

氏 名	井 上 准 一 いの うえ じゅん いち
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1279 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Studies on Step-Up Phenomenon of Thyristor Phase Control Circuit (サイリスタ位相制御回路の昇圧現象に関する研究)

論文調査委員 (主 査) 教授 浮 田 勇 教授 木 嶋 昭 教授 卯 本 重 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はサイリスタ逆並列接続からなる交流電力調整回路（以下、サイリスタ位相制御回路と呼ぶ）が直列に R, L, C 要素を持つときに起こる昇圧現象の解明を行い、次いでその昇圧特性の応用例について検討した結果をまとめたもので 7 章より成る。

第 1 章は序論で、本研究の概要を述べている。

第 2 章では、サイリスタ位相制御回路における電流特性に着目して解析を行い、本回路の定常時の動作を解明すると共に、その結果を等価アドミタンスベクトル軌跡で表示することにより、動作特性の全容のは握を可能にしている。まず、回路の特性方程式を二つのパラメータ、すなわち、力率角 ϕ と減衰率 δ を用いて種々の回路定数の組合せの一般的表示を試み、次に、位相制御角に対する電力制御特性をサイリスタ全導通時のアドミタンスを基準として正規化した等価アドミタンスベクトル軌跡で表示することにより、その全容の定量的は握が容易と成ることを述べている。更に、これを利用して電源側から見た力率、及びひずみ力率の算定を行っている。又、位相制御に伴う電流の異常振動現象、サイリスタ端子電圧の増大など、等価アドミタンスベクトルと共に考慮すべき本回路に特有の現象についても検討を加えている。

第 3 章では、電圧特性に着目し、サイリスタの位相制御に基づく昇圧現象について述べている。はじめに、昇圧現象をサイリスタ位相制御時のそれぞれの位相制御角におけるコンデンサ端子電圧のピーク値のうち最大値のサイリスタ短絡時のコンデンサ端子電圧の振幅に対する比が 1 を越えることと定義している。この定義に基づいて昇圧機構を数式を用いて解析し、昇圧現象の生じる回路条件を求め、且つ、その特性の定量的は握を可能にしている。すなわち、各素子間に現れる電圧の制御特性をピーク値、及び実効値の各々に関して検討すると共に、電源側から見た力率、並びに本回路の制御特性につき考察し、位相制御に付随するそれら特性の特徴について検討を加えている。昇圧比 R_a と力率角 ϕ 、減衰率 δ との関係性を求めて相互の関係を明らかにしている。又、過渡現象については、応答特性について考察を加えている。

第 4 章では、逆並列に接続したサイリスタを逆導通サイリスタで置き換えた回路の昇圧現象を解明して

いる。第2章及び第3章と同様に、特性計算式の誘導を行い、それを用いて昇圧現象の生じる回路条件、及び制御領域を明確にし、昇圧特性を明らかにしている。

第5章では、サイリスタ位相制御回路における昇圧現象を、観点を換え共振論的に考察し、その物理的解明を行っている。すなわち、本回路の位相制御は直列共振回路の周波数制御に通じるという概念に基づいて、昇圧現象の物理的機構の解明を行っている。すなわち、本回路の昇圧現象は電源電圧の一部分のひずみ波形を供給することによる、種々の周波数成分を含む場合の複合共振周波数制御であることを明らかにし、昇圧領域を周波数制御の観点から明確にしている。又、昇圧の限界と昇圧電圧の最大値を与える位相制御角は従来の方法では直截的には求めることができなかったが、共振論的考察を加えることによって、それを可能にしている。更に、昇圧現象への共振論の適用上の誤差についても検討を加えている。

第6章では、本回路の昇圧特性の放電負荷への適性を、若干の応用例を上げて実験的に検討している。まず、コンデンサ端子電圧を直接、あるいは、サイリスタスイッチを介して負荷へ供給した場合の電圧、電力、効率、応答時間などの特性を求めている。次に、放電灯の点灯実験を行い、本回路を用いた点灯回路は、任意の電源電圧から昇圧することによって確実に始動が行われ、出力電圧の垂下特性によって電流が制限され、安定な点灯が維持され、しかも、位相制御によって動作電圧を連続的に制御することが容易であることを実証し、本回路が放電負荷に対して適正をもつことを述べている。

第7章は、以上の内容を要約し結論としている。

論文審査の結果の要旨

本論文はサイリスタの位相制御による交流電力調整回路の昇圧現象について研究したものである。この現象の解明はサイリスタに対する過電圧、過電流保護対策からも必要であるばかりでなく、変圧器を用いない方式による昇圧特性の積極的応用の点からも興味深い。以下にこの研究の主な成果を述べると次の通りである。

(1) 直列にR, L, C要素を持つサイリスタ位相制御回路の特性方程式を集約された二つのパラメータ、すなわち、力率角 ϕ と減衰率 δ を用いて一般的表示を行い、諸特性を定量的に求められるようにしている。サイリスタ全導通時のアドミタンスを基準として、正規化等価アドミタンスベクトル軌跡で特性を表示することにより、任意の制御角に対する等価正弦波電流実効値、皮相電力、基本波力率を直読でき、更に、力率、基本波電流実効値、有効電力も換算表を併用して容易に求めることを可能にしている。

(2) 本回路の昇圧現象をコンデンサ端子電圧について定義し、それを数式的に表示している。それに従って、昇圧現象の回路条件を誘導し、昇圧現象の生じる可能領域を力率角 ϕ と減衰率 δ とを用いて明らかにすると共に、 ϕ , δ と昇圧比との関係についても明らかにしている。更に、過渡特性について検討を加え、指数関数的な特性を示すことが多いことを明確にしている。

(3) 逆並列に接続されたサイリスタを逆導通サイリスタで置き換えた、いわば簡易形のサイリスタ制御回路においても、位相制御を行うことにより、昇圧現象の生じることを解析的に明らかにしている。

(4) サイリスタ位相制御回路の定常時の動作において、サイリスタのオン期間のみの波形を接続した合成波形を想定し、この駆動電圧の周期がサイリスタの位相制御に伴い変化することから、本回路の制御を

一種の複合共振周波数制御とみなして、昇圧現象の物理的解明を行っている。この時、昇圧特性曲線は、直列RLC共振曲線と対応することを示し、位相制御は、いわゆる、周波数制御に他ならないこと並びに昇圧現象が駆動電圧の主として基本波成分によって支配されることを明らかにしている。それによって、本回路の昇圧領域を共振周波数制御の観点から解析し、従来明らかでなかった昇圧限界とそのときの位相制御角を明確に求めている。

(5) 本回路の昇圧特性を放電負荷へ応用するとき、本回路は下記のような特徴を持っている。(1)始動に必要な十分な高電圧を保証できる。しかも、電源電圧を任意に選べること、(2)負荷出力の電圧・電流特性が垂下特性を持ち、放電負荷に必要な電流制限作用が本質的に備わっていること、(3)この垂下特性曲線の形を種々の放電負荷へ適合させることができること、及び(4)制御が連続的、且つ、容易であること、などである。この特長を生かして、本回路の放電点灯回路への応用例をあげ、本回路の有用性を確認している。

以上、要するに本研究は、直列にR、L、C要素を持つサイリスタ逆並列接続から成る電力制御回路について、力率角、減衰率をパラメータに用いることにより一般化した特性を求め、これを等価アドミタンススペクトル軌跡で表示することにより、位相制御角に対する動作特性の全容のは握を可能にすると共に、新しい共振論的概念を導入することにより、昇圧の機構、昇圧の条件、及び昇圧の限界を明らかにし、更に、この昇圧特性の応用についても検討することで、有用な知見を得ており、学術上、實際上貢献するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。