帰還形、第2段目に並列形磁気増幅器を用いた場合の特性が回路定数や電源電圧などによって如何に変化するかを解析および実験によってしらべた結果について述べている。第1章では後段からの誘起電圧の為整流器が転流し、そのため流れる循還電流や短絡電流により全体の増幅度は

各段の増幅度の積に等しくなる事を述べている。第2章は矩形波電源、純直流入力についての解析で、第1節では並列形磁気増幅器の1段の動作を解析している。得られた結果は今まで導かれたものと一致している。第2節は自己帰還形と並列形との縦縦接続磁気増幅器の解析である。この場合4個の磁心の飽和、不飽和の組合せにより4つのモード（回路状態）が生ずるが、2段目の磁心の飽和するモードでは転流が生ずることがあり、これにより循還電流が生じて増幅度が減少することを指摘している。さらに両段の点弧角の大小、整流器の導通、非導通によって種々の場合に分けられる事、増幅特性は両段の点弧角が等しくなる点を境にして折れ曲り、第1段目の点弧角が第2段目のそれより小さい範囲では両段の増幅度の積が全増幅度に等しいが、第1段目の点弧角が第2段目のそれより大きくなると増幅度が急激に減少する事が述べられ、数値例が示されている。第3節は電源が正弦波電圧の場合についての解析で、矩形波の場合と大きな差異の無いことが結論されている。第3章はこの篇での解析に対する実験的検討で、第1節は実験回路および実験結果を述べている。実験結果には解析で与えられた増幅度の変化、直線性の消失の外跳躍もあらわれている。第2節は実験結果に対する検討で、回路中の抵抗の大きさにより循還電流が変化することが示され、また条件を適当に選ぶと全増幅度を各段の増幅度の積より大きくすることができる事を述べている。第4章はこの篇の結論で、自己帰還形—並列形縦縦接続磁気増幅器では一般に相互干渉のため増幅度の減少が起り、また両段の点弧角の大小によって増幅特性が折れ曲ることがあるが、両段の鉄心が共に飽和したとき整流器が導通すれば増幅度は今まで考えられてきた値よりはるかに大きくなる事を述べている。

第3篇では自己帰還形磁気増幅器の2段接続について述べられている。第1章は交流電源として矩形波を用いた場合の解析で、ブリッジ形磁気増幅器1段の場合と2段の場合とが取扱われている。第1節はブリッジ形磁気増幅器1段の解析で直流および交流ヒステリシス・ループを仮定して定常および過渡特性の正の動作領域と負の動作領域との両者について求めている。第2節はブリッジ形2段磁気増幅器の解析で、まず磁心の飽和不飽和により4つのモードに分け、両増幅器の点弧角の大小によってモードの異なることから種々の場合について定常値および過渡値の計算を行っている。これより回路定数を適当に選ぶと時定数が短くなること、増幅度は回路定数の選び方により各段の積より大きくし得ること、さらに第1段の点弧角が第2段のそれより大になると動作モードが変って増幅特性の変化することおよび条件によっては特性に跳躍があらわれることなどを指摘している。また第1段目が負領域に入り並列形磁気増幅器の特性をもつと、総合特性に跳躍のあらわれることも明らかにしている。第2章は交流電源として正弦波を用いた場合の解析で、第1節はブリッジ形1段の場合、第2節はブリッジ形2段の場合の解析である。この場合も前章と同じ解析法がとられるが、モードの数は増え、計算も複雑になる。矩形波の場合にくらべ増幅特性に不連続な点は無くなるが、異常現象のあらわれることは同じであると述べられている。第3章は前の2章に対する実験的検討で、解析との比較を容易ならしめるため磁心にセンデルタ、整流器にゲルマニウムを用い、電源電圧が矩形波の場合と正弦波の場合について実験を行っている。実験結果は解析において得られた結果と跳躍点の値を除いては一致している。第4章はこの篇の結論で矩形波電源が増幅特性の直線域を拡大すること、循還電流が特性の異常を生む原因であること、回路定数の選び方で特性を自由に変えられることなどが結論されている。

結言は以上の総括であり、付録は以上各篇における解析の式の誘導方法を示している。

以上のように著者は最近問題となっている磁気増幅器の多段接続における異常現象の解明を行い、今まで困っていた欠点を除き、回路条件によっては特性を向上させ得ることを見出し、また相互干渉を有する磁気増幅器の解析に独自の方法を考え出している。

このように著者の研究は電気工学、制御工学および製造工業の発展に貢献するところが少くない。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。