

2022 年作成

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	2
1.2.1 M0 船の基本的な考え方及び必要な設備、機能等	2
1.2.2 M0・A, B, C, D 船の基本的な考え方、必要な設備・機能等	3
1.2.3 MC 船の基本的な考え方及び必要な設備、機能等	3
2. 用語の意味	6
3. 自動制御とセンサ	7
3.1 センサの原理	7
3.1.1 抵抗値変化の利用	7
3.1.2 静電容量変化の利用	7
3.1.3 コイルの性質の利用	8
3.1.4 光を利用	8
3.1.5 温度センサ	11
3.1.6 赤外線センサ	13
3.2 センサの使い方	14
3.2.1 入力インターフェース回路	14
3.2.2 リレー出力タイプ	15
3.2.3 電圧出力タイプ	15
3.2.4 オープンコレクタ出力タイプ	16
4. 制御のための駆動装置	17
4.1 駆動装置の種類	17
4.2 電気式駆動装置の種類	17
4.2.1 電磁石利用の駆動装置	17
4.2.2 モータ	18
4.2.3 圧電素子	19
5. 制御装置	20
5.1 制御システムの構成	20
5.2 アナログ制御とデジタル制御の違い	20
5.3 制御の仕方について	22
5.3.1 応答性と安定性	22
5.3.2 ON/OFF 制御	23
5.3.3 比例制御	24
5.3.4 比例+積分制御 (PI 制御)	24
5.3.5 比例+微分制御 (PD 制御)	25
5.3.6 比例+積分+微分制御 (PID 制御)	25
5.3.7 現代制御理論	26
5.3.8 知識に基づく制御理論	27

6. 制御と通信.....	31
6.1 コンピュータ間の通信形式.....	31
6.1.1 パラレル通信.....	31
6.1.2 シリアル通信.....	31
6.2 LAN.....	32
6.2.1 LAN のアクセス制御の方法.....	32
6.2.2 イーサネットの規格.....	32
6.2.3 インターネットの仕組み.....	33
6.3 FA ネットワーク.....	34
6.4 通信ケーブルの種類.....	35
6.4.1 メタル通信ケーブル.....	35
6.4.2 光ファイバケーブル.....	35
6.4.3 光ファイバ施工技術.....	37
7. 電子機器.....	39
7.1 半導体.....	39
7.1.1 半導体の定義.....	39
7.1.2 物質の構造.....	39
7.1.3 真性半導体の電気伝導.....	41
7.1.4 N形半導体とP形半導体.....	42
7.2 ダイオード.....	43
7.2.1 ダイオードの働き.....	43
7.2.2 ダイオードの種類.....	45
7.3 トランジスタ.....	47
7.3.1 トランジスタの構成.....	47
7.3.2 トランジスタの動作原理.....	47
7.3.3 トランジスタの特性.....	49
7.4 電界効果形トランジスタ.....	52
7.4.1 概要.....	52
7.4.2 FET の動作原理.....	53
7.5 規格表の見方.....	54
7.5.1 トランジスタとダイオードの名称.....	54
7.5.2 規格表の例.....	55
7.6 トランジスタの使用上の注意.....	55
7.7 集積回路.....	57
7.7.1 集積回路の概要.....	57
7.7.2 IC の構造.....	58
7.7.3 アナログ IC.....	61
7.7.4 デジタル IC.....	62
7.7.5 メモリ IC.....	70
7.8 サイリスタ.....	71
7.9 無接点継電器（リレー）.....	72

8. 論理回路基礎	73
8.1 基本論理回路と論理式	73
8.1.1 AND 回路	73
8.1.2 OR 回路	74
8.1.3 NOT 回路	74
8.2 半導体素子による論理回路	75
8.2.1 半導体素子による AND 回路	75
8.2.2 半導体素子による OR 回路	76
8.2.3 半導体素子による NOT 回路	77
8.3 NAND 回路と NOR 回路	78
8.4 正の論理と負の論理	78
9. 船舶の自動制御と遠隔制御	79
9.1 発電設備の自動制御	79
9.1.1 自動せん速装置と自動同期投入装置	79
9.1.2 自動負荷分担装置	82
9.1.3 応用例	84
9.1.4 発電機操縦装置の装備機器	85
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	86
9.2 機関室補機用電動機の自動制御	91
9.2.1 自動始動・停止	91
9.2.2 自動停止	92
9.2.3 自動切換	92
9.2.4 主機の運転に関連した自動制御	94
9.2.5 補機用電動機の自動順次始動	94
9.2.6 機関部補機（ポンプ類）制御及び監視装置	94
9.3 係船荷役関係電気装置の自動制御	96
9.3.1 係船装置	96
9.3.2 荷役装置	97
9.4 主推進機関の自動制御と遠隔制御	100
9.4.1 ディーゼル主機	100
9.4.2 タービン主機	104
9.5 可変ピッチプロペラの遠隔操縦装置	105
9.5.1 遠隔操縦方式の種類	105
9.5.2 電気油圧式 CPP 遠隔操縦装置	105
9.5.3 CPP 遠隔操縦装置の附属機能	108
9.6 サイドスラストの遠隔操縦装置	108
9.6.1 概要	108
9.6.2 構成	110
9.7 監視と警報	111
9.7.1 監視装置（アナンシエータ）	112
9.7.2 データログ	114

9.7.3	ボイスアラーム	115
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.....	116
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.....	116
9.8.2	監視警報装置（モニタ）の例.....	117
9.8.3	船用発電装置の自動制御システムの例	118
9.8.4	その他の応用例	120
10.	自動制御及び遠隔制御用機器と電装工事.....	121
10.1	一般.....	121
10.2	周囲条件	121
10.3	制御、警報、安全システム用の電源システム	131
10.4	制御システム	133
10.5	警報システム	134
10.6	安全システム	134
10.7	コンピュータ及びその応用.....	135
10.8	フェイルセーフ.....	136
10.9	計装機器設計一般.....	137
10.10	計装設計一般	138
10.11	無人化船の計画	139
10.11.1	集中監視制御設備.....	139
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	141
10.11.3	ボイラの自動制御及び遠隔制御	148
10.11.4	発電装置の自動制御及び遠隔制御.....	150
10.11.5	熱媒油設備の自動制御及び遠隔制御	152
10.11.6	補機駆動用原動機の自動制御及び遠隔制御	153
10.11.7	その他の機関の自動制御及び遠隔制御	153
10.11.8	機関部無人化船の通話装置	155
10.11.9	機関部無人化船の警報システム	155
10.12	機関部監視警報システム	156
10.13	機関部重要機器の安全システム.....	164
10.14	自動制御及び遠隔制御設備の艙装上の注意.....	167
10.14.1	一般事項.....	167
10.14.2	自動制御及び遠隔制御用電気設備の艙装.....	167
10.14.3	自動制御及び遠隔制御用空気及び油圧設備の艙装	169
10.14.4	自動制御及び遠隔制御用設備の動作試験.....	170
11.	参考資料	171
表 1	器具番号	172
表 2	文字記号	178
表 3	補助記号	182