

レ ー ダ ー 送 受 信 機

海上自衛隊第1術科学校

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

1 概要

レーダー送受信機は測的電指示部からのシステムトリガパルスに同期して強力なマイクロ波パルスの電力を発生して方位盤に送り、空中線から空間に輻射する。

目標からの反射波は空中線で受信され、レーダー送受信機に送られてくるがこれを受信機に導き十分増幅しビデオパルスに変換して測的電指示部へ送る。また目標を方位盤が自動追尾できるようにAGC(自動利得制御)をかけて角度誤差に比例したコニカルスキヤニング(円錐走査)の交流誤差電圧を発生させるのを助ける。

レーダー送受信機を機能上から分類すると、大別して送信系、立体回路系(方位盤の空中線部を含む。)受信系に分けられる。また附属装置として立体回路系の導波管内部に乾燥空気を一定気圧で充填し、四季の温度変化により導波管内に水分が付着するのを防止するとともに大電力マイクロ波パルスを安全に空中線から輻射させるために空気加圧器を装備している。

レーダー送受信機は測的電指示部から、すべて遠隔操作ができる完全自動装置である。また故障修理あるいは整備点検に便利なようにレーダー送受信機単独でも操作ができる。

2 作動

レーダー送受信機(空気加圧器及び方位盤空中線(導波管)部を含む)の系統別作動をブロック図を用いて説明する。

レーダー送受信機機能系統、電源系統、立体回路系統、送信系統、受信系統、制御系統等について説明する。

(1) レーダー送受信機機能系統

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

レーダー送受信機（方位線空中機導飛管部、空気加圧器を含む。）の機能系統図を図6.3.2.1に示す。

レーダー送受信機は測的磁指示部からのシステムトリガに同期してマイクロ波電力を発生する送信部、マイクロ波電力を空間に輻射しさらに標的からの反射信号を受信部へ導く立体回路部、反射信号をビデオ信号に変換する受信部及び空気加圧器等から構成されている。

レーダー送受信機の総合性能

送受信部

送信周波数	f (MHz) ± 10 MHz	
搬送周波数	f_{RF} (MHz)	6種可変 — 0.912-系
送信パルス幅	T_1 (μ s) (長パルス：探索、追跡のとき)	} 切換え
	T_2 (μs) (短パルス：弾道観測のとき)	
尖峰出力	P_{T1} kW以上 (送信パルス幅 T_1 (μ s) のとき)	} 切換え
	P_{T2} kW以上 (送信パルス幅 T_2 (μs) のとき)	
中間周波帯増幅	3 dB 下つた2点間で4 MHz/9以上	
	(送信パルス幅 T_1 のとき)	
	3 dB 下つた2点間で9 MHz	
	(送信パルス幅 T_2 のとき)	
NF	90 dB以下 (送受切替器入力端にて)	
エコーボックス		
同調周波数範囲	F (MHz) ± 40 MHz	
同調方式	遠隔制御可能	
空気加圧器		
充填圧力	0.45 ~ 0.7 kg/cm ²	

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

電 源 115V 400 HZ 3相3線式

115V 60 HZ 3相3線式

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

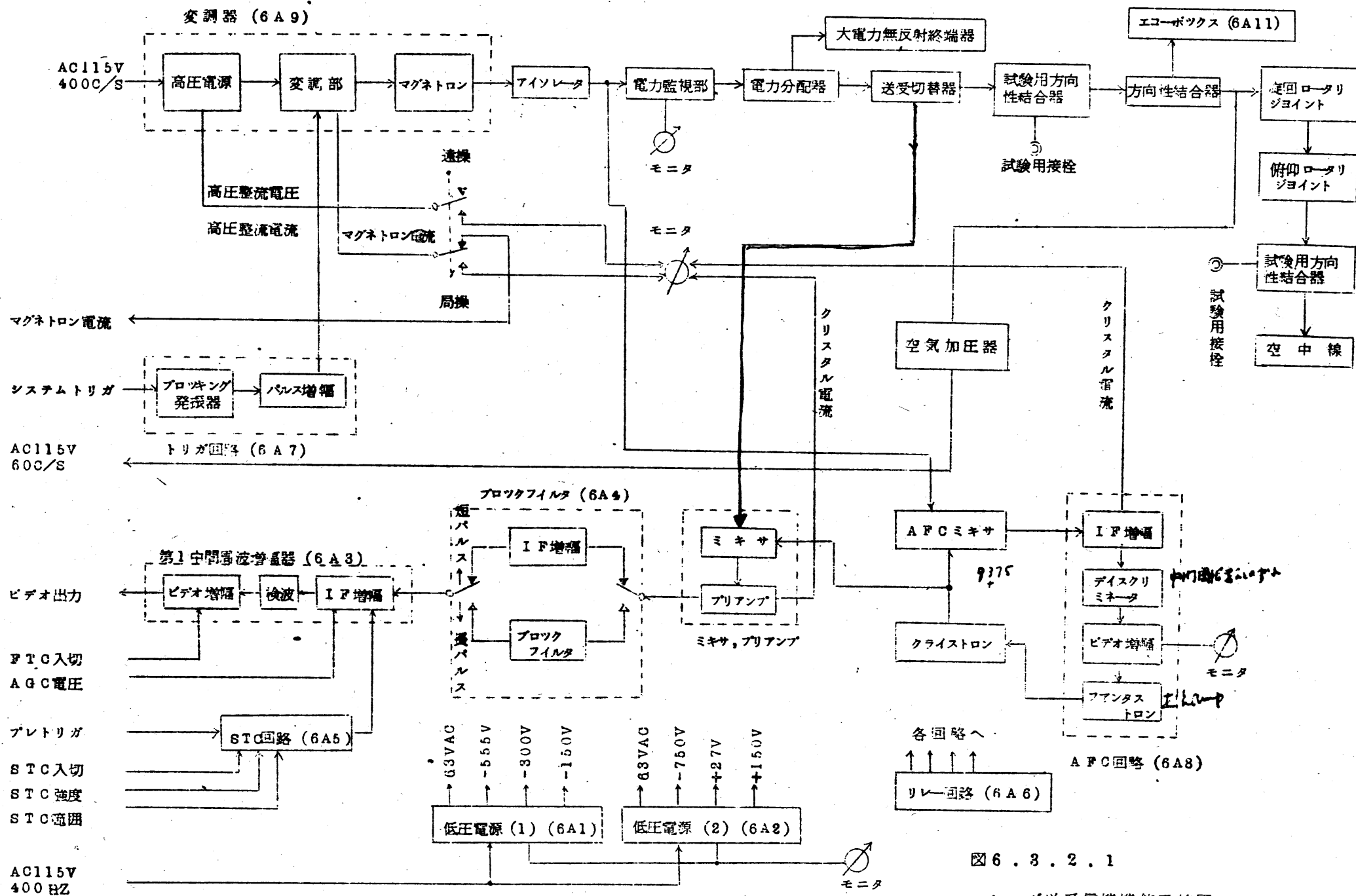


図 6.3.2.1
レーダ送受信機機能系統図

(2) 電源系統の作動

イ 艦内電源

二次電源から次の電源を受ける。

AC115V \pm 1% 400 HMZ \pm 1% 3相3線式 1.4KVA以下

AC115V \pm 2% 60 HMZ \pm 5% 3相3線式 1.2KVA以下

レーダー送受信機及び空気加圧器への二次電源系統図を図6.3.2.2に示す。

ロ レーダー送受信機及び空気加圧器内115V400HZ及び60HZ配線系統

レーダー送受信機は直流電源回路(低圧電源(1)、低圧電源(2)及び変調器の高電圧電源回路)の小型化及び高効率化を計るために400HZを主力電源として用い、60HZ電源は換気扇(6B1, 6M4)、サーボモーター(6A10, B1)及び空気加圧器(7)などの回転機の電源として用いてある。この系統図を図6.3.2.3に示す。

またHMZ115V, 400HZの系統図を図6.3.2.4に示す。

ハ 直流電源及びヒータ電源系統

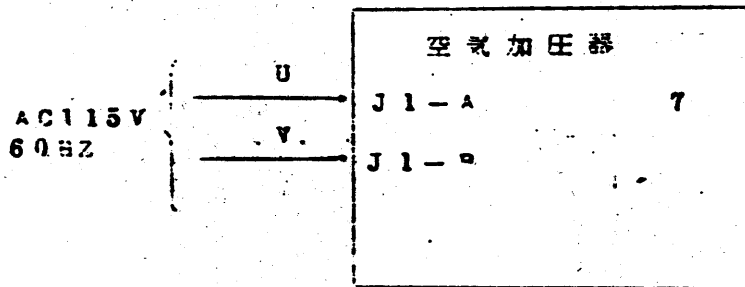
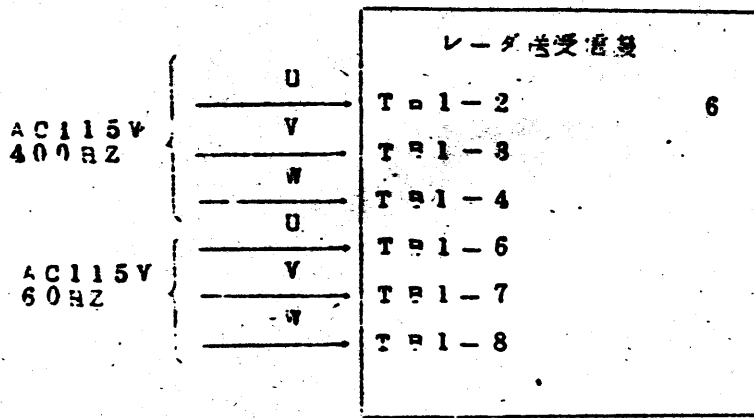
低圧電源(1)及び低圧電源(2)でレーダー送受信機の受信部及び立体回路の直流電源及びヒータ電源を供給している。

この系統図を図6.3.2.5に示す。

ニ 直流電源及びヒータ電源のタイムシーケンス

直流電源(変調器の高電圧整流電源も含む)及びヒータ電源のタイムシーケンスを図6.3.2.6に示す。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料



4 6.3.2.2

レール送受信機、空気加圧器用二次電線系統図

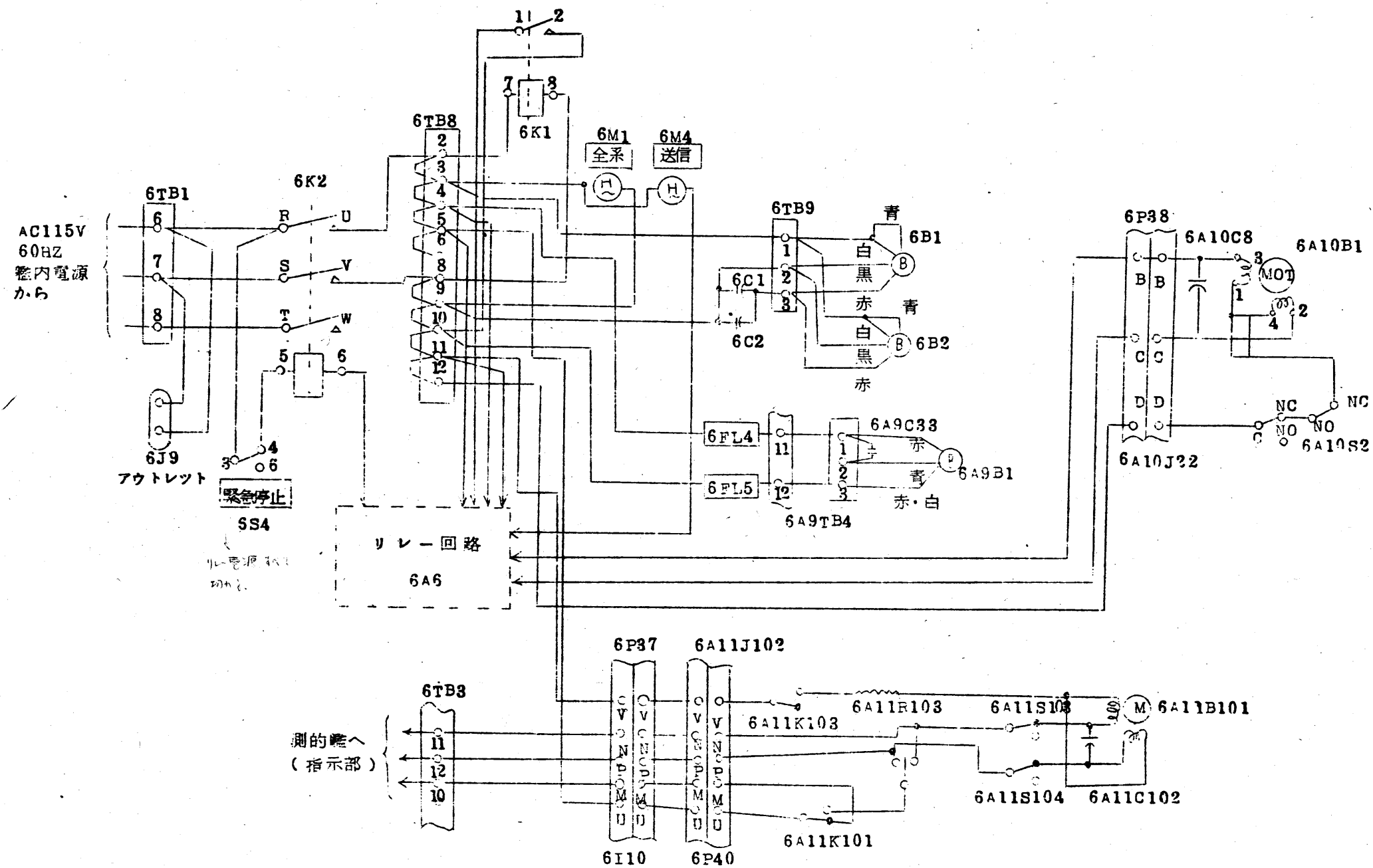


図 6.3.2.3

AC115V, 60Hz 系統図

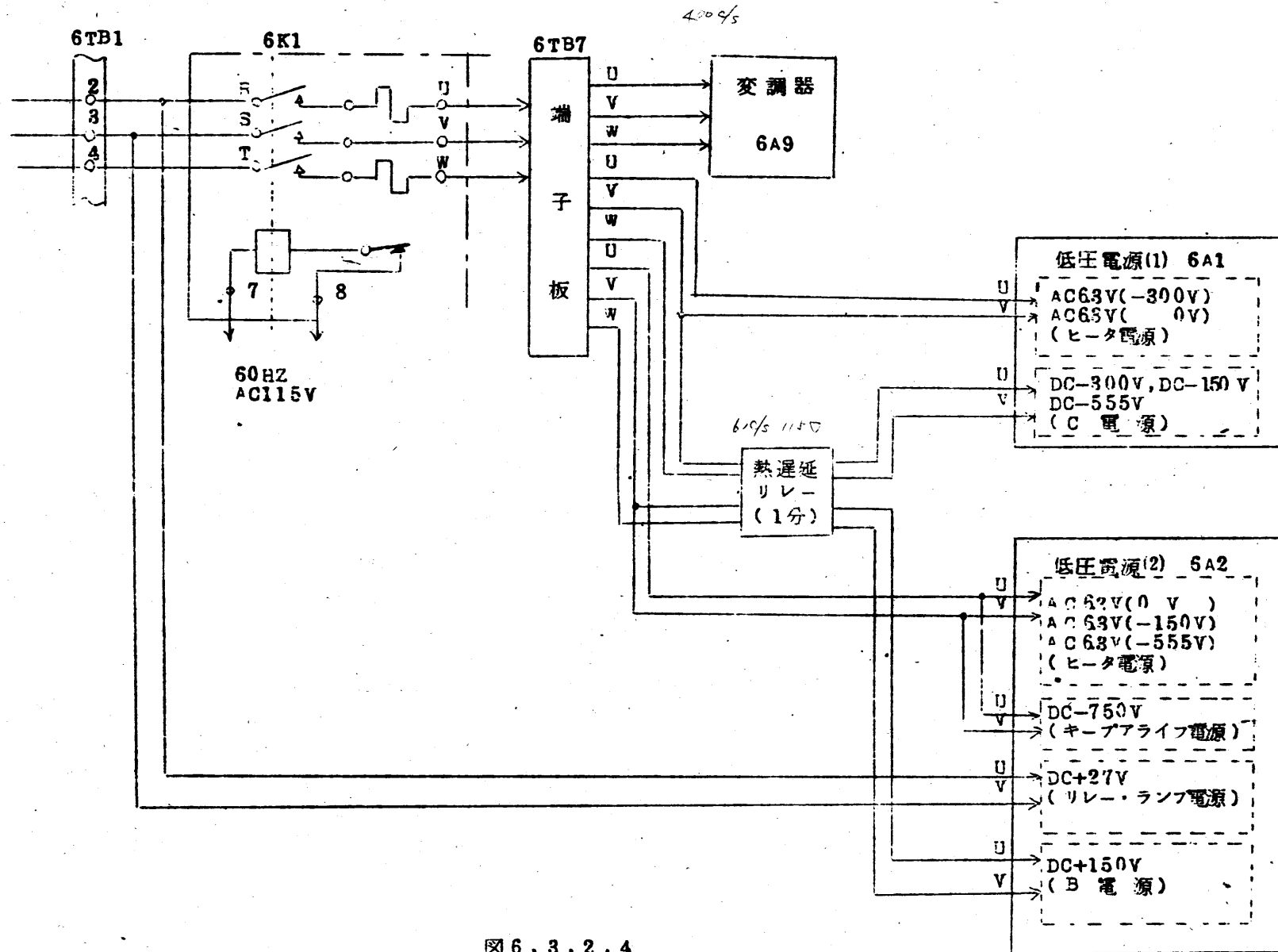


図 6, 3, 2, 4

AC115V 400 HMZ 電源系統図

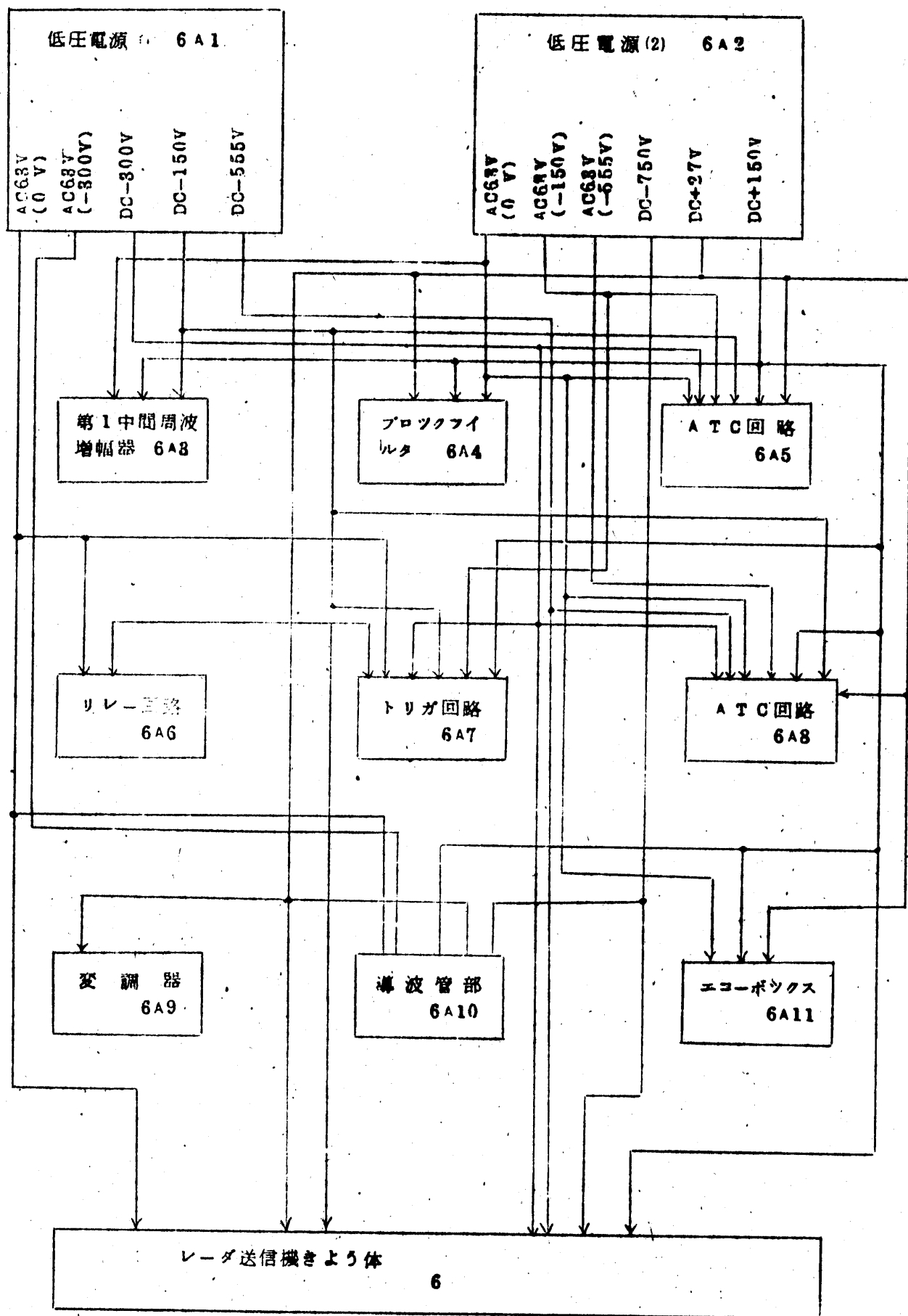
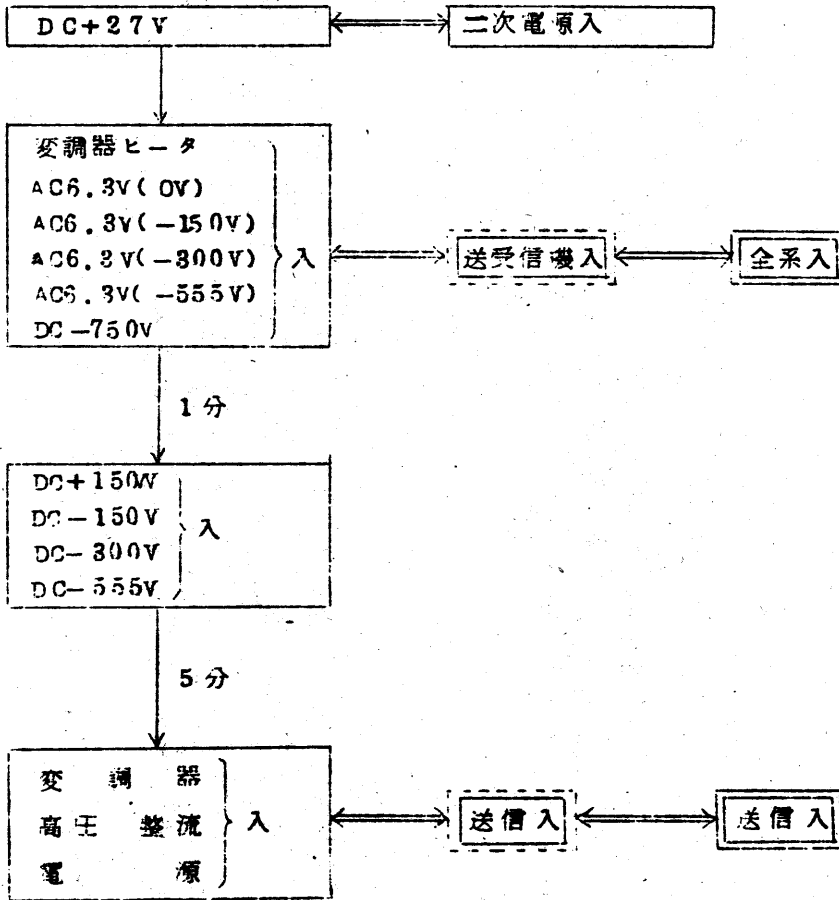


図 6, 3, 2, 5

直流電源及びヒータ電源系統図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料



- 電源
- 局操 (レーダ送受信機)
- 遠操 (測的艦指示部)

図 6.3.2.6

直流電源及びヒータ電源タイムシーケンス

(3) 立体回路系の作動

立体回路系はレーダ送受信機導波管部及び方位捜空中線導波管部から構成され、その総合性能は次のとおりである。

反 射 鏡	パラボラ型	約1.2mφ
ビーム幅		6.3°
最大利得		38dB以上
合流系VSWR		1.5以下
送信周波数		F±10MBZ

立体回路系の系統図を図6.3.2.7に示す。

また、立体回路図を図6.3.2.8に示し、これに用いてある回路用図記号を表6.3.2.1～表6.3.2.7に示した。

立体回路系統図で系統的作動の概要を説明する。まず、マグネトロンで発生したマイクロ波パルス電力はアイソレータ→電力監視部→APC用結合器→電力分配器→送受切替器→方向性結合器(試験用)→方向性結合器(エコーボックン用)→戻回ロータリジョイント→俯仰ロータリジョイント→方向性結合器(試験用)→円進走査空中線の経路を経て空間に放射される。

アイソレータはマグネトロン保護のために用いられている電力監視部によりマグネトロンの出力電力及び反射電力がモニタできる。電力分配器は送受切替器あるいは大電力無反射終端器の各々へ電力を定められた割合で分配するもので、正常動作時はほとんどすべての電力が送受切替器へ分配されている。

送受切替器は送信空中線と受信空中線を共用しているために必要なものであつて送信時には受信機に送信電力が入らないように保護し、かつ送信電力をほとんど真夫なく空中線を導くための機能を有し、また受信

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

時にはマグネトロンへ受信電力が入らないようにし、かつほとんど損失なく受信機へ受信電力を導く機能を有する。

エコーボックスは、レーダ送受信機の総合性能点検用の試験器である。ロータリジョイントは、方位盤が円滑に駆動され、かつ電氣的性能が一定に維持されるために設けられている。

次に目標から反射された反射受信信号は、円錐走査空中線→方向性結合器(試験用)→俯仰ロータリジョイント→旋回ロータリジョイント→方向性結合器(エコーボックス用)→方向性結合器(試験用)→送受切換器→ミキサプリアンプの経路を経て受信IF信号となる。

ミキサは雑音を最小とするため平衡型ミキサである。方位盤空中線導波管部の立体図を図6.3.2.9に示す。

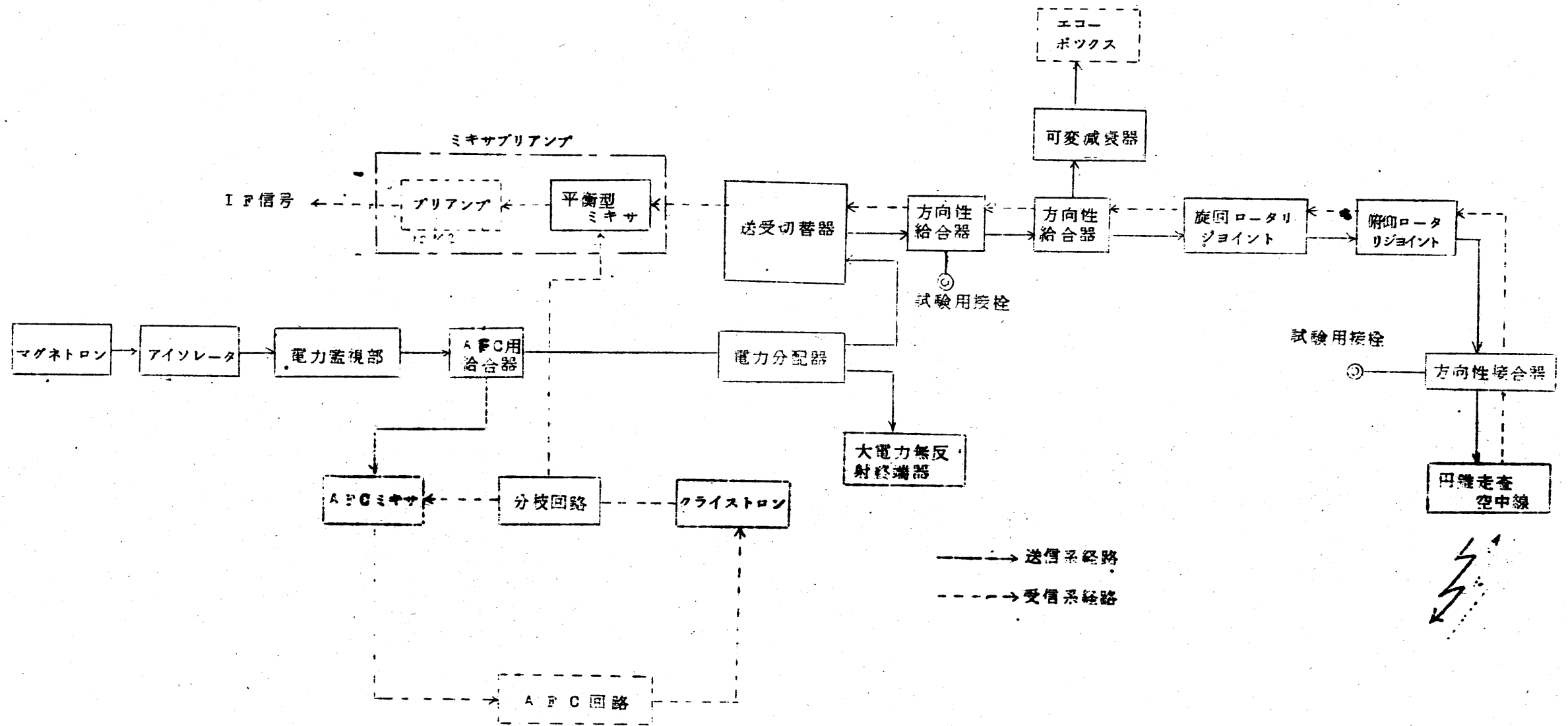
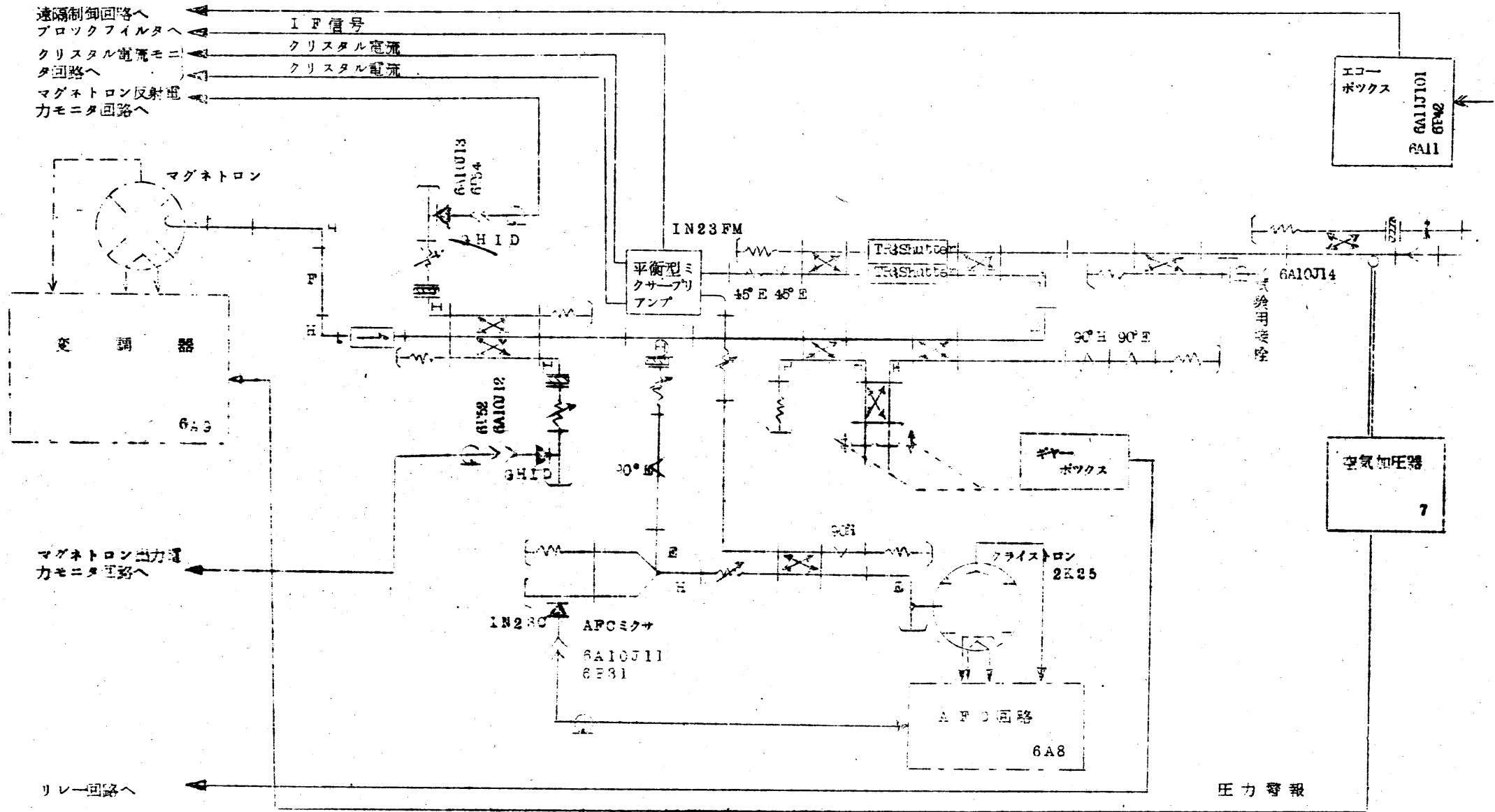


図6.3.2.7

立体回路系系統図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料



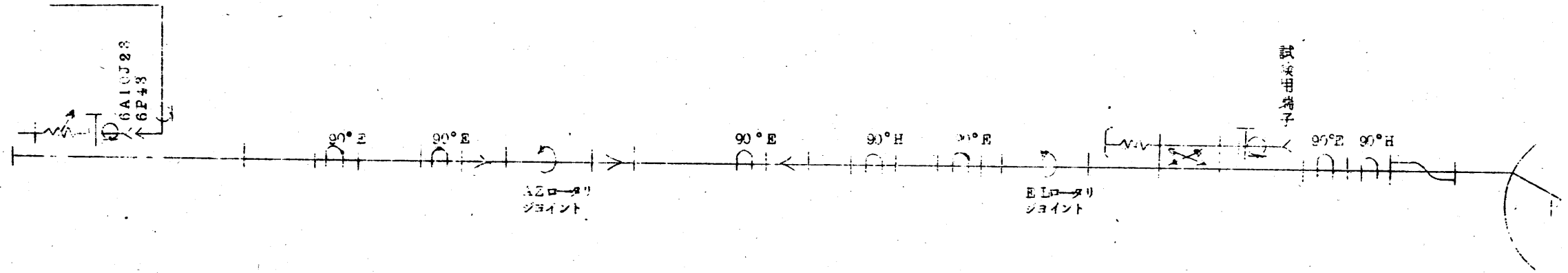


図 6 . 3 . 2 . 8

立 体 回 路 図

立、体 回 路 用 図 記 号

1 適 用

このシートは図面その他一般に記載する立体回路（マイクロ波用の空中線、電子管を含む。）を図記号で表示する場合に適用する。



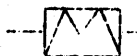
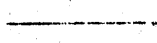
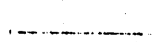

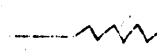
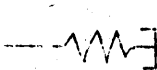

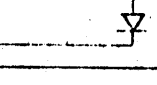






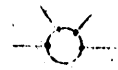
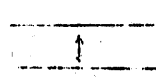

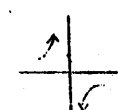
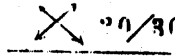
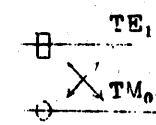
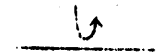

2 図 記 号

表 1

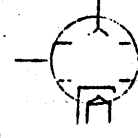
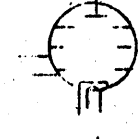
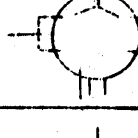
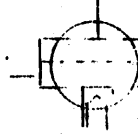
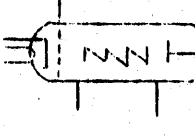
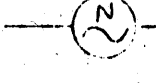

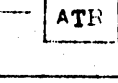

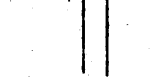


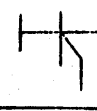

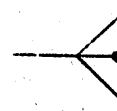
行番	名 称	図 記 号	摘 要
1	伝送線路一般	—————	代表記号
2	平行線路	○ ————— ○	しやへい付の場合は次のとおり表わす。
3	同軸線路	○ ————— ○	
4	ストリップ線路	(1)	(1) 対 称 形
		(2)	(2) 非 対 称 形
		(3)	(3) 非対称形誘電体板付
		(4)	(4) トリプレート
5	導 波 管	(1)	(1) 方形 (2) リッジ (3) 円形 ○ 伝送モードを添え書してもよい ○ 誘電体充填であることを示す場合は断面にハッチングを施す。 例：
		(2)	
		(3)	
6	表面波伝送線路	(1)	(1) 単一導線
		(2)	(2) 単一導線（誘電体外皮付）
		(3)	(3) 誘電体円形線路
		(4)	(4) 誘電体円形中空線路
7	同軸接栓（コネクタ）	—————>	図記号の左側はプラグ側を右側はジャック側を表わす。
8	接 続 素 子 フ ラ ン ジ	(1)	○ フランジの種類を区別する必要がある場合は次のとおり表わす。 例： ○ 参考：JISによるチヨークフランジの表示は次のとおりである。
		(2)	




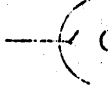
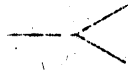
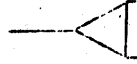


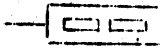
行番	名称		記号	簡要
9	直線導波管			必要により行番5に示す記号を併記する。例：
10	配 管 用 導 波 管	曲り導波管	(1) (a) (b) (2) (イ) (ロ)	(1) 内曲り (2) 円曲り 必要により曲り角度を併記する。 例：
11		ねじり導波管	(イ) (ロ)	必要により曲り角度及び方向を併記する。 例：
12		可撓導波管	 	
13	変換部品一般			代表記号
14	変 換 部 品	同軸導波管変換器		
15		円形方形変換導波管		テーパ状に変換する場合は次のとおり表わしてもよい。
16		モード変換器	 TE ₁₁ TM ₀₁	○図は円形導波管でTE ₁₁ からTM ₀₁ の変換器を例として示す。 ○場合により導波管形状を示す記号を省略してもよい。
17	テーパ導波管		(イ) (ロ)	矢印の方向は管の太い方から細い方を表わす。
18	不 連 続 素 子	直列素子一般		可変形の場合は次のとおり表わす。
19		直列抵抗素子		
20		直列誘導性リアクタンス		

行番	名 称		図 記 号	備 考	
21	不 連 続 素 子	直列容量性リアクタンス			
22		共振回路	(1)		(1) 共振点で∞のリアクタンス
			(2)		(2) 共振点で0のリアクタンス
23		並列素子一般			
24		並列抵抗素子			
25		並列誘導性サセプタンス			
26		並列容量性サセプタンス			
27		共振回路	(1)		(1) 共振点で0のサセプタンス
			(2)		(2) 共振点で∞のサセプタンス
28		スタブ			
29	アイリス				
30	抵抗減衰器		可変形の場合は次のとおり表わす。 		
31	移 相 器 フ イ ル タ	移相器一般		可変形の場合は次のとおり表わす。 	
32		方向性移相器			
33		低域フィルタ			
34		高域フィルタ			
35		帯域フィルタ			
36		帯域消去フィルタ			

行番	名 称	図 記 号	摘 要
37	分 波 器	(1)  (2) 	(1) 円形 (2) 方形
38	モード・フィルタ		
39	開 放 端		
40	短 絡 端		
41	可動端絡端		
42	ダミーロード	(イ)  (ロ) 	
48	クリスタルマウント	(イ)  (ロ) 	
44	T 分 岐		分岐面を表示する場合は次のとおり表わす。例： 
45	Y 分 岐		分岐面を表示する場合は次のとおり表わす。例： 
46	マジック T	(イ)  (ロ) 	図中の E, H は省略してもよい。
47	リング回路		
48	結 合 器		結合値の数値を添え書きして表わしてもよい。
49	方向性結合器	(イ)  (ロ) 	○例：結合電圧 30dB 方向性 30dB の場合  ○モード変換器の場合は次のとおり表わす。 例： 
50	ループ結合		
51	プローブ結合		

行番	名 称		図 記 号	摘 要
52	結合回路	開口結合		(1) 3 端閉 H 面結合 (2) 4 端閉 E 面結合 図中の E・H は省略してもよい。
58	共振回路	空洞共振器		例: E 面開口結合の空洞共振器の場合
54		空洞波長計		
55		同軸波長計		
56	非可逆回路	単向管 (アイソレータ)		
57		サーキュレータ	(1) (2)	(1) 3 端形 (2) 4 端形
58	切替回路	スイッチ		
59		ロータリスイッチ		
60	偏波旋回回路			図は右旋回 45° の場合を示す。
61	気密窓			
62	スロット導波管			
68	定在波測定器			
64	ロータリジョイント			
65	マグネトロン			必要により出力結合の方式を表示してもよい。

行番	名 称	図 記 号	摘 要
66	クライストロン	(1)  (2)  (3) 	(1) 単共振器反射形 (2) 複共振器形 (3) 外部共振器反射形 必要により出力結合の方式を表示してもよい。
67	板 極 管		共振器付の場合を示す。 必要により出力結合の方式を表示してもよい。
68	進 行 波 管		必要により出力結合の方式を表示してもよい。
69	雑音発生管		
70	T R 管		
71	A T R 管		
72	空 中 線 一 般		代表記号
73	ダイポールアンテナ一般		○垂直のダイポールを示す必要がある場合は次のとおり表わす。
74	クロスダイポールアンテナ		
75	八木アンテナ	(1)  (2) 	(1) 水平形 (2) 垂直形
76	ヘリカルアンテナ		
77	コーナアンテナ		垂直偏波、水平偏波の区別をする必要がある場合は、次の文字をそれぞれ付記して表わす。 垂直偏波：V 水平偏波：H

行番	名 称	図 記 号	摘 要
78	パラボラアンテナ	(1)  (2)  (3) 	(1)一般(代表記号) (2)後方給電の場合 (3)前方給電の場合 偏波の区別をする必要がある場合は次の文字をそれぞれ付記して表わす。 垂直偏波：V 左施円偏波：L 水平偏波：H 右施円偏波：R
79	カセグレンアンテナ		偏波の区別をする必要がある場合は次の文字をそれぞれ付記して表わす。 垂直偏波：V 左施円偏波：L 水平偏波：H 右施円偏波：R
80	ホーンアンテナ		
81	レンズアンテナ		
82	ホーンリフレクタアンテナ		参考：JISによる表示は次のとおり。 
83	スロットアンテナ		

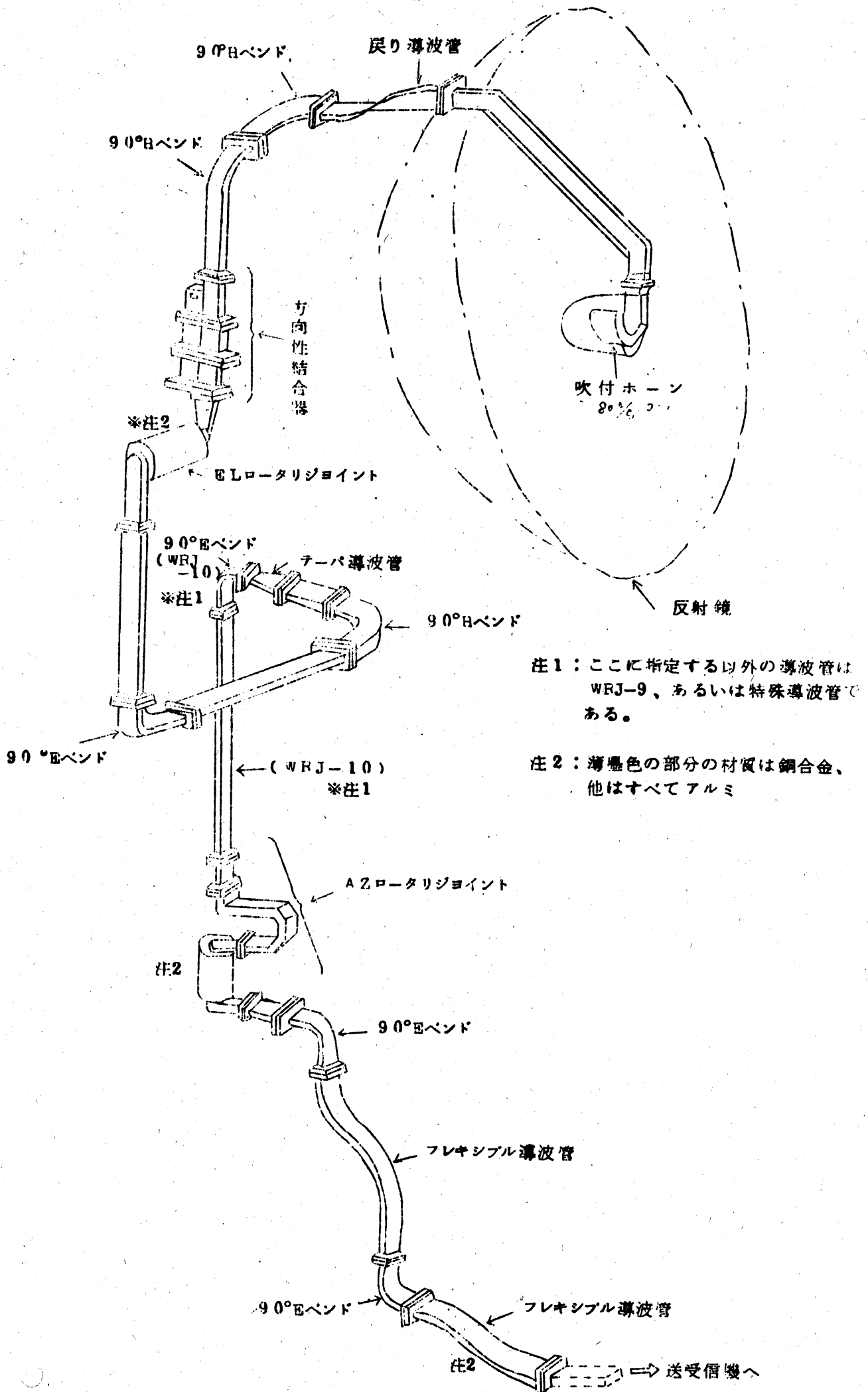


図 6.8.2.9

立本空中観測装置部立本図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

(4) 送信系統の作動

送信系はトリガ回路で測的艦指示部からのシステムトリガパルスを増幅し、変調器のサイラトロンをトリガする。サイラトロンがトリガされたときのみマグネトロンがマイクロ波電力を発振する。

また、これらの送信を安全に行なうための制御機能を有するリレー回路がある。送信系は次の構成より成っている。

名 称	アセンブリ番号
<u>リレー回路</u>	(A)
<u>トリガ回路</u>	(A 7)
<u>変 調 器</u>	(A 9)

レーダ送信機の系統図を図 6 . 3 . 2 . 10 に示す。受信部は大きくかけてトリガ系変調器(高圧直流電源、変調部、発振管)、制御系にわたることができる。

トリガ回路は測的艦指示部からのシステムトリガに強制的に同期したパルスを発振し、またシステムトリガがないときはトリガ回路自身の垂直同期波紋で発振する。これらのパルスが変調器のサイラトロンをトリガするのに十分なレベルまで増幅する。

変調器は高圧高流電源、変調部、発振管からなり、高圧直流電源は AC 115V . 400 HZ (3 相 3 線) の交流電源を約 6 ~ 7 KV の直流電源に昇圧、整流する。

変調部は短パルス用パルス形成回路、長パルス用パルス形成回路及びこれらの切換を円滑に行なうリレー及びサイラトロン等から成る。ここで短パルスを発振させるため特殊なラインタイプ変調器(一般にダーリントン、ラインタイプ、パルサとよんでいる。)を採用しておりトリガ回路からの

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

同期パルスに同期してマグネトロンに高電圧、大電流パルスを供給する機能を有する。

マグネトロンはこの高電圧、大電流パルスを受けてこれをマイクロ波パルス電力に変換し、出力導波管から導波管部へ送り出す。制御はリレー回路で構成し、マグネトロンのヒータ、電源の切換及びパルス幅切機に伴ない変調器、電源回路等の切換が作動中の回路に異常をおこさないようにしている。

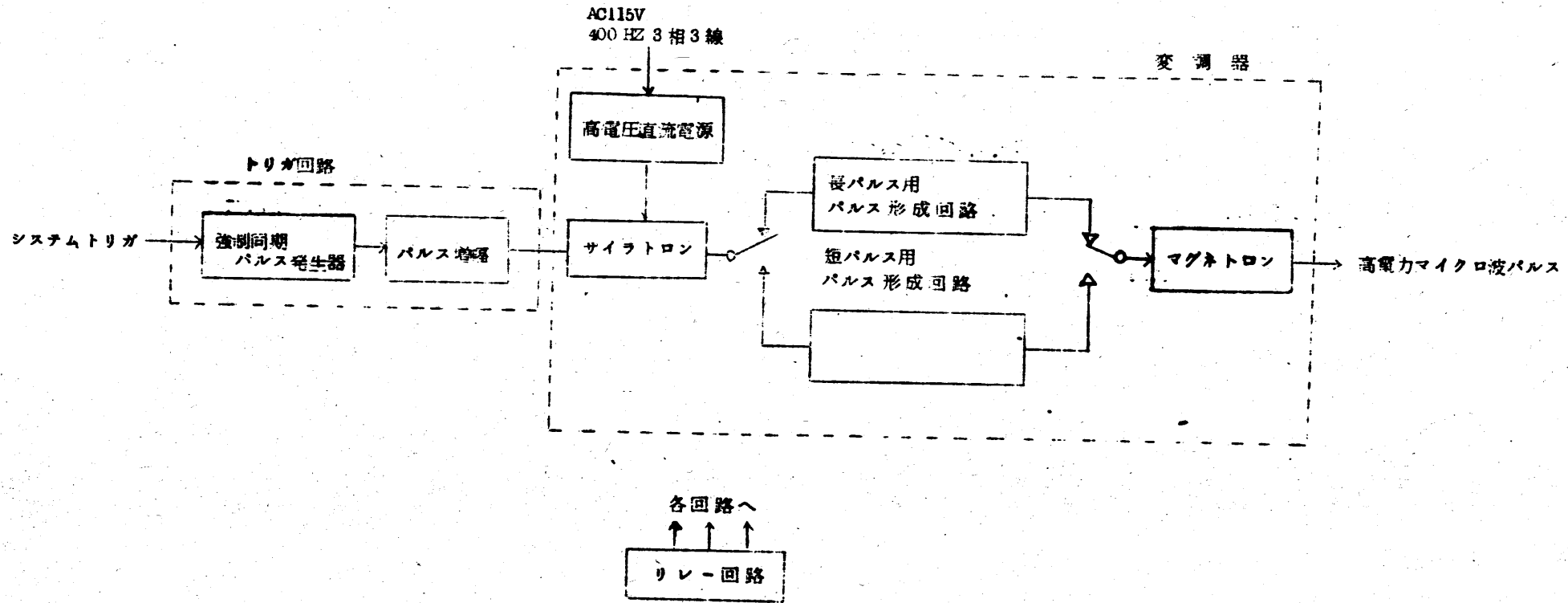


図 6.3.2.10

レーダ送受信機送信部系統図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

(5) 受信系統の作動

受信係は立体回路部からのマイクロ波受信信号を受けて、これをミキサにおいて中間周波数に変換しブロックフィルタ、第1中間周波増幅器で増幅し、検波してビデオ信号として指示部へ送り出す。

この他にミキサへの局部発振器の周波数を制御するAFC回路近距離からの受信信号に対して受信機の利得を制御するSTC回路を有する。またこれらの各機器へ電源を供給する低圧電源回路を有する。

受信系は次の各機器より成っている。

名 称	アセンブリ番号
ブロックフィルタ	(A 4)
第1中間周波増幅器	(A 8)
S T C 回路	(A 5)
A F C 回路	(A 8)
低圧電源(1)	(A 1)
低圧電源(2)	(A 2)

レ-ダ送受信機受信部の系統図を図6.3.2.11に示す。

受信部は大きくわけて信号受信系、AFC系と電源系に分けることができる。信号受信系はミキサプリアンプ、ブロックフィルタ、第1中間周波増幅器及びSTC回路から成っており、アンテナからの高周波受信信号を受けてミキサで30MBZの中間周波信号に変換し、これを増幅して検波しビデオ信号として測的盤へ送り出している。ミキサプリアンプはミキサとプリアンプとから成り、アンテナからの高周波受信信号をミキサで30MC/Sの中間周波数に変換し、プリアンプにて約20dB増幅

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

してブロックフィルタへ送り出す。ミキサへの局部発振信号はクライストロン2K25から受けている。レーダの受信感度はほとんどこのミキサリアンプの性能で決定されるので、ミキサは低雑音指数のバランス型とし、リアンプはカスコード接続の低雑音設計である。

ブロックフィルタは受信機の帯域幅の切替を行なっている。送信信号のパルス幅は通常の追尾の場合は7, (4880)、弾着観測の場合は7, (4880)と切替えている。したがってそれぞれの場合で最良の受信感度を得るために受信機の帯域幅を切替えている。帯域幅の切替えはブロックフィルタの入出力のリレーを切替えて行なっており、このリレーは送信パルス幅の切替えと連動して動作する。ブロックフィルタにはAGC電圧の一部が印加されており利得の制御を受けている。

第1中間周波増幅器はブロックフィルタから80MHzの中間周波信号を受けてこれを十分なレベルまで増幅し、ダイオード検波器で検波してビデオ信号としさらにビデオ増幅して測的盤へ送り出している。第1中間周波増幅器のIF増幅部にはAGC電圧とSTC電圧が印加され、利得の制御を行なっている。AGCは、標的の距離や大きさの変化による角度、誤差の変化や目標の動揺による角度誤差の変動を防ぐように受信機の利得を制御して出力信号を一定のレベルに保持させている。STCはレーダ受信機が近距離からのフラッターによつて飽和するのを防ぐためにある。STC回路は測的盤よりプレトリガーを受けてモノマルチ(Mono-Multi)を駆動させてSTC電圧を作成し、第1中間周波増幅器に印加している。STCの入切、STC電圧の強度、STCの範囲等は測的盤で操作員によつて調節することができる。

AFC系はAFCミキサ、AFC回路とクライストロンから成る。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

AFCは送信周波数や局部発振周波数の変動により受信信号の中間周波数が中間周波増幅器の中心周波数からずれてその結果、受信感度が低下するのを防ぐためにクライストロンを制御して局部発振周波数を調整し、受信信号の中間周波数をつねに中間周波増幅器の中心周波数に一致せしめるように動作する。AFCはAFCミキサ、AFC回路とクライストロンで閉ループを構成している。

AFCミキサは送信パルス電力の一部を受け、これをクライストロンからの局部発振信号を混合して中間周波数に変換する。AFC回路はこの中間周波数を受けて増幅し、デスクリミネータにて中間周波数のずれを検出し、その誤差に比例した直流パルス電圧を出力として出す。この誤差パルス電圧はビデオ増幅部で増幅され、低域ろ波器を通つて直流電圧に変換され、フアンタストロンで増幅されて出力としてクライストロンへ与えられる。AFC回路の出力電圧はクライストロンのリベラへ印加されて局部発振信号はAFCミキサとで共通になつており、AFCによつて受信信号の中間周波数は中間周波増幅器の帯域の中心に保持させられる。受信部の電源系は、低圧電源(1)と低圧電源(2)とから成り、ここで必要な各種電圧が作成されて受信部の各シヤシへ送られる。1次電源は、交流400HZ, 115Vである。

(6) 制御系統の作動

リレー回路(アセンブリ番号A6)及び各回路のリレー及びスイッチ等により制御できる。

これらの回路でレーダ送受信機の遠操及び局操時の作動を円滑に行ない得る。図6.3.2.12にレーダ送受信機制御系統図を示す。

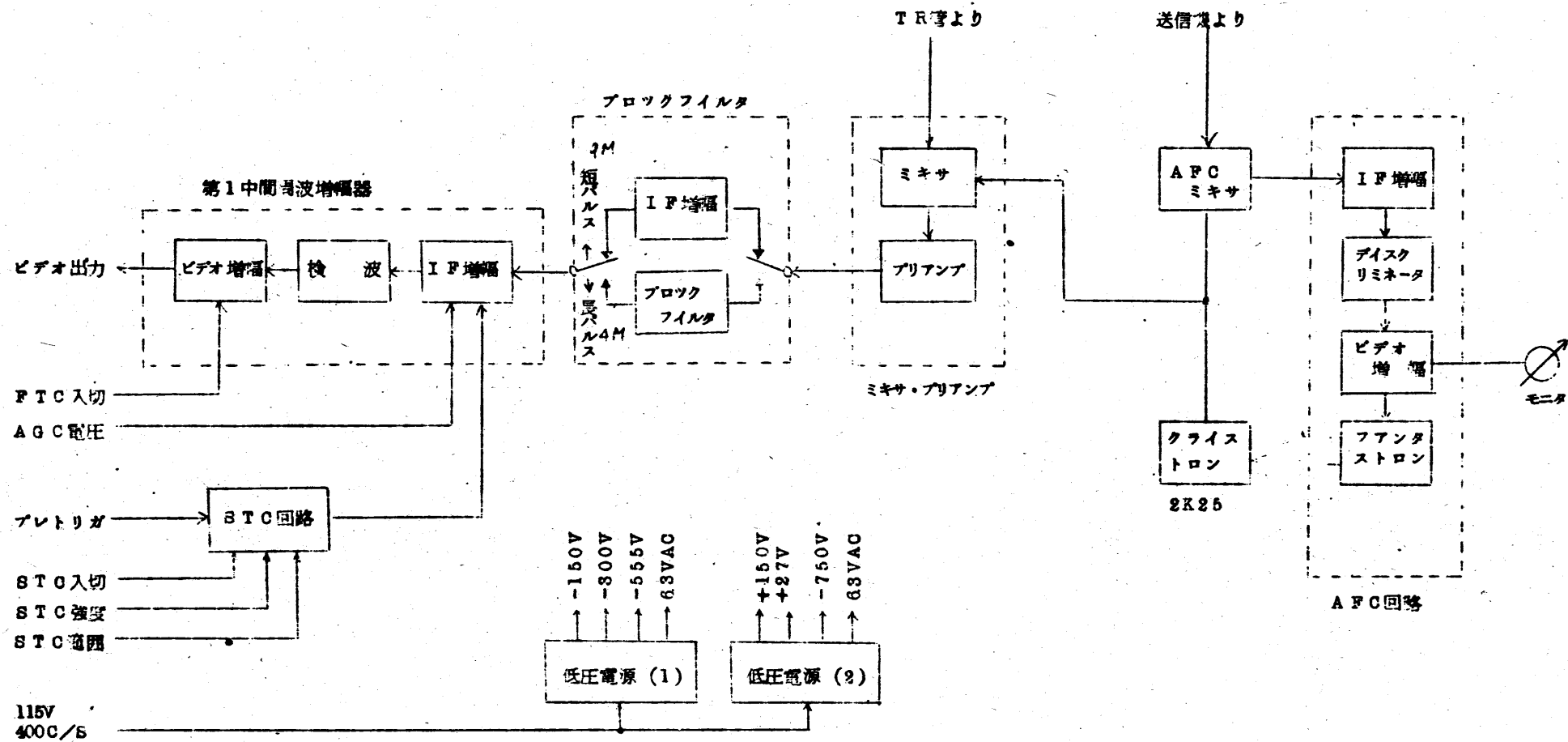
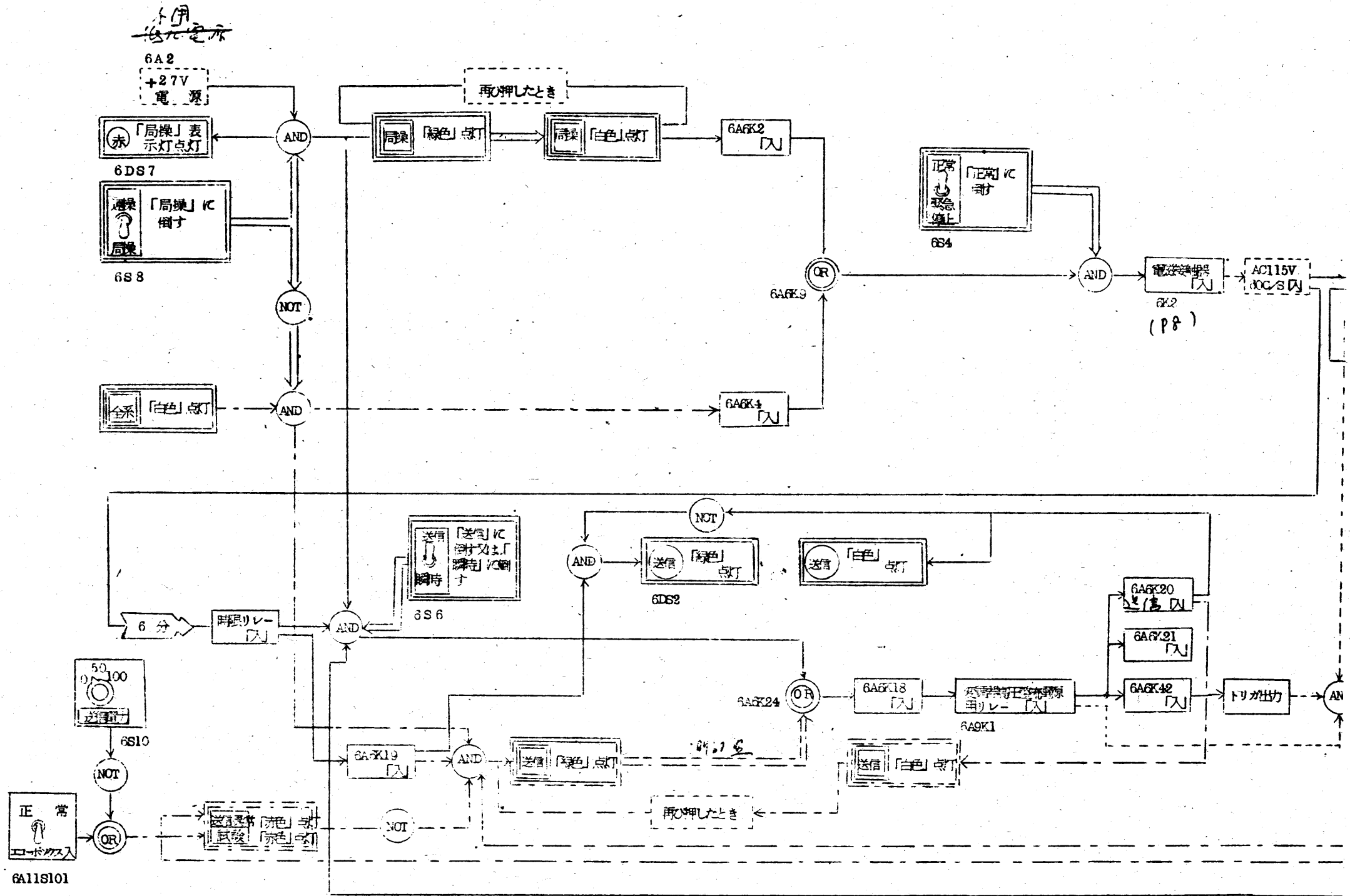


図 6.3.2.11

レーダ送受信機受信部系統図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料



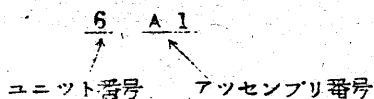
HP 『海軍砲術学校』 公開資料

3 主要構成回路及び部品

主要構成回路及び特殊部品（変調器、立体回路などの特殊部品）について回路あるいは部品単体ごとについて、その作動原理を詳細に述べてある。主要構成回路は下記の如くである。

名 称	シヤシ番号*	付 図
低圧電源(1)	5A 1	付図2.6.3. 1
低圧電源(2)	5A 2	付図2.6.3. 2
第1中間周波増幅器	6A 3	付図2.6.3. 3
ブロックフィルタ	6A 4	付図2.6.3. 4
S T C回路	6A 5	付図2.6.3. 5
リレー回路	6A 6	付図2.6.3. 6
トリガ回路	5A 7	付図2.6.3. 7
A F C回路	6A 8	付図2.6.3. 8
変 調 器	6A 9	付図2.6.3. 9
導波管部	6A10	付図2.6.3. 10
エコーボックス	6A11	付図2.6.3. 11
送受信機きよう体	6	付図2.6.3. 12
空気加圧機	7	付図2.6.3. 13

注：シヤシ番号の読み方



HP 『海軍砲術学校』 公開資料

(1) 低圧電源(1)の作動原理(接続図:付図2.6.3.1)

低圧電源のシャシは受信機の各シャシ、ランプやリレー等へ電力を供給している。低圧電源(1)は受信機の各シャシへ -150v ・ -300v ・ -555v 及び 6.3VAC の電圧の電源を供給している。接続図は付図2.6.3.1に示したが、図を見ればわかる如く -555V 電圧は -300V と -255V の電圧を別個に作つて、出力にて各々を直列に接続して -555V の電圧を作成している。ヒータ用の電圧 6.3VAC は単にトランスを用いて電圧変換を行なつて作成している。

-150v ・ -355v ・ -300v の各電圧の作成は、全く同一の方式で行なつており、そのブロック図を図6.3.3.1に示した。

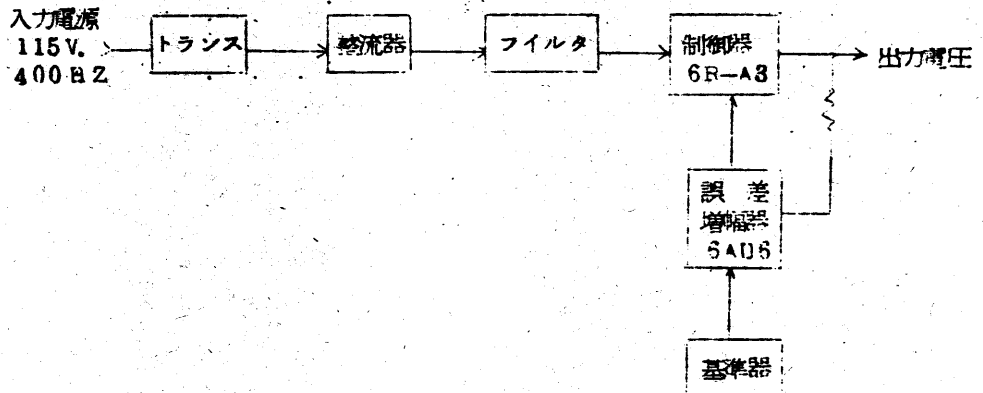


図 6.3.3.1

電源回路ブロック図

HP『海軍砲術学校』公開資料

これは通常一般に使用される電圧制御回路である。入力電源は AC115 Vで周波数は 400C/S である。これはトランスによつて適当な交流電圧に変換され、4素子のダイオードブリッジからなる整流器で両波整流される。

直流になつた電圧はコンデンサのフィルタでリップルを低減されて、次段の制御器で電圧を目的の値に制御されて出力として取り出される。制御器としては 3 極管の 6R-A 3 が使用されており、そのグリッドバイアス電圧を制御して内部抵抗を変化し、出力電圧を制御している。

出力電圧は、抵抗で分割されて誤差増幅器へ帰還される。この電圧は基準器の基準電圧と比較され、その誤差電圧は誤差電圧増幅器で増幅されて制御器へ帰還されてその 3 極管のグリッドに印加され、出力電圧を制御する。基準器としては定電圧放電管を使用し、誤差電圧増幅器には 5 極管の 6AV 6 を使用している。

(2) 低圧電源(2)の作動原理(接続図:付図2.6.3.2)

低圧電源(2)は +150V・-750V・+28V 及び 63VAC の電源を作成している。+150V は受信機用の +B 電源用、-750V は TR 管用、+28V はリレー及びランプ用、63VAC はヒータ用である。

接続図を付図 2.6.3.2 に示した。図を見ると解るとく +150V 電圧用の制御回路は低圧電源(1)に述べた方式と全く同一の回路方式を用いており、ただ電流容量が大きいため制御器として電子管 6AS27G 2 本を並列に接続して使用している。

-750V 用の電源回路は大きな安定度の出力電圧を必要としないので、電圧制御回路は付いておらず、単にダイオード整流器とフィルタ用のコン

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

デッサで構成されている。

ヒータ用の 63VAC の電源は低圧電源(1)の場合と同じく、トランスで単に電圧変換を行なつて出力としている。28V 電源の電圧制御回路は本質的には +150V 電源の方式と同じである。ただし、この回路は電子管の代わりにトランジスタとダイオードを用いており、又過電流防止回路が付いている。接続図において制御器としてトランジスタ Q.1 ~ Q.4 の 4 個を並列に接続したものをを用いている。

基準器はゼナーダイオード CR 13 で、出力電圧は抵抗によつて分割されて、誤差増幅器 Q.7 のトランジスタで基準器 CR 13 の基準電圧と比較され、その差電圧は増幅されて駆動回路 Q.5・Q.6 を通して制御器のトランジスタのベース電流を制御して出力電圧を一定に保持している。シリコン制御整流素子 CR 9 は過電流防止用の回路である。負荷に過電流が流れると CR 9 のゲート電極に電圧がかかり、CR 9 はターンオン (Turn-on) となり制御器と駆動回路のトランジスタのコレクタ電圧を低下させて、これをオフ状態とし出力電圧を零にしてしまう。これを回復させるにはリセットスイッチ S 1 を押して、シリコン制御整流素子 CR 9 をターンオフ (Turn-off) の状態にもどせばよい。

(3) 第 1 中間周波増幅器の作動原理 (接続図: 付図 2.6.3.3)

第 1 中間周波増幅器のブロック図を図 6332 に、又その接続図を付図 2.6.3.3 に示す。図 6332 のブロック図において、ブロックフィルタからの 30MHz の中間周波信号は J 1 の入力接栓より入ってくる。この中間周波信号は V 1 ~ V 7 までの 7 段の中間周波増幅段によつて検波器を駆動するに十分なレベルまで増幅される。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

この中間周波増幅段は 2群のトリプルスタガーで構成されており、V 1
～V 3とV 4～V 6とでそれぞれ各 1群のトリプルスタガーを構成する。
V 7は中間周波信号の中心周波数に同調された増幅段である。中間周波
増幅段でV 1, V 3, V 4にAGC電圧が印加されており、同じくプロ
ックフィルタに印加されている1段とともに受信機の利得を制御し、レ
ーダが目標を追尾のとき角度誤差が目標の距離の変化や雑音等によつて
変動するのを防ぐ。又V 2にはSTC電圧が印加されており、近距から
の反射信号によつて受信機が飽和するのを防いでいる。中間周波増幅段
で十分に増幅された中間周波信号は、検波器CR 2によつて検波されて
ビデオ信号に変換される。このビデオ信号はFTC回路を通過して次のビ
デオ増幅段へ送られる。FTC回路は抵抗とコンデンサで構成された高
感度波器でオペレータによつて「入」「切」を行なうことができる。
クラッター等の妨害雑音が存在するときにオペレータはFTC回路を
「入」にして雑音を感じるができる。FTC回路は目的とする信号
の出力をも多少減じる効果があるので、通常はこれを「切」にしておく。
FTC回路を通過した信号は、ビデオ増幅器1段によつて増幅され、最
終段のカソードホロワーで出力インピーダンスを98Ωとして、第1中
間周波増幅器から測的盤へ送られる。

付図 2. 5. 3. 3 の接続図において入力信号は同軸接座座J 1を通
つて入ってくる。この信号はコイルL 1を通過して電子管V 1に供給され
る。L 1によつて入力ケーブルのインピーダンスとV 1の入力インピー
ダンスの整合を行ない、雑音指数の低下をはかっている。

電子管V 1～V 7はトリプルスタガー2群の中間周波増幅段で中心周波
数30MHz, 3dc帯域幅10MHzである。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

トリプルスタガーを構成する各段間の同調コイルL1～L8は各々次の周波数に同調される。

L 1	30.0 MBZ
L 2	80.0
L 3	25.0
L 4	85.0
L 5	80.0
L 6	25.0
L 7	85.0
L 8	30.0

V1・V3・V4の第1グリッドにはAGC電圧が印加されており、第1グリッドのバイアス電圧を変化して、第1中間周波増幅器の利得を変化させる。このAGC電圧はまたL1を通過してJ1より信号ケーブルを通過してブロックフィルタへ供給されている。STC電圧は同軸接続器J2より導入されて、V2の第1グリッドへ印加される。

中間周波増幅段の出力信号は、検波ダイオードCR2によつて検波されてビデオ信号に変換される。コンデンサC85とコイルL9は低域通過ろ波器で検波後の中間周波周波数成分をここで落とされている。L10とC87はピーキング回路で信号パルスの整形を行なっている。ジャックJ5はここへ直流ミリ電流計を接続して検波電流を測定することができる。これは主に中間周波増幅段の調整時に使用される。

C88とR88はFTC回路を構成する。FTC「入」のときにこの回路が信号の通路に挿入される。FTCの「入」「切」は遠操と局操で行なうことができる。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

C 38 と C 39 で高いカットオフ周波数の高域ろ波器を構成し、クラッタ成分を減衰させる。ビデオ信号は V 8 で増幅され、V 9 のカソードホロワーで出カインピーダンスを 93 Ω として送り出される。L 11 と C 41、L 12 と C 43 はそれぞれ平並と直列のピーキング回路である。第 1 中間周波増幅器の総合性能は次のとおりである。

中心周波数	90.0MHz±0.2MHz
3 db 帯域幅	9.0±0.5MHz
電圧利得	最大時で 89db 以上
入カインピーダンス	50 Ω
出カインピーダンス	93 Ω
利得可変範囲	80db 以上
出力レンジ	2v (p-p) まで直線的であること。

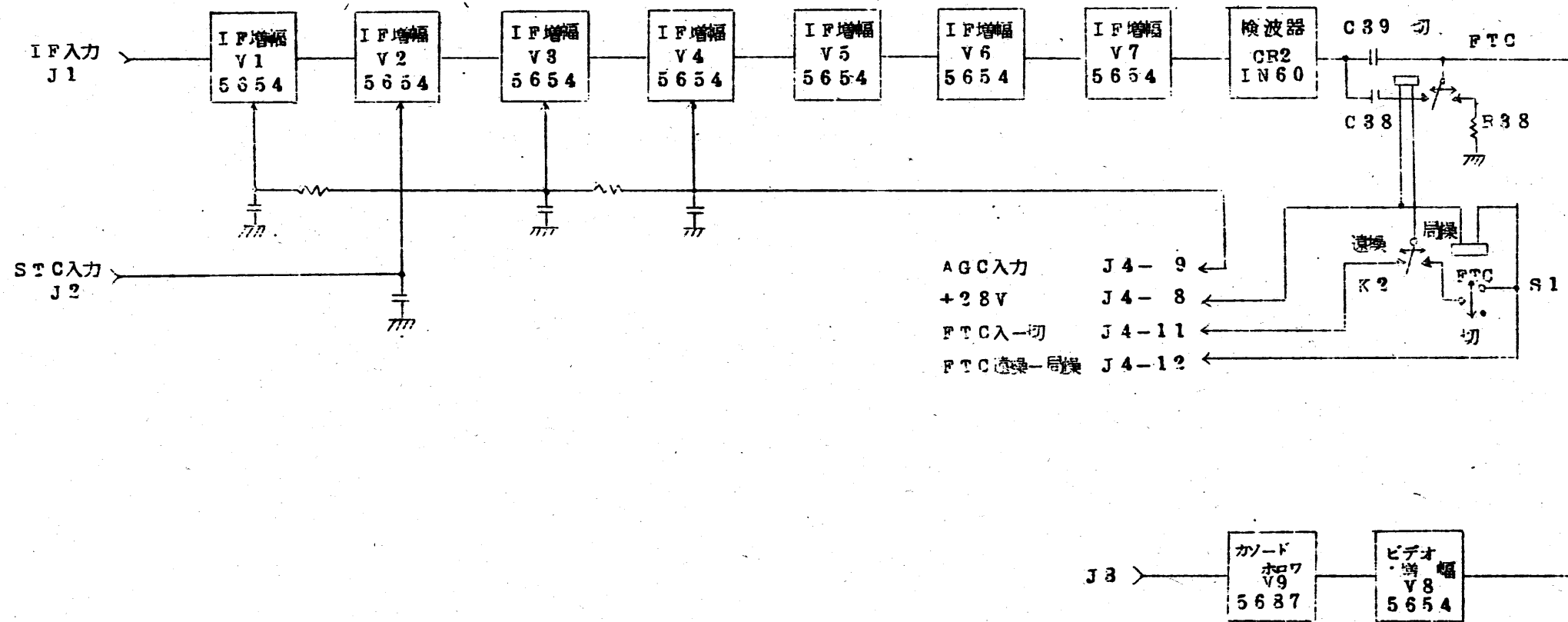


図 6.3.3.2

第1中間周波増幅器ブロック図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

(4) ブロックフィルタの作動原理 (接続図: 付図2.6.3.4)

ブロックフィルタは、受信機の帯域幅の切替えを行なっている。すなわち、通常のトラッキングの場合の送信信号のパルス幅7, μsec と弾着観測の場合の送信信号のパルス幅7, μsec の場合とでは受信信号のS/Nを最良にする受信帯域幅が異なるので、ブロックフィルタで帯域幅の切替えを行なっている。送信信号のパルス幅7, μsec のとき、受信機の帯域幅は4MHz、送信信号のパルス幅が7, μsec のとき、受信機の帯域幅は10MHzである。

ブロックフィルタのブロック図を図6.3.3.8に又その接続図を付図2.6.3.4に示した。ブロック図に示すごとく帯域幅の切替えは入力段のリレーK1と出力段のリレーK2を同時に切替えて行なっている。リレーが図の如く上方に倒れている場合には、受信信号は図の上方のブロックフィルタを通り、受信機は帯域幅4MCとして動作する。また、リレーが図で下方に倒れている場合には、受信信号は広帯域の中間周波増幅段V3 I段を通過して送り出される。したがって、この場合の受信機の帯域幅は第1中間周波増幅器の帯域幅10MCで決定される。

4MCのフィルタは5つの共振回路を組合せた多極共振フィルタでいわゆるブロックフィルタとよばれるものである。

帯域幅が4MCのラインと10MCのラインのそれぞれ先頭の増幅段にはA G C電圧が印加されている。このA G C電圧は第1中間周波増幅器から中間周波信号の出力接合を通過して送られてくる。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

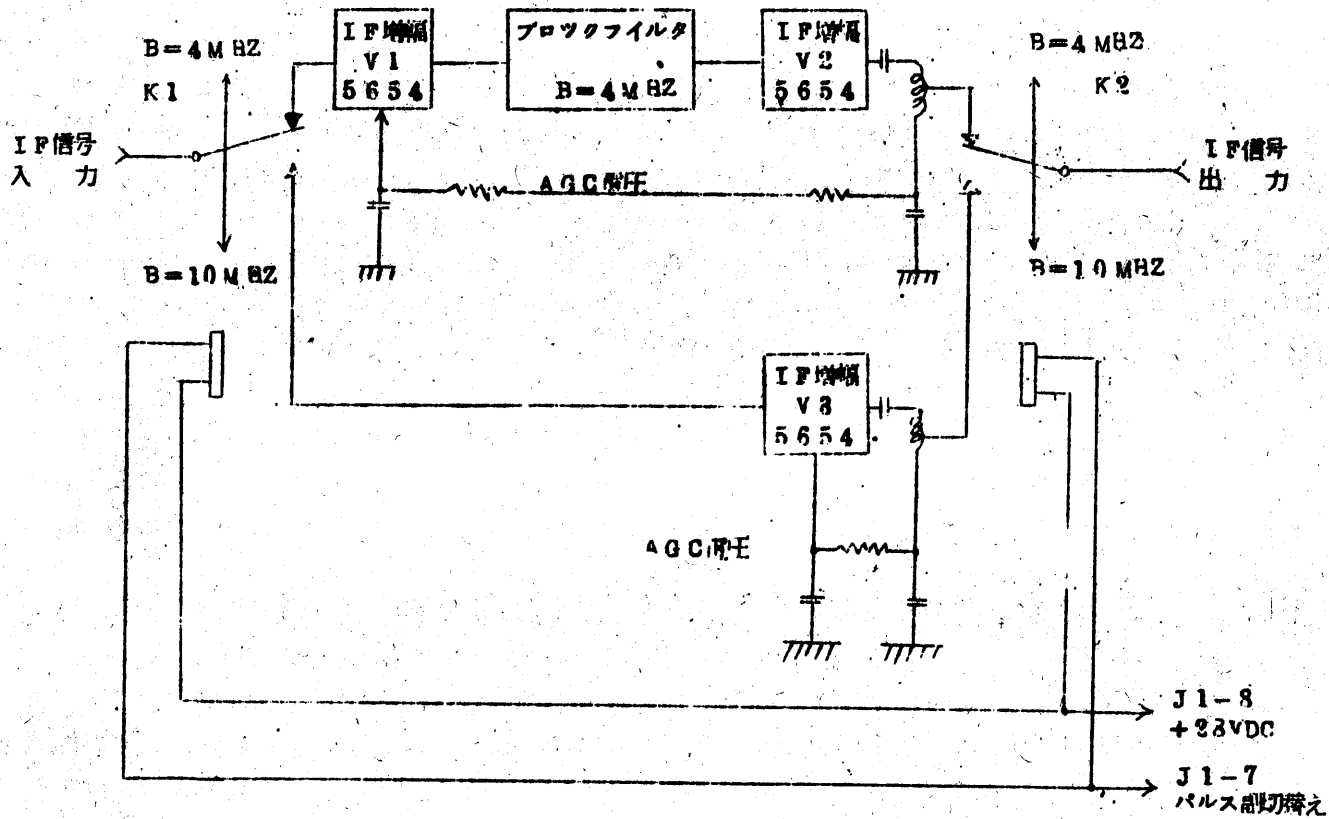


図 6.3.8.8

ブロックフィルタブロック図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

(5) STC回路の作動原理(接続図:付図2.6.3.5)

STC回路のブロック図を図6.3.3.5に又その接続図を付図2.6.3.5に示す。STC回路は図6.3.3.4の(a)のようなトリガを入力してもらいその時点より同図向のごとき波形の電圧を出力として出す。この出力電圧は第1中間周波増幅器の中間周波増幅段へバイアス電圧として加えられ増幅器の利得を低下させる。これによつて受信機が近距離からのクラッターによつて飽和するのを防ぐ。

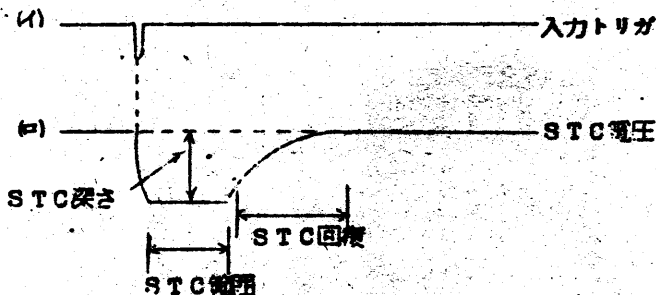


図: 6.3.3.4 STC 波形

図6.3.3.5のブロック図において、トリガは入力接続点J1より入ってくる。このトリガは次のSTCマルチを駆動するに十分なレベルまでトリガ増幅によつて増幅される。STCマルチは双三極管6Z01によつて構成された単安定マルチで、増幅されたトリガによつて起動され出力として正の矩形波を出す。STC時間である矩形波の幅はV2のバイアスを制御して変えることができる。リレーによつて遠操、局操の切替えが可能で、遠操の場合は潮的盤より制御することができる。

STCマルチの出力はカソードホロワーを通過して次段のダイオード、コンデンサと抵抗で構成されるストレッチ回路へ入る。ここで矩形波の

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

立下り時間はブロック図のC9とR18、R24の時間定数によつて決定される。この立下り時間(STC回復)は調整によつて適当な値に設定できる。ここで形成されたSTC波形は次段のSTC増幅によつて必要な電圧まで増幅されて出力接点座J2より送り出される。

STC深さはこのSTC増幅段のバイアスを変化して利得を制御して変えることができる。

STCの入切は+150Vと-150Vの電源を入切して行なり。STC回路の性能は次のとおりである。

入力トリガ	約-1V (p-p)
STC深さ	0 ~ -15V以上可変できる
STC遅延	5 ~ 50 μ sec以上可変できる
STC回復	5 ~ 200 μ sec以上可変できる
STC立上り	2 μ sec以下

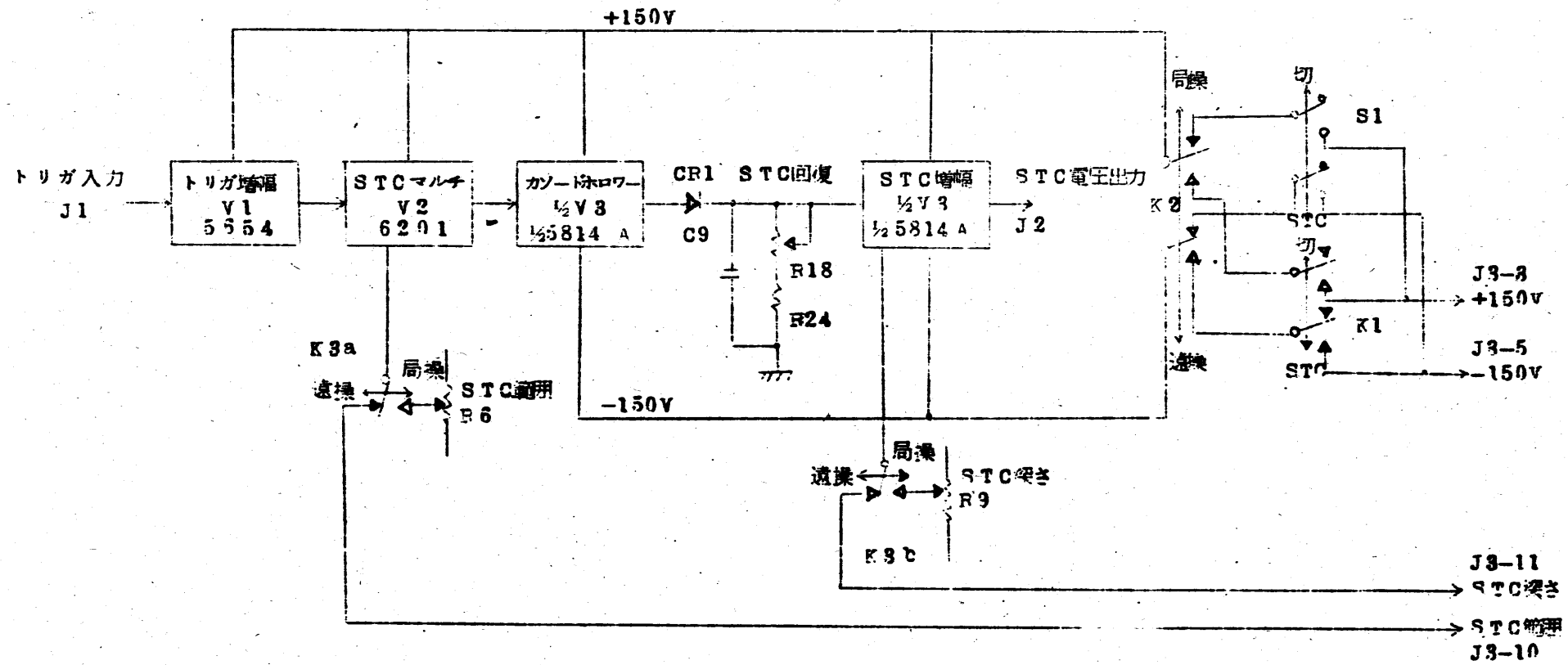


図 5.8.3.5

STC回路ブロック図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

(6) リレー回路の作動原理(接続図:付図2.6.3.6)

本回路は送受信機全体の制御を行なっており、これだけを取りあげて説明しても意味がないので、6.3.2.(6)制御系統の作動の項で主に説明してある。

(7) トリガ回路の作動原理(接続図:付図2.5.3.7)

ア 自励トリガの場合

接座J1から外部トリガパルスが供給されないときは、ブロッキング管V1Bが自励発振してトリガパルスを発生する。すなわちV1Bのグリッド(ピン番号?)には固定バイアスがかかっているから、パルスランスT1の巻線(1-2)を通してV1Bにプレート電流が流れる。この電流でT1のグリッド巻線(3-4)の正の電圧を誘起し、V1Bのプレート電流を一瞬増加させる。この時グリッド電流が流れてコンデンサC5が充電される。プレート電流の飽和点でグリッド巻線の誘起電圧は零になるが、C5の充電電荷のためグリッドは前の電位にあり、急激にプレート電流が減ずる。この動作はV1Bを急やかにカットオフにする。C5に充電された電荷は固定抵抗R8及び可変抵抗R9を通して放電する。この放電によりV1Bのグリッドバイアスが浅くなり再びプレート電流が流れるようになり、上述の動作を繰返す。この繰返周波数はC5、R8、R9の値により決まり、可変抵抗R9により多少調整ができる。(ただし、測的線からの繰返周波数は、よりも約10%位少ない周波数に調整しておくことが重要である。)

V1Bによつて得られたトリガパルスはT1の巻線(5-6)によつ

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

でパルス増幅管V2に送られる。さらにカソードホロー管V3の出力から約200Vのトリガパルスが得られる。

V3の出力はパルストランスT2により約2倍に昇圧され、約400Vのトリガパルスとなり接栓座J2から変調器のサイクロンのグリッドに送られる。

イ 外部トリガの場合

測的盤指示部からシステムトリガパルスが接栓座J1からパルス増幅管V1Aのグリッドに与えられるとT1の巻線(1-2)を通してV1Aにプレート電流が流れる。この時期は前述の自動トリガの場合の寸前である。(自動トリガの場合はR9によつてシステムトリガの繰返周波数よりも約10%少ない繰返周波数に調整されているためである。)

したがつてブロッキング発振管V1Bのプレート電圧が低くなり、電極的起り5による負のバイアスが浅くなつたことになるから、V1Bはこの時点でシステムトリガに強制的に同期して発振することになる。以降は〔自動トリガの場合〕と全く同様にして接栓座J2から変調器のサイクロンのグリッドに与えられる。

ウ その他

本回路は上述のごとくシステムトリガにも同期し(繰返周波数 F_R)またシステムトリガが本回路に入力がない場合には、自動で発振する。(繰返周波数は F_R より10%位減)したがつて、送受信機単独でも試験調整が可能である。

ブロッキング発振管V1Bのカソード抵抗R6から接栓座J5へ試験用のトリガパルスが得られる。これはJ2の出力に同期したもので

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

送受信機単独試験調整のとき測定器の同期パルス等に使用できる。この出力は送受信機きよう体の制御パネルの端子座6 J 6へ接続されている。(6 J 6の銘板は「試験トリガ」)

リレー K 2は送信切のとき変調器のサイラトロンへトリガがかかつて、サイラトロングリッドスパッタリングを起こすのを防ぐため送信入のときのみ J 2から出力が出るようにしてある。

K 3の作動は変調器のパルス幅切換のときサイラトロンにかかるトリガを瞬時停止させるものである。抵抗 R 1 8 , R 1 9 及び変調器のサイラトロングリッド抵抗 6 A 9 R 1 1 によつてサイラトロン 6 A 9 V 8 に約 150V の負のバイアスをかけて変調器のチャージングチョーク 6 A 9 L 2 が大型となるのを防いでいる。

抵抗 R 6 , R 7 , R 8 は高電圧雷領のモニタ用及びブリーダの役目をしている。

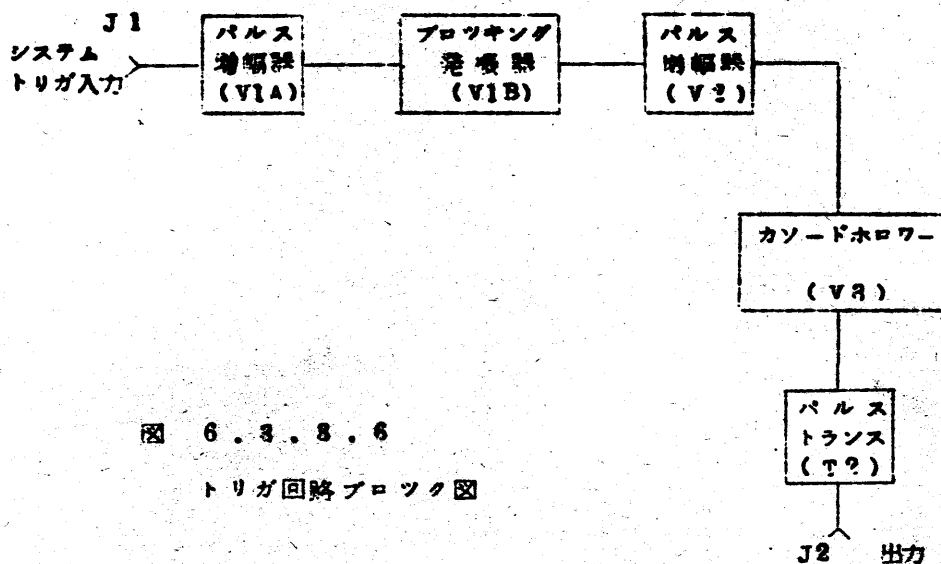


図 6 . 3 . 8 . 6
トリガ回路ブロック図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

5. A F C回路の作動原理（接続図：付図2.6.3.8）

A F C回路は局部発振器のクライストロンを制御して中間周波信号の周波数を常に中間周波増幅器の帯域の中心に合わせるように動作する。すなわち、レーダの受信信号の周波数の変動や局部発振器の発振周波数の変動によつて、中間周波数が増減するのをA F C回路によつて防いでいる。A F C回路のブロック図を図6.3.3.8にまたその接続図を付図2.6.3.8に示した。A F C回路への入力信号は送信信号の1部をA F Cミキサにおいて局部発振器の出力と混合して中間周波信号を作りこれを導入する。したがつてこの中間周波数は受信信号の中間周波数と同じである。A F C回路に導入された中間周波信号は中間周波増幅段2段によつて増幅され、次のダイオードリミターでその振幅を一定のレベルに設定される。この信号はもう1段の中間周波増幅段を経て振幅約2V一定の信号となり、次段のデスクリミネータへ導入される。このデスクリミネータは図6.3.3.7に示すような特性を持っており、そのクロスオーバー周波数 f_c は受信機の中周波増幅器の中心周波数の80MHzに調整してある。したがつてこのデスクリミネータはその中心周波数 f_c からのズレに比例し、ずれの方向によつて正負の極性を有する電圧は1段のビデオ増幅器で増幅され、次のカソードホロワーを通過してダイオードストッパーとフアンタストロン回路へ送られる。

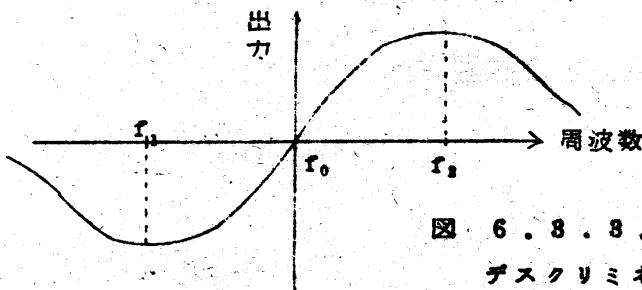


図 6.3.3.7

デスクリミネータ特性

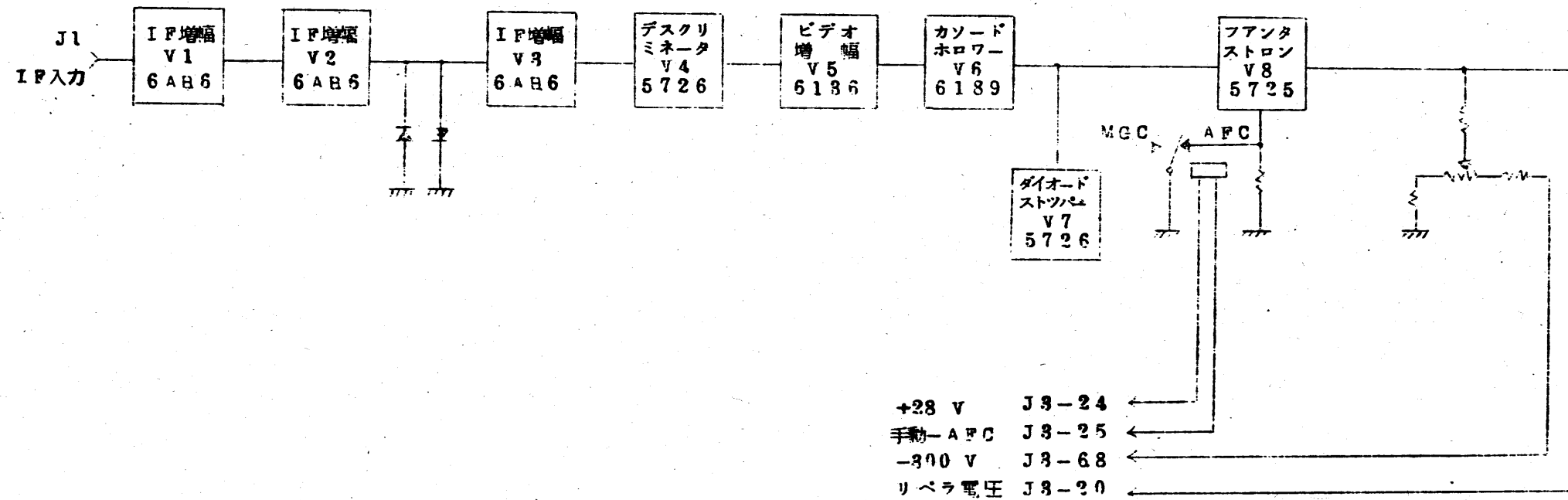


図 6.3.3.8

AFC回路ブロック図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

ダイオードストツパーとファンタストロンはAFC回路において、重要な役目をしている。AFC回路の動作は、基本的にサーチ・モード (Search Mode) とトラック・モード (Track Mode) とに分かれる。サーチ・モードはAFC系がまだロックしていない状態で、AFC回路がちょうど中間周波増幅器の中心周波数に等しい中間周波信号に合致する局部発振周波数を捜索している状態をいう。

トラック・モードはAFC回路が目的とする局部発振周波数を見つけ、以後AFCループが中間周波数を常に中間周波増幅器の帯域の中心に保つように、局部発振周波数を追跡する状態である。サーチ・モードとトラック・モードの切替えはダイオードストツパーとファンタストロンによつて行なわれる。

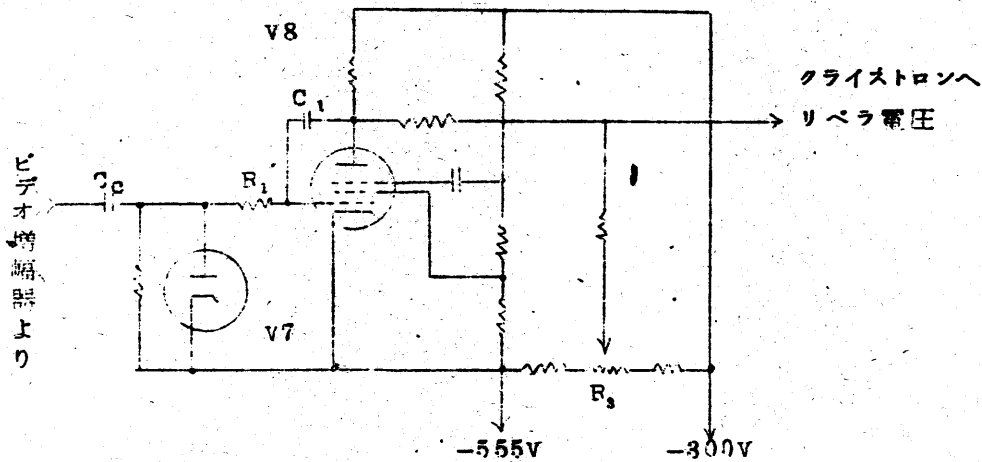


図 6.3.3.9

ダイオードストツパーとファンタストロン

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

図6.3.3.9にダイオードストップとファンタストロンのブロック図を示した。図においてV7がダイオードストップで、V8がファンタストロンを構成する。

今、AFC系がロックしていない状態でビデオ増幅器からの出力がない場合は、ダイオードストップは動作せず、ファンタストロンは鋸歯状波発振器として動作する。抵抗 R_1 とコンデンサ C_1 とでミラーの積分回路を構成し、クライストロンへのリペラ電圧出力は振幅約35Vの繰返し鋸歯状波となり、局部発振器の発振周波数を連続的にスイープして目的の局部発振周波数を検索する。可変抵抗 R_2 はリペラ電圧の基準電圧を設定するものでAFC系がロックしたときに、誤差周波数が最小になるように設定する。

このようにしてファンタストロンは目的の局部発振周波数を検索していき、中間周波数がデスクリミネータのクロスオーバーを通過した所で正の誤差パルス電圧がビデオ増幅器よりコンデンサ C_2 を通してダイオードストップ回路へ入ってくる。この正のパルス電圧はダイオードストップV7のプレートに負の電荷を生ぜしめ、ファンタストロンV8の第1グリッドを負電位にバイアスする。この結果、ファンタストロンの発振動作は第1グリッドが負電位にバイアスされた状態で停止し、単なる直流増幅器となる。こうしてAFC系はロックしトラック・モードに入る。

(9) 変調器の作動原理（接続図：付図2.6.3.9）

本変調器は線形放電形パルサであつて高圧電源部、パルス形成部、発振管及び保護回路から成り立っている各部についてその作動原理を説明

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

する。

ア 高圧電源部

高圧電源部はT1、CR1～CR6、L1、C1の主要部品から成り立っている。T1は昇圧用3相高圧トランスで△-Y結線をしている。T1の入力は400 Hzを使用し、この高圧トランスの小型高能率化を計っている。CR1～CR6は高圧3相全波整流器(シリコン整流器)である。

C1及びL1は出力のリプルを取り除くための低域ろ波器である。マグネトロン出力のパルス幅によりリレーK2でT1の1次側タップを切換えて所要のマグネトロン出力が得られるようになっている。

イ パルス形成部

マグネトロンの送信パルス幅が狭く、この狭いパルスを直接マグネトロンに加えても、急激な立上り電圧についてゆけないので発振し難い。また本回路に使用するような狭いパルス幅でかつ高電圧のパルストランスは製作困難である。(周波数特性が悪い)そのため特殊な考慮が払われている。

本回路はL2、V1～V7、L4～L12及びC8～C28の主要部品から成り立っている。作動原理を容易に説明するために本回路を簡略化し図6.3.3.10に示す。

システムトリガパルスのパルス休止期間中にPFN(L4～L7、C8～C18あるいはL8～L11、C20～C27、L12、C28)に高圧電源部の電圧の約2倍の電圧がチャージングチョークL2及びホールドオフダイオードV1、V2を通して充電される。この電圧は同時にサイラトロンV3の陽極にも加えられる。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

今、トリガ回路で発生したトリガパルスは送受信機きより体の接栓
6 P 14、6 P 17、6 J 3を通過して変調器の接栓 1 からカットオフ
状態にあるサイラトロン V 3 のグリッドに加えられると P F N に固有
のパルス幅 7₁、又は 7₂ で高電圧短形パルスが発生し、マグネトロン
V 7 の陰極、陽極間に加えられる。

このときの高電圧短形パルスは充電電圧の約 2 倍の電圧となつてゐる。
電流の流れる経路は V 3 → V 7 → P F N である。この電流が流れると
きサイラトロン V 3 はほとんど短絡状態となり、高電圧源からサイラ
トロンに電流が流れようとするが、これをチャージングダイオードで防
いでゐる。

V 5、V 6 は P F N の L 7、C 17 ~ C 19 あるいは L 11、C 26、
C 27 の充電に必要なチャージングダイオードである。V 4 は P F N
とマグネトロンの不整合による直のへき返り電圧を除くためのクリッ
パーダイオードである。

また本変調器の S H F のパルス幅は非常に短く、特に 7₂ のパルス幅
では立上り電圧が急激すぎてマグネトロンの発振が追従できない。
このため L 12、C 28 から成るベテスタル P F N 及びパルストランス
T 6 によつて立上りのゆるやかなパルスで比較的電圧の低い高電圧パ
ルスをマグネトロンに加え、あらかじめマグネトロンを発振寸前の状
態にもつてゆき、この励起状態のマグネトロンに 7₂ の短かいパルス
が加えられるとマグネトロンは急激な立上り電圧に容易に追従して
7₂ の S H F パルスを発振することができる。7₁ と 7₂ とのパルス
幅の切換に伴り P F N やトリガの切換はリレー回路 (アセンブリ A 6)
を通過して真空リレー K 3、K 4 で制御される。

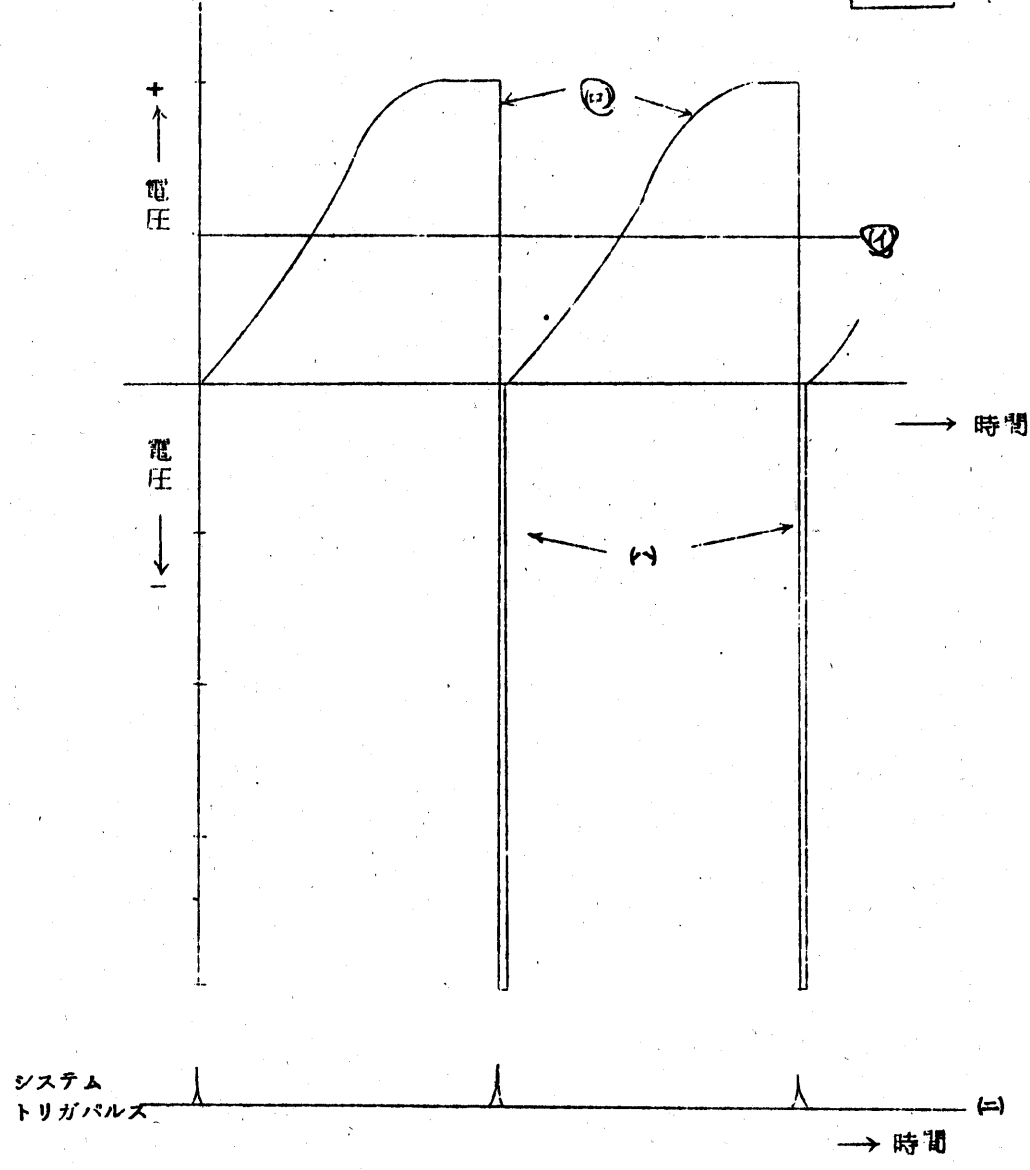
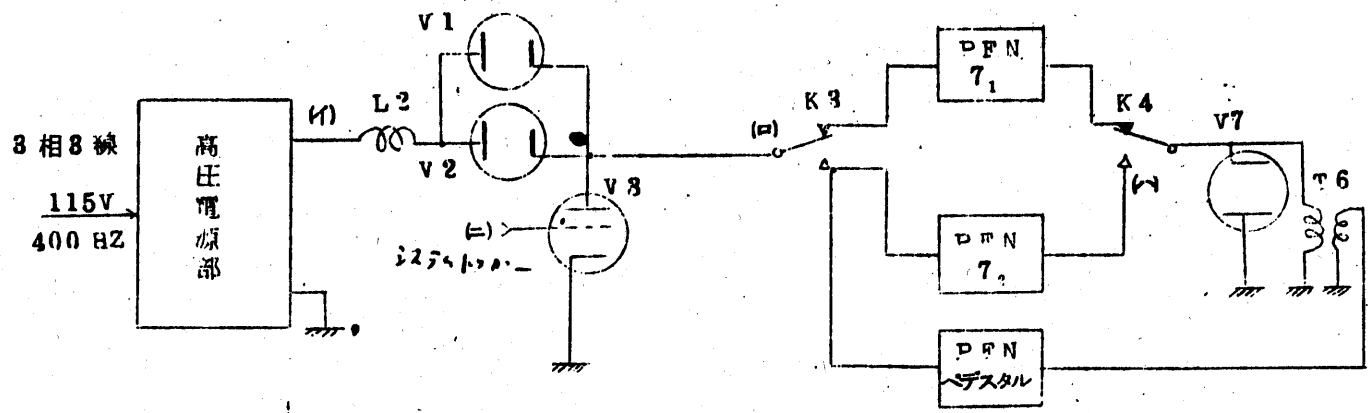


図 6.8.3.10 変調器作動原理説明図

- (1) 高圧電源部波形
- (2) PFN充電電圧派形
- (3) マグネトロンに加わる負のパルス電圧波形
- (4) システムトリガパルス

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

ウ 発振音

×バンドマグネトロンとして最も実績もあり、安定な動作の7008型を使用している。

ヒータトランスT4からパルストランスT6を通してマグネトロンのヒータにヒータ電力が加えられている。パルス幅7₁、7₂でのヒータ電圧の切換はリレー回路(アセンブリA5)を通して制御されている。

エ 保護回路

保護回路はマグネトロンの何らかの原因による破損を防ぐこと及び送受信機を安全に試験調整するための人体保護を主としたものである。これらには変調器、リレー回路、送受信機きょう体にそれぞれ組み込まれている。以下順を引つて一括して説明する。

(付図2.6.4.9参照)

ア スパークギャップ1(低周波チョークコイルL1保護)

高圧電源部の負荷が何らかの原因で短絡したとき低周波チョークコイルL1の両端にはね返りの高電圧がかかり、L1の絶縁破壊を引き起す。この高電圧サージ電圧を吸収しL1の絶縁破壊による破損を防止する。

イ スパークギャップ2(マグネトロン保護)

マグネトロンの陰極、陽極間において何らかの原因でマグネトロンに過度のサージ電圧がかかったとき、これを吸収しマグネトロンを保護する。

ロ ヒューズF1, F2, F3及びネオンランプDS1, DS2, DS3

(シリコンダイオードCR1 ~ CR6 保護)

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

高圧電源部が何らかの原因で短絡したとき整流器CR1～CR6を保護するためヒューズF1, F2, F3がある。このヒューズが断になったときネオンランプDS1, DS2, DS3で表示され、ヒューズ溶断の発見が速やかになきるようにしてある。

ロ) トグルスイッチS1、マイクロスイッチS2及びランプDS6

(送受信機の安全な試験調整)

安全のため変調器扉を開けるとインタロックが付いており、扉を開けた状態ではパワーリレーK1が切れ、高圧電源入力を切断するようになっている。扉を開けたままの状態ですぐ送信するときにはトグルスイッチS1(扉を開けた変調器ドローの前面にある。)を「開放」に倒せば変調器を操作できる。このとき赤ランプDS6が点灯する。

ハ) サーモスタットS3(マグネトロン保護)

マグネトロンの冷却用送風機B1が故障してマグネトロンの温度が異常に上昇するとサーモスタットS3が動作し、リレー回路(アセンブリA6)を通じてパワーリレーK1を切り高圧電源入力を切断するようになっている。

このとき送受信機きよう体制御パネルのランプ6DS3(名板は「マグネ冷却異常」)及び操作パネルのランプ6DS5(名板は「故障」)が赤に点灯する。また同時に測的盤指示部へこの信号を送る。

ニ) リレーK5(変調器過負荷保護)

高圧電源部の電流が異常に増大したときK5が動作し、リレー回路(アセンブリA6)を通してパワーリレーK1を切断して高圧電源入力を切断する。

HP 『海軍砲術学校』公開資料

このとき送受信機きよう体操作パネルのランプ6 D S 6 (名板は「過負荷」)が赤に点灯すると同時に測的盤指示部に信号を送る。

過負荷のリセットは送受信機きよう体操作パネルのトグルスイッチ6 S 5を操作すればよい。また同時に測的盤指示部でも過負荷押ボタンをおせばリセットできる。

ただし、過負荷の状況が回復していなければ再び過負荷表示される。

(キ) リレーK 6 (マグネトロンアーキング保護)

P F Nとマグネトロンが極端に不整合となつたときあるいはマグネトロンアーキングが起つたとき、大きな負のパルス電圧がはね返り、リレーK 6が動作する。このリレーは前項のK 5と並列に入っているので送受信機きよう体の表示及び操作、測的盤指示部の表示及び操作は前項と全く同じである。

(ク) サーモスタット5 S 12 (送受信機室内温度上昇保護)

送受信機室内の温度が異常に上昇したとき、送受信機は正常な動作をしないばかりか、機器が故障する原因となるので室内温度が異常に上昇したときサーモスタット5 S 12 が動作し、リレー回路(アセンブリA 6)を通して送受信機を遮断する。

(ケ) トグルスイッチ6 D S 4 (緊急停止)

送受信機きよう体操作パネルの左端にあるトグルスイッチ6 D S 4を「緊急停止」に倒せば送受信機の電源はすべて遮断される。送受信機に異常が起きたとき遠操、局操にかかわらずこのスイッチを操作すれば送受信機はすべてその動作を停止する。

(コ) 高圧危険表示

変調器前部扉には「高圧危険」の赤色名板がはつてあり、送受信機

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

を操作する調整員に操作注意をするようにしてある。

㊦ 短絡棒

送受信機きよう体上部扉を開くと扉の裏に短絡棒が装着してある。これは変調器の試験調整時に変調器の部品を手で触れる前に短絡棒によつて高電圧に充電されている電荷を放電させるためのものである。調整員の安全保護のためである。

以上の操縦回路の系統的作動は 2 . 4 . 8 (2 . 9) 送信系の作動にまとめである。

10. 導波管部の作動原理 (接続図 : 付図 2 . 6 . 3 . 10)

すでに 6 . 3 . 2 (9) 立体回路系統の作動の項で系統的に説明してあるが、ここでは方位盤空中線部の導波管部も含めて、特殊回路及び特殊部品について説明する。

ア 送受信機の導波管部

この導波管部は単向管、マグネトロン電力監視部、送信電力制御部、送信切換器、受信ミキサ、A P C ミキサ、局部発振器などからなっている。

㊦ 単向管 (アイソレータ)

マイクロ波発振管 (マグネトロン) と送受切換器の間におかれるもので、空中線のインピーダンスの変化 (例えば空中線のすぐ前に大きな反射物体などがある場合など) によつてマグネトロンに送信電力が逆流して、不安定な発振をひきおこしマグネトロンの破損を防止するためのものである。

これは永久磁石による磁気力を利用したものであるから、この付近

HP 『海軍砲術学校』公開資料

に磁性体物質があつてはならない。(少なくとも10cm以内に磁性体があつてはならない。)特に注意して取扱わねばならない。

4) マグネトロン電力監視部

系統図を図6.3.9.11に示す。

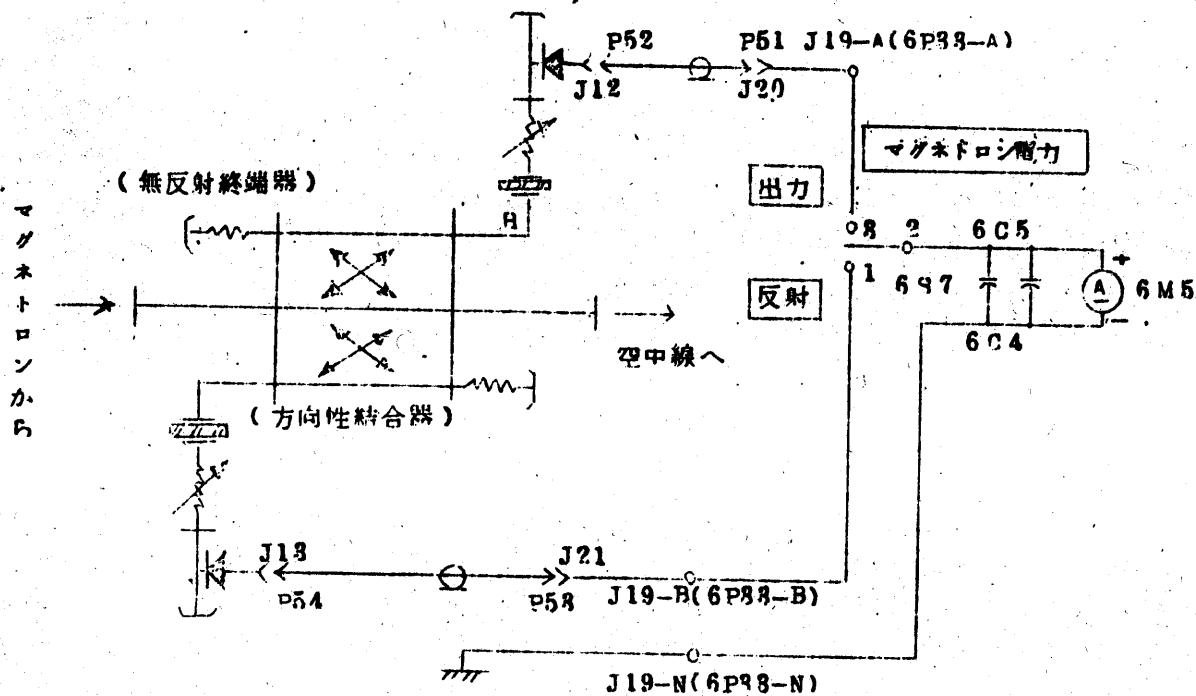


図 6.8.3.1

マグネトロン電力監視部系統図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

図 6. 3. 3. 11 の系統図から明らかなように送受信機きょう体のトグルスイッチ 6 S 7 を操作し、メータ 6 M 5 によつてマグネトロン出力電力及び反射電力の点検ができる。

この点検は送受信機磁体でのみ局換あるいは遠操時に行ないうる。

ウ 送信電力制御部

系統図を図 6. 3. 3. 12 に示す。

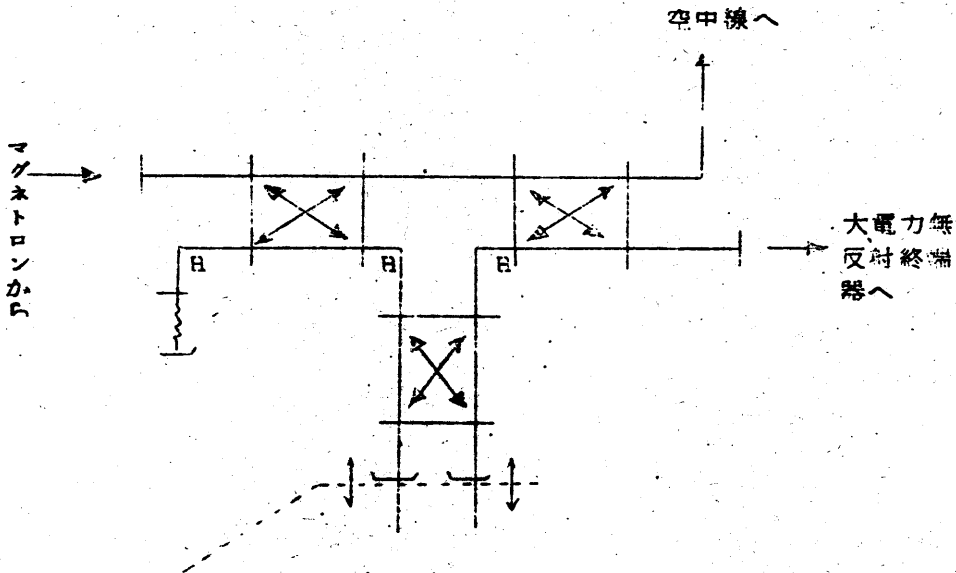


図 6. 3. 3. 12

送信電力制御部系統図

この回路は主にハイブリッド 3 個、可変変終板及び可変変終板駆動装置（電動機、ギヤボックス、マイクロスイッチ、リレー等）からなる。

この回路の作動はマグネトロン出力電力を空中線から 100%、50%、0% の 3 段切換で反射させるものである。この作動原理を以下簡単に説明する。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

この回路はハイブリッドと可変短絡板を組合せ可変移相器を形成しているものである。ここに使用されているハイブリッドは3dBショート・スロット結合器(3dB Short Slot Coupler)であり、図6.8.3.13のような構造をしている。例えばAから電力を入れた場合C、Dに等分に分割されて電力が出てきてBには出てこない。この動きを応用して可変移相器を作っている。

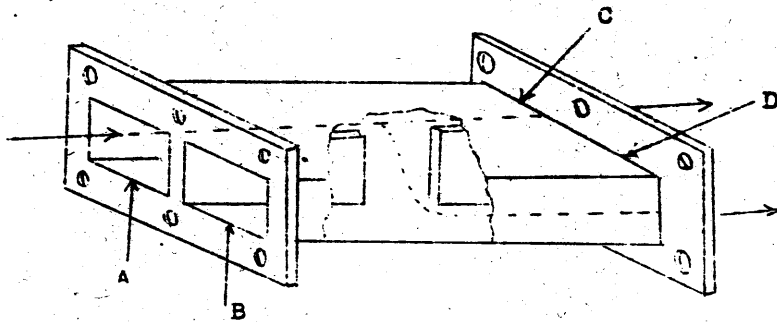


図 5.8.3.13
3dBショート・スロット結合器

図6.8.3.14に立体回路部の等価回路を示してある。

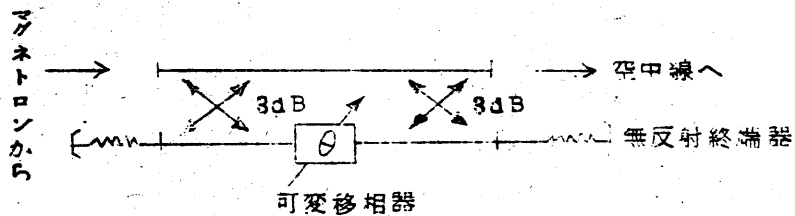


図 6.8.3.14
電力分配器立体回路の等価回路

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

局換時には送受信機きよう体の制御パネルのロータリスイッチ6810（名板は送信電力0%、50%、100%）を操作することにより制御する。また、測的盤指示部からの遠操時には指示部前面パネルのトグルスイッチ（名板は正常-試験）を正常にすれば100%、試験にすれば0%となる。また、短パルス（パルス幅7.1）で対水搜索のときは自動的に50%に切替える。

ロ 送受切換器

送受切換器はシャッター付双TR管（Dual TR/Shutter）6613/BL-324（V1）及びハイブリッド2個の組合せからできている平衡型送受切換器である。

この機能は

- a 送信時にはその高電力パルスによりTR管を放電させ、送信電力はほとんど損失なく空中線へ送られる。
- b 受信時にはTR管は放電せず、空中線からの微弱な受信信号をミキサへ導く。
- c TR管にはキープアライブ電圧（約-750V）を加えて送信時の放電開始を容易にしている。
- d レーダ送受信機が働いていないとき外部からの強力電波でクリスタル検波器が飽和するのをさけるため、TR管内部にシャッターを設け自動的にシャッターが閉じる。

この等価回路を図6.3.3.15に示してある。

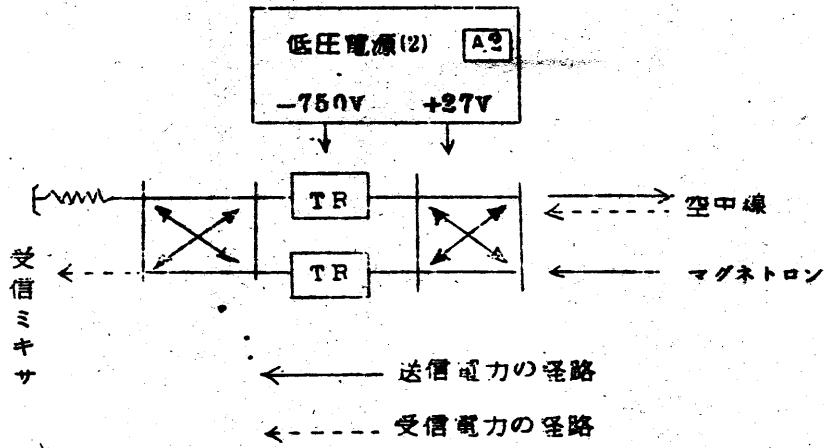


図 6.3.4.15
送受切替器の等価回路

(ウ) 受信系立体回路

受信系立体回路は受信ミキサ、AFCミキサ及び局部発振器から構成され、系統図を図6.3.3.16に示す。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

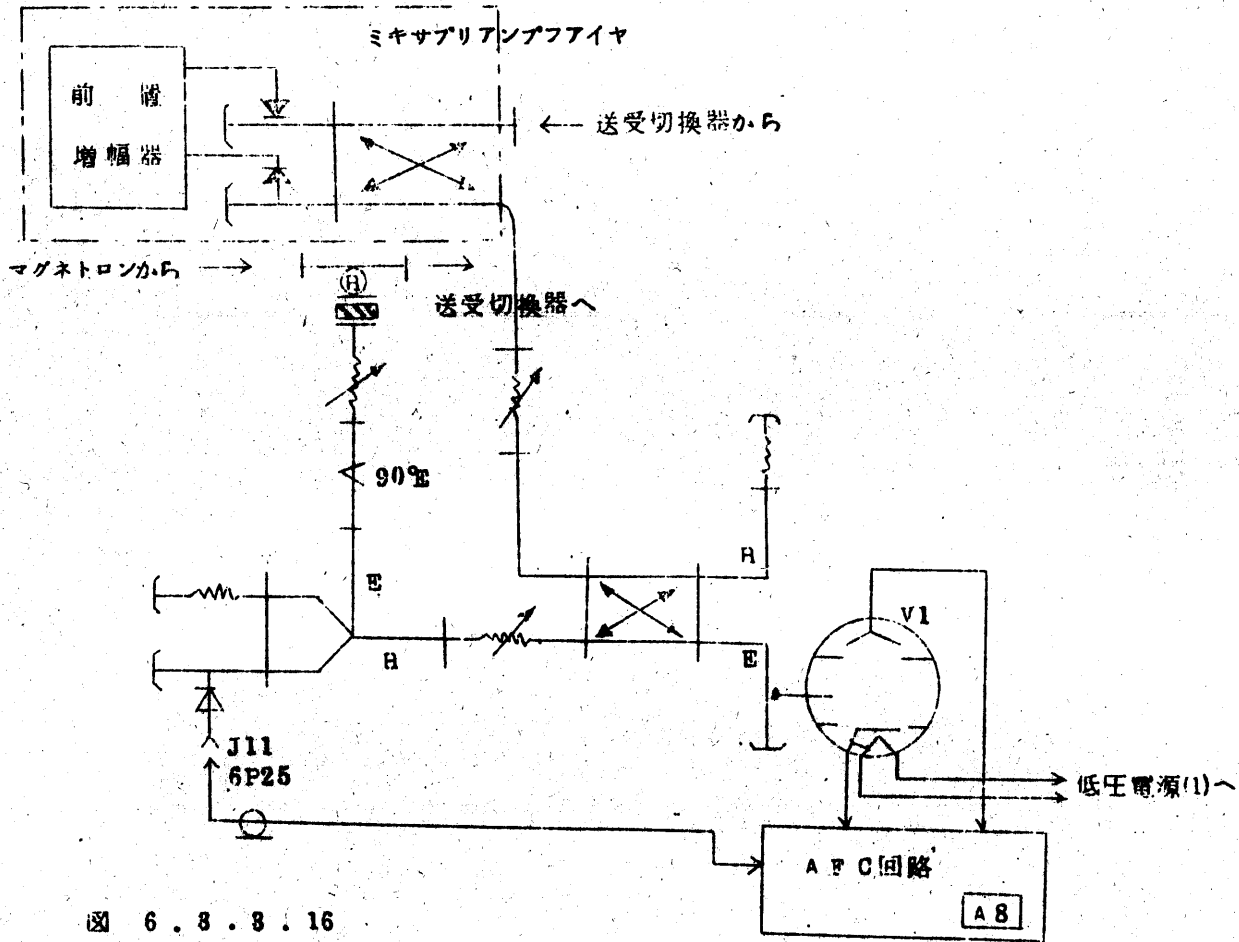


図 6.8.3.16
受信系立体回路系統図

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

局部発振器 (V1) は反射形クライストロンで、信号 (送信) 周波数と 80MB 離れた周波数で発振する。この周波数が正確に保たれるように A F C 回路からリベラ電圧が制御されている。クライストロンの出力端子が導波管内に挿入されており、局部信号として信号及び A F C ミキサに入る。

ミキサはハイブリッド及びクリスタルマウント等からなる。クライストロンの出力は、導波管に給電されるとハイブリッドで A F C ミキサ及び受信ミキサへと出力がそれぞれ二分される。一方は局発強度調整用減衰器を通つた後、受信用クリスタルに入り、T R 管を通つてきた受信信号と混合される。平衡型ミキサなので中間周波信号の振幅は局発の振幅に無関係である。

他方は A F C 用クリスタルと無反射終端器に入るが、クリスタルに入つたものは A F C 給合孔から抽出された送信波の一部と混合される。

イ 方位盤の導波管部 (空中線部)

送受信機から出た導波管はスタビライザ、方位盤を経て空中線へと接続されている。

空中線部の立体回路は旋回ロータリジョイント、俯仰ロータリジョイント、一次輻射器及び反射鏡から主になりたつている。

ロ ロータリジョイント

空中線を旋回及び俯仰方向に動かことができるように、旋回方向及び俯仰方向に回転可能なロータリジョイントがある。加圧空気を導波管内部に送り込んでいるため安全に動作する。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

イ) 一次輻射器及び反射鏡

送信機から送られてきた送信パルス電力は、一次輻射器から反射鏡へ放射され、この放射された電力はパラボラ型反射鏡で狭ビーム高利得となつて、再放射される。

また、目標からの反射信号は送信の場合とは逆の経路を経て、すなわち反射鏡→一次輻射器→受信機へと送られる。

一次輻射器は銅カバーでおおつてあり、完全に気密となつており耐水性を考慮してある。

1B エコーボックスの作動原理(接続図:付図2.6.8.11)

ア 概要

本器は、エコーボックス本体、方向性結合器、同軸コード、調整機構より構成されている。調整部はすべて前面パネルに出ており、周波数同調、同期周波数直読、エコーボックス入切(エコーボックスを装填したままレーダ送受信機を動作できるようにエコーボックスとレーダ送受信機の結合を遮断する。)及び表示の各機構があり、エコーボックスの単独調整が便利になつている。通常は測的盤指示部から遠隔操作する。

エコーボックス本体は方向性結合器及び同軸コードでレーダ送受信機の送信機、TR管及び受信機と結合させ各種の測定に使用し、また指示計に接続して周波数測定にも使用する。

イ 作動原理

エコーボックス本体を構成する主なものは、円筒型空洞共振器、抵抗減衰器、鉱石検波器、指示計、駆動機構、各種調整機構及び表示機

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

属である。

空洞共振器の可動端板はリバーシブルモータで駆動され(手動にても操作できる。)その端板の位置はカム等を用いて周波数目盛に換算され、パネル前面で直視でき又カムと連動するポテンシオメータR 102で偏的盤指示部のメータM 101で読みとることができる。(ただし、エコーボックス入のときのみ読みとり可能である。)可動端板の位置が上限又は下限であるとき、端板と連動するマイクロスイッチS 103 , S 104によりモータを停止させ、上限又は下限であることをインジケータランプD S 101で表示する。また、リレーで遠操、局操切換を行ない、どちらでも操作できる構造になっている。

方向性結合器は、十字型方向性結合器に加圧口、気密窓、無反射終端器、シャッタ、抵抗減衰器及び同軸導波管変換器を付加したものでマグネトロンで発振するマイクロ波電力の一部を結合させ、円筒型空洞共振器へ送り再反射により戻ってくる電力を受信機へ結合させるものである。

レーダ送受信機は高電力パルスを使用するため加圧口及び気密窓を設け気密構造となっている。シャッタは金製薄を電磁石で導波管内に挿入又は引き抜くことにより、マイクロ波電力を遮断又は通過させるものであり、エコーボックスを接続したまま、レーダ送受信機を動作できる。

図6.3.3.17にエコーボックスと送受信機の関係図を示す。これにしたがつて説明するとまず方向性結合器によつて結合されるマイクロ波電力は、円筒型空洞共振器内で共振する。この共振器は低い周波数帯で使用されるLC共振回路に相当するもので、負荷時のQを

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

非常に高くとるため、TBOinモードを使用している。

空洞共振器内で共振し、たくわえられたマイクロ波電力は、
が終つた後でも徐々に減衰しながら放射し続け、再び方向性結合器を
経て受信機へ結合する。すなわち、マイクロ波電力はマグネトロン→
T R管→方向性結合器→空洞共振器→方向性結合器→T R管→受信機
の順に伝送するが、受信機に到達するまで相当の時間がかかること
になるので、マグネトロン→T R管→空中線→目標物→空中線→T R管
→受信機の経路と同様の効果を与える。しかも時間的に連続する電力
を受信できるため、リングタイム等の測定及び点検ができる。

また、空洞共振器内で共振するマイクロ波電力は、もう一方の結合
孔を経て抵抗減衰器の方にも導かれ、鉱石検波器で整流されて指示
計を振らせる。したがつて指示計が振れていることにより、空洞共振
器の同調を知ることができる。共振周波数は指示計の振れが最大にな
つておるときの端板の位置を辨み取ることにより知ることができる。

可動端板の位置を変えると、共振空洞の容積が変化し共振周波数が
変化する。これは低い周波数帯でのL-C共振回路でLまたはCの大
ききを変化させて共振周波数を変えていることに相当する。本器は使
用周波数の範囲で可動端板の位置と共振周波数とが1対1の関係にな
るように不要姿態を考慮し、空洞の直径及び長さを選んであるため、
適当なカムを端板と連動させることにより共振周波数を直読すること
ができる。

図6.3.3.18にエコーボックスの等価回路を示してある。

ここで抵抗減衰器は①大な電力により鉱石検波器及び指示計の損傷を
防ぐためのものであり、可聴周波コンデンサC101は検波出力の中に

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

含まれる可聴周波数成分を除くためのものである。

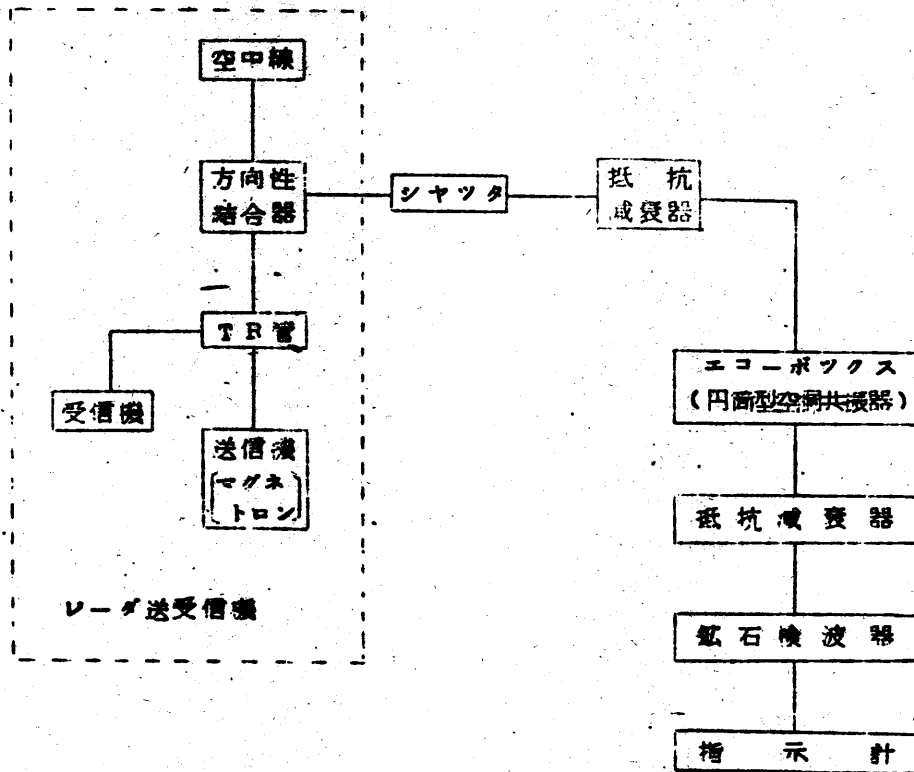


図 6.3.3.17

レーダ送受信機とエコーボックスの調保図

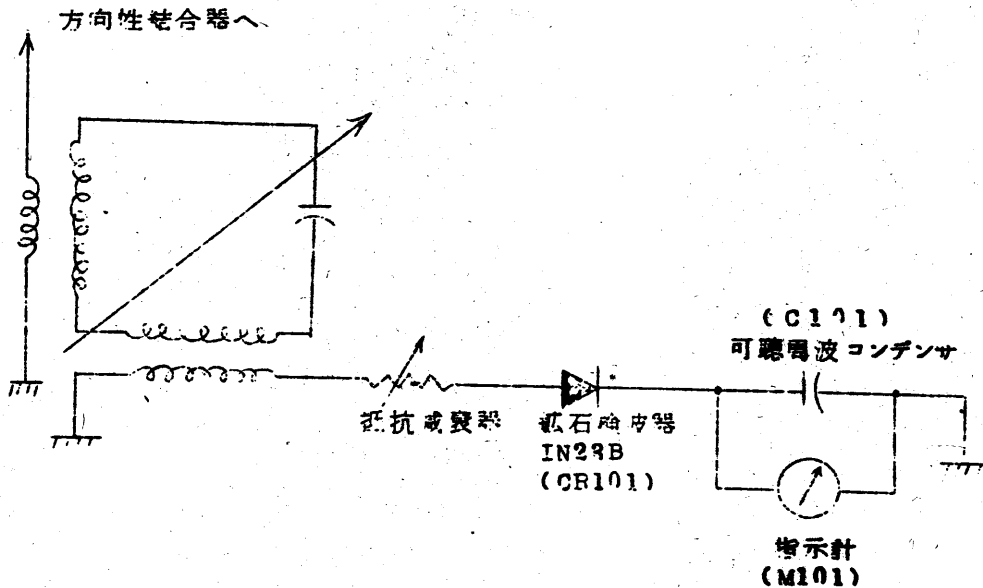


図 5.3.9.18

エコーボックスの等価回路

ウ リングタイム

エコーボックスはレーダ送受信機から送信されたマイクロ波電力が目標物で反射され空胴線にもどる経路の代用である。したがって、空胴共振器で蓄えられたエネルギーはできるだけ除々に減衰しながら輻射されることが望ましい。すなわち、空胴共振器から輻射され、受信機で検波、増幅される電力が雑音レベルの中に消える寸前までの時間をリングタイムと定義し、レーダ装置の良さを示す。

リングタイムは受信機の感度が良いほどマグネトロンが発振出力が大きいほど、送信出力の周波数が低いほど又マグネトロン、エコーボックス及び受信機間の損失が小さいほど長くなる。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

リングタイムの長さはレーダ装置の探知能力の大きさを示す目安で、レーダ装置が探知できる限界の距離をマイクロ波電力が往復するのに要する時間より短かい。エコーボックスはレーダ装置の探知能力が規定どおりあるか又は劣化しているかどうかを比較点検するもので絶対測定はできない。

図 6 . 8 . 3 . 19 エコーボックスの振動を示してある。

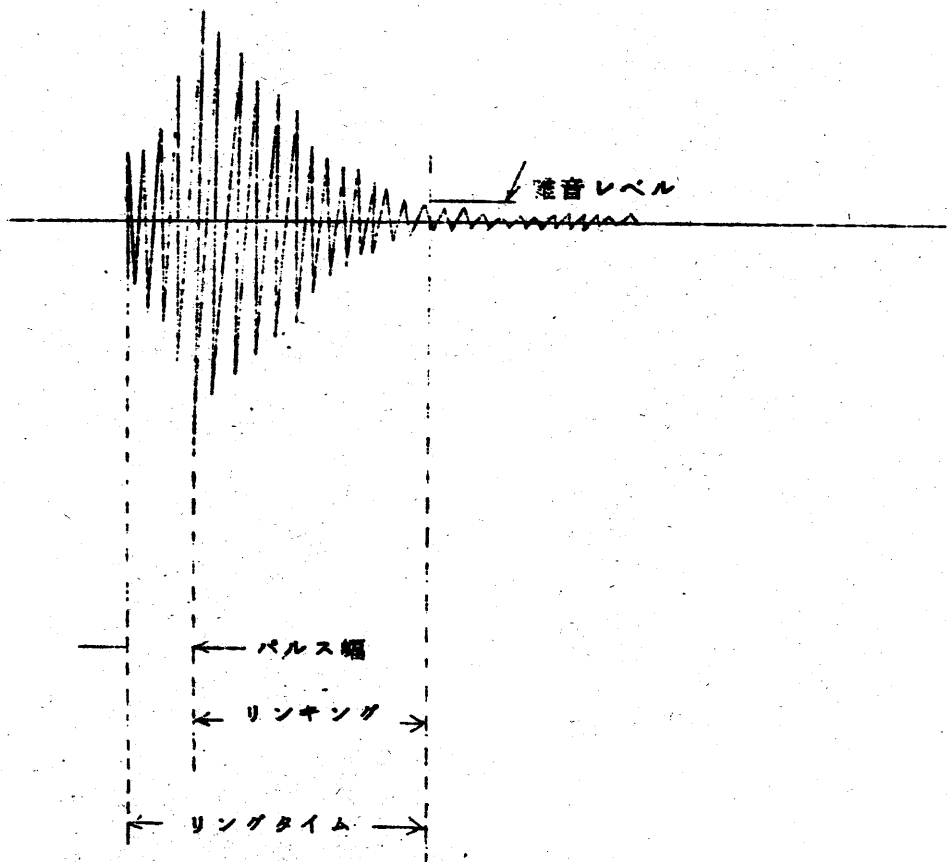


図 6 . 8 . 3 . 19

エコーボックスの振動

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

エコーボックスから送り返された信号を測的艦指示部の A スコープで見ると図 6.3.3.20 のようになる。

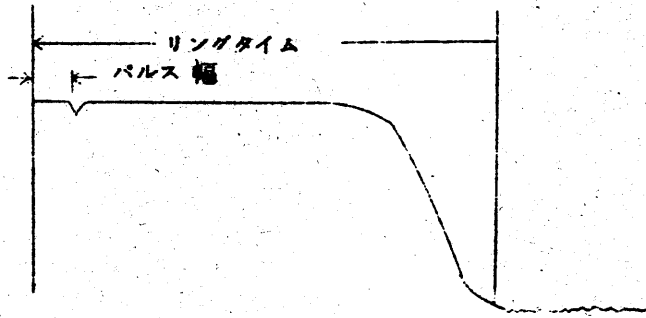


図 6.3.3.20

A スコープによるリングタイム

この図で平相部があるものは、空胴共振器から受信機へ送り返される振動エネルギーが受信レベルよりはるかに大きいため、受信機が飽和するからである。また、平相部に落ち込みがあるのは T 波の特性によるものである。

(参考) リングタイムは次式であたえられる。

$$T = 355 \times 10^{-3} \frac{Q_L}{f} \left\{ P_0 - 2K - N_f - kTB + 20 \log_{10} 2 \left(1 - \frac{Q_L}{Q_0} \right) + 20 \log_{10} \left(1 - e^{-\frac{2}{2Q_L}} \right)^2 \right\}$$

ここで、

T : リングタイム (μsec)

Q_L, Q_0 : エコーボックスの負荷時及び無負荷時の Q

f : 送信周波数 (MHz)

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

P_0 : 送信電力尖頭値 (dBm)

K : 結合度 (導波管の損失も含む) (dB)

N_c : 受信機総合雑音指数 (dB)

KT_B : 受信機雑音 (dBm)

k : ボルツマン定数 = 1.374×10^{-23} watt/deg/cycle

T : 絶対温度 (°K) 20°Cとして T = 293°K

B : 受信機帯域幅 (C/S)

BをMC/Sで表わすと $KT_B = -(114 - 10 \log_{10} B) \text{ (dBm)}$

ε : 送信パルス幅 (μS)

この式はあくまでも理論式であつて、この式により絶対値を測定することは危険であるし意味がない。このレーダ装置固有のリングタイムを測定し、定期的にこの波形あるいはリングタイムを点検し同じであることを確認し、レーダ装置が正常動作をしていることを確かめるのに用いる。

12) 送受信機きよう体の作動原理 (接続図: 付図 2. 6. 3. 12)

きよう体前面の上部の操作パネル及び両側を囲いた右側の制御パネルに送受信機単独で操作できる各種のスイッチ、メータ、ツマミがある。操作パネルには次のメータ、スイッチ及びツマミがある。

ア 電源 1 メータ及び切換ツマミ

送信変調器はきわめて高い電圧を使用しており、点検のためこの電圧電流を直接測定することは容易でなく人体に感電の危険も伴なり。又受信機のミキサのクリスタル電流もインピーダンス結合の関係から直接測定することは困難である。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

このため変調器及び受信機の点検に便利なようにマルチメータ 6M2 及びロータリスイッチ 6S3 で変調器のマグネトロン電流高圧整流電流、高圧整流電圧及び受信機の受信ミクサクリスタル電流（クリスタル電流 1、クリスタル電流 2）AFC ミクサクリスタル電流（クリスタル電流 AFC）が点検できるようになっている。

上述の点検は送受信機単独（局操）ですべて点検できるが、遠操のときはマグネトロン電流及びクリスタル電流 1、クリスタル電流 2、クリスタル電流 AFC が測的盤指示部で点検できる。このとき送受信機のマルチメータは高圧整流電流、高圧整流電圧だけしか点検できない。

イ 電源？ メータ及び切換つまみ

送受信機単独操作（局操）、測的盤指示部からの遠隔操作（遠操）にかかわらずロータリスイッチ 6S2 で切換えてマルチメータ 6M2 で各種の低圧電圧の点検ができる。

ウ マグネトロン電力の点検

導波管回路の一部から方向性結合器によりマグネトロンの出力及び反射電力をトグルスイッチ 6S7 で切換えてメータ 6M5 で点検できる。

エ 局操スイッチ

局操で送受信機を動作させるときの各種のスイッチ、ランプがある。制御パネルでは次のような各種のメータ、スイッチ、つまみ、テストポイントがある。

ア 時間計

送受信機全体の動作時間の累積時間を表示する時間計 6M1（「全

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

<http://navgunschl.sakurak.ne.jp/>

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

13 空気加圧器

ア 概要

本器は送受信機導波管部及びレーダ方位盤空中線部の内部に乾燥空気を一定圧力で充填し、四季の温度変化による結露を防止し、最良の乾燥状態に保持し給電系導波管線路の安定した動作を保持するためのものである。

本器に使用されている乾燥剤は吸着した水分を容易に除去すること（再生）ができ、何回も繰返し使用することができるばかりでなく、吸湿後変質あるいは粉末化することがないので半永久的に使用できる。本器の圧縮機は注油の必要がない。本器は通常、測的盤指示部から遠隔操作できる完全自動装置であるが、本器単独で点検調整するのに便利のように前面に操作パネルがあり、各種の操作用のスイッチ、メータ、ランプなどがある。

イ 作動原理（接続図：付図 2.6.3.13）

（配管図：付図 2.6.3.14）

空気加圧器によつて充填された導波管内の圧力が低下してくると、圧力開閉器（PS1）—電磁継電器（PL3）—時限開閉器電動機（TM）及び空気圧縮機（CM）の順で動作し、さらに時限開閉器電動機（TM）によつてMV-1B、MV-2Bいずれか一方の充填電磁弁が動作して充填を開始する。圧力開閉器（PS1）には下限圧力が決めてあり、それ以下の圧力で充填動作がなされるようになっていゝ。この下限圧力はある範囲で動作値を可変できる。充填が始まると空気圧縮機（CM）は空気を圧縮し、吸着槽（D1あるいはD2）を通過させて脱湿し、充填電磁弁（MV-1BあるいはMV-2B）を通過

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

させて充填する。

充填が持続すると充填圧力が次第に上昇してくる。やがてそれは圧力閉閉器 (PS1) の上限圧力に達して、圧力閉閉器 (PS1) が開き電磁差電器 (PL8)、時限閉閉器電動機 (TM)、空気圧縮機 (CM) 及び充填電磁弁 (MV1BあるいはMV2B) が動作を停止し充填は終了する。

再び導波管内の圧力が自然漏洩によつて圧力閉閉器 (PS1) の下限圧力まで降下すると上述の充填を開始し、導波管内圧力は常に圧力閉閉器 (PS1) の下限圧力と上限圧力の間に保たれる。吸着槽 D1 と D2 が交互に再生、充填を行なうので常時乾燥した空気が一定範囲の圧力で充填される。

以上のように時限閉閉器 (TM) 及び圧力閉閉器 (PS1) の動作によつて自動的、かつ連続的に乾燥空気を一定範囲の圧力で保持することができる。

なお、何らかの原因で湿度が急に増した時や、圧力が急に高くなつたときあるいは低くなつたとき、導波管の電気的性能及び機械的性能を保持するための保護回路がある。

湿度が急変した場合、湿度制御回路でこれを検知して湿度警報発信器 (M) によつて継電気箱箱 (RL2) が動作する。RL2 の接点 R, -R, は湿度警報ランプ (DS8) を点灯 (赤色) させ、接点 R, -R, は警報信号を送受信機へ送り、さらに送受信機から測的 艦指示部へも送る。接点 R, -R, は空気加圧器の充填動作を停止させ、湿度の高い空気を導波管内部を送り込むのを防止させる。

また、この警報は空気加圧器本体の押ボタンスイッチ S1 あるいは S2 に

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

よつてリセットできる。

また、圧力が急に高くなつたときは圧力開閉器(PS3)が閉じ、圧力が急に低くなつたときは圧力開閉器(PS2)が開じて継電器(RL1)を動作させる。RL1の接点1-3は圧力警報ランプ(DS2)を点灯させ、接点6-8は警報信号を送受信機に送り、さらには送受信機から測的盤指示部へ送られる。