



# 電 気 測 定 法

## 目 次

### 第1章 電流, 電圧などの測定

1.1 電圧測定法 .....	1
1.1.1 概 説 .....	1
1.1.2 直流電圧測定法 .....	2
普通電圧の測定—微小電圧の測定—高圧の測定	
1.1.3 交流電圧測定法 .....	5
普通電圧の測定—微小電圧の測定—高圧の測定	
1.1.4 電圧波高値の測定 .....	9
コンデンサを用いる方法—放電開始電圧を利用する方法	
1.1.5 衝撃電圧の測定 .....	12
火花ギャップ—クリノドグラフ	
1.2 電流測定法 .....	13
1.2.1 概 説 .....	13
1.2.2 直流電流測定法 .....	14
普通電流の測定—微小電流の測定—大電流の測定	
1.2.3 交流電流測定法 .....	14
普通電流の測定—微小電流の測定—大電流の測定	
1.2.4 電流波高値の測定 .....	15
1.2.5 衝撃電流の測定 .....	16
波高電圧計による方法—磁鋼片形サージ電流計—デソメータ	
1.3 電力測定法 .....	18
1.3.1 概 説 .....	18
直流電力—交流電力	
1.3.2 電力測定法の基礎 .....	21
直接測定法—間接測定法—計測器の接続法	
1.3.3 直流電力測定法 .....	26
1.3.4 交流有効電力測定法 .....	27
単相有効電力測定法—多相有効電力測定法	
1.3.5 特殊電力測定法 .....	33

	大電力、小電力測定法—低力率電力の測定—可聴周波電力の測定法 —ひずみ波電力の測定法—瞬時電力の測定法—特殊な電力測定	
1.3.6	無効電力測定法 無効電力の表わし方—単相無効電力測定法—多相無効電力測定法	41
1.3.7	皮相電力の測定法	42
1.4	力率、無効率、位相差の測定法	44
1.4.1	力率測定法 力率—力率測定法—無効率測定法	44
1.4.2	位相差測定法 ベクトルの和差法—整流法—方形波法—計数法—ブラウン管法	46
1.5	摘要	50
1.6	問題	53

## 第2章 周波数測定

2.1	概説	56
2.2	周波数測定方法	56
2.2.1	周波数計法	56
2.2.2	ストロボスコープ法	57
2.2.3	周波数—直流変換法 <i>CR</i> 充放電形—単安定マルチバイブレータ形—飽和変圧器形	58
2.2.4	リサージュ図形法	61
2.2.5	周波数ブリッジ法 キャンベルブリッジ—キャンベル広範囲ブリッジ—共振ブリッジ— ウィーンブリッジ—並列T形 <i>RC</i> 回路	61
2.2.6	計数法	65
2.3	摘要	68
2.4	問題	68

## 第3章 抵抗測定

3.1	総説	69
3.2	抵抗器	70
3.2.1	概説	70
3.2.2	抵抗材料	70
3.2.3	抵抗コイルとその許容負荷	71
3.2.4	抵抗器の構造 可変抵抗器—比抵抗器	71

3.2.5	絶縁物	75
3.3	偏位法	75
3.3.1	概説	75
3.3.2	電圧計電流計法	76
3.3.3	オーム計	76
3.3.4	交差コイル形オーム計	77
3.3.5	直流真空管電圧計を用いたオーム計	79
3.3.6	検流計法による高抵抗測定	80
3.3.7	ケーブルの絶縁抵抗測定法	82
3.3.8	固体絶縁物の抵抗率測定	82
	概説—体積抵抗率—表面抵抗率	
3.3.9	電量損失法	83
3.4	比較法	85
3.4.1	概説	85
3.4.2	電位差計法	85
3.4.3	ホイートストンブリッジ	86
	原理—感度—測定感度と検出器のそう入位置—ホイートストンブリ ッジにおける誤差—ホイートストンブリッジによる抵抗測定の限界 —汎用ホイートストンブリッジ—すべり線ブリッジ—メグオームブ リッジ	
3.4.4	ケルビンダブルブリッジ	99
	ダブルブリッジの平衡方程式—汎用ダブルブリッジ—ダブルブリッ ジの逐次平衡法（その1）—ダブルブリッジの逐次平衡法（その2）	
3.5	特殊抵抗の測定	104
3.5.1	概説	104
3.5.2	検流計の抵抗の測定	104
	等偏法—ケルビン法	
3.5.3	電池の内部抵抗の測定	105
	検流計法—ケルビン法—電圧計電流計法—マンス法	
3.5.4	接地抵抗の測定	107
	概説—電圧降下法—ニッポルト法—ウィーヘルト法—ケンブリッジ会 社避雷針ブリッジ—クリステンゼン法—カイン法	
3.5.5	電解液の抵抗測定	113
	分極作用—容器—電解液の抵抗測定法	
3.6	摘要	117
3.7	問題	118

## 第4章 インピーダンス測定法

4.1 総 説 .....	123
4.2 測定器用インピーダンスの素子 .....	123
4.2.1 抵抗器 .....	123
特性と材料—構造	
4.2.2 誘導器 .....	125
自己誘導器—相互誘導器—誘導器の例	
4.2.3 コンデンサ .....	128
標準コンデンサー—空気コンデンサー—マイカコンデンサ	
4.3 交流ブリッジ用電源および検出器 .....	131
4.3.1 交流ブリッジ用電源 .....	131
概説—発振器の種類	
4.3.2 交流ブリッジ用検出器 .....	132
4.4 交流ブリッジ法概説 .....	132
4.4.1 交流ブリッジの平衡 .....	132
4.4.2 交流ブリッジの感度 .....	133
ブリッジの不平衡—ブリッジの最高感度条件	
4.4.3 対地アドミタンスの影響 .....	134
4.4.4 ブリッジの組立てに対する注意事項 .....	135
静電しゃへい—素子の配置	
4.4.5 ブリッジの選択 .....	137
4.5 各種の交流ブリッジ .....	138
4.5.1 自己インダクタンスを比較するブリッジ .....	138
4.5.2 自己インダクタンスと相互インダクタンスとを比較するブリッジ .....	139
ヘビサイドブリッジ—ヒューズブリッジ	
4.5.3 相互インダクタンスを比較するブリッジ .....	140
ハートション等比ブリッジ—ハートション不等比ブリッジ	
4.5.4 自己インダクタンスと静電容量とを比較するブリッジ .....	141
マクスウェルブリッジ—アンダソンブリッジ—ヘイブリッジ—バタ ワースブリッジ, イリオビッチブリッジ, オーエンブリッジ, 共振 ブリッジ	
4.5.5 相互インダクタンスと静電容量とを比較するブリッジ .....	145
4.5.6 静電容量を比較するブリッジ .....	145
直列抵抗ブリッジ—並列抵抗ブリッジ—シェーリングブリッジ—ウィ ーンブリッジ	
4.5.7 変成器ブリッジ .....	147

4.5.8	直読インピーダンスブリッジ .....	148
4.6	交流ブリッジによる特殊測定 .....	149
4.6.1	置換法による精密測定 .....	149
4.6.2	直流を重ねた自己インダクタンスの測定 .....	150
4.6.3	$L$ を測定して $M$ を求める方法 .....	150
4.6.4	小容量の測定 .....	151
4.6.5	高圧における誘電損の測定 .....	152
4.6.6	三端子コンデンサの測定 .....	153
4.7	インピーダンス計 .....	153
4.7.1	電流計式インピーダンス計 .....	153
4.7.2	比率計式インピーダンス計 .....	154
4.7.3	誘導形電流計式インピーダンス計 .....	155
4.7.4	共振式容量計 .....	155
4.8	摘要 .....	156
4.9	問題 .....	157

## 第5章 磁気測定法

5.1	概説 .....	162
5.2	磁界測定法 .....	162
5.2.1	磁針に働く力を用いる方法 .....	162
5.2.2	電磁誘導を用いる方法 .....	163
	衝撃検流計または磁束計による方法一回転コイルによる方法	
5.2.3	電流の流れる導体に働く力を用いる方法 .....	165
5.2.4	磁性体の磁化特性を用いる方法 .....	165
5.2.5	半導体の電流磁気効果を用いる方法 .....	167
5.2.6	磁気共鳴吸収を用いる方法 .....	168
5.3	直流磁気特性測定法 .....	170
5.3.1	直流磁化曲線測定法 .....	170
	直流有効磁界測定法—磁束密度測定法	
5.3.2	直流磁化曲線測定装置 .....	174
	減磁界の存在を考慮する必要のない場合の測定装置—減磁界の存在を 考慮する必要のある場合の測定装置	
5.4	交流磁気特性測定法 .....	182
5.4.1	交流磁化曲線測定法 .....	182
	交流有効磁界測定法—磁束密度測定法—有効磁界磁束密度関連測定法	
5.4.2	交流磁化曲線測定装置 .....	186
	ブラウン管オシロスコープによる直視装置—交流磁化曲線自動記録装	

	置—CCFR 方式による測定装置	
5.4.3	鉄損測定法	191
	熱量計法—ブリッジ法—電力計法	
5.4.4	鉄損測定装置	196
	25 cm エプスタイン試験装置—一定尺けい素鋼板試験装置	
5.5	高周波磁気特性測定法	203
5.5.1	測定対象となる磁氣的諸量	203
5.5.2	試料の取扱い方と測定条件	204
	試料の取扱い方—測定条件	
5.5.3	ブリッジ法	206
	巻線試料を用いる場合—同軸試料を用いる場合	
5.5.4	共振法	207
	Qメータ法—共振器法	
5.6	摘要	211
5.7	問題	212

## 第6章 高周波測定法

6.1	測定の基本量と周波数帯	215
6.2	伝送回路特性	217
6.2.1	高周波における抵抗、インダクタンスならびに容量	217
6.2.2	伝送四端子網、整合ならびにS行列	220
	映像インピーダンスと伝搬定数—インピーダンス整合—S行列	
6.2.3	分布定数線路	222
	伝搬定数、反射係数ならびに特性インピーダンス—種々の線路の特性インピーダンス	
6.2.4	線路図表	227
6.3	電流の測定	232
6.3.1	概説	232
6.3.2	ジュール熱利用の電流測定	232
	熱電流計—変流器付電流計—ボロメータ—光電式電流校正装置	
6.3.3	電流力による高周波電流の絶対測定	238
	よじり法—振動法—電流計校正装置	
6.4	電圧の測定	242
6.4.1	概説	242
6.4.2	検波、整流による方法	243
	真空管電圧計—鉍石電圧計	
6.4.3	ジュール熱を利用する方法	245

	ポロメータによる方法—熱電対による方法	
6.4.4	静電力による絶対的な方法	247
6.4.5	その他の方法	249
6.5	電力の測定	249
6.5.1	概 説	249
6.5.2	ジュール熱を利用する方法	251
	流体を用いる方法—熱絶縁された抵抗負荷による方法—ポロメータによる方法	
6.5.3	定在波法	257
6.5.4	方向性結合器による方法	258
6.5.5	短絡環ならびに導体振動子による絶体的な方法	260
6.5.6	その他の方法	261
	ホール効果の利用—三電流計による方法—その他	
6.6	周波数の測定	262
6.6.1	概 説	262
6.6.2	周波数標準	262
	水晶発振器—周波数の通降と通倍—標準電波	
6.6.3	ヘテロダイン法と周波数の高精度比較	266
6.6.4	共振回路による方法	268
6.6.5	計数法	270
6.7	インピーダンスの測定	271
6.7.1	概 説	271
6.7.2	標準素子	271
	標準抵抗器—コネクタ—標準リアクタ	
6.7.3	ブリッジおよびその変形による方法	274
	高周波四辺ブリッジ—並列T形ブリッジ—T形ブリッジ—差動ブリッジ, 伝送線路ブリッジ— $Z-\theta$ ブリッジ	
6.7.4	定在波法	278
6.7.5	微小反射測定法	280
	波節移動法—方向性結合器による方法	
6.7.6	インピーダンス直視法, 時間領域反射測定法	282
6.7.7	共振法	283
	$Q$ について—リアクタンス変化法—周波数変化法—線路長変化法— $Q$ メータ	
6.8	摘 要	289
6.9	問 題	291



## 第7章 遠 隔 測 定 法

7.1 総 説 .....	292
7.1.1 概 論 .....	292
遠隔測定—遠隔測定の信号—システムの構成—遠隔測定の対象	
7.1.2 遠隔測定の具備すべき条件 .....	293
7.1.3 構 成 .....	294
送量変換器—送信装置—伝送路—受信装置—受量変換器	
7.1.4 方式の分類 .....	296
測定量の振幅軸上の取扱い—測定量の時間軸上の取扱い—多重化方式	
7.2 電力用遠隔測定 .....	300
7.2.1 概 要 .....	300
測定量—方式	
7.2.2 パルス周波数方式とパルス時限方式 .....	301
7.2.3 パルス周波数の選定 .....	301
7.2.4 パルス周波数方式送量変換器の種類 .....	304
7.2.5 各種測定量の変換 .....	305
交流電圧, 電流—電力, 無効電力—力率—周波数	
7.2.6 パルス周波数方式送量変換器の構成 .....	308
電力量計機構を用いた変換器—トルク平衡方式パルス周波数変換器— 自動平衡計器機構を用いた変換器—電圧平衡方式パルス周波数変換器— 直接方式パルス周波数変換器	
7.2.7 パルス周波数方式受量変換器の構成 .....	316
RC 充放電形変換器—飽和変圧器形変換器—ベースサイクルの差引き	
7.2.8 パルス周波数信号の伝送 .....	320
7.3 摘 要 .....	321
7.4 問 題 .....	323

## 第8章 試験装置と計測器管理

8.1 総 説 .....	324
8.2 電 源 .....	324
8.2.1 概 説 .....	324
8.2.2 直流用電源 .....	325
電池—電動直流発電機—整流器—電子式直流電源	
8.2.3 交流用電源 .....	330
電動交流発電機—電子式交流電圧電源—フィルター平衡三相電圧発生	

装置	
8.3	可変装置 ..... 338
8.3.1	直流用可変装置 ..... 338
	可変抵抗器
8.3.2	交流用可変装置 ..... 339
	電圧，電流調整器—三相電圧平衡装置—位相調整器
8.4	計器試験台 ..... 342
8.4.1	直流試験台 ..... 342
8.4.2	交流試験台 ..... 343
8.4.3	直流，交流試験台 ..... 345
8.5	計測器管理 ..... 345
8.5.1	概説 ..... 345
8.5.2	計測器の保守 ..... 345
	計測器室の条件—計測器の取扱い
8.5.3	計測器の校正試験 ..... 349
	指示計器の試験注意—指示計器の目盛校正
8.5.4	標準の維持 ..... 352
	標準器の区分と校正周期—標準器の具備条件と処理方法
8.6	摘要 ..... 357
8.7	問題 ..... 358
	索引 ..... 360