



Title	2相サーボモータに関する研究
Author(s)	津村, 俊弘
Citation	大阪大学, 1960, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/28234
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)	津	村	俊	弘
学位の種類	つ	むら	とし	ひろ
工学博士				
学位記番号	第	8	2	号
学位授与の日付	昭和	35	年	3月21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	2相サーボモータに関する研究			
(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 西村正太郎			

論文内容の要旨

本論文は自動制御要素としての2相サーボモータおよびその応用に関する研究をまとめたもので、7章より成っている。

第1章は、本論文の内容こう概と、2相サーボモータを研究することになった動機を述べている。

第2章は、先ず2相サーボモータの一般化した制御方式における回路方程式を導き速度一トルク特性に注目した。その結果、従来サーボモータが線形一次おくれ要素として扱っていたが、この条件を満足しうる範囲が明らかとなり、又一般にはサーボモータが非線形特性を示すことも明らかにした。更に定常特性過渡特性を求め、これらの相互関係を明らかにし、定常速度一トルク特性を求めるだけで過渡応答の模様が推察できることを述べている。

2相サーボモータの制動力を変えて自動制御系を安定化させる方法の一つとして直流制動を新しく提案し、解析および実験例と自動制御系に及ぼす影響を考察している。又従来あまり問題でなかった高周波脈動トルクも検討する必要があることを述べ、考察を加えている。

第3章は第2章で述べた2相サーボモータに関する一般論を基礎として、制御要素としての特性およびその測定法を述べたものである。現在のところ、2相サーボモータについては測定方法の基準もなく、定格、試験法等も未だ決定されていない状態であるので、本章では実用的な特性測定の方法を提案し、可成りの検討が加えている。その結果として、伝達関数を新しく提案することもできた。更に2相サーボモータが制御系の要素としてどのような特性を持つのが望ましいかを速度一トルク特性に注目して考察を加えている。その上、サーボモータの固定子および回転子側の定数の変化と速度一トルク特性との関係を検討し、2相サーボモータを設計するときの資料を提供している。又2相サーボモータは交流速度発電機としてそのまま利用できることを示し、特性を線形化するための条件をも述べている。最後に、2相サーボモータと他の電気式サーボモータとの比較検討が加えている。

第4章は、2相サーボモータを含む自動制御系は一般に非線形特性を示すことを明らかにし、解析方法を示している。更に、この系は本来交流振巾変調サーボ系であるから、このときの解析処理、および直流サーボ系として取扱える条件を明らかにしている。有限の巾をもつサンプル値制御系に2相サーボモータを含む場合およびこれが非対称特性を示すときの解析法をも本章で述べている。

第5章は、2相サーボモータを含む自動制御系で、非線形特性を極端に強調した方式即ち最適リレーサーボ系を論じている。リレーサーボ系の解析は多くの人々により研究されているが、本章では特に一定速度状および階段状入力に対する最適切換関数を決定し、この条件に合うように制御系の定数を選択するいわゆる定数をも選択するリレーサーボ系を提案し、従来のリレーサーボ系に比して応答特性が可成り良くなることを述べている。なを2相サーボモータの発生トルク、速度等が伝達関数の時定数およびゲインと直接関係のあることから、これを応用した例をあげている。

第6章は新しい自動制御系、即ち搬送波の位相のみが制御系の信号によって変わる「交流位相変調サーボ系」を論じている。更にこの方式の制御要素にもふれた。

第7章は本論文に対する結論である。

論文の審査結果の要旨

本論文は、自動制御系操作要素として用いられる2相サーボモータ、およびその応用に関する研究の成果で、7章よりなっている。

第1章は序論で、2相サーボモータの特性は、動力用電動機と異り、応答特性、線形性等、制御要素としての特性に注目すべきこと、および第2章以下の本論文のこう概をのべて、この研究に関する著者の考え方を明らかにしている。

第2章は、まず2相サーボモータの一般化した制御方式における回路方程式を導き、回路定数を一定としたいわゆる線形問題として回路方程式を求め、速度一トルク特性に注目している。この特性を基にして制御要素としての解析を行ない、従来の自動制御理論では、サーボモータは線形一次おくれ要素として扱われているが、これは入力信号が小さく、サーボモータの速度も低い特殊な場合で、一般には本来非線形特性を示すものであることを明らかにしている。ついで2相サーボモータ（一般にサーボモータ）の特性は、そのモータ自身のみならず、これにかかる機械的負荷によって動特性が変化するので、負荷特性を十分検討する必要のあることをのべ、機械的負荷を考慮したときのサーボモータの速度一トルク特性と、制御要素としての特性との関係を明らかにし、定常状態および過渡状態の解析を行なっている。更に、定常速度一トルク特性と過渡応答特性との関係をはじめて明らかにし、定常速度一トルク特性を求めるだけで過渡応答特性が直ちにわかるることを示している。

またサーボモータが与えられたとき、簡単にその特性を変える一方法として、直流制動方式を提案し、励磁入力と、時定数との関係を明らかにし、解析方法と実験結果をあげ、一般の2相サーボモータでは、直流制動速度一トルク特性は直線で表わすことができることをのべている。なお、高周波脈動トルクの大きさも、小形高性能サーボモータでは検討する必要があることをのべ、このトルクと有効トルクとの相互関係を明らかにしている。

第3章は、第2章でのべた2相サーボモータに関する一般論を基にして、まず制御要素としての特性およびその測定法をあげ、測定法による誤差を検討し、新しい形の伝達関数を提案している。現在のところ、2相サーボモータには、測定法の基準もなく、定格、試験法、仕様、形式等も未だ決定をみていないのでこの章でのべている方式、およびその検討は、この方面で貴重な資料を提供したものと思われる。新しく提案した伝達関数は、むだ時間と一次おくれ要素で表わされるものであるが、供試機についての実験結果とその検討から、この形であらわすことが最も妥当であることを示している。

次に2相サーボモータが、制御要素としてどのような特性をもつのが望ましいかを、速度一トルク特性に注目して考察を加えている。

又、サーボモータの固定子側および回転子側の設計上の定数と速度一トルク特性との関係を検討し、多くの試作を行い、モータ設計のための資料を与えていた。

なおこの章では、2相サーボモータが、交流速度発電機として使用できることを示し、検出器としての特性を線形化するための条件をも与えている。最後に2相サーボモータと他の電気式サーボモータ、即ち直流の直巻、分巻、他励電動機 永久磁石形および交流整流子機形、更には F.M. 形のモータ等との比較検討および考察を加えている。

第4章は、2相サーボモータを含む追値制御系の解析である。これは一般に非線形特性を示すことを明らかにし、かつ解析方法を詳細にのべている。解析の方法は記述関数法および位相面法を採用したもので、サーボモータの非線形性による影響を十分吟味している。また本章では、2相サーボモータが、入力信号そのもので駆動されるのではなく、入力によって振巾変調された交流で制御されると考えるのがより正確であることを示し、交流サーボ系の解析方法を検討している。なお、2相サーボモータは振巾復調器として動作しているとみることができる。また、2相サーボモータが、有限の巾をもったサンブル値制御系に使用されたときの制御系の解析を、非線形、非対称特性をもつ場合に拡張して行っている。

第5章は、2相サーボモータを含む制御系で非線形特性を極端に強調したリレーサーボ系を論じている。サーボモータをリレーサーボ系の要素として使用する場合には、従来の連続制御系の要素として使用する場合にくらべて大きいトルクが常に利用できて有利であることは、すでに多くの研究者によって成されているが、著者は、特に一定速度状および階段状入力に対する最適切換関数を決定し、この条件に合致するようして制御系の定数を選択するリレー最適制御系を提案し、従来のリレーサーボ系に比して応答特性が可成りよくなっていることをのべている。すなわち、2相サーボモータの直流制動係数、あるいは発生トルク、速度等が伝達関数の時定数およびゲインと直接関係のあることに注目し、これらの定数を選択するリレーサーボ系を構成し、最適切換のための計算機の構成方法にもふれている。なお、サーボモータが、クーロン摩擦負荷をもつときにも、以上の解析方法、制御回路構成法が直ちに応用できることを述べている。

第6章は、従来の直流、交流サーボ系、サンブル値制御系のような、制御信号の振巾に注目する方式とは異り、振巾は一定で、搬送波の位相のみを変える新しい自動制御系を論じている。著者はこの方式を“交流位相変調サーボ系”と呼び、操作機器として2相サーボモータが直ちに利用でき、他のサーボモータに見出しがたい特長が活用できることをのべている。なお、このサーボ系の引算要素、補償要素等も、従来のサーボ要素とは全く異った性質を応用していることを例をあげて論じている。この制御方式は、振

巾の形に入る雑音の影響をうけることがすくなく、位相の検出、伝達を目的とする場合に適している他、前置増巾器の設計が簡単になる等、従来の制御方式とは異った特長をもっている。

第7章は、本論文で得られた研究成果を総括したものである。

以上のように、著者は最近の自動制御の急速な発展について需要が増大されている2相サーボモータについて、まず基礎的特性を、回路理論より考察し、制御要素として速度-トルク特性を理論的並びに実験的に研究し、あわせてサーボモータ設計資料を与えていている。

さらにこの成果を基として、2相サーボモータを含む各種自動制御系の解析、シンセシスを行い、それらに実験的検討を加えた。また、制御系操作機器としての2相サーボモータの役割とその特性を明らかにし、各制御系のそれぞれの特長を十分活かした制御法を示した。

このように著者の研究は、電気工学および制御工学に貢献するところがすくなくない。よってこの論文は博士論文として価値あるものと認める。