

# 船舶電気装備技術講座

(上級)

## 自動制御と遠隔制御編

## は し が き

この指導書は、船舶の自動制御と遠隔制御について概要を記述したものであり、又、電子機器についても簡明に記述してあるが、適用に当っては、船主、造船所及びメーカーと十分協議されることが必要であろう。

船舶の自動制御、遠隔制御については幾多の専門図書が発行されているので、詳細については、それらを十分に読まれることを望みます。

なお、本書は競艇の交付金による日本財団の助成金を受けて作成したものである。

# 目 次

1. 船舶自動化の動き .....	1
1.1 自動化船の設備に関する規定 .....	2
1.2 NK規則における機関設備の付記符号 .....	3
1.2.1 M0船の基本的な考え方及び必要な設備、機能等 .....	3
1.2.2 M0・A/M0・B/M0・C/M0・D船の基本的な考え方、 必要な設備、機能等 .....	4
1.2.3 MC船の基本的な考え方、必要な設備、機能等 .....	4
2. 用語の意味 .....	7
3. 自動制御とセンサ .....	9
3.1 センサの原理 .....	9
3.1.1 抵抗値変化の利用 .....	9
3.1.2 静電容量変化の利用 .....	10
3.1.3 コイルの性質の利用 .....	10
3.1.4 光を利用 .....	11
3.1.5 温度センサ .....	14
3.1.6 赤外線センサ .....	17
3.2 センサの使い方 .....	18
3.2.1 入力インターフェイス回路 .....	18
3.2.2 リレー出力タイプ .....	19
3.2.3 電圧出力タイプ .....	19
3.2.4 オープンコレクタ出力タイプ .....	20
4. 制御のための駆動装置 .....	21
4.1 駆動装置の種類 .....	21
4.2 電気式駆動装置の種類 .....	21
4.2.1 電磁石利用の駆動装置 .....	22
4.2.2 モ ー タ .....	22
4.2.3 圧 電 素 子 .....	24

5. 制 御 装 置 .....	25
5.1 制御システムの構成 .....	25
5.2 アナログ制御とデジタル制御の違い .....	26
5.3 制御の仕方について .....	28
5.3.1 応答性と安定性 .....	29
5.3.2 ON/OFF制御 .....	30
5.3.3 比 例 制 御 .....	30
5.3.4 比例+積分制御 (P I 制御) .....	31
5.3.5 比例+微分制御 (P D 制御) .....	32
5.3.6 比例+積分+微分制御 (P I D 制御) .....	32
5.3.7 現代制御理論 .....	34
5.3.8 知識に基づく制御理論 .....	35
6. 制 御 と 通 信 .....	39
6.1 コンピュータ間の通信形式 .....	39
6.1.1 パラレル通信 .....	39
6.1.2 シリアル通信 .....	40
6.2 L A N .....	40
6.2.1 LANのアクセス制御の方法 .....	41
6.2.2 イーサネットの規格 .....	41
6.2.3 インターネットの仕組み .....	42
6.3 F A ネットワーク .....	43
6.4 通信ケーブルの種類 .....	44
6.4.1 メタル通信ケーブル .....	44
6.4.2 光ファイバーケーブル .....	45
6.4.3 光ファイバ施工技術 .....	47
7. 電 子 機 器 .....	50
7.1 半 導 体 .....	50
7.1.1 半導体の定義 .....	50
7.1.2 物質の構造 .....	51

7.1.3	真性半導体の電気伝導	52
7.1.4	N形半導体とP形半導体	53
7.2	ダイオード	54
7.2.1	ダイオードの働き	54
7.2.2	ダイオードの種類	56
7.3	トランジスタ	59
7.3.1	トランジスタの構成	59
7.3.2	トランジスタの動作原理	60
7.3.3	トランジスタの特性	62
7.4	電界効果形トランジスタ	67
7.4.1	概 要	67
7.4.2	FETの動作原理	67
7.5	規格表の見方	69
7.5.1	トランジスタとダイオードの名称	69
7.5.2	規格表の例	69
7.6	トランジスタの使用上の注意	69
7.7	集積回路	72
7.7.1	集積回路の概要	72
7.7.2	I C の 構 造	74
7.7.3	アナログI C	77
7.7.4	デジタルI C	78
7.7.5	メモリI C	90
7.8	サイリスタ	92
7.9	無接点継電器(リレー)	93
8.	論理回路基礎	94
8.1	基本論理回路と理論式	94
8.1.1	A N D 回 路	94
8.1.2	O R 回 路	95
8.1.3	N O T 回 路	96

8.2	半導体素子による論理回路	97
8.2.1	半導体素子によるAND回路	97
8.2.2	半導体素子によるOR回路	98
8.2.3	半導体素子によるNOT回路	99
8.3	NAND回路とNOR回路	100
8.4	正の論理回路と負の論理回路	101
9.	船舶の自動制御と遠隔制御	102
9.1	発電設備の自動制御	102
9.1.1	自動せん速装置と自動同期投入装置	102
9.1.2	自動負荷分担装置	106
9.1.3	応用例	109
9.1.4	発電機操縦装置の装備機器	110
9.1.5	スタンバイディーゼル発電機自動運転制御フロー	111
9.2	機関室補機用電動機の自動制御	116
9.2.1	自動始動・停止	116
9.2.2	自動停止	117
9.2.3	自動切換	117
9.2.4	主機の運転に関連した自動制御	119
9.2.5	補機用電動機の自動順序始動	119
9.2.6	機関部補機（ポンプ類）制御及び監視装置	119
9.3	係船荷役関係電気装置の自動制御	122
9.3.1	係船装置	122
9.3.2	荷役装置	123
9.4	主推進機関の自動制御と遠隔制御	127
9.4.1	ディーゼル主機	127
9.4.2	タービン主機	132
9.5	可変ピッチプロペラの遠隔操縦装置	133
9.5.1	遠隔操縦方式の種類	133
9.5.2	電気油圧式C P P遠隔操縦装置	134

9.5.3	C P P 遠隔操縦装置の附属機能	.....137
9.6	サイドスラストの遠隔操縦装置	.....137
9.6.1	概    要	.....137
9.6.2	構    成	.....139
9.7	監視と警報	.....142
9.7.1	監視装置（アナランシエータ）	.....142
9.7.2	データロガー	.....145
9.7.3	ボイスアラーム	.....146
9.8	マイクロコンピュータを用いた船用各種装置の応用例	.....147
9.8.1	マイクロプロセッサとマイクロコンピュータの概要	.....147
9.8.2	監視警報装置（モニタ）の例	.....149
9.8.3	船用発電装置の自動制御システムの例	.....151
9.8.4	その他の応用例	.....153
10.	自動制御及び遠隔制御用機器と電装工事	.....154
10.1	一    般	.....154
10.2	周    圍    条    件	.....155
10.3	制御，警報，安全システム用の電源システム	.....161
10.4	制御システム	.....164
10.5	警報システム	.....166
10.6	安全システム	.....166
10.7	コンピュータ及びその応用	.....167
10.8	フェイルセーフ	.....168
10.9	計装機器設計一般	.....169
10.10	計装設計一般	.....172
10.11	無人化船の計画	.....173
10.11.1	集中監視制御設備	.....173
10.11.2	主機又は可変ピッチプロペラの自動制御及び遠隔制御	.....176
10.11.3	ボイラの自動制御及び遠隔制御	.....186
10.11.4	発電装置の自動制御及び遠隔制御	.....188

10.11.5	熱媒油設備の自動制御及び遠隔制御	191
10.11.6	補機駆動用原動機の自動制御及び遠隔制御	192
10.11.7	その他の機関の自動制御及び遠隔制御	193
10.11.8	機関部無人化船の通話装置	194
10.11.9	機関部無人化船の警報システム	195
10.12	機関部監視警報システム	196
10.13	機関部重要機器の安全システム	204
10.14	自動制御及び遠隔制御用設備の艤装上の注意	207
10.14.1	一般事項	207
10.14.2	自動制御及び遠隔制御用電気設備の艤装	207
10.14.3	自動制御及び遠隔制御用空気及び油圧設備の艤装	210
10.14.4	自動制御及び遠隔制御用設備の動作試験	211
11.	参考資料	213
	参考資料1. 船用制御器具番号の標準 (JEM)	214