

目 次

第1章 電動機制御システムの基礎

1.1 電動機制御システムの概要	1
1.1.1 電動機制御システムの基本構成	1
1.1.2 制御系の基本構成	5
1.2 負荷運転の動力学—制御対象の動特性—	6
1.2.1 回転運動の力学	6
1.2.2 負荷のトルク速度特性と安定運転	11
1.3 電動機の種類と原理	14
1.3.1 回転磁界	14
1.3.2 誘導電動機	15
1.3.3 同期電動機	17
1.3.4 リラクタンスモータ	18
1.3.5 直流電動機	19
1.4 座標変換の基礎	20
1.4.1 座標変換の物理的意味	20
1.4.2 絶対変換と相対変換	21
1.4.3 瞬時値対称座標法	23
1.4.4 三相-二相変換と回転座標変換	27
1.5 瞬時値空間ベクトル	30
1.5.1 瞬時値空間ベクトル	30
1.5.2 三相交流回路の電圧・電流の空間ベクトル表示	31
1.5.3 空間ベクトルの回転座標系への変換	32
問 題	33

第2章 可変速駆動用電動機の基本式

2.1 回転電気機械の実時間モデルと発生トルク	34
2.1.1 三相巻線のモデル	34
2.1.2 二相巻線の実時間モデル	35
2.1.3 三相巻線回転機の実時間モデル	38
2.1.4 三相巻線回転機のエネルギーとトルク	39
2.1.5 二相巻線回転機の実時間モデルと発生トルク	41

2.2 電動機の電圧方程式と発生トルク	42
2.2.1 誘導電動機の電圧方程式と発生トルク	42
2.2.2 同期電動機の電圧方程式と発生トルク	46
2.2.3 整流子形回転機の電圧方程式と発生トルク	50
2.3 瞬時空間ベクトルによる電圧方程式	53
2.3.1 瞬時空間電圧ベクトル	53
2.3.2 瞬時空間ベクトルによる誘導電動機の電圧方程式	56
2.3.3 三相インバータによる空間電圧ベクトルの発生	57
問 題	61

第3章 可変速ドライブの基礎

3.1 電動機の制御方式	62
3.1.1 誘導電動機の制御方式	62
3.1.2 同期電動機の制御方式	63
3.1.3 リラクタンスモータの制御方式	64
3.1.4 直流電動機の制御方式	64
3.2 平均値制御	66
3.2.1 誘導電動機の平均値制御	66
3.2.2 同期電動機の平均値制御	72
3.2.3 直流電動機の平均値制御	76
3.3 高速トルク制御の基本方式	79
3.3.1 ベクトル制御とは	79
3.3.2 誘導電動機の直接トルク制御	82
3.3.3 誘導電動機の磁界加速法による高速トルク制御	85
3.4 可変速ドライブの目的と選択法	92
3.4.1 目的と主な用途	92
3.4.2 電動機選択法	92
問 題	93

第4章 誘導電動機の可変速制御

4.1 固定子周波数制御方式	94
4.1.1 誘導電動機の可変周波数による速度制御特性	94
4.1.2 端子電圧/固定子周波数(V/f)一定制御	95
4.1.3 内部誘起電圧/固定子周波数(E/f)一定制御	98
4.2 滑り周波数制御方式	99
4.2.1 原 理	99
4.2.2 滑り周波数制御方式の基本構成	101

4.3 ベクトル制御	101
4.3.1 ベクトル制御の原理	101
4.3.2 直接形ベクトル制御	103
4.3.3 間接形ベクトル制御	107
4.3.4 弱め磁束制御	111
4.3.5 直接トルク制御	114
4.4 速度センサレスベクトル制御	115
4.4.1 速度センサレスベクトル制御とは	115
4.4.2 電圧制御に基づく方式	115
4.4.3 電流制御に基づく方式	117
4.4.4 直接トルク制御に基づく方式	119
4.4.5 現代制御理論に基づく方式	121
4.5 巻線形誘導電動機の変速駆動方式	123
4.5.1 静止セルビウス方式	123
4.5.2 超同期セルビウス方式	126
問 題	127

第5章 同期電動機の変速制御

5.1 同期電動機の種類と基礎特性	128
5.1.1 構造による分類	128
5.1.2 同期電動機の定常特性	129
5.1.3 ベクトル図	130
5.2 同期電動機の周波数制御	131
5.2.1 V/f 一定制御	131
5.2.2 ベクトル制御の原理とシステム構成	132
5.3 永久磁石同期電動機の変速制御	137
5.3.1 永久磁石同期電動機の構造と種類	137
5.3.2 永久磁石同期電動機のモデル化とインダクタンス行列	138
5.3.3 鉄損を考慮した永久磁石同期電動機のモデル	143
5.3.4 永久磁石同期電動機の周波数制御法	147
5.3.5 永久磁石同期電動機のベクトル制御	148
5.3.6 永久磁石同期電動機の弱め磁束制御	151
5.4 同期電動機の位置センサレス制御	152
5.4.1 120° 通電駆動の位置センサレス方式	152
5.4.2 正弦波駆動方式の位置センサレス方式	153
5.5 無整流子電動機の変速制御	155
5.5.1 主回路と動作原理	155

5.5.2 定常特性	157
5.5.3 速度調整法と制御システムの構成	159
問 題	160

第6章 リラクタンスモータの変速制御

6.1 リラクタンスモータの原理と基本構造	162
6.1.1 リラクタンストルクとは	162
6.1.2 リラクタンストルクの発生原理	163
6.2 スイッチトリラクタンスモータの変速制御	168
6.2.1 基本構造	168
6.2.2 回転原理と可変速駆動法	168
6.2.3 回路方程式	171
6.2.4 駆動回路と動作原理	171
6.2.5 駆動システム	175
6.2.6 位置センサレス制御	176
6.3 シンクロナスリラクタンスモータの変速制御	178
6.3.1 シンクロナスリラクタンスモータの原理	178
6.3.2 シンクロナスリラクタンスモータの変速制御	184
問 題	190

第7章 直流電動機の変速制御

7.1 直流電動機の変速制御法	191
7.1.1 直流電動機の変速制御法	191
7.1.2 駆動システムの基本構成	191
7.2 直流電動機の変速特性方程式と過渡特性	191
7.2.1 直流電動機の変速特性方程式と過渡等価回路	191
7.2.2 直流電動機の変速応答	195
7.2.3 変速制御系の等価回路	200
7.2.4 定電圧始動と定電流始動	203
7.3 変速制御システム	205
7.3.1 サイリスタレオナード方式	205
7.3.2 チョップパ制御	209
7.4 直流サーボモータと位置制御システム	216
問 題	217

第8章 特殊電動機の変速制御

8.1 ステッピングモータの位置決め・変速制御	218
-------------------------	-----

8.1.1 ステッピングモータの基本構造とトルク発生原理	218
8.1.2 ステッピングモータの位置決め・可変速制御	222
8.2 ヒステリシスモータの可変速制御	226
8.2.1 ヒステリシスモータの基本構造とトルク発生原理	226
8.2.2 ヒステリシスモータの可変速制御	228
8.3 バーニアモータの可変速制御	229
8.3.1 バーニアモータの基本構造とトルク発生原理	229
8.3.2 バーニアモータの可変速制御	230
8.4 ベアリングレスモータの可変速制御	231
8.4.1 超高速可変速ドライブ	231
8.4.2 ベアリングレスモータの基本構造と動作原理	232
8.4.3 ベアリングレスモータの可変速制御システム	235
8.5 リニアモータの可変速制御	237
8.5.1 リニアモータの基本構造と推力発生原理	237
8.5.2 リニアモータの可変速制御	239
8.6 超音波モータの可変速制御	240
8.6.1 非電磁力モータとその種類	240
8.6.2 超音波モータの基本構造と動作原理	240
8.6.3 超音波モータの可変速制御	241
問 題	242
付録A 関連標準規格と用語集	243
付録B トルク速度特性と運動方程式の関係	244
付録C ファン・プロアの可変速駆動による省エネルギー	246
引用・参考文献	249
問題略解	256
索 引	276