

目 次

第 I 編 無線通信方式 (その 1)

第 1 章 各種無線通信方式の概要	3
1.1. 序 説	3
1.1.1. はじめに	3
1.1.2. 無線機の系統	4
1.1.3. 無線回線の構成	5
1.1.4. 無線周波数	6
1.2. 変調の概念	6
1.3. 振幅変調	8
1.3.1. 両側波帯方式	8
1.3.2. 単側波帯方式	9
1.4. 角度変調	11
1.4.1. 位相変調	12
1.4.2. 周波数変調	14
1.4.3. PM 波と FM 波の波形とスペクトル分布	15
1.5. 無線電信方式	16
1.5.1. A1 電信方式	17
1.5.2. A2 電信方式	17
1.5.3. FS 電信方式	18
1.6. パルス変調	18
1.6.1. パルス通信の概念	18
1.6.2. 標本化定理	18
1.6.3. パルス変調の種類	19
1.6.4. 時分割多重通信への利用	21
1.7. 多段階変調と複合変調	22

1.7.1. 多段階変調	22
1.7.2. 複合変調	22
1.8. 無線通信方式の分類	22
参考文献	23
問 題	24
第 2 章 占有周波数帯幅とスペクトル分布	25
2.1. 信号の帯域	25
2.1.1. 音声信号の帯域	25
2.1.2. 電信の通信速度と周波数帯域	26
2.2. 振幅変調波の占有周波数帯幅	29
2.2.1. 電話の帯域幅	29
2.2.2. A1 電信波の帯域幅	30
2.2.3. A2 電信波の帯域幅	33
2.3. 角度変調波の占有周波数帯幅	36
2.3.1. PM 波の帯域幅	36
2.3.2. FM 波の帯域幅	37
2.3.3. FS 波の帯域幅	38
2.4. パルス変調波のスペクトル分布	41
2.4.1. 無変調パルスのスペクトル分布	41
2.4.2. パルス変調波のスペクトル	43
参考文献	46
問 題	46
第 3 章 無線通信の雑音	47
3.1. 雑音の概念	47
3.1.1. 雑音の分類	47
3.1.2. 雑音電圧の統計的取扱い	48
3.2. 雑音の発生源	51
3.3. 内部雑音	51

3.3.1. 抵抗体の熱雑音	51
3.3.2. 抵抗の電流雑音	53
3.3.3. 電子管の雑音	54
3.4. SN 比	56
3.5. 雑音指数	58
3.5.1. 有能電力	59
3.5.2. 雑音指数の定義	59
3.5.3. 有能利得	60
3.5.4. 等価雑音帯域幅	60
3.5.5. 雑音指数と内部雑音の関係	61
3.5.6. 縦続接続の総合雑音指数	62
3.5.7. 前置増幅器による雑音指数の改善	62
3.6. 各種通信方式の SN 比改善度	63
3.6.1. 雑音の重畳	63
3.6.2. 振幅変調方式の SN 比改善度	65
3.6.3. 位相変調方式の SN 比改善度	66
3.6.4. 周波数変調方式の SN 比改善度	67
3.6.5. 広帯域利得	67
3.7. 限界レベル	68
3.7.1. PM と FM の限界レベルおよびクレスト・ファクタ	68
3.7.2. PM と FM の雑音特性	69
3.7.3. PPM-AM 方式の限界レベルとクレスト・ファクタ	71
参考文献	71
問題	72

第 4 章 無線通信のひずみと干渉 73

4.1. “ひずみ”とは	73
4.2. 非直線ひずみ	73
4.2.1. 非直線特性	73
4.2.2. 非直線系に単一正弦波を加えた場合	74

4.2.3. 非直線系に2つの正弦波を加えた場合	76
4.2.4. フーリエ係数の求め方	78
4.2.5. FM変復調器の非直線ひずみ	81
4.3. 周波数ひずみ	83
4.4. 位相ひずみ	84
4.4.1. 相伝搬時間	84
4.4.2. 群伝搬時間	86
4.5. 干渉妨害の影響	87
4.5.1. 干渉の一般的考察	87
4.5.2. AM受信機の干渉ひずみ出力	88
4.5.3. PM受信機の干渉ひずみ出力	90
4.5.4. FM受信機の干渉ひずみ出力	95
4.6. FM通信路のひずみ	99
4.6.1. FM通信路のひずみの種類	99
4.6.2. FM伝送路の遅延ひずみ	101
4.6.3. エコーによるひずみ	105
参考文献	107
問題	108

第II編 無線送・受信機

第5章 無線送・受信機一般	111
5.1. 無線送信機の構成	111
5.1.1. 発振部	111
5.1.2. 増幅部	112
5.1.3. 変調部と電鍵部	113
5.1.4. 電源部	114
5.1.5. 付属機能	114
5.2. 無線送信機の電氣的性能	116
5.2.1. 出力電力	116

5.2.2. 発射周波数の安定性	119
5.2.3. 占有周波数帯幅	121
5.2.4. スプリアス発射	123
5.2.5. 変調特性	126
5.2.6. 電鍵特性	129
5.2.7. 総合効率	130
5.3. 無線送信機の代表例	132
5.3.1. 短波 A1 送信機	132
5.3.2. 中波 A2 送信機	134
5.3.3. 中波放送機	134
5.3.4. FS 電鍵装置	136
5.3.5. SSB 送信機	137
5.3.6. 多目的短波送信機	138
5.3.7. PM 送信機	139
5.3.8. FM 放送機	141
5.4. 無線受信機の構成	142
5.4.1. ストレート型	142
5.4.2. ニュートロダイン型	143
5.4.3. レフレックス型	144
5.4.4. 再生型	144
5.4.5. オートダイン型	144
5.4.6. 超再生型	144
5.4.7. ホモダイン型	145
5.4.8. ヘテロダイン型	145
5.4.9. スーパーヘテロダイン型	146
5.5. 無線受信機の性能	146
5.5.1. 感 度	146
5.5.2. 選 択 度	147
5.5.3. 忠 実 度	155
5.5.4. 安 定 度	157

5.5.5. 副次的な不要放射	157
5.6. 無線受信機の代表例	158
5.6.1. オールウェーブ受信機	158
5.6.2. 特殊な短波受信機	159
5.6.3. 中短波 SSB 送受信機	161
5.6.4. F S 受信機	161
5.6.5. FM 受信機と PM 受信機	163
参考文献	165
問 題	165

第 6 章 増 幅 器 167

6.1. 無線受信機における各種増幅器の性格	167
6.1.1. 無線周波増幅器の性格	167
6.1.2. 中間周波増幅器の性格	171
6.1.3. 低周波増幅器の性格	172
6.1.4. 無線受信機の実用度と利得の配分	172
6.2. 無線送信機における増幅器の性格	174
6.2.1. 一 般 論	174
6.2.2. 電波型式による増幅器の差異	174
6.2.3. 送 信 管	175
6.3. 低周波増幅器	180
6.3.1. 抵抗-容量結合増幅器	180
6.3.2. 三極管 A 級電力増幅器	185
6.3.3. 五極管 A 級電力増幅器	187
6.3.4. プッシュプル増幅器	188
6.3.5. 負帰還増幅器	191
6.4. 無線周波電圧増幅器	196
6.4.1. 単一同調型増幅器の解析	197
6.4.2. 単一同調型増幅器の設計	202
6.4.3. 単一同調型増幅器の多段接続	203

6.4.4. 単一同調型増幅器の利得限界	205
6.4.5. 1次同調型増幅器	206
6.4.6. 2次同調型増幅器	207
6.4.7. 格子接地型増幅器	209
6.4.8. カスコード増幅器	210
6.4.9. 無線周波増幅器の雑音指数	211
6.4.10. 超高周波増幅器の問題点	216
6.5. 中間周波増幅器	218
6.5.1. 複同調増幅器	219
6.5.2. 近接周波数選択度の改善	224
6.5.3. 二重スタガ増幅器	227
6.5.4. 二重スタガ増幅器の設計	231
6.5.5. 多重スタガの設計公式	233
6.6. 無線周波電力増幅器	236
6.6.1. 三極管 C 級増幅器の特性定数法	236
6.6.2. 三極管 C 級増幅器の半図解法	244
6.6.3. 多極管 C 級電力増幅器	247
6.6.4. 周波数遷倍増幅器	249
6.6.5. 無線周波電力増幅器の自励発振	251
6.6.6. 格子接地型電力増幅器	253
参考文献	255
問題	255

第7章 結合回路

259

7.1. 出力結合回路	259
7.2. 直列-並列等価変換	260
7.3. 基本同調回路とインピーダンス変換	261
7.3.1. 並列同調回路	261
7.3.2. 変形直列同調回路	262
7.3.3. インピーダンス変換	263

7.4. 電磁結合並列同調回路	264
7.4.1. 変形複同調型回路	264
7.4.2. 単同調型回路	266
7.4.3. 複同調型回路	267
7.5. π 型回路と T 型回路	267
7.5.1. π 型回路	267
7.5.2. T 型回路	269
7.6. 高調波減衰量	270
7.6.1. 高調波減衰量の求め方	270
7.6.2. 高調波減衰量の例	272
7.7. 平衡-不平衡変換回路	273
7.7.1. 平衡状態と不平衡状態	273
7.7.2. 不平衡電源と平衡負荷の接続	275
7.7.3. 電磁結合型平衡変換回路	276
7.7.4. 格子型平衡変換回路	277
7.7.5. 梯子型平衡変換回路	278
7.7.6. 位相反転型平衡変換回路	279
7.8. 入力結合回路	280
7.8.1. 入力結合回路の種類	280
7.8.2. 電磁結合型入力結合回路	281
7.8.3. タップつき入力結合回路	284
7.8.4. コンデンサ結合型入力結合回路	285
参考文献	286
問 題	287

第 8 章 発 振 器 289

8.1. 概 説	289
8.1.1. 無線機に用いられる発振器の種類	289
8.1.2. 発振器に要求される一般的な条件	290
8.1.3. 発振の原理	290

8.2. <i>LC</i> 発振器	291
8.2.1. <i>LC</i> 発振器の形式	291
8.2.2. <i>LC</i> 発振器の発振周波数と起動条件	293
8.3. 水晶発振器	294
8.3.1. 水晶振動子	294
8.3.2. 水晶振動子の電氣的性質	297
8.3.3. 水晶発振回路	299
8.3.4. 水晶振動子の負荷容量	300
8.3.5. 特殊な水晶発振回路	302
8.4. <i>CR</i> 発振器	303
8.4.1. 1 段増幅型 <i>CR</i> 発振器	303
8.4.2. 2 段増幅型 <i>CR</i> 発振器	304
8.5. 発振器の最大出力と効率の関係	305
8.5.1. A 級動作の場合	305
8.5.2. B 級動作の場合	305
8.6. 発振周波数の安定化	306
8.6.1. 発振周波数の変動原因と対策	306
8.6.2. クラップ回路	309
8.6.3. フランクリン回路	309
参考文献	310
問題	310

第 9 章 変 調 器 311

9.1. 両側波帯変調器	311
9.1.1. 陽極変調	311
9.1.2. 格子変調	314
9.2. 高効率変調法	316
9.2.1. 終段 B 級変調法	316
9.2.2. シーレックス変調法	317
9.2.3. ドハティ変調法	318

9.2.4. 浮動搬送波変調法	319
9.3. 単側波帯変調法	320
9.3.1. 真空管式平衡変調器	320
9.3.2. ダイオード式平衡変調器	322
9.3.3. SSB 波の発生法	323
9.4. 周波数変調器	326
9.4.1. リアクタンス管周波数変調器	326
9.4.2. 移相発振型周波数変調器	330
9.5. 位相変調器	331
9.5.1. ベクトル合成法位相変調器の原理	331
9.5.2. AM-C 合成方式	334
9.5.3. AM-AM 合成方式	335
9.5.4. アームストロング方式	335
9.5.5. ブリッジ型位相変調器	335
9.6. 被変調波の通倍	336
9.6.1. 通倍の概念	336
9.6.2. DSB 波の通倍	337
9.6.3. 角度変調波の通倍	338
9.7. キーイング	338
9.7.1. 直接キーイング方式	338
9.7.2. 真空管式キーイング方式	339
参考文献	339
問 題	340

第10章 復調器 341

10.1. 概 説	341
10.2. DSB 波の復調	341
10.2.1. DSB 波の復調の種類と特徴	341
10.2.2. 包絡線検波器の解析	343
10.2.3. 包絡線検波器の ひずみ	346

10.3. 角度変調波の復調	348
10.3.1. Travis 型周波数弁別器	349
10.3.2. Foster Seeley 型周波数弁別器	351
10.3.3. 不平衡型周波数弁別器	355
10.4. 周波数変換	357
10.4.1. 周波数変換の機構	358
10.4.2. 変換コンダクタンスと混合器の等価回路	359
10.4.3. 2乗変周	359
10.4.4. 非直線 g_m 変周	360
10.4.5. 周波数変換の実際	362
10.4.6. A1 波の復調	364
10.4.7. SSB 波の復調	364
10.4.8. 可変周波数受信機の周波数変換	367
参考文献	371
問 題	371

第 11 章 電 源 373

11.1. 概 説	373
11.1.1. 無線機に必要な電源	373
11.1.2. 無線機の電源に必要な条件	373
11.2. 整流回路	374
11.2.1. 整流器	374
11.2.2. 整流回路の種類	376
11.3. 平滑回路	379
11.3.1. チョーク入力型平滑回路	379
11.3.2. コンデンサ入力型平滑回路の近似的性質	382
11.3.3. Schade の図表と使用例	383
11.3.4. 多段平滑回路	388
11.4. 電源の安定化	393
11.4.1. 安定化電源の通則	393

11.4.2.	電源の内部抵抗の影響	394
11.4.3.	定電圧放電回路の性質	397
11.4.4.	定電圧放電管回路の設計	399
11.4.5.	真空管式定電圧回路	402
11.4.6.	バラストランプによる安定化	404
11.4.7.	鉄共振	405
11.4.8.	自動誘導電圧調整器	406
11.4.9.	磁気増幅器を用いた定電圧装置	407
11.5.	特殊電源供給方式	410
11.5.1.	浮動充電方式	410
11.5.2.	インバータとコンバータ	410
11.5.3.	無停電装置	411
	参考文献	412
	問題	412
第12章	送・受信機の補助回路	415
12.1.	自動制御	415
12.1.1.	AVC と AGC	415
12.1.2.	AGC の効果	417
12.1.3.	AFC	419
12.2.	FM と PM の補助回路	426
12.2.1.	前置補償回路	427
12.2.2.	エンファシス	428
12.2.3.	IDC 回路 (瞬時偏移制限回路)	431
12.2.4.	スケルチ回路	433
12.3.	送信機の補助回路	434
12.3.1.	整流負帰還	435
12.3.2.	出力警報回路	435
12.3.3.	制御操作回路	436
12.4.	受信機の補助回路	439

12.4.1. 振幅制限器	439
12.4.2. トーンキーヤ	444
12.4.3. 同調指示器	444
12.5. 特殊な補助回路および特殊通信方式	445
12.5.1. 圧伸器	445
12.5.2. ハイブリッドコイル	447
12.5.3. ボーダスとボガード	450
12.5.4. 秘話方式	452
12.5.5. FM 負帰還	453
12.5.6. 4周波ダイプレックス	456
12.5.7. ダイバーシチ	457
12.5.8. FM 多重放送	464
参考文献	466
問題	467
索引	469
計算問題の解答	484