

目 次

1. 測定 の 基礎	1
1.1 測定 一般	1
1.1.1 測定の重要性	1
1.1.2 測定と計測	1
1.1.3 単位と標準	2
1.1.4 メートル条約	2
1.1.5 計量法、産業計測標準とトレーサビリティと校正	3
1.1.6 国際単位系 (SI)	3
1.1.7 単位の書き方	6
1.1.8 基本単位の実現	7
1.2 測定法の種類	8
1.2.1 直接測定と間接測定	8
1.2.2 偏位法と零位法	8
1.2.3 アナログとデジタル測定	10
1.3 誤 差	11
1.3.1 測定の誤差と補正	11
1.3.2 誤差の原因	12
1.3.3 統計処理	14
1.3.4 測定の精度	16
1.3.5 繰り返し測定、反復測定と再現性	17
1.3.6 測定器の感度、分解能	17
1.3.7 供給機器と供給誤差	18
1.3.8 誤差伝搬の法則	19
1.3.9 測定値の計算	22
1.3.10 近似計算	23
演習問題	24

2. 電気単位と標準

2.1 電気単位の組立	25
2.1.1 電気単位の経過	25
2.1.2 アンペアの定義の意味	25
2.1.3 アンペアの絶対測定	26
2.1.4 SI による電気単位の誘導	27
2.2 実際の電気単位の決定法	27
2.2.1 従来の決定法と現在の決定法	27
2.2.2 ジョセフソン接合を用いる電圧標準	28
2.2.3 クロスキャパシタと直角相ブリッジによる抵抗標準	28
2.2.4 現方式の長所と欠点	29
2.3 電気標準の維持とトレーサビリティ	30
2.4 電気単位の標準器	30
2.4.1 標準電池	30
2.4.2 標準抵抗器	31
演習問題	32

3. 電気計器

3.1 指示計器一般	34
3.1.1 指示電気計器の分類	34
3.1.2 指示計器の構成	35
3.1.3 指示計器の誤差の原因	41
3.1.4 指針のない計器	43
3.2 可動コイル計器	43
3.2.1 特 徴	43
3.2.2 動作原理	44
3.2.3 電 流 計	47
3.2.4 電 圧 計	52
3.2.5 温度誤差の原因と補償	56
3.2.6 検 流 計	58
3.3 他の指示計器	61
3.3.1 可動鉄片計器	61

3.3.2	電流計計器	63
3.3.3	整流計器	65
3.3.4	熱電形計器	67
3.3.5	静電形計器	68
3.3.6	誘導形計器	69
3.3.7	比率計	71
3.4	積算計器	73
3.4.1	積算計器一般	73
3.4.2	直流積算計器	73
3.4.3	電力量計	74
3.4.4	無効電力量計	78
3.4.5	最大需要電力計	79
3.5	計器用変成器	79
3.5.1	計器用変圧器	79
3.5.2	計器用変流器	80
3.5.3	コンデンサによる分圧	81
3.6	電子電圧計	83
3.6.1	ピーク電圧計	83
3.6.2	コンデンサ入力形ピーク電圧計	84
3.6.3	ピークピーク電圧計	85
3.7	記録計器	85
3.7.1	直動計器	85
3.7.2	電磁オシログラフ	86
3.7.3	自動平衡記録計器	87
	演習問題	88

4. 電圧・電流の測定

4.1	電圧計・電流計による測定	90
4.1.1	直流電流の測定	90
4.1.2	直流電圧の測定	91
4.1.3	交流電流の測定	91
4.1.4	交流電圧の測定	91
4.2	電位差計	92

vii 電 磁 気 計 測

4.2.1	標準電圧発生装置を用いる電位差計	92
4.2.2	抵抗分圧器形電位差計	92
4.2.3	実際の抵抗分圧器形電位差計	94
4.2.4	抵抗分圧器の各種	95
4.2.5	時分割形電位差計	98
4.2.6	電流比較形電位差計	99
4.3	特殊な電圧・電流測定法	99
4.3.1	微小な直流電圧の測定	99
4.3.2	直流高電圧の測定	100
4.3.3	導体電流の測定	100
4.3.4	衝撃電流の測定	102
4.4	デジタル電圧計	102
4.4.1	逐次比較形	103
4.4.2	ランプ形	103
4.4.3	積分形	104
4.4.4	V-F変換形	106
4.5	交流電位差計	106
4.5.1	直角座標形	106
4.5.2	極座標形	107
	演習問題	107

5. 回路素子の測定

5.1	抵抗の測定	108
5.1.1	電圧電流法	108
5.1.2	回路計	109
5.1.3	ホイートストンブリッジ	110
5.1.4	電流・電圧平衡法	113
5.2	低抵抗の測定	115
5.2.1	四端子抵抗	115
5.2.2	電圧降下法	116
5.2.3	電位差計法	117
5.2.4	ホイートストンブリッジ法	117
5.2.5	ケルビンダブルブリッジ法	117
5.2.6	接点抵抗計	119

5.2.7	ケルビンクリップ	119
5.3	高抵抗の測定	119
5.3.1	漏れ電流としゃへい	120
5.3.2	三端子抵抗器	120
5.3.3	板状試料の絶縁抵抗の測定	121
5.3.4	絶縁抵抗計	122
5.3.5	電線の絶縁抵抗の測定	122
5.4	特殊な抵抗の測定	123
5.4.1	回路に組み込まれた抵抗の測定	123
5.4.2	電解液の抵抗の測定	123
5.4.3	接地抵抗の測定	124
5.4.4	接地抵抗計	125
5.4.5	交流ブリッジ法による接地抵抗の測定	125
5.4.6	半導体抵抗の測定	125
5.4.7	電池の内部抵抗の測定	126
5.4.8	検流計の抵抗の測定	126
5.5	インピーダンスの測定	127
5.5.1	交流用標準抵抗器	127
5.5.2	リアクタンス素子	128
5.5.3	コイルのインダクタンス	132
5.5.4	標準コンデンサ	136
5.5.5	交流ブリッジ	138
5.5.6	各種の四辺ブリッジ	140
5.5.7	相互インダクタンスのブリッジ	142
5.5.8	変成器ブリッジ	143
5.5.9	電子化ブリッジ	145
5.5.10	インピーダンス計	145
5.5.11	Qメータ	146
	演習問題	147

6. 電力・力率の測定

6.1	直流電力の測定	149
6.1.1	直流電力	149
6.1.2	直流電力の測定	149

6.2	交流電力の測定	150
6.2.1	交流電力の波形	150
6.2.2	負荷と電力	151
6.2.3	交流電力の測定	152
6.2.4	三相交流の電力測定	154
6.3	力率の測定	154
	演習問題	154

7. 周波数・時間の測定

7.1	周波数の標準	155
7.2	周波数標準発生器	155
7.3	周波数シンセサイザ	155
7.4	周波数の測定	155
7.4.1	周波数を数える方法	156
7.4.2	基準周波数と比較する法	158
7.5	波形とスペクトル	159
7.6	スペクトルの測定	161
7.6.1	フィルタ法	161
7.6.2	ヘテロダイン法	161
7.6.3	同期整流法	161
7.6.4	デジタルフーリエ分析器	162
	演習問題	162

8. 波形・位相・ひずみの測定

8.1	波形の測定	163
8.1.1	ブラウン管オシロスコープ	163
8.1.2	始動掃引オシロスコープ	166
8.1.3	サンプリングオシロスコープ	166
8.1.4	二現象の観測	167
8.1.5	X Y 表示	168
8.1.6	リサージュ図形	168
8.1.7	プローブ	169

8.2 位相の測定	170
8.2.1 リサージュ図形による位相測定	170
8.2.2 二現象観測による位相測定	171
8.2.3 方形波法	171
8.2.4 同期整流法	172
8.3 波形のひずみの測定	173
8.3.1 ひずみ	173
8.3.2 ひずみの発生	173
8.3.3 ひずみ率形	173
8.3.4 その他のひずみの測定	174
演習問題	174

9. 磁気測定

9.1 磁界の測定	175
9.1.1 磁針による測定	175
9.1.2 さぐりコイルによる測定	176
9.1.3 ホール素子による測定	178
9.1.4 磁気変調器による測定	179
9.1.5 SQUIDによる測定	181
9.1.6 核磁気共鳴による測定	181
9.2 磁性材料の磁化曲線の測定	182
9.2.1 試料の形状	182
9.2.2 直流磁化特性の測定	183
9.2.3 交流磁化特性の測定	184
9.3 鉄損の測定	185
9.3.1 鉄損	185
9.3.2 エプスタイン装置	185
演習問題	187

10. 信号発生装置

10.1 標準電圧発生器	188
10.2 標準電流発生器	189

10.3 発振器	190
10.3.1 帰還形発振器	190
10.3.2 ウィーンブリッジ発振器	190
10.3.3 その他の周波数決定回路	191
10.3.4 その他の発振器	191
演習問題	191

11. 信号検出器

11.1 負帰還増幅器	192
11.1.1 増幅度の安定化	192
11.1.2 入出力インピーダンス	193
11.1.3 デシベル表示	194
11.2 直結増幅器	197
11.2.1 OP アンプ	197
11.2.2 係数回路	197
11.2.3 ボルテージホロワ	198
11.2.4 電流電圧変換回路	198
11.3 変調形直流増幅器	198
11.4 磁界測定法による直流増幅器	199
11.5 選択増幅器	200
11.6 同期整流器	201
演習問題	203

参 考 文 献	204
演習問題解答	205
索 引	209