

氏名	奥村浩士
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第384号
学位授与の日付	昭和49年9月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科電気工学第二専攻
学位論文題目	Study on Nonlinear Oscillations in Three-Phase Circuits

(三相回路に於ける非線形振動の研究)

論文調査委員 (主査) 教授 木嶋 昭 教授 林 千博 教授 岡田隆夫

論文内容の要旨

この論文は三相回路における非線形振動の研究結果をまとめたもので序論、本論5章および付録より成っている。

序論では、本研究の目的および現在までの内外における研究を述べ、この研究論文の内容梗概を説明している。

第1章では、非線形インダクタ（その特性は三次式で表現している）を含む種々の三相回路について、それらが Δ 接続された場合とY接続された場合にわけて回路方程式を求め、座標変換により整理して、鎖交磁束の零相分が無視できる場合と、そうでない場合を考察し、解析の基礎となる方程式を導いている。さらに、分数調波振動などの異常振動を問題とするときは、基礎方程式は二つの型に変換できることを示し、後の章の準備をしている。また、双対の理を用いて、その他の三相回路についても検討している。

第2章では、前章で求めた基礎方程式をもとにして、回路の基本調波共振（鉄共振）の解析結果を述べている。すなわち、基礎方程式の定常解に対する特異点を求め、その安定性をラウス・フルビッツ法で判定している。

第3章では、第1章で求めた基礎方程式をもとにして、鎖交磁束の零相分が無視できる場合について、回路に発生する $1/3$ および $1/2$ 調波振動の解析結果を述べている。まず、アナログ計算機を用いて、これらの分数調波振動の波形、発生領域を求めたところ、その波形はビート状になることを認めている。これらの結果を参照にして解析を進めているが、その方法はクリロフ・ボゴリュポフ・ミトロポリスキの漸近的方法（以下ではKBM法と略記する）を、解が二つの主要周波数成分をもつ場合に拡張して行なっている。 $1/3$ 調波振動に対しては、アナログ計算機による結果および基礎方程式の非線形項および減衰項を無視したときの固有周波数および系の周波数特性を吟味し、 $1/3$ 調波振動は系が内部共振にあるとき発生するとして、拡張したKBM法を用い、第一次近似で $1/3$ 調波振動の解を得ている。計算結果がアナログ計算機による結果とよく一致することを示すとともに、回路のパラメータにより、その振巾、ビ

ート周波数、発生領域などが如何に変化するかを示している。また、 $1/2$ 調波振動に対しては、 $1/3$ 調波振動の場合と同様、系の固有周波数、周波数特性を吟味し、 $1/2$ 調波振動の場合もまた、系が内部共振にあるとき発生するとして、拡張した KBM 法を用いて解を得ている。しかし、この場合、解は第一次近似では得られず、第二次近似で得ている。振動の振巾特性、周波数特性、発生領域の計算結果を示すとともに、アナログ計算機による結果と比較検討している。

第4章では、鎖交磁束の零相分が無視できないが、他の成分にくらべ小さい場合について、回路に発生する $1/3$ 調波振動の解析結果を述べている。前章と同様、まず、アナログ計算機により、 $1/3$ 調波振動の波形、発生領域を求めたところ、その波形がビート状であるときと、そうでなく振巾一定であるときとがあることを認め、解析の参照としている。解析は、まず、鎖交磁束の零相分に対する上述の仮定を用いて基礎方程式を変形した後、ビート状の $1/3$ 調波振動に対しては第3章と同様な方法を用いて、また振巾一定な $1/3$ 調波振動に対しては周波数引込みと考えて KBM 法を適用して行ない、それぞれの場合の解を得ている。ビート状の $1/3$ 調波振動については、振巾特性、周波数特性、発生領域などを計算している。振巾一定な $1/3$ 調波振動については、振巾特性、発生領域を計算し、さらに、この振動は三相ともに発生するときと、二相のみに発生するときとがあることを明らかにしている。また、それぞれの振動が発生する場合に対して、アナログ計算機による結果と比較検討している。

第5章では、実験による $1/3$ 調波振動の研究結果を述べている。すなわち、 Δ 接続された可飽和リアクトルと直列蓄電器を含む三相回路をとりあげ、電源電圧、静電容量、直列抵抗、リアクトル抵抗の値およびリアクトルの特性をかえて、発生する $1/3$ 調波振動の姿態、およびその発生領域をしらべている。第4章で得たような $1/3$ 調波振動、すなわち、ビート状のもの、三相ともに発生する振巾一定なもの、および二相のみに発生する振巾一定なものが発生することを認め、その発生領域を求めている。また、リアクトル抵抗の値が、ビート状の $1/3$ 調波振動の発生に大きな影響を与えるという結果を得ている。

論文審査の結果の要旨

単相回路の非線形振動の研究については、すぐれた研究が発表されているが、これより自由度が大なる三相回路における非線形振動、特に分数調波振動については、実験的には若干の研究が行なわれているが、解析的な研究は殆んど行なわれていない。

この論文は、非線形三相回路に発生する $1/3$ 調波振動を主として研究した結果をまとめたものであるが、鉄共振、 $1/2$ 調波振動についても述べている。

得られた主な結果をまとめると次の通りである。

1. 種々の非線形三相回路の回路方程式は座標変換することにより整理でき、分数調波振動など異常振動を問題とするとき、鎖交磁束の零相分が無視できるときと、そうでないときに大別できることを示して、それぞれのときの基礎方程式を与えている。

2. 鎖交磁束の零相分が無視できる場合、系は内部共振にあるとして、クリロフ・ボゴリュボフ・ミトロポリスキの漸近的方法を拡張して用い、第一次近似において $1/3$ 調波振動の解を得ている。この振動がビート状になることを明らかにするとともに、その振巾特性、周波数特性を計算し、また、発生領域な

どについて、アナログ計算機による結果とよく一致することを示している。

3. この場合、発生する $1/2$ 調波振動について、 $1/3$ 調波振動と同様に解析し、第二次近似においてビート状の $1/2$ 調波振動の解を得、それがアナログ計算機の結果とほぼ一致することを示すとともに、その振巾特性を求めている。

4. 鎖交磁束の零相分が他の成分にくらべ小さい場合、基礎方程式を変形した後、拡張した漸近的方法を用いて解析し、ビート状の $1/3$ 調波振動の解と振巾一定な $1/3$ 調波振動の解を得ている。これらについて振巾特性、発生領域などを計算するとともにアナログ計算機による結果と比較して解析結果を検討している。また、振巾一定な $1/3$ 調波振動が三相ともに発生するときと、二相のみに発生するときとがあることを数値例により示している。

なお、以上の解析では非線形特性は三次式で表現している。

5. 可飽和リアクトルを用いて実験を行ない、発生する $1/3$ 調波振動がビート状になるとき、振巾一定で三相ともに発生するとき、および振巾一定で二相のみに発生するときとがあることを見出し、その発生領域を得ている。

以上要するに、この論文は非線形三相回路における $1/3$ および $1/2$ 調波振動を漸近的方法を用いて解析するとともに、アナログ計算機および実験により解析結果を検討して、非線形三相回路における分数調波振動の研究に対して新しい知見を加えたもので、学術上、実際上寄与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。