

インドネシア・マレーシア・シンガポール  
電子航行援助システム等設置計画  
報告書

(マラッカ/シンガポール海峡)

JICA LIBRARY



1055314E7J

国際協力事業団	
入 日	2000
登録No.	104
	6295
	SDC

昭和53年

国際協力事業団

國際協力事業団	
受入 月日 '84. 5. 18	108
登録No. 05658	65.7
	SDC

## は し が き

日本国政府は、インドネシア国政府の同国海域の航行援助システム等設置計画のフィージビリティ調査の要請に基づきさらにマラッカ・シンガポール海峡については、その地理的条件からマレーシア国、シンガポール国の合意を得た上で海外技術協力の一環として、その実施を決定し国際協力事業団が調査を行った。

当事業団は、海上保安庁燈台部電波標識課長豊福滋善氏を団長とする14名の専門家からなる調査団を編成し、1976年10月から1977年2月までインドネシア国、マレーシア国、およびシンガポール国に調査団を派遣し、その計画についての技術的経済的妥当性の調査を行なった。この程調査結果の検討をおわりここに成果をとりまとめた報告書提出の運びとなった。

この報告書がインドネシア国、マレーシア国、シンガポール国の海運振興および航行安全に寄与し、かつ日本と三国との親善友好に一層役立つならばこれにまさる喜びはない。

おわりに、現地調査の実施に際し積極的に御協力いただいたインドネシア国、マレーシア国、シンガポール国政府の関係各位および在各国日本大使館の各位に深甚なる感謝の意を表わすとともに、この調査団の派遣に際して協力された運輸省、郵政省、海上保安庁その他関係各位および調査団各位に対し厚くお礼申し上げる。

昭和53年

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作



# 目 次

第1章 要 約 .....	1-1
第2章 勸 告 .....	2-1
2-1 全体計画 .....	2-3
2-1-1 デッカチェーン .....	2-3
2-1-2 中波ビーコン .....	2-4
2-1-3 レーマーク、レーダビーコン .....	2-4
2-1-4 可視標識 .....	2-4
2-2 実施設計調査 .....	2-5
2-3 周波数計画 .....	2-5
2-4 実施計画 .....	2-10
2-5 管理計画 .....	2-10
2-6 チャート .....	2-11
第3章 序 論 .....	3-1
3-1 調査の目的 .....	3-1
3-2 調査の経緯 .....	3-1
3-3 調査の方針 .....	3-1
3-4 調査団の編成と担当分野 .....	3-1
3-5 調査の日程 .....	3-2
3-6 各国の協力 .....	3-2
第4章 航行援助システム .....	4-1
第5章 電子航行援助システムの整備 .....	5-1
5-1 システム設計 .....	5-1
5-1-1 電子航行援助システムの選択の基準 .....	5-1
5-1-2 双曲線電子航行援助システムの選定 .....	5-4
5-1-3 ロランCとデッカの比較 .....	5-5
5-1-4 中波ビーコン .....	5-11
5-1-5 レーマーク .....	5-11
5-1-6 レーダビーコン .....	5-12
5-1-7 配置計画 .....	5-13
5-2 デッカ送信局サイトの選定及び配置 .....	5-17
5-2-1 デッカ送信局サイトの選定及び配置 .....	5-17

5-2-2	現地調査計果	5-18
5-3	施設の設計	5-49
5-3-1	送信局舎及び宿舎	5-49
5-3-2	空中線設備	5-53
5-3-3	棧橋及び道路	5-60
5-4	機器の設計	5-61
5-4-1	デッカ送信装置	5-61
5-4-2	デッカ送信局電源装置	5-68
5-4-3	通信連絡システム	5-72
5-4-4	デッカ送信装置の落雷防護装置	5-88
5-5	デッカ無人方式	5-89
5-5-1	概 要	5-89
5-5-2	システムの動作説明	5-89
5-5-3	コントロールセンターの機能	5-90
5-5-4	無人化に伴い必要となる機器	5-93
5-5-5	デッカ無人局の機器	5-93
5-5-6	デッカ無人局の電源機器	5-98
5-5-7	デッカ無人局の局舎等	5-98
5-6	建設スケジュール	5-99
5-6-1	概 要	5-99
5-6-2	デッカチェーンの建設スケジュール	5-99
5-6-3	チェーン別の建設スケジュール	5-100
5-7	建設費	5-103
5-7-1	総 括	5-103
5-7-2	デッカチェーンの建設費	5-104
5-7-3	建設費の内容	5-107
5-7-4	無人チェッカチェーンの建設費	5-113
5-8	中波ビーコン他の整備計画	5-115
5-8-1	中波ビーコン整備計画	5-115
5-8-2	レーマーク整備計画	5-115
5-8-3	レーダビーコン整備計画	5-115
第6章	可視標識	6-1
6-1	可視標識の役割	6-1
6-2	マラッカ・シンガポール海峡	6-1

6-2-1	海峡の概要	6-1
6-2-2	可視標識の現状	6-2
6-2-3	可視標識の整備計画	6-2
6-2-4	可視標識の管理	6-4
6-3	可視標識の建設費	6-5
第7章	管理計画	7-1
7-1	概要	7-1
7-2	技術協定	7-1
7-3	要員計画	7-1
7-4	要員の養成計画	7-2
7-4-1	デッカ研修	7-2
7-4-2	中波ビーコン、レーマーク、レーダビーコン研修	7-3
7-4-3	デッカ実習	7-3
7-5	運用保守その他の経費	7-3
7-5-1	運用・保守に必要な経費	7-3
7-5-2	研修に必要な経費	7-6
7-5-3	デッカ実習に必要な経費	7-6
第8章	経済的効果	8-1
8-1	まえがき	8-1
8-2	海上交通の現状と将来予測の要約	8-1
8-3	投資効果の計測方法	8-2
8-4	航行援助システムの設置効果	8-3
8-4-1	効果の分析	8-3
8-4-2	前提条件	8-4
8-4-3	海難の防止効果	8-7
8-4-4	運航能率の向上による効果	8-10
8-4-5	漁業の操業能率の向上による効果	8-11
8-4-6	効果の合計	8-13
8-5	経済費用便益分析及び感度分析	8-14
8-5-1	建設費及び維持運営費	8-14
8-5-2	費用便益分析	8-14
8-5-3	感度分析	8-14
8-6	むすび	8-17

資料 A	双曲線航法 .....	A-1
資料 B	支線式鉄塔の構造解析 .....	B-1
資料 C	雑音によるデッキサービスエリアの限界 .....	C-1
資料 D	マラッカ・シンガポール海峡の現況交通量と将来交通量 .....	D-1



# 第 1 章 要 約

## 第1章 要 約

この報告書は、インドネシア国、マレーシア国、シンガポール国の水域、特にマラッカ・シンガポール海峡に適した航行援助システムとそのあり方について技術的に検討し、更に経済的観点からその妥当性を検討した結果をとりまとめたものである。

報告書では主としてマラッカ・シンガポール海峡を高精度でカバーするデッカ3チェーンと、中波ビーコン1局、レーマーク5局、レーダービーコン1局、燈台3基、燈標5基の新設が技術的に望ましく、かつフィージブルであることを述べている。

このプロジェクトの建設総経費は約73億円、約2,600万US\$であり、内訳は次のとおりである。

種 別	局(基)数	金額 百万円	金額 万ドル	備 考
デ ッ カ	3チェーン 12局	6,486	2,316	
中波ビーコン	1局	42	15	
レ ー マ ー ク	5局	261	93	
レーダービーコン	1局	42	15	
燈 台 等	8基	468	167	
計		7,299	2,607	

航行援助システムの役割りは、海難の防止と運航能力の向上に資することであり、加えて漁業の振興あるいは海洋開発の促進に役立つ位置の情報を提供することである。

このような航行援助施設の価値、あるいはこれらの施設がもたらす便益を金額で評価することは極めて困難である。

海難の防止は、単に船体、貨物の保護だけでなく、尊い人命を守りまた油汚染などの二次災害による環境破壊の防止を意味し、これらは金額では容易には評価できないものである。

航行援助施設が不足あるいは不適であっても必ず海難が発生するわけではない。また航行援助施設が完備しても海難が絶無になるものでもない。しかしながら海難は人的ミスも含めて、狭い水路、悪視界、交通の輻輳、航行情報の不足など悪条件が重なったときに発生するものである。

そしてこれらの悪条件をとり除く手段は総合的な観点から考慮されるべきであるが、電子航行援

助施設の設置はこのような場合において極めて有効な対策である。

航行援助施設のうち、電子航行援助施設は数々の利点がある反面、可視標識に比較して大規模な投資を必要とするので、整備にあたっては必要順位に沿って段階的に設置することが望ましい。

上記の前提として特に留意すべき点は、これらの施設が良好に運用・保守される必要があることであり、このためには電子技術の水準の向上、施設の適正な運営の確保及び適切な安全航行対策が積極的に検討されるべきである。

## 第 2 章 勸 告

## 第2章 勸 告

国家経済の発展、国力の増進を図るときに、貿易の振興が不可欠であり、そのためには港湾施設の整備拡充とともに航行援助施設を整備して安全な海の確保によって海運の振興を図らなければならない。

インドネシアは、東南アジア地域における有数の海運国であり、またマレーシア・シンガポールにおいても、海運の振興が国家経済の発展に大きく寄与することは同様である。

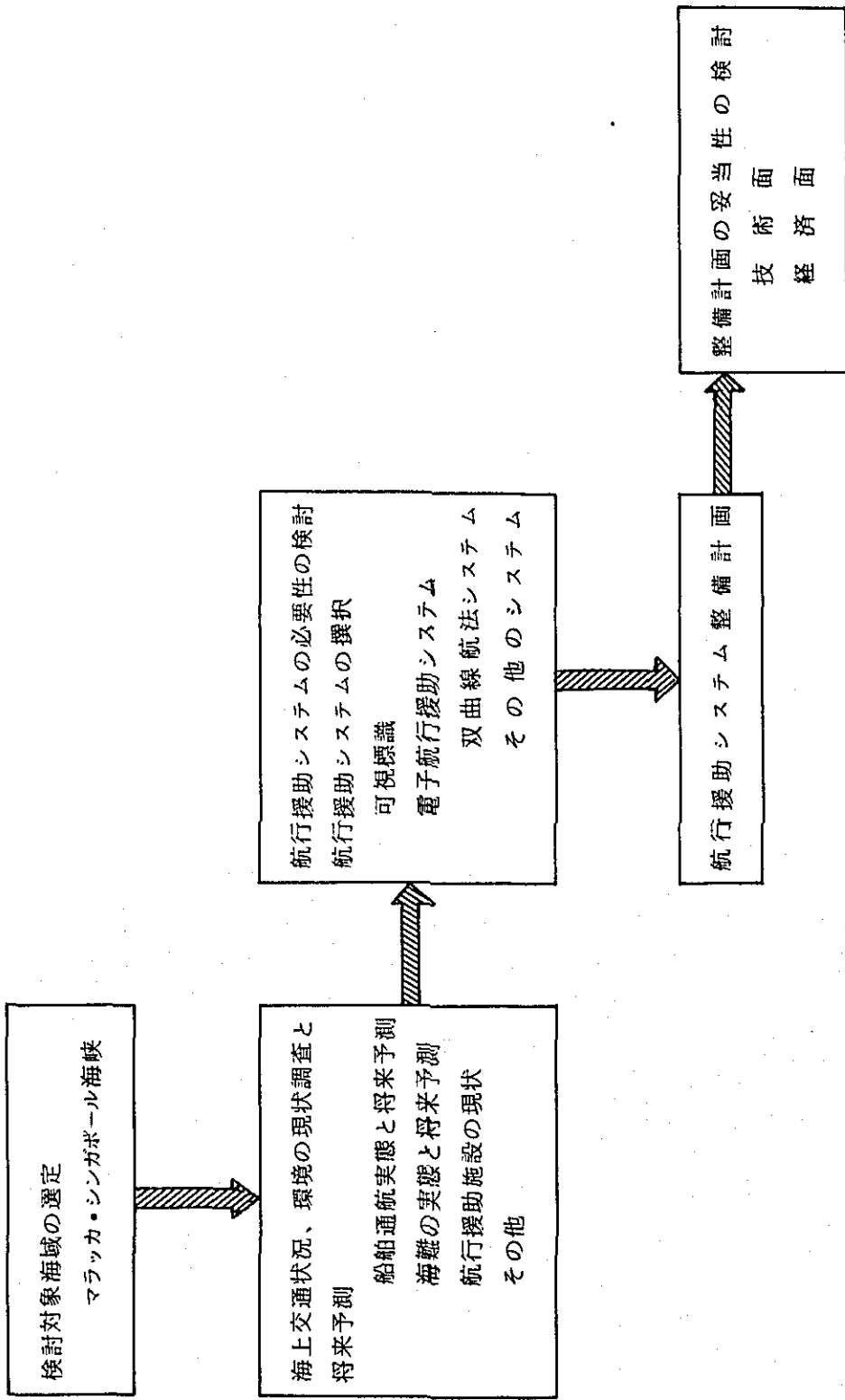
そしてこれら3国の海域の中で、マラッカ・シンガポール海峡は特に海上交通の要衝として認識されている。

すなわち、マラッカ・シンガポール海峡は海底地形が複雑であるうえ、年間5万隻以上の大小様々な船舶が幅轄する交通の難所であり、今後益々幅轄度が高くなる傾向にあって、海無発生危険性が大きい。

マラッカ・シンガポール海峡における船位測定必要精度は、最も条件の厳しい個所では約50mと考えられる。

また、この海峡の航行援助システムの現状は、相当程度の可視標識が整備されているが不十分であり、航行の安全性の向上のために可視標識と、高精度な電子航行援助システムの整備が必要である。

航行援助システムの整備計画の策定は、海上交通の現状を把握し、経済発展を勘案して適切な将来交通量予測を行い、長期的かつ国家的展望に立って行うべきであり、またシステムの選択にあたっては、当該海域への機能的適合性、信頼性、経済性、将来性、あるいは世界的な共通性等について十分な検討を行う必要がある。



本調査団はこのような観点に立ち、現地調査結果に基づいて航行援助システム整備計画を作成した。選択したシステムは、電子航行援助システムのうち、双曲線航法システムではデッカナビゲータ方式を、その他のシステムでは、中波ビーコン、レーマーク、レーダビーコンであって、これらの整備計画と可視標識整備計画を併せて全体計画とした。

なお、双曲線航法システムでは、デッカとロランCの2方式が機能的に競合するので、予定地調査は両方式について併行して行うとともに、種々の観点から詳細にシステムの比較検討を行った。

デッカは本来沿岸狭水道等に適したシステムであるが、一方、遠距離用に適したロランCも、送信局の配置等に考慮を払えば、両海峡において必要な精度を確保することが可能と考えられ、また一般的には夫々長所、短所を持って絶対的な卓越性は認められなかった。しかしマラッカ・シンガポール海峡を対象とした場合は、総合的に判断してデッカ方式がより適当である。

なお、両システムの比較検討経緯は5-1-3に詳述するとおりである。

## 2-1 全体計画

### 2-1-1 デッカ

デッカチェーンの配置は、当面口ノマ、マノシ海峡に主眼を置いて計画した。これは、インドネシア、マレーシア、シンガポール3国の海上交通の現状からみて、これら2海峡が極めて重要な意味をもっているからであって、将来の海運の進展によっては、スダ海峡～ジャワ海をカバーするチェーンの整備を後年次に計画することも妥当であろう。

マラッカ、シンガポール海峡海域は海底地形が複雑で、航路が狭く、交叉航路も多いうえに大小様々な船舶が輻輳する交通の難所である。従ってこの海峡のデッカチェーンは、特に精度に重点を置き、かつ通峡航路は出来るだけ1本の位置線上を航行できるように考慮して置局計画をたてた。

また万一、あるチェーンの従局が停波しても直ちに船位を見失わないために、他のパターンでカバーできるように余裕性を持たせて計画した。

ホースバーグ燈台東方から、ワンファゾムバンク西方までの海域を必要な精度でカバーするためには、シンガポール、マラッカ南、マラッカ北(いずれも仮称)の3チェーンの整備が妥当である。

## 2-1-2 中波ビーコン

船舶用の中波ビーコンは、精度はあまり期待できないが、SOLAS 条約により、国際航海に従事する 1,600トン以上の船舶は方向探知機の装備が義務付けられており、比較的簡単な設備で利用できることから、沿岸航行用に有効なシステムである。

また、航空用の中波ビーコン (NDB) は相当数が運用されているが、これらは船舶用中波ビーコンに隣接した周波数帯を使用しており、既設 NDB 局のうち相当数は海上でも利用できる位置にあるので、当面これらの局を海上で有効に利用することとし、適当な NDB 局がない海域に船舶用中波ビーコンを新設するよう計画した。

なお NDB 局は、航空機の運航形態によって時限運用を行っている局が多いので、海上用にも利用する場合は 24 時間運用とすることが望ましい。

IHB 技術決議 (Sec. 3, E6, B37) では、航空用のビーコンであって海上でも利用可能なものは、海図上に記載するよう決議していることは周知のとおりである。

また、中波ビーコン局を新設する場合その位置は既設燈台の近傍とすることが保守管理上望ましい。

以上の観点から計画した中波ビーコン局の新設計画は 5-8 及び Fig. 5-1-29 に示すとおりであるが、施設の規模が比較的小さいので現地調査は行なわなかった。

## 2-1-3 レーマーク及びレーダビーコン

レーダ装備船のための初認標識あるいは障害表示標識としてレーマーク及びレーダビーコンは極めて有効なシステムである。

船用レーダは、9 GHz 帯を使用するものが大部分であることから、これらのビーコンも 9 GHz 帯を対象とすべきであり、当面の設置計画は 5-8 及び Fig. 5-1-29 に示すとおりである。

## 2-1-4 可視標識

可視標識は、小形船から巨大船まですべての船舶が利用でき、測定設備を要しない最も基礎的な標識であって、その建設及び維持管理に多額の経費を要しない効果的なものである。対象海域の航行可能海岸線長あたりの可視標識設置基数は、シンガポール海峽を除き極めて少なく、二点方位はもとより一点方位すら得られない海域もある。

この報告書における整備計画は、船舶交通量、漁場、重要変針点、等を勘案し、当面必要と考えられる最少限のものである。



## 2-2 実施設計調査

現地調査では、各システムの技術的、経済的妥当性を検討するための調査を行ったが、各国政府当局の積極的な協力により予期以上の成果を得た。

しかし実際の整備に先立って、詳細な実施設計調査が必要であることには変りはない。

実施設計調査の概要は、各予定地の精密位置測定、各局に共通な局舎、鉄塔等の基本設計、実施設計及び代表的な個所における電波伝搬調査等である。

## 2-3 周波数計画（通信連絡回線を除く）

この報告書で提案する電子航行援助システムは、デッカ、中波ビーコン、レーマーク及びレーダビーコンであって、これらの使用周波数帯は次のとおりであり、国際的に割当てられ、保護されたものである。なお、併行して検討したロランCシステムは、近年沿岸用として使用する動きがあるが、本来の目的である長距離用として割当てられた周波数帯を使用している。

使 用 周 波 数 帯

システム	使用周波数帯	備 考
デ ッ カ	70～90KHz 110～130KHz	
中波ビーコン	285～325KHz	
レーマーク	9GHz帯	
レーダビーコン	9GHz帯	

国際電気通信条約附属無線通信規則

周波数帯分配表

70 - 90 KHz

業務に対する分配		
第一地域	第二地域	第三地域
70-72 無線航行 162  161	70-90 固定 海上移動 158 海上無線航行 162  <u>無線標定</u>	70-90 固定 海上移動 158 無線航行 162
72-84 固定 海上移動 158 無線航行 162 161 163		
84-86 無線航行 162 163		
86-90 固定 海上移動 158 無線航行 162 163	164	165

162 持続電波方式に限る。

165 70 - 72 KHz 及び 84 - 86 KHz の周波数帯では、日本国及びパキスタンを除き、無線航行業務は一次業務とし、固定業務及び海上移動業務は二次業務とする。

90-110 KHz

業務に対する分配		
第一地域	第二地域	第三地域
90-110	90-110	90-110
固定	無線航行	固定
海上移動 158	<u>固定</u>	海上移動 158
無線航行	<u>海上移動</u> 158	無線航行
163 166 167	166 167	166 167

166 長距離無線航行方式の開発及び運用のためにこの周波数帯を許可する。この周波数帯は、上のいずれか一の方式が国際的に採用されるときは、直ちにその使用のために全部又は一部を無線航行業務の専用に分配する。他の事情が同様であるならば、世界的業務に対して最小限の周波数帯幅を必要とし、かつ、他の業務に有害な混信をできる限り生じさせない方式に優先権を与えるものとする。パルス無線航行方式を使用するときは、パルスの発射は、90-110KHzの周波数帯内に限られ、かつ周波数帯外でこの規則に従って運用する局に有害な混信を生じさせてはならない。第一地域及び第三地域では、いずれかの長距離無線航行方式の国際的採用に先だつ期間中は、特定の無線航行局の運用は、この表に従って運用する業務が影響を受けることのある主管庁の間の協定によらなければならない。この協定によって設置された後は、無線航行局は、有害な混信から保護されなければならない。

海Ⅱ 167 固定業務の局には90-160KHzの周波数帯で、また、海上移動業務の局には110-160KHzの周波数帯で種別A1、F1、A4又はF4の発射のみを許可する。例外として、海上移動業務の局には、110-160KHzの周波数帯で種別A7Jの発射もまた許可する。

110-130 KHz

業務に対する分配		
第一地域	第二地域	第三地域
110-112 固定 海上移動 無線航行 162 163 167 168	110-130 固定 海上移動 海上無線航行 162 無線標定    164 167 168	110-130 固定 海上移動 無線航行 162    167 168 170
112-115 無線航行 162 163		
115-126 固定 海上移動 無線航行 162 163 167 168 169		
126-129 無線航行 162 163		
129-130 固定 海上移動 無線航行 162 163 167 168		

168 航空局は、対航空機高速度通信のために110-112KHz、115-126KHz及び129-130KHzの周波数帯の周波数を許容的基礎で使用することができる。

170 112-117.6KHz及び126-129KHzの周波数帯では、日本国及びパキスタンを除き、無線航行業務は一次業務とし、固定業務及び海上移動業務は二次業務とする。

160 - 285 KHz

業務に対する分配		
第一地域	第二地域	第三地域
160-255 放送 176	160-200 固定 179	160-200 固定 <u>航空無線航行</u>
255-285 海上移動 174 放送 航空無線航行 176 177 178	200-285 航空無線航行 <u>航空移動</u>	

285 - 405 KHz

業務に対する分配		
第一地域	第二地域	第三地域
285-315 海上無線航行 (無線標識) <u>航空無線航行</u>		
315-325 航空無線航行 180	315-325 海上無線航行 (無線標識) <u>航空無線航行</u>	
325-405 航空無線航行 <u>航空移動</u> 181		

181 北極光の妨害を受ける北方地方にあるノールウェーの固定局は、主として気象通報の伝送のために385-395KHzの周波数帯内の2周波数で運用を継続することを許される。

4 0 5 - 5 1 0 K H z

業 務 に 対 す る 分 配		
第 一 地 域	第 二 地 域	第 三 地 域
4 0 5 - 4 1 5 移動 ( 航空移動を除く ) 航空無線航行 海上無線航行 ( 無線方向探知 ) 1 8 2 1 8 3 1 8 4	4 0 5 - 4 1 5 海上無線航行 ( 無線方向探知 ) 航空無線航行 航空移動 1 8 2	4 0 5 - 4 1 5 無線航行 航空移動 1 8 2
4 1 5 - 4 9 0 海上移動 1 8 5 1 8 6		
4 9 0 - 5 1 0 移動 ( 遭難及び呼出し ) 1 8 7		

1 8 2 4 1 0 K H z の周波数は、海上無線航行業務 ( 無線方向探知 ) に指定する。4 0 5 - 4 1 5 K H z の周波数帯内で分配された他の業務は、無線方向探知に有害な混信を生じさせてはならない。4 0 5 - 4 1 5 K H z の周波数帯では、海岸局に周波数を割り当ててはならない。

2 - 4 実 施 計 画

本計画の実施にあたっては、建設資金と技術者の養成を考え合せ、システムの必要緊急度に応じて段階的な整備を考慮すべきである。

また、機器供給者との製造 / 工事契約は、工事の能率化と責任の明確化を図るためにターンキー方式による一括契約が望ましい。

2 - 5 管 理 計 画

各システムの機能を十分に発揮するためには、システムの良好な管理が肝要である。特にマラッカ・シンガポール海峡におけるデッカシステムの場合は、各チェーンが直接沿岸3国にまたがることから、技術的な運用保守協定を結ぶことが望ましい。またチェーン内の局間通信連絡系を設けることは、チェーンの運用保守上は勿論、相互理解のためにも益するところが極めて大きい。

また、国内の管理組織、管理体制の整備も重要であり、各システムについて、運用保守計画の作成、技術的規定の制定、物品の補給体制及び障害復旧体制の確立、要員の養成計画、システム評価試験計画、利用者の指導等を計画的に行う必要がある。

また、システムの異常の際の各船舶への通報も重要なことであるが、この実施方法については世界航行警報システムと関連させて検討すべきである。

## 2-6 チャート

インドネシア、マレーシア、シンガポール各国と日本が協力して統一基準点チャート作成のプロジェクトが開始されたが、デッカチャートは統一基準点チャートを基に作成する必要がある。

# 第 3 章

## 序 論



## 第3章 序 論

### 3-1 調査の目的

この調査の目的は、インドネシア国水域を念頭に置いてロンボク・マカッサル海峡及びマラッカ・シンガポール海峡をカバーするための最適の航行援助システムを選択し、技術的、経済的観点からその妥当性を検討して総合的な整備計画を作成することにある。

### 3-2 調査の経緯

インドネシア共和国からの、インドネシア国水域における電子航行援助システムの整備に関するフィージビリティ調査の要請に応じ、日本国政府は国際協力事業団(JICA)を実施機関として調査団を編成し、1976年2月から27日間にわたり事前調査を、1976年10月から117日間にわたり本調査を実施した。なお、マラッカ・シンガポール海峡における航行援助システムは、沿岸3国すなわちインドネシア共和国、マレーシア国、シンガポール共和国にかかる問題であることから、各国の合意のもとに3国にわたる調査となった。

### 3-3 調査の方針

本調査は、事前調査に基づいてとりきめられた Scope of work に沿って行なわれた。

すなわち、本調査は現地調査と国内作業に分けて行なわれ、現地調査はロンボク・マカッサル、マラッカ・シンガポール両海峡を主体に実施し、海上交通の現状、施設の適地の選定、大気雑音、妨害波の測定、その他システムの建設及び運用保守計画に必要な事項等を調査した。また国内作業は現地調査結果に基づき、該当海域における航行援助システムの必要条件を検討して最適のシステムを選定し、置局計画、建設計画、管理計画等の作成及び経費の積算を行い、更にこのプロジェクトの経済的妥当性について検討を加えた。

### 3-4 調査団の編成と担当分野

調査を効果的に行うため、調査団はA、B、C、及びDの4チームに分れて夫々下記の分野を担当した。

Aチーム	4名	双曲線航法システム	ロンボク・マカッサル海峡海域
Bチーム	4名	"	マラッカ・シンガポール海峡海域
Cチーム	3名	可視標識及びその他の電子航法システム	
Dチーム	2名	運輸経済	

また、団員の構成は次のとおりである。

団長	豊福 滋善	海上保安庁燈台部
団員	Bチーム 名和 芳雄	"
"	Cチーム 金子 昭治	" 水路部
"	Aチーム 谷本 吉夫	第七管区海上保安本部燈台部
"	Dチーム 鶴頭 誠	運輸省大臣官房国際協力室
"	Cチーム 小林 正光	第四管区海上保安本部燈台部
"	Cチーム 新井 章義	海上保安庁燈台部
"	Aチーム 寺門 照隆	郵政省電波監理局
"	Bチーム 諸橋 英宣	"
"	Bチーム 堀江 義雄	コナー株式会社
"	Aチーム 二階堂 亮	"
"	Aチーム 佐藤 栄一	沖電気工業株式会社
"	Bチーム 大橋 亘	富士通株式会社
"	Dチーム 山川 喜若	株式会社パンフィックコンサルタンツインターナショナル
"	J 塚田 宏	JICA

### 3-5 調査の日程

各チーム毎の現地調査日程の概要は次のとおりである。

チーム	1976年 10月	11月	12月	1977年 1月	2月	日数
A		—————				96日
B	—————					117日
C	—————					66日
D			—————			30日

### 3-6 各国の協力

インドネシア共和国、マレーシア国、シンガポール共和国各国政府は、この調査に関する深い理解のもとに調査団に対し積極的に協力し、調査の成功に寄与した。

## 第 4 章

### 航行援助システム

## 第4章 航行援助システム

船舶が安全に、かつ能率的に航行するためには、自船の位置を把握することが基本的要件である。

航行船舶に対する指標として、形象物、燈火等による標識は古くから用いられてきたものであって将来とも有用であることは疑いないことであるが、一方機能的な限界があることも事実である。

すなわち燈火を視認できる距離は精々30浬であり、又悪視程時には近距離でも視認することは出来ない。そのため古来から多くの船舶が航路を見失い、遭難したことは今更強調するまでもない。

このような必要に応じて開発された電波による航行援助の歴史は僅かに50年余りであるが、この間の電子技術の進歩は全く目覚ましいものがあり、次々と新しいシステムの実用化を可能とし、1940年代に開発された双曲線航行方式は、それまでの比較的誤差の大きな方向探知による方式から一挙に飛躍して正確な測位を可能とした。

電波を利用した航行援助システムは、一般に陸岸の見えない遠距離において、あるいは悪視程時にも常時利用できることが最大の利点であるが、近年の世界的な経済発展に伴う海上交通量の増加とともに、必要に対応して各種のシステムが開発され実用されている。

これらのシステムに対する必要条件については、海上航行援助無線に関する国際会議 (International Meeting on Marine Radio Aids to Navigation: 1946年、ロンドン) において国際的な合意のもとに、外洋で使用するもの、沿岸で使用するもの、及び港湾等で使用するものに分類して下表に示すとおり一応の基準が示されている。

距離	機能	障害物までの最短距離	必要な確度	位置決定に要する時間
長距離	外海における航行援助	50海里以上	±1%	15分以内
中距離	陸地または港に近接するばあいの航行援助	50～3海里	±1海里ないし200m	5分ないし1/2分
近距離	港湾地帯または入港時の航行援助	3海里以内	±50m	即時

外洋は陸岸から遠く離れ、座礁等の危険性が少ない海域である。しかし安全のための航行援助システムが必要であることは勿論であり、加えてこれらシステムは経済的な航路を知り、運航能率を向上させることに大きく役立っている。外洋では通常は測位誤差が2～3浬あっても支障はなく、また連続測位の必要性も少ない。

外洋で使用するシステムとしては、従来はロランA、ロランCが代表的なものであったが、近年はグローバルなシステムであるオメガが実用期に入ったので、当分の間はオメガが主流になるであ

ろう。すでに利用者はロランからオメガへ漸次移行する傾向を示している。オメガに比肩し得るものとして人工衛星によるシステムがある。この分野では米国海軍の NNSS が実用化されているが、測定間隔が長いため通常は他のシステムと組合せて使用する必要がある。また開発中の一般用の衛星航行システムは世界的な協調体制が整わず、実用化までになお相当の年月を要するみこみである。

沿岸水域は、外洋から港、港から外洋、あるいは海岸線沿いに港と港を結ぶ航路があり、大小の船舶が輻輳する海域であって、測位誤差は1浬以下、周囲条件によっては数百メートルが必要とされ、かつなるべく頻繁な測位が必要とされる。

沿岸水域で使用するシステムとしては、中波ビーコン、デッカ等があるが、米国はオメガシステムの整備に伴って、従来外洋用かつ軍用主体であったロランCを、自国沿岸水域をカバーするよう既設チェーンを基盤として整備し、受信機の低廉化に力を注いで民間の利用に供する旨公表し、更に同システムの港湾、狭水道水域における利用についても検討を行っている。

一方、デッカは沿岸航行用に英国で開発されたシステムであって港湾、狭水道においても利用されており、ヨーロッパから世界各地に利用範囲を拡大しつつある。

これらの沿岸用システムは、利用者側からみれば世界的に統一されることが望ましいのは勿論であるが、遺憾ながら当分の間は統一が困難な状況にある。

船舶用中波ビーコンは、SOLAS条約 (International Convention for the Safety of Life At Sea: 1948年ロンドン) が1,600トン以上の国際航海に従事する船舶に方向探知機の備え付け義務を課し、一方、国に対しては、交通量にてらして必要、十分な航行援助施設 (ラジオビーコン及び電子援助施設を含む) を設置、維持する措置を執ること、としている。

このシステムは比較的簡単な設備でも利用できることもあって、全世界で700以上もの送信局が運用されている。

港湾、狭水道は暗礁、浅瀬が存在し、航路が屈曲するうえ大小様々な船舶が輻輳するため、航行の条件としては最も厳しい海域である。海難も当然このような海域で最も多く発生し、油の流出等による二次災害の危険性も大きい。

この海域では通常は測位誤差は数十メートル以内で、かつ連続測位が必要である。

このような条件下で実用されているシステムとしては、前述のデッカのほか、船舶の動向等の情報を陸上から船舶に提供するハーバーレーダがある。

また、船舶のレーダ映像上に情報を提供するシステムとして、著名地点の方位を示すレーマーク、障害物の位置等を示すレーダビーコンも広く利用されている。

近代的な港湾には埠頭、荷役設備、倉庫、輸送施設等の整備が必要であるが、より重要なことは

その港に安全に出入港するための航行援助システムの整備である。

典型的な例は世界一の港といわれるユーロポートにみられる。

すなわち、この港では運河状の屈曲した航路に対してデッカ局を特殊な配置とし、船舶はデッカ受信機に簡単な装置 (Brown Box) を付加することによって、航路からのずれを直視できる方式を用いている。

更に運河の兩岸に配置されたレーダ局が各船の動きを監視しており、船上のパイロットはレーダ局と連絡をとりながら航行の安全を図っている。勿論燈台や、要所要所には航路筋を示す導燈も設置されている。

これら各種のシステムが組み合わされて総合的な機能を発揮し、同港を安全な、そして世界一の港にしたのである。

このように、船舶が必要とする位置の精確さは、その船舶の航行の目的あるいは周囲条件により大きく異なるので、夫々のシステムの選択にあたっては、船舶側が必要とするシステムの機能を検討し、その普偏性、信頼性、将来性、経済性等を勘案して総合的判断に立つべきであり、更にシステムの整備は国家的施策の一環として長期的展望に立って計画すべきである。

## 第 5 章

### 電子航行援助システムの整備

## 第5章 電子航行援助システムの整備

### 5-1 システム設計

#### 5-1-1 電子航行援助システムの選択の基準

##### (1) 選択に際しての検討事項

電子航行援助施設を選択する際に検討すべき主な条件は一般に次の事項である。

##### 1) 普遍性を有していること

利用者は世界の海を航行する船舶である。そのシステムの安全性、有効性は世界中の利用者によって歴史的に評価され選択されてきたものである。

そのシステムがいかなる国において、いかなる運用主体によりいかなるサービスをいかなる利用者に提供しているか等の状況を比較検討し、更に将来の動向をも見透す必要がある。

##### 2) 性能が優れていること

対象とする海域を航行し、そのシステムを利用する船舶の種類、重量、大きさと、その許容される水路の幅から具体的に必要な性能が定められる。そしてその所要性能に対していずれのシステムが最適の性能を有しているかを見定める必要がある。

##### a) 所要の測位精度が得られること

先づ当該海域において必要とされる精度を設定する。

次にシステムの精度を理論的に試算し比較する。

システムの精度の良否は局の配置に大きく支配されるが局の配置が決ったあとで精度を左右する要因をあげると

送信設備の性能

電波伝搬路

受信機の性能

からなる。これらを総合して所要の絶対精度及び再現性の得られるシステムが判定される。

##### b) 必要かつ十分なサービスエリアが得られること

サービスエリアはシステムの物理的な要素、即ち周波数/送信電力/電波の伝搬方式/空中の雑音状態の条件により決まるが、更に局の配置状況により大きく影響される。

##### c) 信頼性が高く保守が容易であること

いかに理論的に高精度なシステムでも常に安定したサービスを提供することができなければ実用上意味がない。

システムの安定性を損なう要因としては、機器の環境条件並びに伝搬路の状態の変動が大きなウェイトをしめるが、この変動は熱帯地方において特に激しいので、この点について入念に検討する必要がある。



また、機器に障害が発生した場合の影響とその対策の難易を比較検討する必要がある。

3) 経済性に優れていること

投資効果と投資方法の難易さを考慮するにあたり送信側（陸上設備）の施設費と運用／保守費及び受信側（船舶設備）の施設費と運用／保守費を総合して比較検討すべきである。また、世界的に普及度の高いシステムにおいては利用者が既に受信機を装備していることが多いので、送信側設備が完成すれば高い利用度が期待出来る。

(2) 船位測定の必要精度

(1)の2)のa)に所要の測定精度の項があるが、実際の数値はいくらであろうか。

船位測定の所要精度は、狭水道、沿岸水域、広い海域のいずれにあるかによって違い、又交通量の多寡、船舶の運動性、あるいは海潮流、風等の自然環境によって影響されるもので非常にとらえ難い量である。

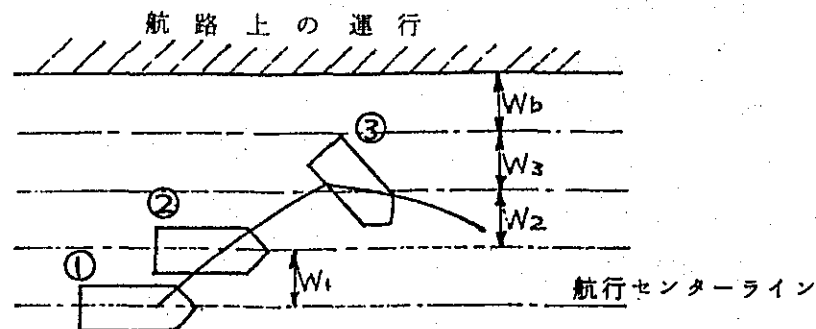
1946年、海上航行援助無線に関する国際会議がロンドンで開催され、船舶用の無線航行援助システムに対する要求条件として一応の基準が下表の如く示された。

無線航行援助システムの要求機能

距離	機能	障害物までの最短距離	必要な確度	位置決定に要する時間
長距離	外海における航行援助	50海里以上	±1%	15分以内
中距離	陸地または港に近接する場合の航行援助	50～3海里	±1海里ないし200m	5分ないし1/2分
近距離	港湾地帯または入港時の航行援助	3海里以内	±50m	即時

電子航行援助システムを用途別に分類する基準が明確にされたのはこれが初めてである。此の表の他、船位測定必要精度について、二、三の考え方を最も条件がきびしい狭水道に関して述べる。

1) 図に於て水路中央線①を航行すべき船舶が風潮に流されて②の位置に於て進路のづれに気づき舵をとつたとする。舵はすぐ効かず応答遅れ時間T秒後、舵が効いて、③の位置において回頭し始め元の進路にもどるとする。



この場合必要な水路幅は次式で表される。

$$W = 2(W_1 + W_2 + W_3) + W_b + 2(W_1' + W_2' + W_3') + W_b' + W_s \dots\dots\dots (1)$$

但し W : 水路幅

$W_1, W_1'$  : 95%値の確率で示した要求精度(破線は大型船の場合を示す)

$W_2, W_2'$  : 船舶操縦性能による遅れの幅

$W_3, W_3'$  : 船舶が旋回する場合のキック量

$W_b, W_b'$  : バンククリアランス

$W_s$  : シップクリアランス

狭水路において(1)式で風速( $V_a$ )

潮流( $V_c$ )

操縦性能( $T$ )

船幅( $B$ )

風圧係数( $C$ )

等を考慮すると一方通航の場合次式の如くなる。

$$W = 2\{W_1 + (C V_a + V_c) T + 0.9 B\} + 1.8 B \dots\dots\dots (2)$$

ここで20万トンタンカーが狭水路を通航する場合

$$V_a = 20 \text{ m/s}, \quad V_c = 0.5 \text{ m/s}, \quad T = 200 \text{ S}, \quad B = 50 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ m}, \quad C = 0.06$$

と仮定すると、要求精度 $W_1$ として

$$W_1 = 70 \text{ m}$$

が必要である。

これは一見非常に論理的であるが、これも一つの試算にすぎない。

2) 海図の縮尺の決め方には種々の要素があるが、船位記入誤差もその一つである。シンガポール海峡の日本海図の縮尺は日本船長協会のベテラン船長達と相談して決めたもので1/50,000である。

船位記入誤差が図上1mmとすると、実寸は50mとなる。此の値は、所要精度の最小値と考えられる。

上記とは別に、船長達にシンガポール海峡を通る時、船位測定の所要精度はと質問した所、船幅程度という答を得た。

20万トン級船舶の船幅は約50mである。此は一見勘のみに頼る非科学的な値に見えるが、経験豊富な船長達の勘が一番信頼出来るものだと考えられる。

また、国際オイルタンカー委員会研究報告(IOTC 1974 No.12)によるロッテルダム航路における航行の実例では航路軸に対し、許容される最大の船位のずれはほぼ船幅即ち20万トンの船では約50mに等しいことが明らかにされている。

3) 船長達の勘による別の表現もある。航路が設定された時、船位測定の所要精度はとの間に単独航なら航路幅の $1/4$ 、複数の船がいれば航路幅との $1/10$ との答を得た。

(前記 I O T C では最小の航路幅は、船幅の 4 倍という逆の表現をしている。)

通行分離方式の航路の幅を  $700\text{ m}$  とするとその  $1/10$  は  $70\text{ m}$  となる。

以上いずれの考え方からも、狭水道では約  $50\text{ m}$  の船位測定精度が必要であると考えられる。

精度とは意味が少し違いますが網引き漁船に必要な反復精度は、 $50\text{ m}$  ないし  $100\text{ m}$  と云われている。

ロンボック、マカッサル海峡などの比較的広い海域での船位測定精度は通常  $1/4$  湮程度で充分であるとの船長達の意見であった。

#### 5-1-2 双曲線電子航行援助システムの選定

##### (1) 概要

本海域に適用する双曲線電子航行援助システムとして考えられるものはデッカシステム及びロラン C システムである。

本項はこの兩者について比較検討を行う。

##### (2) 双曲線航法の原理及びシステムの比較

双曲線航法の原理は別添資料 A で述べる。また、双曲線航法を代表するデッカシステム及びロラン C システムに兩者間の比較の詳細は 5-1-3 に述べる。

##### (3) 誤差

システムの誤差の評価は取扱の便利さの故をもって通常は円形誤差をもってしている。

本項では別添資料 A の 2 章で述べた解析方法に従いコンピュータを使いデッカ及びロラン C システムの誤差の解析を行った。

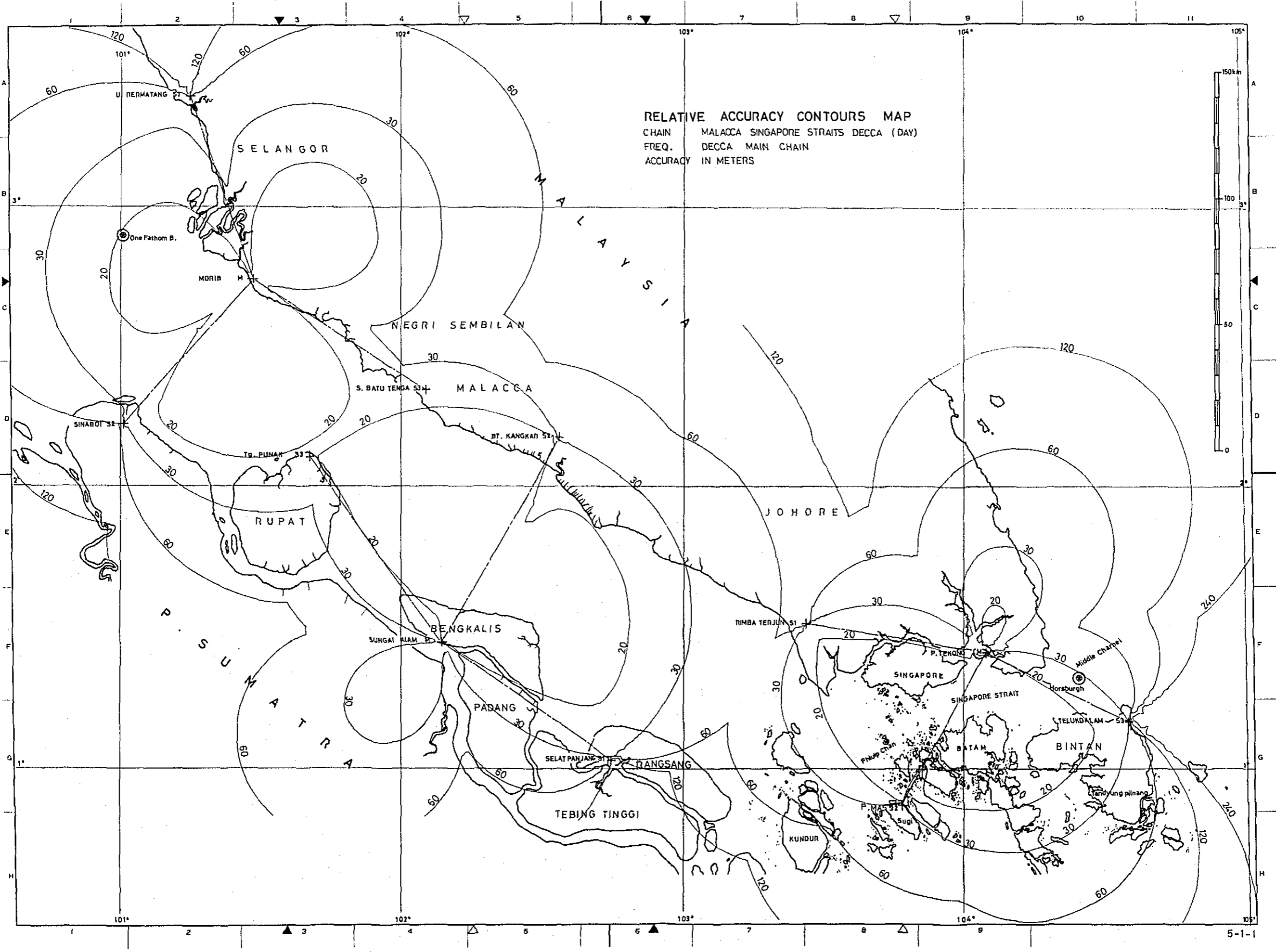
その結果は 5-1-1 ~ 5-1-4 にデッカシステムを 5-1-5 及び 5-1-6 図にロラン C システムを示す。

##### (4) システムの余裕度

通常デッカチェーンは、狭い範囲をきめ細かくカバーするように設計される。このためチェーンの配置に関し多少の余裕度を付加している。

例えばシンガポール海峡では 5-1-10 図 ~ 5-1-12 図で示されるように 1 つの従局が停波してもこの場合幾分かの測位精度の低下はあるがサービスが完全に断になることがないように配慮されている。

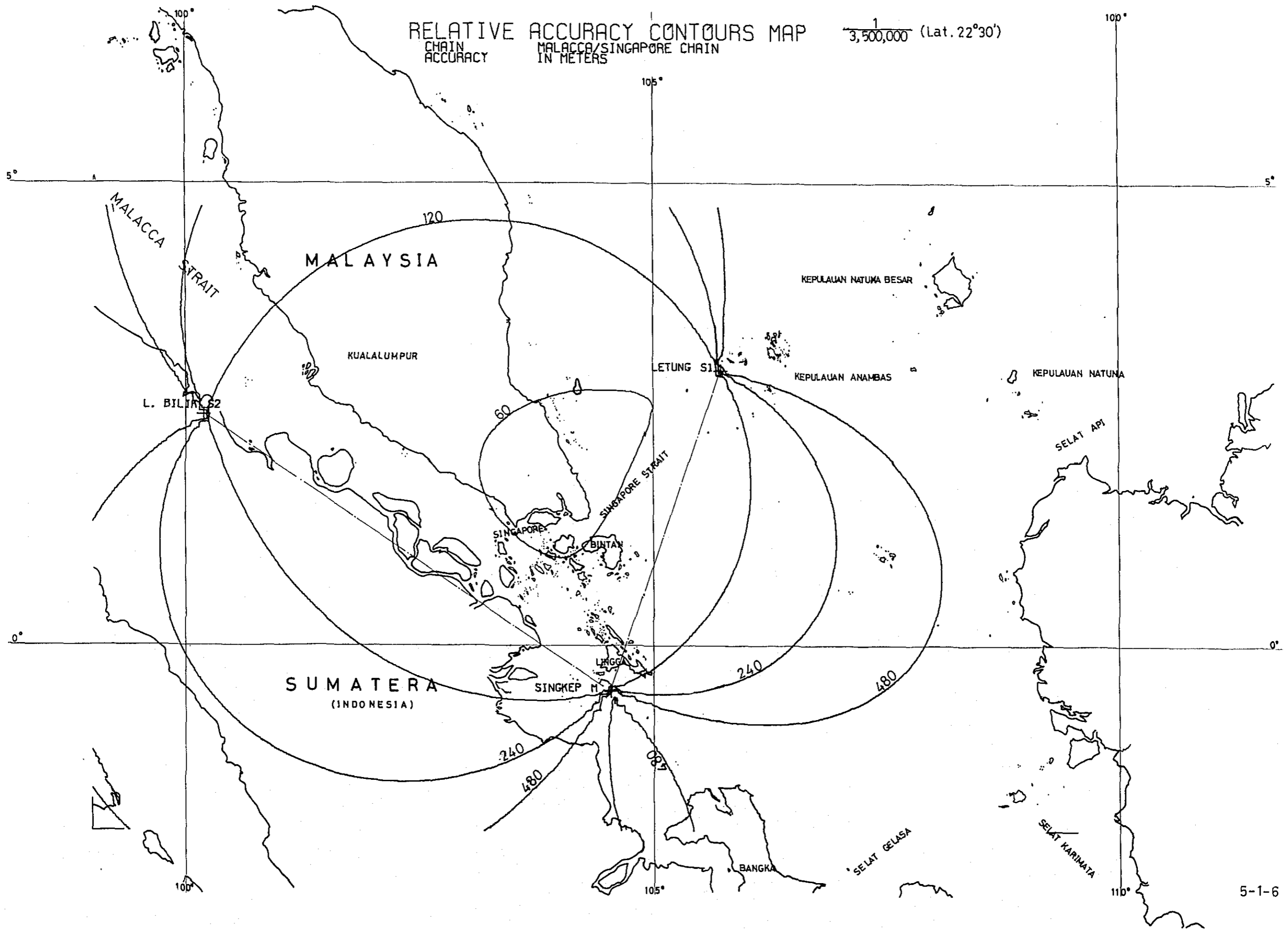
またマラッカ海峡においてはチェーンの接続部分においては両チェーンが利用出来るようにしている。





RELATIVE ACCURACY CONTOURS MAP  
CHAIN ACCURACY MALACCA/SINGAPORE CHAIN  
IN METERS

1/3,500,000 (Lat. 22°30')



### 5-1-3 ロランCとデツカの比較

ロランCは広い範囲を中精度でカバーし、デツカは比較的狭い範囲を高精度でカバーするのに夫々適した電子航行援助システムである。ロランCはロランAのサービス範囲の拡大を目的として開発された遠距離用のシステムであって、米国が主体となって整備し、運用してきたものである。

近年米国は、航法に関する国家政策（官報74-16557）として自国沿岸用の電子航行援助システムにロランCを採用し、ロランA局を廃止することを公表した。コーストガードは、高精度の沿岸航行援助システムの適合性に関し、いくつかのシステムについて比較を行なった。それらはロランC、デツカ及びディファレンシャルオメガであったが、米国沿岸全体を最小数の送信局でカバーできるという、主として、経済的な利点からロランCが選ばれ、第2候補としてデツカが検討された。

そして第3候補となったディファレンシャルオメガはほとんど問題にされなかった。またロランAは精度不足のため、検討対象から除外された。過去において、ロランCシステムは受信機が高価なこともあり一般船舶用のシステムとしては不適であった。しかしながら、近年、米国コーストガードは、ロランC受信機のコストダウンあるいは送信装置の性能向上等、システムの改良に多大の努力を払って来た結果、改良目標を相当程度満足するに至った。マラッカ/シンガポール及びロンボック/マカッサル海峡における最適の双曲線航行援助システムを選定するに当たっては、近年におけるロランCの機能及び諸般の情勢を十分認識して、候補システムの一つとして検討すべきであると考えられた。よって、予定地調査は両システムについて行われた。

機能、信頼性、普遍性、経済性、将来性等の各種の観点から行なった両システムの比較は次のとおりである。

- (1) 両システムとも、送信局の配置等に考慮を払えば、マラッカ/シンガポール及びロンボック/マカッサル海峡において必要とする精度を確保することが可能と考えられる。
- (2) 一般的な配置とした場合は、広域（例えばインドネシア、マレーシア及びシンガポール全水域）を中精度でカバーするシステムとしてはロランCが優れているが、比較的限られた範囲（例えば、マラッカ/シンガポール、ロンボック/マカッサル海峡水域）を高精度でカバーするシステムとしてはデツカが優れている。
- (3) 有効範囲全体に対して、システムの建設コスト及びO/Mコストを考えた場合、ロランCの方がデツカに較べて有利であるが、必要とする小さい範囲のみに着目すればデツカの方が有利である。このロランCの場合に得られる、該当海峡水域以外に付帯的に得られるサービスエリアは、それなりの有用性があるが、大洋航行用としてはオメガを利用するのが世界的なすう勢である。
- (4) ロランCを狭水道などに適合した特殊な配置（例えば短基線長とした、いわゆるマイナーチェーンを数多く設置する）とした場合には、ほぼデツカと同等の精度を確保することが可能と考えられるが、この場合は建設コスト及びO/Mコストの面でデツカより不利となり、またクロスレート混信の危険性が増大することが考えられる。

- (5) 一般的に見れば、デッカのサービスエリアはロランCよりも狭いので、ある海域をカバーするためにロランCの場合より多くの局を建設する必要があるが、一方、デッカの構成ではサービスに余裕をもたせ易いという利点がある。つまり一つの従局が欠射した場合には全体的な有効範囲が少しばかり減少し、精度が多少下るが位置決定のためのサービスは中断されない。また、デッカチェーンの整備にあたっては、必要順位に従ってチェーン単位で段階的整備、即ち段階的投資が可能であり、人的及び資金的な対応がロランCの場合より容易である。
- (6) 確かにロランC及びデッカ両システムは高精度の沿岸用システムであるが、世界における両システムの普及状況及び利用者数を考えれば、デッカシステムの方がより現実性を有しているであろう。
- (7) 両システムの比較結果は下記のとおりであって、両システムは夫々長所、短所をもち、絶対的な卓越性は、認められないが、マ/シ、ロ/マ海峡海域を対象とした場合は、総合的に判断してデッカシステムの方がより適当である。



1) 普遍性

比較項目	デ ッ カ	ロ ラ ン C
<u>実用化時期</u>	第2次大戦中に開発され民間航行援助システムとして1946年に導入された。	1956年より軍用システムとして実用化された。
<u>運用状況</u> 運用国数 運用中のチェーン	22国 42チェーン (ほかに4か国8チェーンが建設中)	2国 14チェーン (内2チェーンはソビエトにあり公開されていない)
受信機普及台数	約23,000台	約3,500台
<u>利用対象</u>	客船, 貨物船, タンカー, 漁船等	客船, 貨物船, タンカー, 漁船等
<u>システムの伸び</u> (1972-1976)	14チェーン	4チェーン (5チェーン開局) (1チェーン廃局)

2) 仕様, 諸元

比較項目	デ ッ カ	ロ ラ ン C
<u>一般定格</u> 伝搬モード 周波数 帯域幅 変調型式 輻射電力	地表波 70~130KHz 10Hz 持続波, マルチパルス 200W(公称)	地表波 100KHz 20KHz パルス 400KW(公称)~1MW
<u>送信装置</u> 送信機出力	1.2KW	570KW~1.5MW

冷却方式	自然空冷	強制水冷
送信空中線 型式 高さ 接地方式	支線式鉄塔による傘型空中線 110m 埋設式ラジアルアース (半径100m)	支線式鉄塔による傘型空中線 190m 埋設式ラジアルアース (半径約100m)
受信機	シングルスーパーヘテロダイニ ニア増幅 4チャンネル方式	大部分のものは、ハードリミティ ング増幅1チャンネル時分割方式
システムの配置	原理的に短基線が有利であるか ら海峡のような狭い海域を高精 度でカバーするのに適している。	長基線で広い海域をカバーする に適しておる。

### 3) システム誤差

比較項目	デ ッ カ	ロ ラ ン C
伝搬路の影響	サービスエリアが小さいので伝搬路の電気的定数( $\epsilon$ , $\sigma$ )が変化しても影響が小さい。従ってこの為の誤差が小さい。また伝搬路が短いため、モニタ局で校正を行うことにより2次的位相要素の変化に基因する絶対誤差は問題とならない程度に減らすことが出来る。	サービスエリアが大きいためデッカに比べて伝搬路の定数の変化による影響をより大きく受け、従ってこのための誤差が大きい。伝搬路が長い場合海陸混合路の場合の影響が大きく、限られたモニタ局のデータのみでECDを有効範囲全域に亘り合わせることは困難であり、間違ったサイクル識別を引き起して大きな誤差を生じる恐れが大きい。

<u>空間波による影響</u>	<p>一定距離以上では夜間空間波の影響は避け難い。</p>	<p>空間波の影響を中距離以内は除去できる。理論的には空間波にわずらわされることはないが、実際には伝搬路の特性に応じて受信機の地上波/空間波識別可能距離は相当減少する。</p>
<u>システムの分解能</u>	<p>4.1 m (赤パターン) 5.5 m (緑パターン) 3.5 m (紫パターン)</p>	<p>15 m</p>
<u>雑音による影響</u> (帯域幅)  衝撃雑音 誘導雑音 他チェーンの影響	<p>(小)  小 影響を受けにくい なし</p>	<p>(大)  大 影響が大きい あり(特に夜間に問題あり)</p>

#### 4) 信頼性

比較項目	デ ッ カ	ロ ラ ン C
<u>送信装置の信頼性</u> 故障による休止時間  放射電波の波形歪  そ の 他	<p>世界におけるデッカチェーンのフィールドデータでは年間10分間以下。            持続波であるから問題にならない。             送信機はマルチモジュール方式が採用されており、1ユニットの故障は欠射に至らない。</p>	<p>ヨーロッパにおけるロランCチェーンのフィールドデータによれば年間7時間以上。            気象条件の変化によりアンテナ系のQ等の定数が変化し、これを完全に補正することは困難なため、パルス波形に歪を生じ、これが誤差の原因の一つとなる。            パルス方式であるためマルチモジュールの方式の採用は困難である。</p>
<u>受信装置の信頼性</u> 受信機の規格	<p>デッカ社の規格によって世界的に統一されている。</p>	<p>統一された規格がないので受信機によって精度が異なる。</p>

5) 経 済 性

比較項目	デ ッ カ	ロ ラ ン C																		
<p><u>送信設備</u> <u>一般論</u></p>	<p>デッカシステムは、一局当りの建設及び維持経費がロランCに比して安価であり、比較的狭い海域をカバーする場合には、ロランCよりも経済的である。</p>	<p>少ない局数で広い有効範囲を確保できるので、広い有効範囲を必要とする場合には経済的である。</p>																		
<p>経済比較</p>	<p>マラッカ/シンガポール海域及びロンボック/マカッサル海峡をカバーするに、デッカ局の場合は23局、またロランC局の場合は、9局と想定して、</p> <p>送信設備の全経費(=施設費+10年間の運用/維持費)の比率を比較すると次のとおりである。</p> <table border="1" data-bbox="547 875 1391 1196"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>デ ッ カ</th> <th>ロ ラ ン C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>全局当り</td> <td>全経費</td> <td>575</td> <td>: 720 (720/575=1.25)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">1局当り</td> <td>施設費</td> <td>13</td> <td>: 40</td> </tr> <tr> <td>10年間の 運転/維持費</td> <td>12</td> <td>: 40</td> </tr> <tr> <td>全経費</td> <td>25</td> <td>: 80</td> </tr> </tbody> </table>				デ ッ カ	ロ ラ ン C	全局当り	全経費	575	: 720 (720/575=1.25)	1局当り	施設費	13	: 40	10年間の 運転/維持費	12	: 40	全経費	25	: 80
		デ ッ カ	ロ ラ ン C																	
全局当り	全経費	575	: 720 (720/575=1.25)																	
1局当り	施設費	13	: 40																	
	10年間の 運転/維持費	12	: 40																	
	全経費	25	: 80																	
<p><u>受信機</u> 価 格</p>	<p>レンタル価格は\$2000/年</p>	<p>普及型 \$4,000~6,000 高級型 \$20,000~100,000 (軍用品)</p>																		

#### 5-1-4 中波ビーコン

船舶用中波ビーコンは、電波を利用した燈台ともいえるものであって、方位測定機によって悪視程時にも、可視標識よりもはるかに遠距離まで、そして簡単に局の方位が測定できるものである。

中波ビーコンの役割りは可視標識とはほぼ同様であるが、設置計画に際しては次のような項目に留意する必要がある。

- (1) 当該海域にはすでに数多くの航空用中波ビーコン(NDB)が設置されているが、これらの局のうち相当数は海上でも利用可能であるので、海上における有効利用を考慮して、局の位置、諸元等を航海用のチャート、水路書誌等に記載することが望ましい。
- (2) 航空用ビーコンは時限運用している局があるので、海上において利用可能なものは常時利用できるように24時間運用とすることが望ましい。
- (3) 新設する船舶用中波ビーコンは、海上交通の現状、海域の特殊性を勘案し、主要航路、重要交差点等を示すような適地に設置すべきである。
- (4) また、新設個所は、局の運用、保守上の利便を考慮し、既設の燈台等の近傍とすることが望ましい。

これらに基づいて計画した新設個所は5-1-29図及び5-1-7にのべるとおりである。

#### 5-1-5 レーマーク

レーマークはレーダ装備船を対象としたマイクロ波標識の一種であって、レーマーク局からは船舶のレーダと同一周波数の電波を常時発射し、レーダPPI上に局の方位を輝線をもって表示させる方式である。

レーマークは大洋から沿岸への接近時、あるいは海岸線がレーダで検知しにくい地形等の場合に極めて有効なシステムである。

レーマーク局の位置は、航海上の著名地点で、かつ運用・保守上の利便から燈台等の近傍とすることが望ましい。

これらの考慮に基づいた新設計画は5-1-29図及び5-1-7にのべるとおりである。

#### 5-1-6 レーダビーコン

レーダビーコンは、レーマークと同様にレーダ装備船を対象としたマイクロ波標識の一種であり、船舶のレーダから発射された電波を受け、これをトリガとして応答電波を発射して局の位置をレーダPPI上に表示させるものであって、障害標識あるいは特定地点の確認標識として極めて有効なシステムである。

新設計画は5-1-29図及び5-1-7にのべるとおりである。

5-1-7 配置計画

(1) 概要

配置計画にあたり、以下の原則を配慮した。

- a) 海峡の主要部は昼夜間いつでも、船位測定の所要精度(50m以上)が得られる様にデッカチェーンを配置した。
  - b) 通航の際、出来るだけLOPに沿って通過できる様に、デッカチェーンを配置した。この様にすれば操船も容易となり、航路軸に直角方向の精度が著るしく向上する。
  - c) 各チェーンは従局の一つが欠射しても、その機能を著るしく損なわない様に配置した。
- 以上の配慮のもとに、配置計画図を5-1-7図如く作成した。

(2) デッカシステムの配置

1) 配置表

デッカチェーンの配置を5-1表に示す。

5-1表

チェーン名	局の種別	地名	緯度	経度
シンガポール海峡チェーン	主局	P. Tekong	01° 25.1 N	104° 04.9 E
	赤従局	Rimba Terjun	01° 30.2 N	103° 27.1 E
	緑従局	P. Mas	00° 53.0 N	103° 46.2 E
	紫従局	Telukdalam	01° 09.9 N	104° 34.9 E
マラッカ海峡南チェーン	主局	Sungai Aiam	01° 27.2 N	102° 09.2 E
	赤従局	Selat Panjang	01° 02.4 N	102° 45.2 E
	緑従局	Bukit Kangkar	02° 10.7 N	102° 33.7 E
	紫従局	Tg. Punak	02° 06.2 N	101° 41.0 E
マラッカ海峡北チェーン	主局	morib	02° 44.6 N	101° 27.7 E
	赤従局	Ujong Permatang	03° 23.7 N	101° 15.2 E
	緑従局	Sinaboi	02° 14.2 N	100° 59.7 E
	紫従局	Batu Tengah	02° 20.7 N	102° 04.2 E

この計画を一挙に完成することは資金的、人的な面での困難性が考えられるので、海空運、漁業の進展と歩調を合せながらその一步先を行くことが望ましい。

建設の優先順位は

1. シンガポール海峡チェーン

2. マラッカ海峡北チェーン

3. マラッカ海峡南チェーン

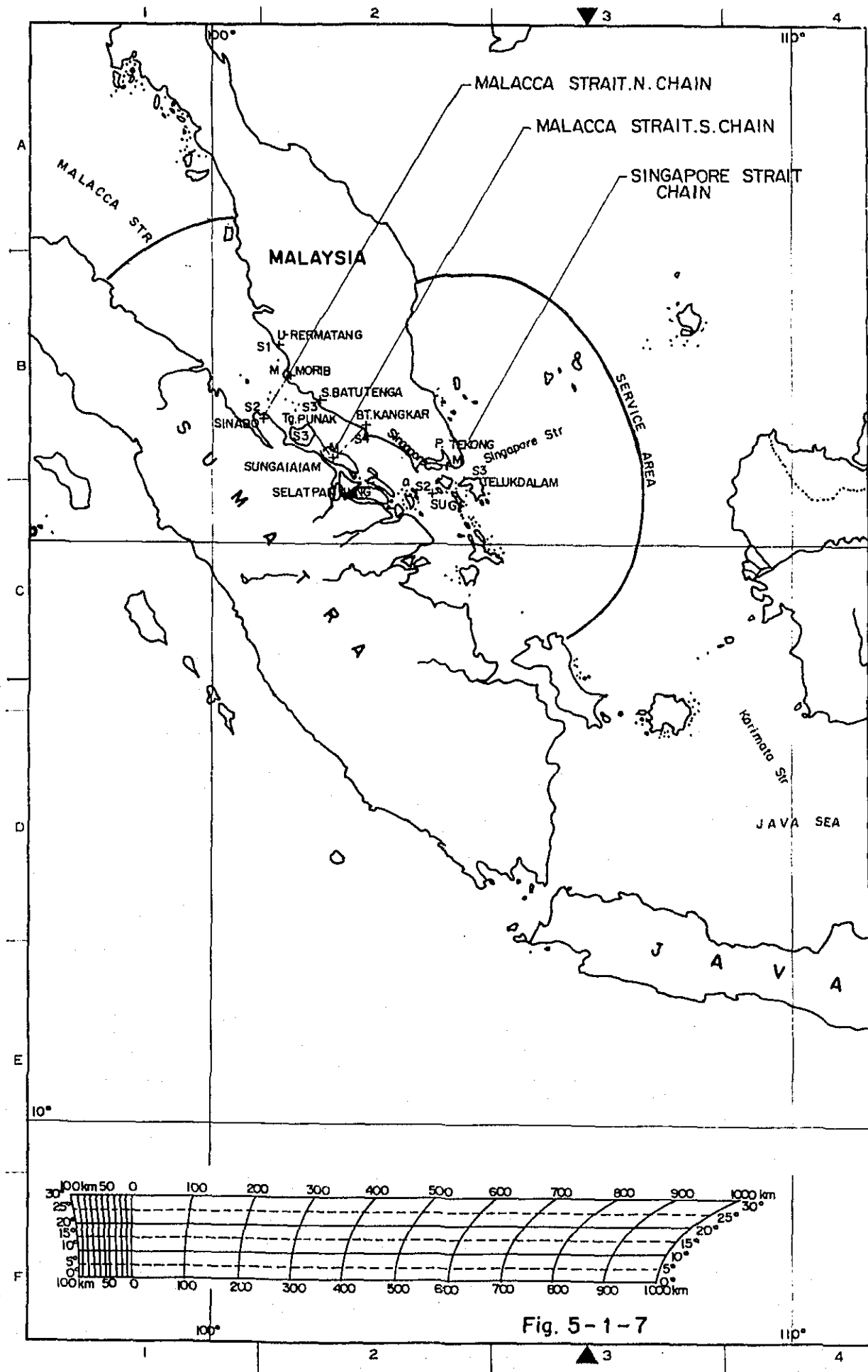
と考えられる。

2) 各デッカチェーンの誤差

別添資料 A の 2 章で述べた解析法に従い各デッカチェーンについて計算した誤差図は 5-2 表で区分表示するとおりである。

なお 5-1-8 A 図及び 5-1-9 A 図は 5-1-8 図及び 5-1-9 図に包含された区域の一部分(シンガポール海峡中央部)について誤差をデジタルで表示したものである。





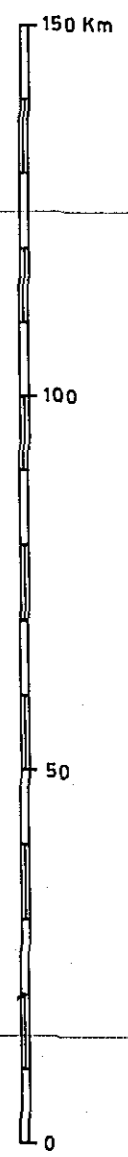
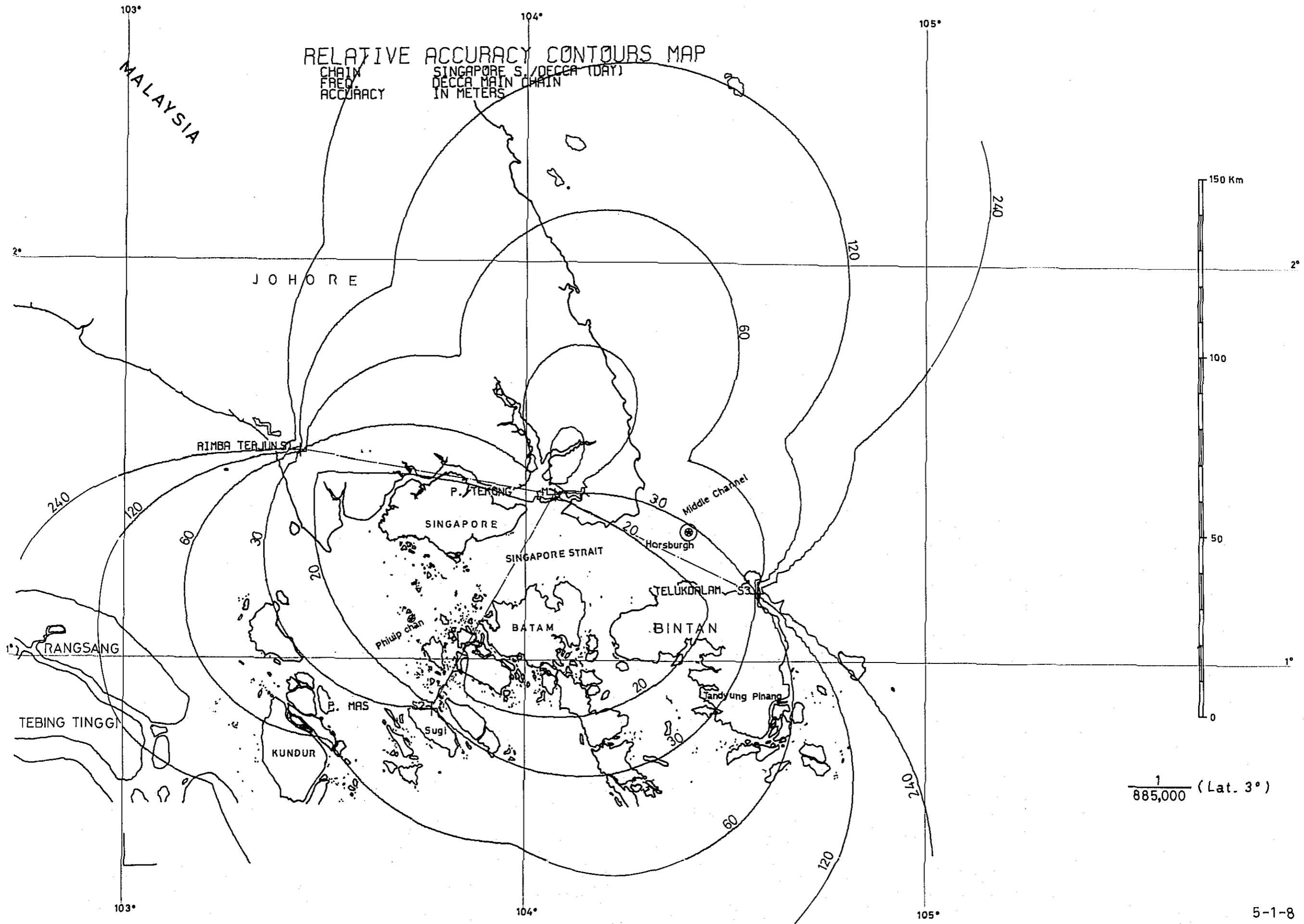
5 - 2 表

図面番号	システム	チェーン名	昼夜	備 考
5-1-8	デッカ	シンガポール海峡	D	
5-1-9			N	
5-1-10		シンガポール海峡	D	赤-緑局 (紫局停波時)
5-1-11			D	緑-紫局 (赤局停波時)
5-1-12			D	赤-紫局 (緑局停波時)
5-1-13		マラッカ海峡南	D	
5-1-14			N	
5-1-15		マラッカ海峡北	D	
5-1-16			N	
5-1-8A		シンガポール海峡	D	デジタル表示方式による誤 差図
5-1-9A		中央部分	N	

### 3) デッカチェーンのラチスチャート

デッカシステムにおける局配置ではマラッカ海峡北及びマラッカ海峡南チェーンにみられるように海峡を横断する形でチェーンが構成される場合1ペアの局で構成されるLOPは局の配置をうまく行えば5-1-24図及び5-1-25図のラチスチャートにみられるように航路に沿った形で表現することが出来るので船の運航が容易である。更にこのような場合、航路幅方向の誤差は円形誤差で示された値の50～70%程度に改善される。

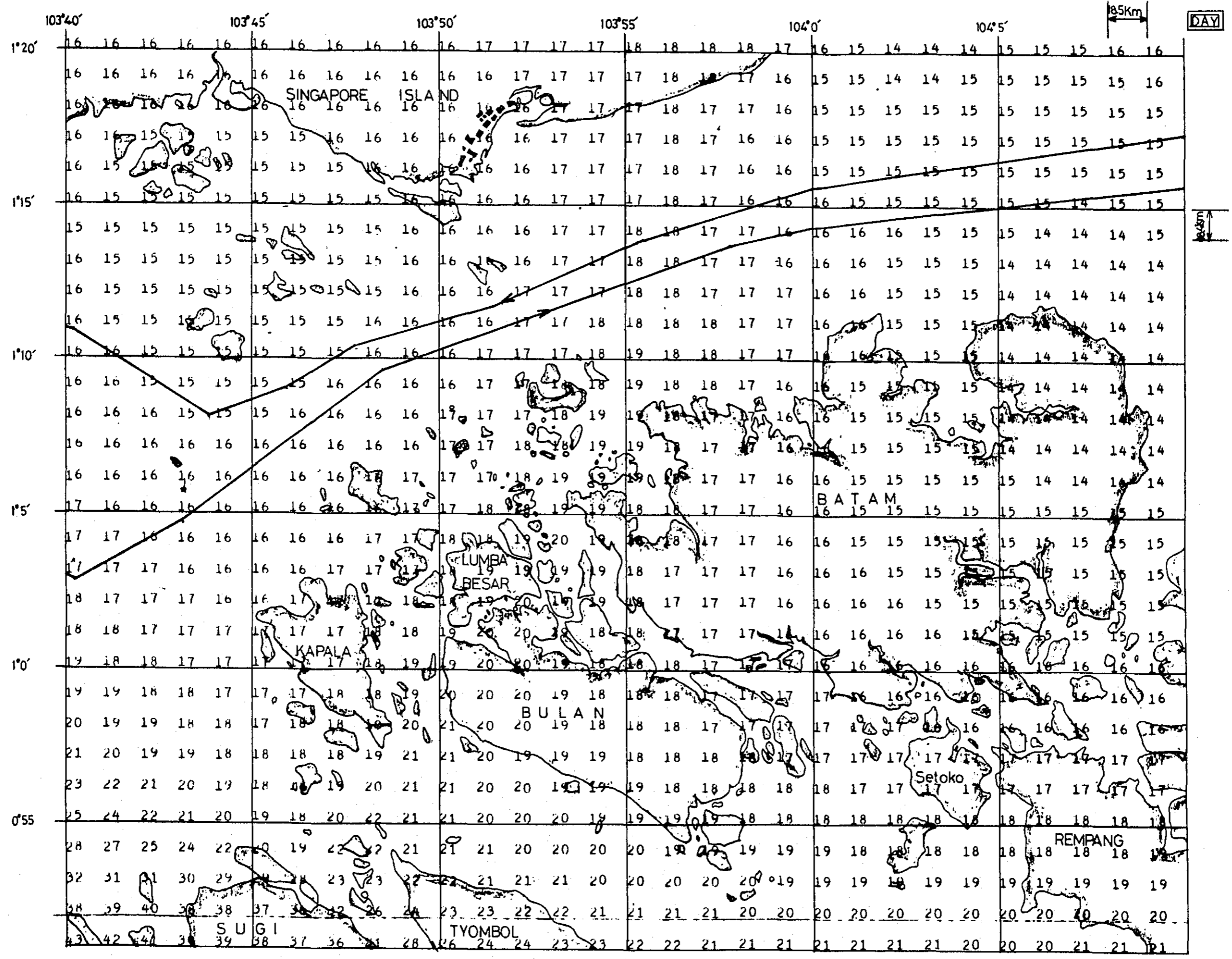
参考として各デッカチェーンのラチスチャートを5-1-23図～5-1-25図に示す。



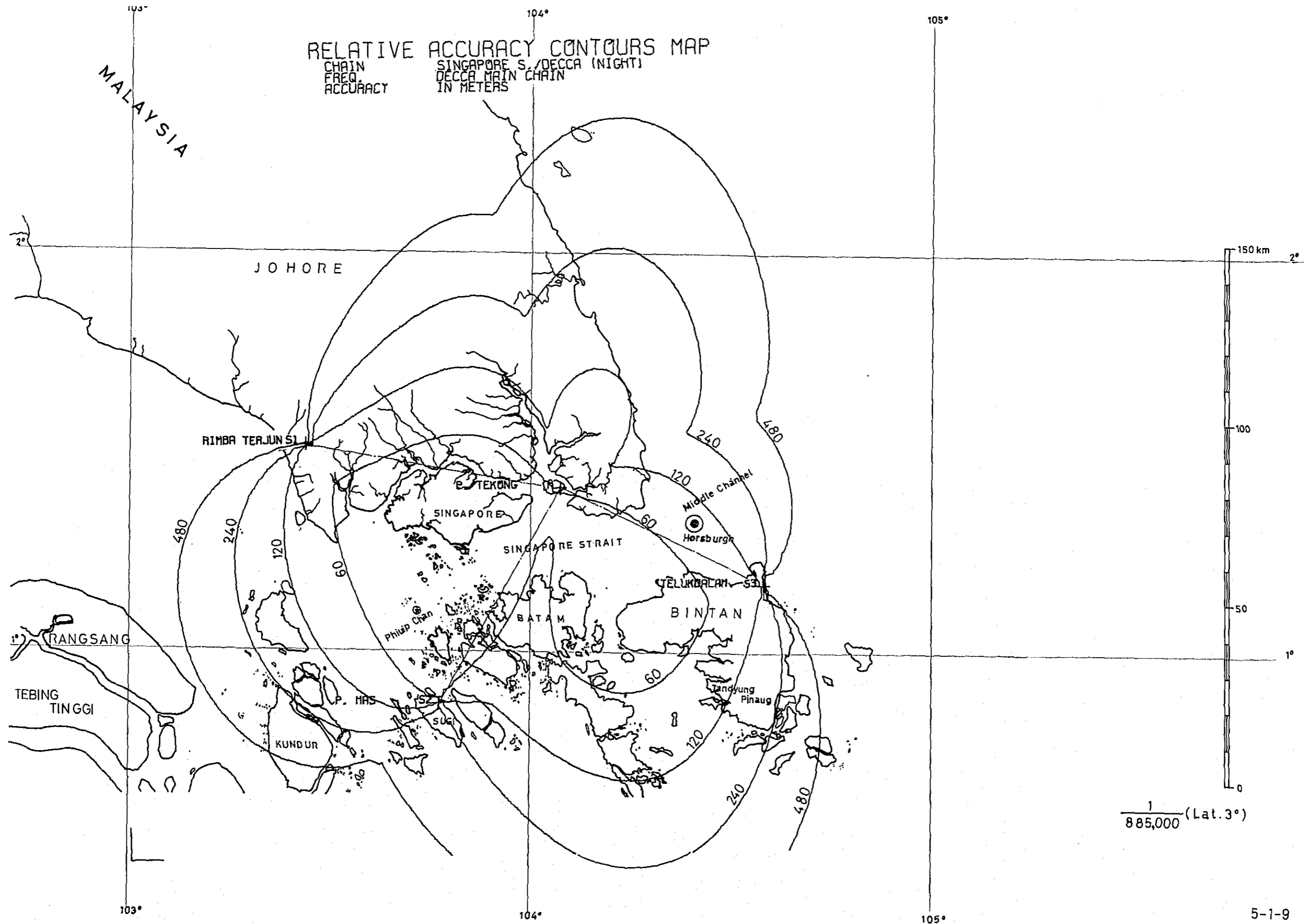
$\frac{1}{885,000}$  (Lat. 3°)

# RELATIVE ACCURACY MAP

Fig.5-1-8A



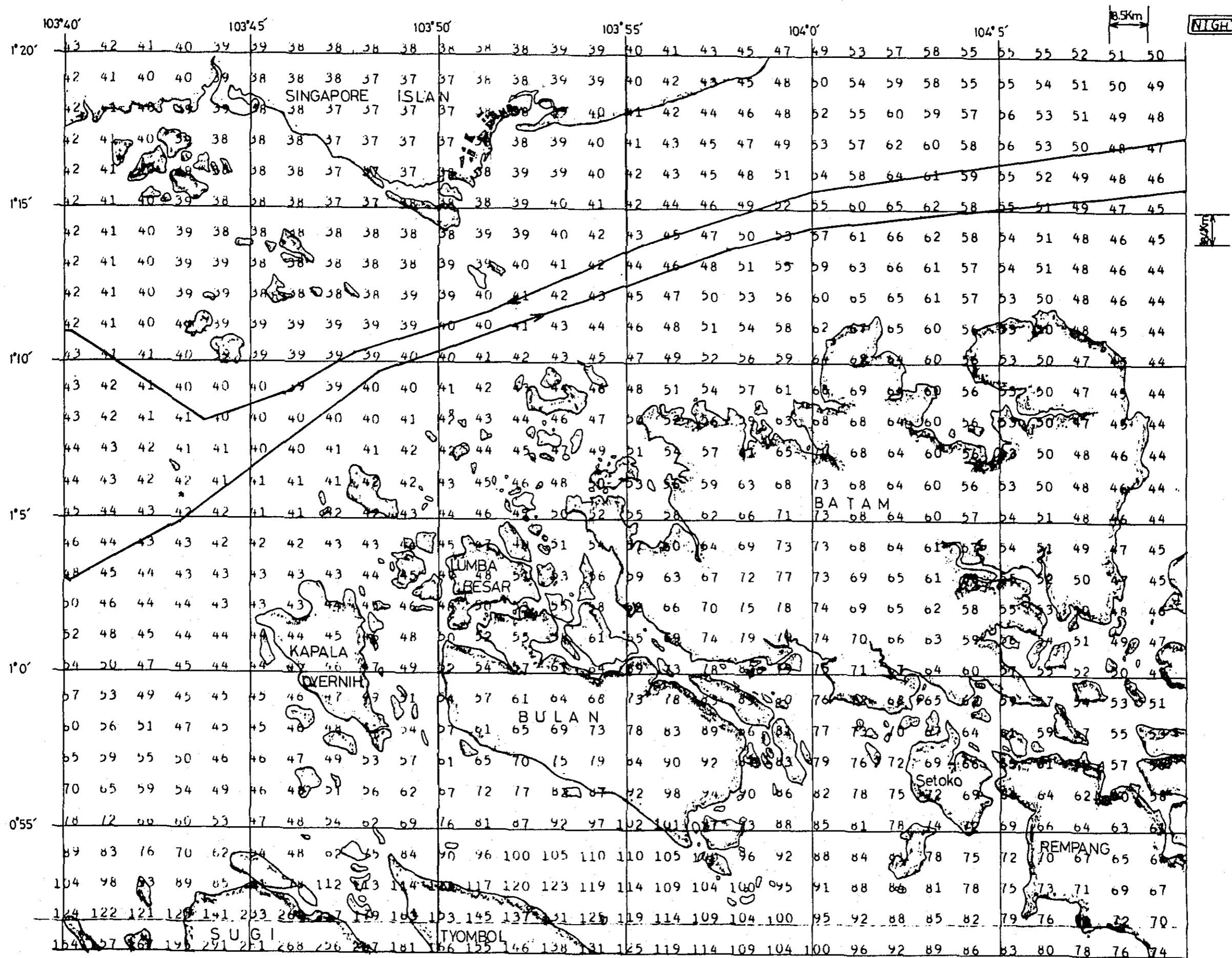
RELATIVE ACCURACY CONTOURS MAP  
 CHAIN SINGAPORE S./DECCA (NIGHT)  
 FREQ. DECCA MAIN CHAIN  
 ACCURACY IN METERS

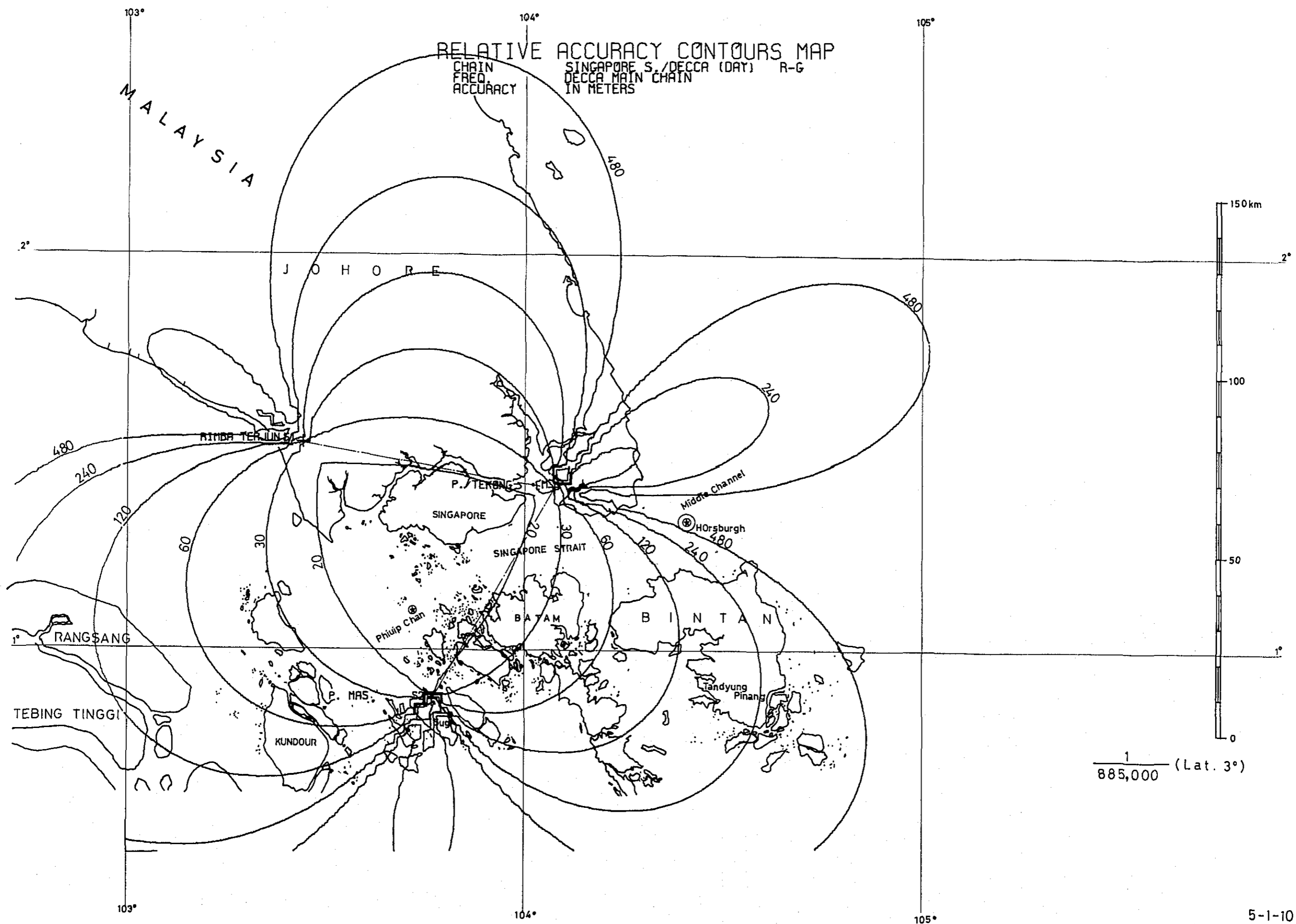


1/885,000 (Lat. 3°)

# RELATIVE ACCURACY MAP

Fig 5-1-9A





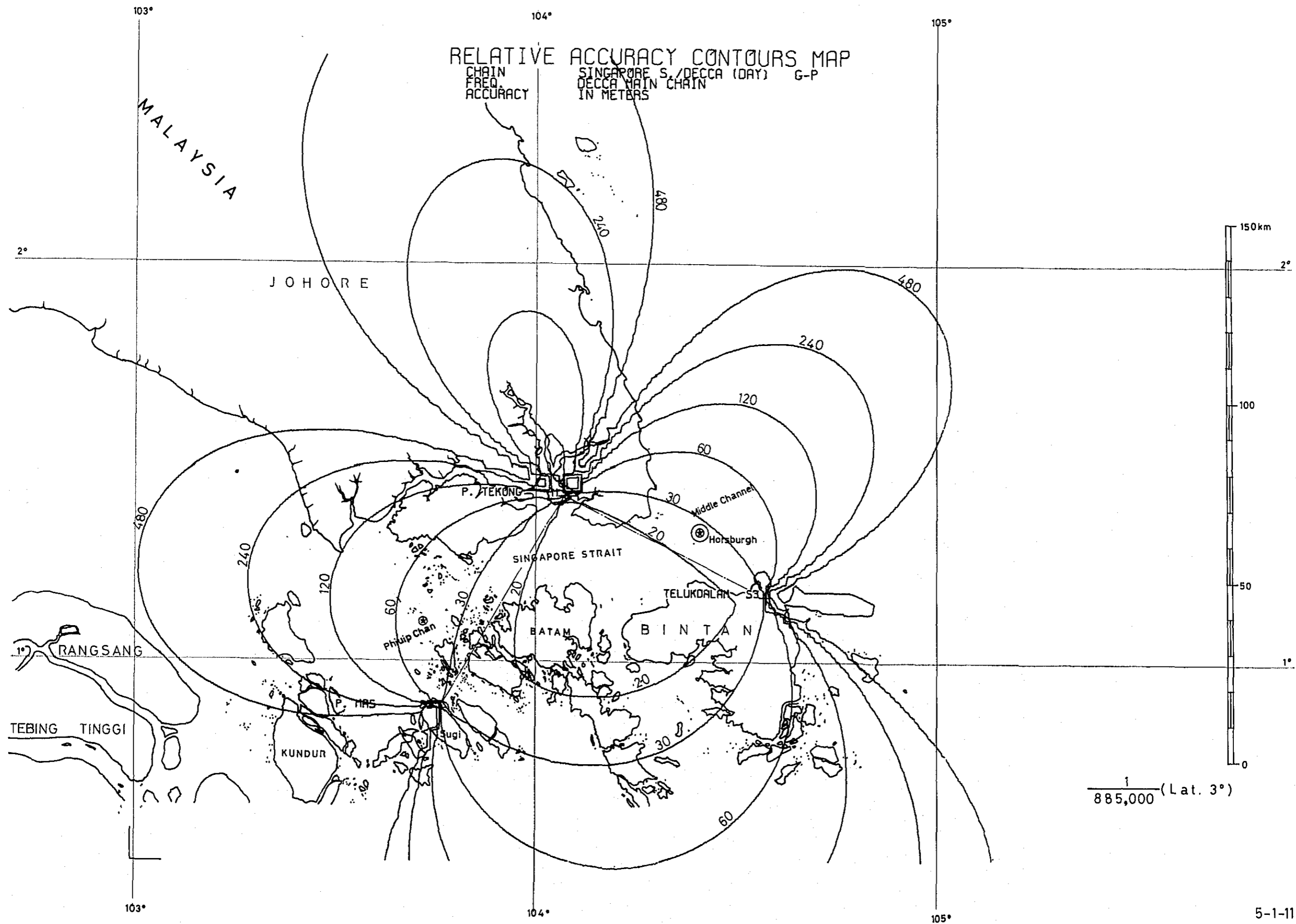
103°  
 103°  
 104°  
 104°  
 105°  
 105°

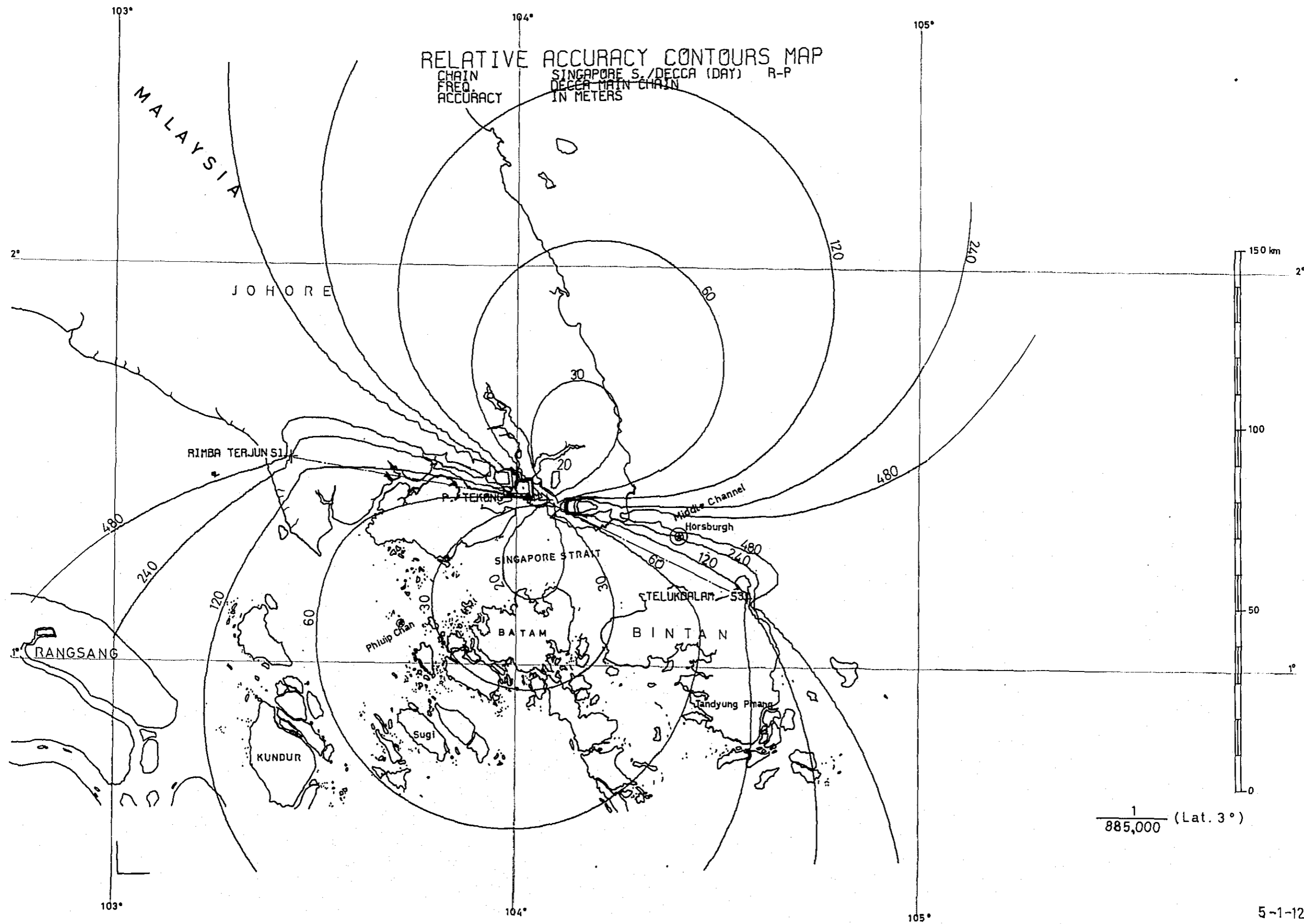
MALAYSIA  
 JOHORE  
 SINGAPORE  
 SINGAPORE STRAIT  
 BATAM  
 BINTAN  
 RANGSANG  
 TEBING TINGGI  
 KUNDOUR  
 P. MAS  
 Philip Chan  
 P. TENBONG  
 RIMBA TERUNJUNG  
 Middle Channel  
 Horsburgh  
 Tandyung Pinang

2°  
 2°  
 1°  
 1°

480  
 240  
 120  
 60  
 30  
 20  
 30  
 60  
 120  
 240  
 480



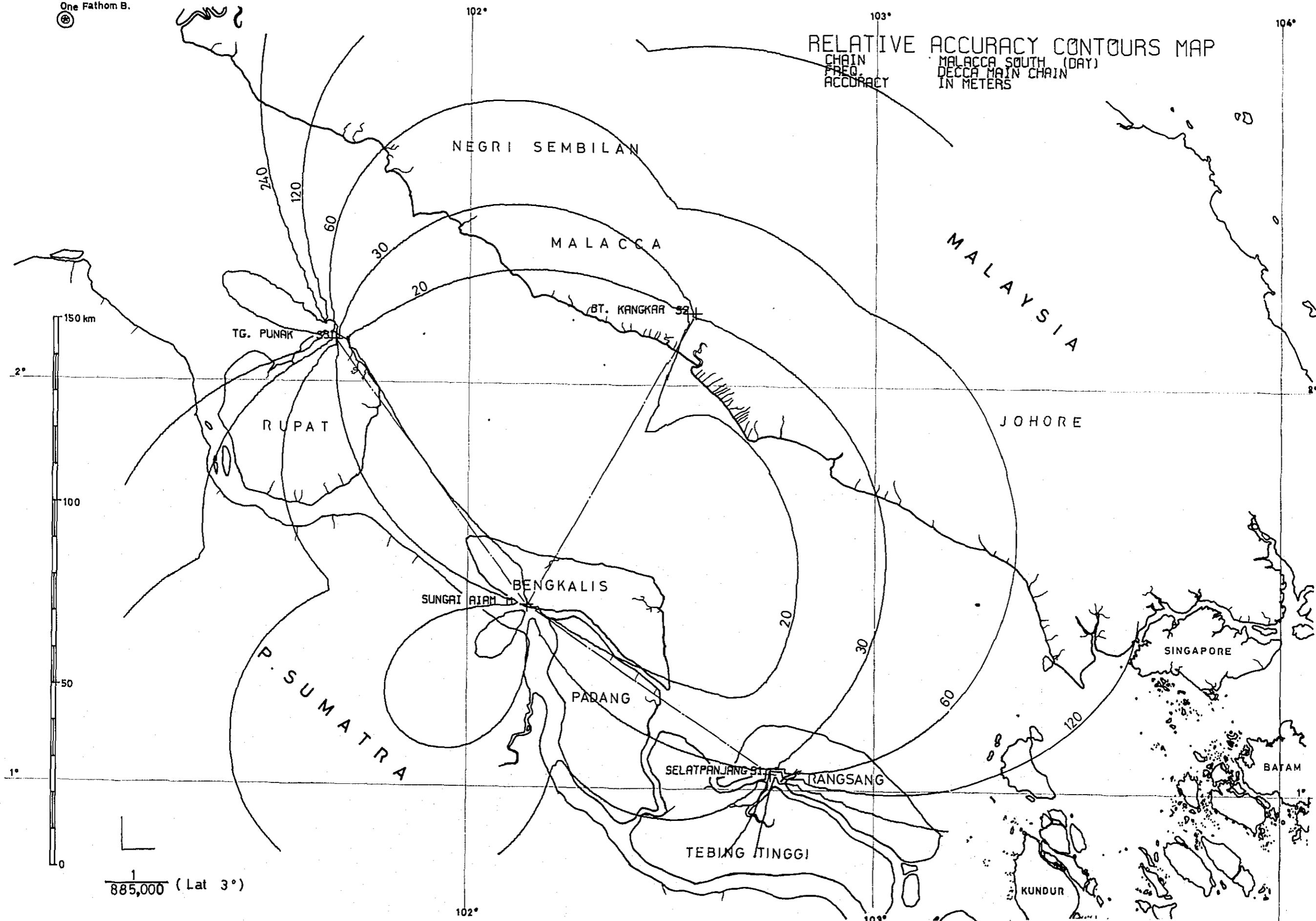




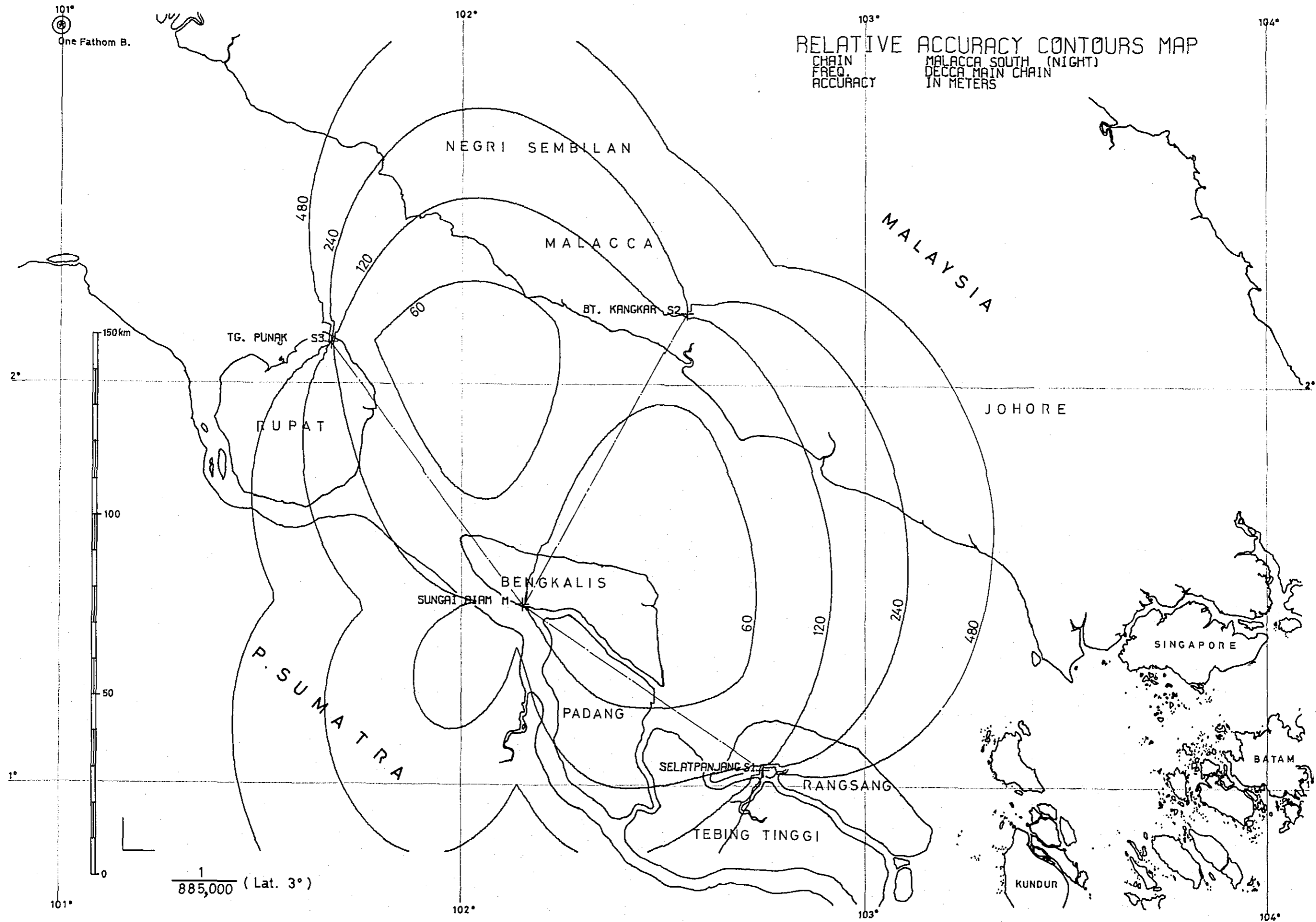
One Fathom B.

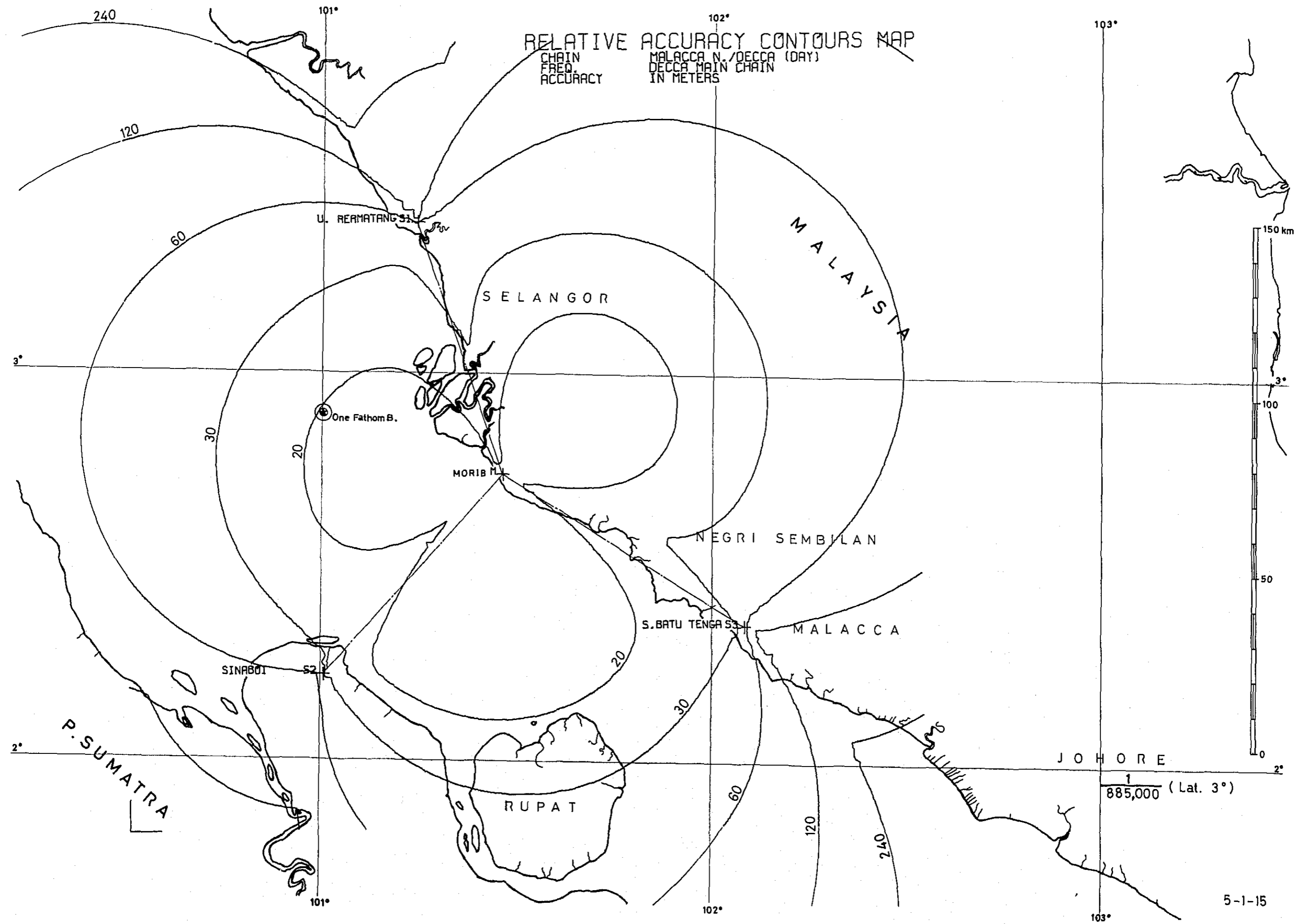


RELATIVE ACCURACY CONTOURS MAP  
CHAIN MALACCA SOUTH (DAY)  
DECCA MAIN CHAIN  
ACCURACY IN METERS

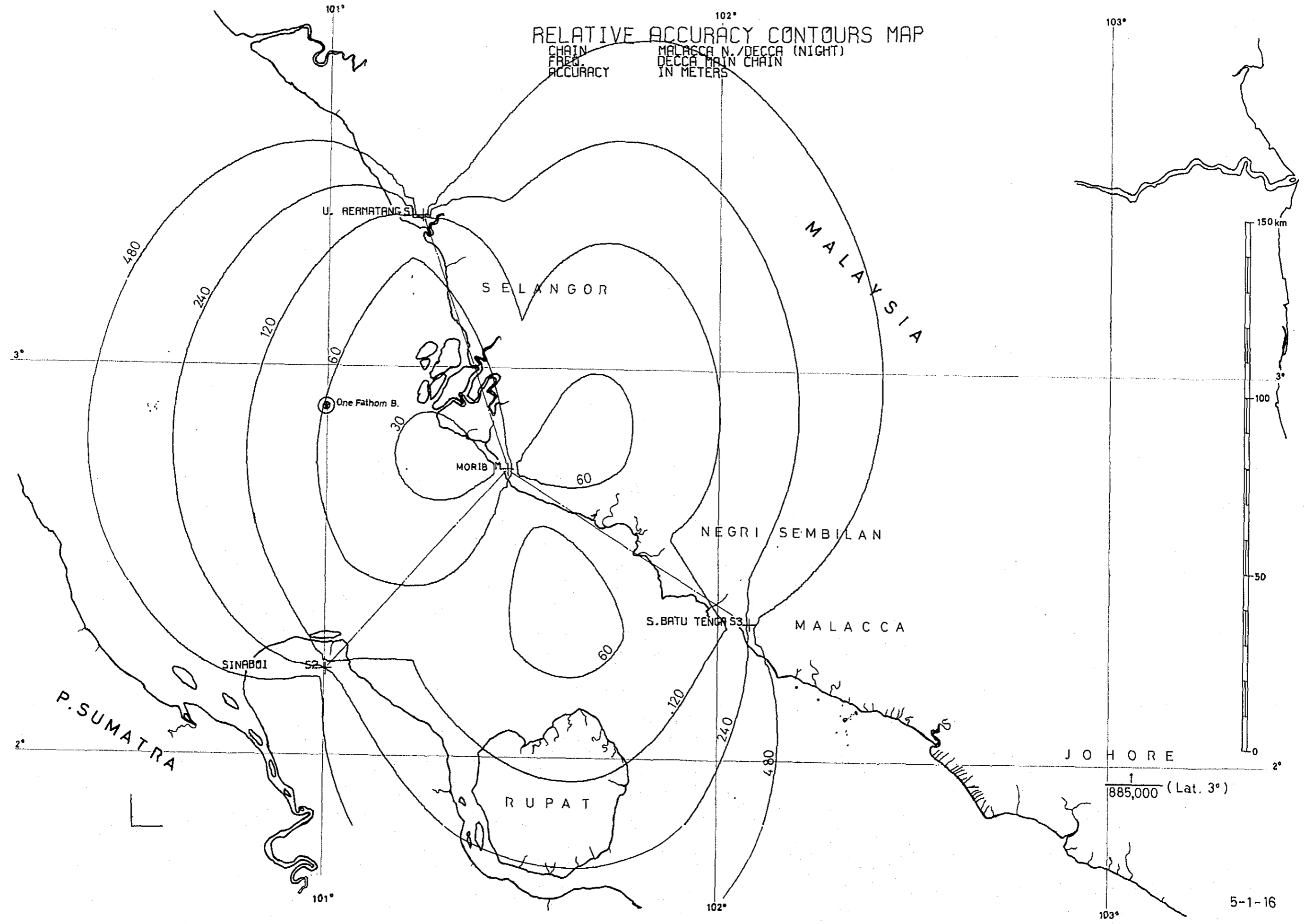


1  
885,000 (Lat 3°)



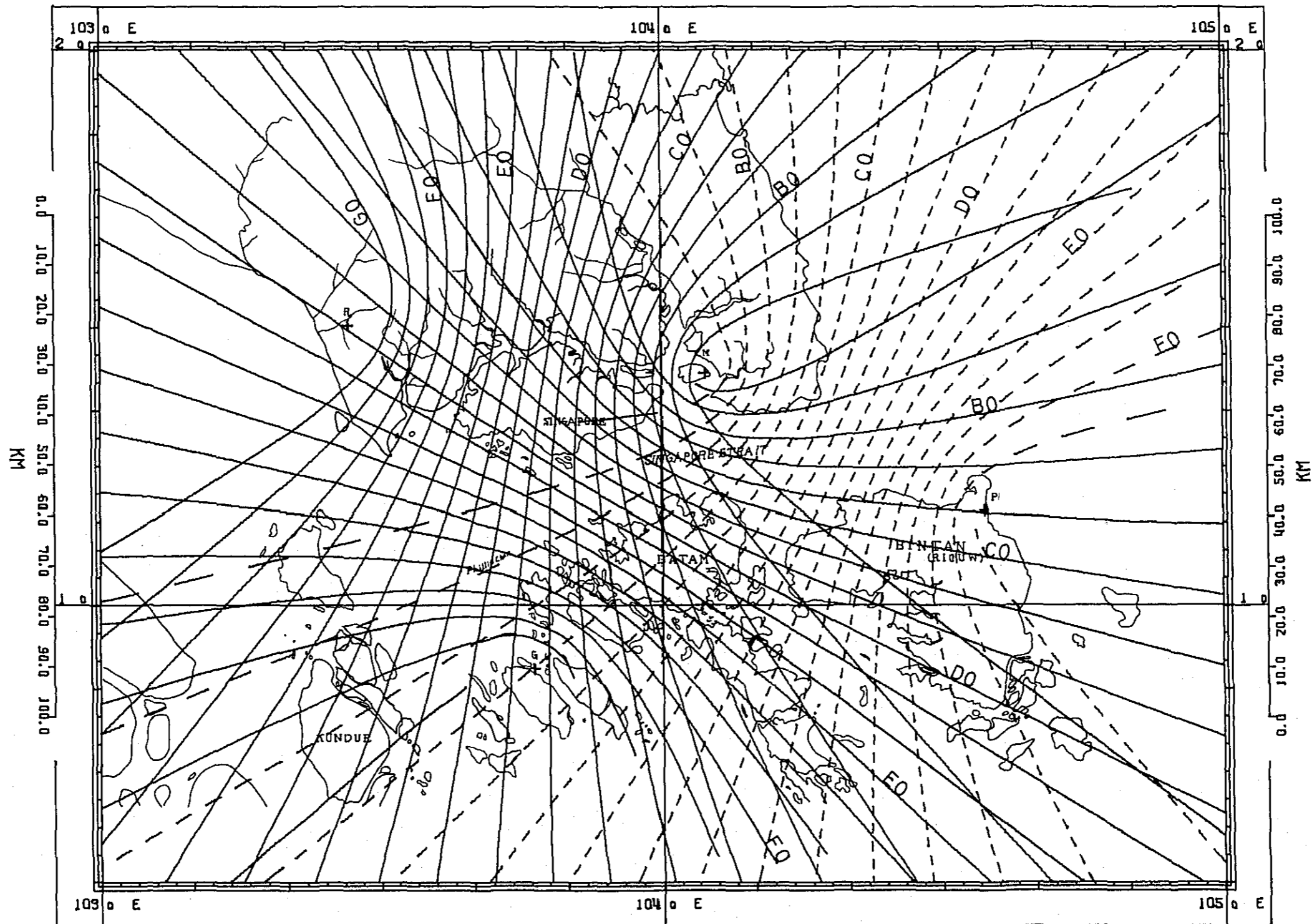


RELATIVE ACCURACY CONTOURS MAP  
 CHAIN MALASCA N./DECCA (NIGHT)  
 FREQ. DECCA MAIN CHAIN  
 ACCURACY IN METERS



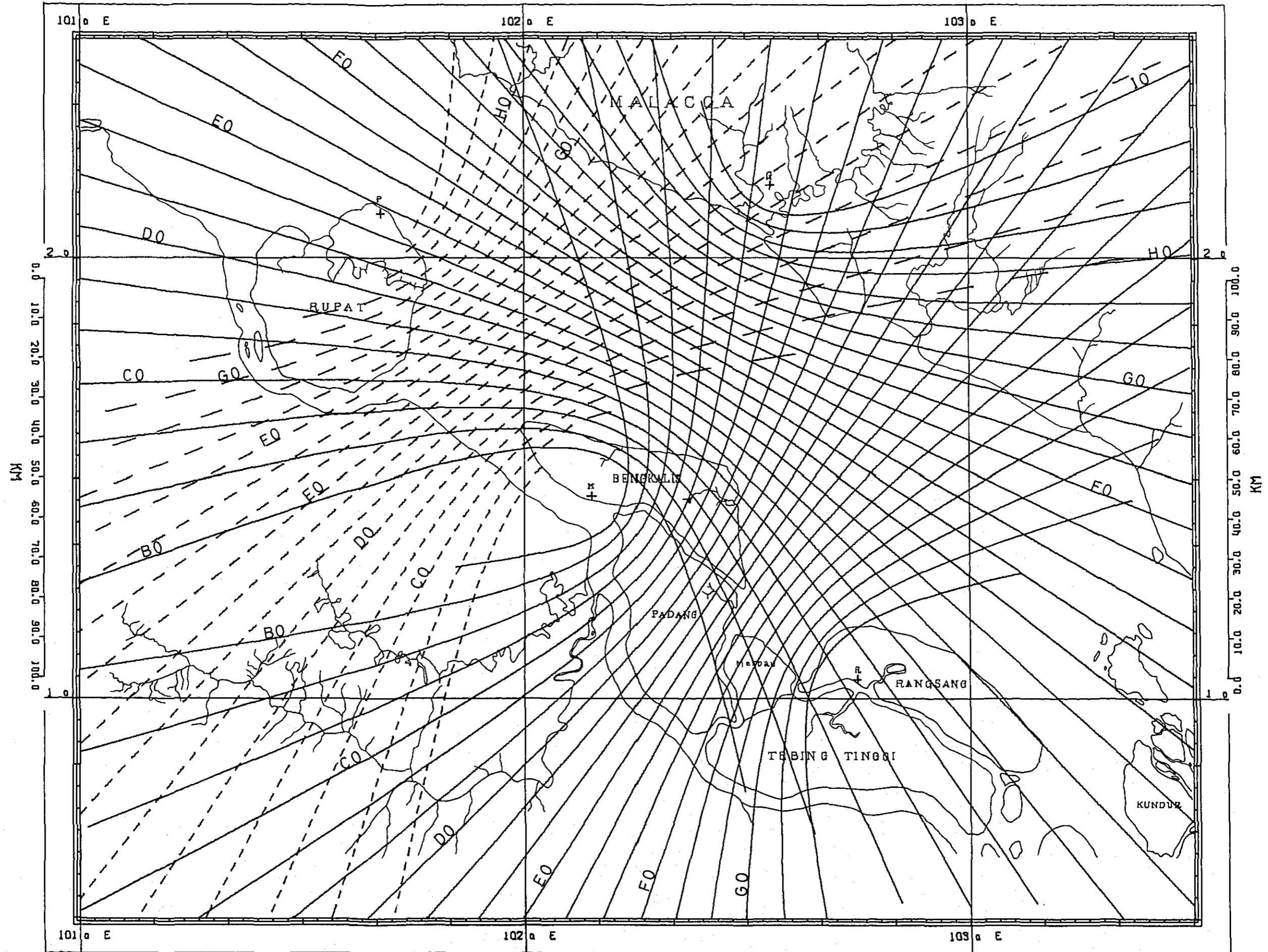
SINGAPORE S./DECCA CHAIN

( 1/ 885000 LAT. 3 0 )



MALACCA SOUTH CHAIN

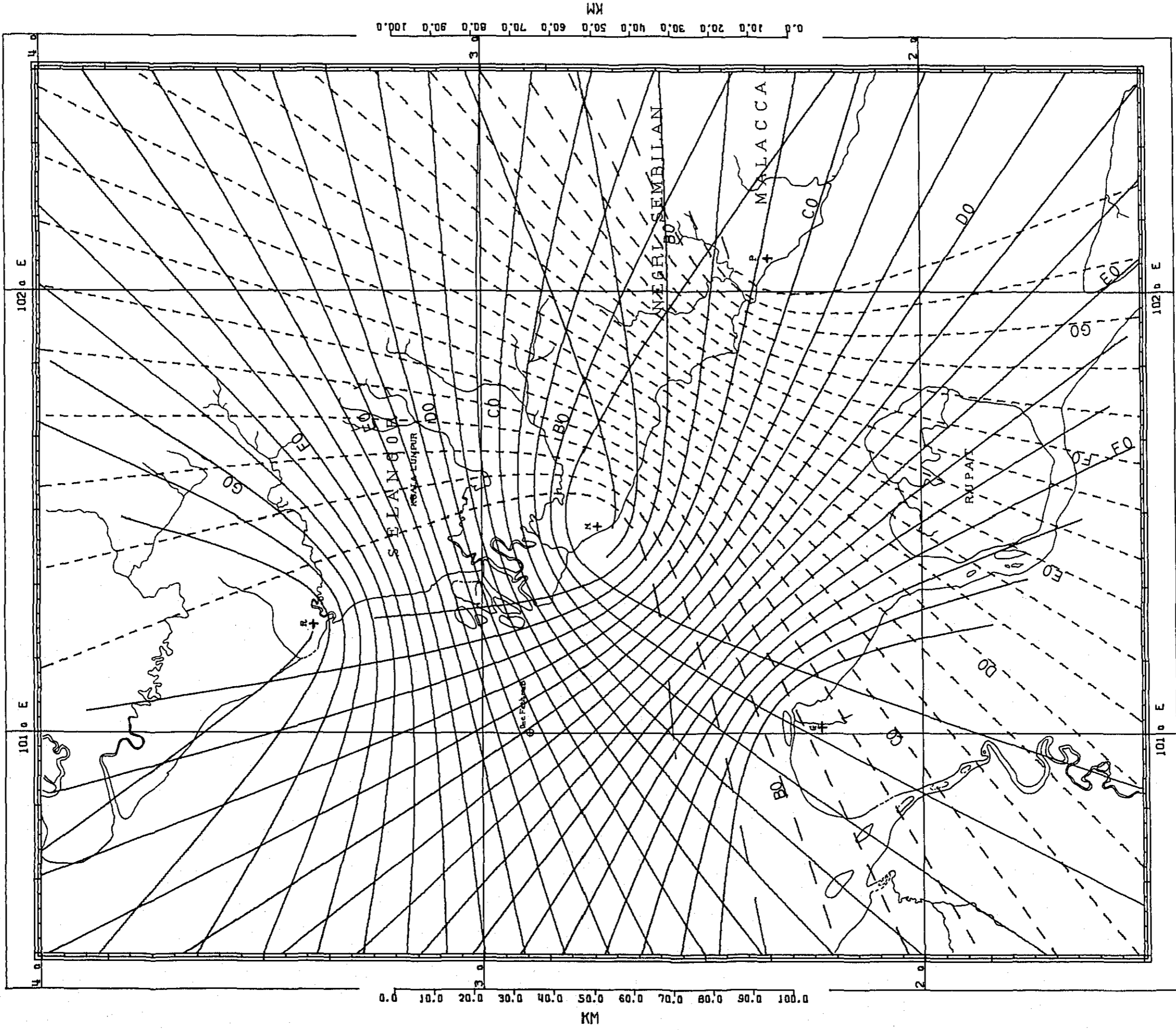
( 1 / 885000 LAT. 3 0 )





MALACCA N./DECCA CHAIN

( 1/ 885000 LAT. 3 0 )



5-1-25

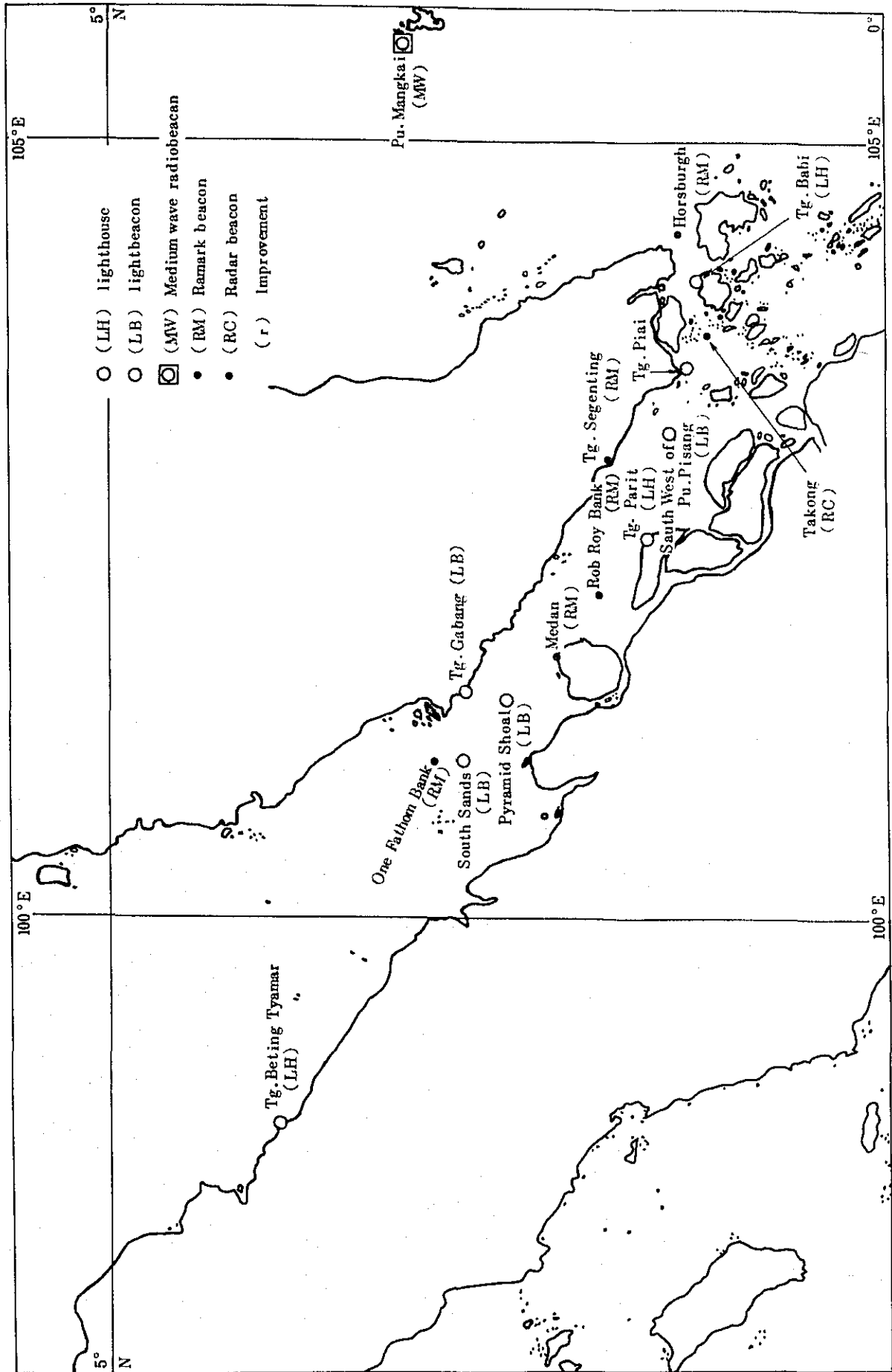


Fig. 5 - 1 - 29

## 5-2 デッカ送信局サイトの選定

### 5-2-1 デッカ送信局サイトの選定及び配置

#### (1) 必要条件の概要

各サイトは適当に平坦で、樹木、建造物等の障害物のないことが必要である。サイトを形成する土壌伝導性もできるだけ高く最大の送信能率をあげられるものでなければならない。

サイトは出来れば高台にあることが望ましい。

#### (2) 障 害 物

サイトから丘その他の障害物の角度が2度以上でないことが理想的である。

#### (3) デッカ従局及び監視局

受信したロッキング信号の位相偏差を防止するためには頭上のワイヤーや、障害物からの最少限度の空隙を守ることが絶対に必要である。必要な空隙は送信局のなかにある受信アンテナからの最短の距離という形で表わされる。というのはそのような障害物によってデッカ機器の運用上の困難を生じることが普通ないからである。然しながら、送信アンテナのすぐ近くにある頭上ワイヤーに相当な誘導電圧があるかも知れず、このワイヤーを除去することが望ましいことになる。一般に送信アンテナの近辺のワイヤーのフェンス等は、アース・システムにしっかりつないでおくことが必要である。最少限度の空隙は次のとおりである。

##### 1) 電 話 線

受信アンテナの200m以内に頭上の電話線等があってはならない。スペースの限られた場所ではスクリーン・カバーした電話線ならば許されるが、但しそのスクリーン・カバーは各極点で効果的にアースを施しておく必要がある。

##### 2) 電 線

受信アンテナの200m以内のところにアースに対して3KV以下の電圧の頭上電線は許されない。電圧のさらに高い頭上電線の場合は一定のfeederから高い騒音が出るためさらに大きい空隙が必要である。電圧が100KV以上の電線の場合は、2000m以上の空隙が望ましい。

##### 3) 鉄 道 線 路

電車の線路はかなりの妨害を生じる可能性があり、最少限度2000m離れることを勧告する。

##### 4) 樹 林

2000m以内には高い樹木があってはならない。

#### (4) 主 局

主局においては頭上の電線の接近度に制限はない。

(5) サイト内の配置

送信室と、中央のマストとの間のスペースは通常、空中線の高さに等しいか、大きい距離とするのが標準である。このスペースは、サイトの事情によって必要な場合はこれを、増加してもよいことになっているが、これを減少してはならない。この種のアンテナのためにサイトとして必要なスペースは、次のとおりである。

110メートルアンテナ

400メートル×400メートル

5-2-2 サイト別現地調査結果

表の順に従がって現地調査の結果をまとめた。なお、主、従局としてもっとも適当と思われるサイトは、その区別を記入した。

また、各サイト別の評価は、現地における調査及び電子計算機によるチェーンの精度計算に基づいて4段階の格わけとした。すなわち、

- A. 計算の結果もよくかつ建設が比較的容易であるもの。
- B. 計算の結果は良いが送信局の建設は困難であるもの。
- C. 計算の結果か又は建設の容易さからみて採用が困難なもの。

番 号	添 付 図 面 番 号	サ イ ト 名	所 属 チ ェ ー ン	主 局 ・ 従 局 の 別	記 事
101	S-1	P. Tekong	シンガポール	主 局	
102	M-13	Rimba Terjun	"	赤 従 局	
103	B-6	P.mas	"	緑 従 局	
104	B-17	Telukbalam	"	紫 従 局	
105	B-11	Sungai Aiam	マラッカ海峡南	主 局	
106	B-9	Selat Panjang	"	赤 従 局	
107	M-10	Bukit Kangkar	"	緑 従 局	
108	B-13	Tg. Punak	"	紫 従 局	
109	M-6	Morib	マラッカ海峡北	主 局	
110	M-3	Ujong Permatang	"	赤 従 局	
111	B-15	Sinaboi	"	緑 従 局	
112	M-8	Batu Tengah	"	紫 従 局	
113	なし	Kijang	シンガポール海峡	( 調査地 )	
114	M-12	Senggarang	"	( " )	
115	B-7	Ransang	マラッカ海峡南	( " )	
116	B-8	Ransang	"	( " )	
117	B-10	Simpengayam	"	( " )	
118	B-12	Kundur	"	( " )	
119	なし	Dumai	"	( " )	
120	M-11	Minyaku Buku	"	( " )	
121	M-1	Rungkap	マラッカ海峡北	( " )	
122	M-2	Huntang Melintang	"	( " )	
123	M-4	Batu Tioa	"	( " )	
124	M-5	Dengbip	"	( " )	
125	M-7	Kg. Menyala	"	( " )	
126	M-9	Telok Mas	"	( " )	

1. システム名           コ   ラ   ン   C
2. チェーン名及び局名       Singkep
3. 所       在       地        Riau kepulauan Singkep Kg. Bukit Abun
4. 緯度経度で示す位置       南緯0度28.8分    東経104度32.6分
5. 位置及び敷地の説明

Singkep 島 Dabo 港に上陸して SW 方向に 4.2 K の点、国営錫鉱山の跡である。南北に長く東西方向に短い台地を成しており、全方向 1.5 度以内の仰角であり平坦度も 2.5 m 以内と良好。

サイト中心から 450 m のラインを鉱山の送電線が架設されているほか、この中に中学校、民家それぞれ 1 がある。

鉱石の採掘あと地のため地盤は良く 50 t/m<sup>2</sup> は得られる。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

Lingga 島と当地を比較して平坦度の良い当地を候補とした。

システム構成上もベターである。

ただし、前記の送電線の影響は移設又は地下埋設の方法によりさける必要はある。

機、資材は Dabo 港の棧橋を利用し得るとともに道路状況も良好である。用水はボーリング深さは若干要するが十分に井戸でまかなえると思われる。

7. 総合評価及び添付物

評    価	A	添 付 物	B 3
--------	---	-------	-----

1. システム名            ロラン C
2. チェーン名及び局名    ロラン C    Letung
3. 所在地                Letung, Jemaja Kep. Riau, Riau
4. 緯度経度で示す位置    北緯2度58.8分    東経105度43.6分
5. 位置及び敷地の説明

Singaporeの北東方約70km、Djemadja島の北西部海岸に面した一面で、主としてココナツヤシが栽培されている。地形は平坦で海側を除いて仰角制限をこえる山々に囲まれている。敷地内のレベル差は3m以内、土質は砂質土で推定地耐力は30t/m<sup>2</sup>位である。

現地への交通はTanjung Pinangから月2航海程度就航している不定期船による。

国有地であるが立木の権利は民有となっている。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

本島で得られる最良地点である。前項に記したとおり主局方向の仰角は2度あり問題が無いわけではない。

又施工についてもLETUNGからサイトに至る道は現在幅員1m、勾配は10%を超え、且つ処々に花崗岩の露岩があるため相当の困難が予想される。

7. 総合評価及び添付物

評	価	C	添	付	物	B	5
---	---	---	---	---	---	---	---

1. システム名            ロラン C
2. チェーン名及び局名    Labuhanbilik
3. 所        在        地            Sumatera Utara Labuhan Batu Panaitengah Telagasuka
4. 緯度経度で示す位置    北緯 2 度 3 0 分    東経 1 0 0 度 1 0.9 分
5. 位置及び敷地の説明

スマトラ島北部 Medan の南東方約 2 0 0 Km にあり Tg. Sicapiapi で小型船に移乗 Berembang を経由してサイトに到達する。主として水田及び森林から成る完全平坦地で標高 3 m。敷地内に民家数戸あり、近くに製材所があり森林との間に通じ二分する。

硬質の粘土の地盤で地耐力は 15~20 t/m<sup>2</sup> と思われる。

民有地であるが詳細は不明。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

Berembang の代替として決定したがシステム構成上の難点はない。現在の着岸設備を整備し、3 0 0 t 位の小型船の着岸可能とすれば荷役も容易であり陸路も少し手を加えるだけで必要な機、資材の運搬にたえ、将来の補給も楽である。浅いボーリングにより必要量の水は供給出来る。

7. 総合評価及び添付物

評        価	B	添    付    物	B 4
------------	---	-------------	-----



1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名   シンガポール   P. Tekong Singapore
3. 所在地               P. Tekong Basar Singapore
4. 緯度経度で示す位置   北緯 1 度 2 5. 1 分   東経 1 0 4 度 4. 9 分
5. 位置及び敷地の説明

P. Tekong Basar 東端で緩やかな起伏のある丘陵地である。標高約 1 0 M でサイト内のレベル差は 7 M 以内、全方向仰角 2 度を超えるものは無い。土質は砂質硬粘土推定地耐力は  $30 \text{ t/m}^2$  である。現状は雑木林で放置されたゴムの木も散在する。

また 4 5 M の気象観測用鉄塔のほか 2、3 の施設があるがほとんどは使用されていない。

Singapore からの交通は本島の Changi から P. Tekon の西端棧橋までを海路 3 哩、更に島内 6 KM を自動車による。

電力及び上水道は得られないので自家発電及び天水利用の設備が必要である。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

システム上特に障害となるものは見当たらない。機、資材の運搬は前項の経路により容易に出来るので特に問題となるものはない。

強いて云えば気象観測用鉄塔の移設及び他の施設の撤去を要する点である。

7. 総合評価及び添付物

評       価	A	添   付   物	S 1
-----------	---	-----------	-----

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       シンガポール     Rimba Terjun
3. 所       在       地       Rimba Terjun、Johor Baharu Johor
4. 緯度経度で示す位置       北緯1度30.2分   東経103度27.1分
5. 位置及び敷地の説明

S. Pontian Kechil 流域に開けた平坦地であり地盤は軟弱であり標高は3M程度である。  
Pontian Kechil から川沿いに北東6.5KMの点で同地からJohor Baharu へ通じる道路に接している。

北東のG. Pulai ( 2,147 ft ) が仰角2.4度を示すほか制限地をこえるものは存在しない。  
サイトの現状はOEE SING ESTATE のゴム及びココナツ、ヤシ園となっている。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

北方2.2KMの点を30KV程度の送電線が東西に通じているが特にシステムの機能に支障を来たす程ではない。

前項でも触れたとおり当サイトは軟弱地盤のためボーリング調査の上それなりの杭打ち作業などを施工せざるを得ない。

機、資材の運搬は港も近く又、道路も整備されていることから特に問題は無い。

7. 総合評価及び添付物

評       価	B	添 付 物	M13
-----------	---	-------	-----

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名局び局名   シンガポール    P. Mas/SUGi
3. 所       在       地        Riau Riau Kepulauan Berurawak
4. 緯度経度で示す位置   北緯0度53.0分  東経103度46.2分
5. 位置及び敷地の説明

Tunjung Pinang 西方75KMのP. Sugi北岸にある附属島でサイトは同島の中央部、標高約10Mの台地で雑木林で覆われ緩やかなスロープをもった同所は必要面積内のレベル差5M以内土質は軟粘土、推定地耐力は $5\text{ t/m}^2$ 程度である。

P. Sugiが仰角制限を超えるため本島に候補を求めたものである。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

前項に記入したとおり仰角制限の関係で本島にサイトを求めたもので、システム上は問題ない。機、資材は中央部、西海岸に砂浜があり適当な棧橋を設ける事により200t未満の荷設は可能となる。ただし道路の建設を要する。地耐力は地中10Mで丈持層が期待出来ることから、それなりの対策を講じれば空中線等の建設も可能である。当地への交通はTg Pinang ~ Moru ~ 現地の経路によるがすべて船便である。

7. 総合評価及び添付物

評       価	B	添 付 物	B 6
-----------	---	-------	-----

1. システム名           デ   ッ   カ
2. チェーン名及び局名   シンガポール    Telukdalam
3. 所       在       地    Kampa Telukdalam Kep Riau Riau
4. 緯度経度で示す位置   北緯1度9分   東経104度34.9分
5. 位置及び敷地の説明

P. Bintan 北部の海岸に面した硬質地盤の平坦地であり、仰角制限も問題ない。砂質土の上に硬岩も認められ地耐力は20～25 t/m<sup>2</sup>である。サイト南方、2.5 KM から先は高さ50～100 Mのピッチの細かい起伏をもった丘陵地帯となっている。現在はココナツ、ヤシの栽培を行っており民有地である。

当地への交通は主としてTg. Pinang からの陸路によるが60 KM のうち常時車の通行可能な道はその半分に過ぎない。

海路は着岸設備はもちろん無い上にサンゴ礁の遠浅海岸のため相当の困難を伴なう。

用水は井戸により得られる。

電力は自家発電以外にない。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

システム構成上特に問題となる点は見当たらない。又、現地の工事は比較的容易であるが、前述のとおり道路事情が悪いためこの改修に多くの費用を必要とする難点がある。

7. 総合評価及び添付物

評       価	B	添   付   物	B 1 7
-----------	---	-----------	-------

1. システム名           デ   ッ   カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡南   Sungaiiam
3. 所       在       地       Riau Bengkalis Bengkalis Sungaiiam
4. 緯度経度で示す位置       北緯1度27.2分   東経102度09.2分
5. 位置及び敷地の説明

Bengkalis の南々東約6KM標高約2mの完全平坦地である。Bengkalis から幅5mの道路が通じているので交通事情はよい。標高約2mの完全平坦地で現在は畑で民有地となっている。土質は粘土でこれを利用するレンガ工場がサイトに隣接して建っている。推定地耐力は10～15 t/m<sup>2</sup>である。

当地への交通はBengkalis からの定期船が1日1回通じており7～8時間を要する。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

地盤形状も良く、また附近の他サイトに比し交通の便も勝るので特に問題はない。

7. 総合評価及び添付物

評    価	A	添 付 物	B 1 1
--------	---	-------	-------

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡南   Selat-Panjang
3. 所       在       地       Riau Bengkalis Selatpanjang
4. 緯度経度で示す位置       北緯1度02.4分   東経102度45.2分
5. 位置及び敷地の説明

P. Ransang 中部で Selat Hitam に面する平坦地。

住民は果樹栽培を業とし又近くの製材所に労役に出ているものもある。完全平坦地であり仰角も全度に亘り良好である。地下水位は乾期-5m 雨期-3m 程度であるが井戸水を得ても飲料には適さず専ら天水に頼る必要がある。

当地への交通は Selatpanjang からの定期船で6~16時間を要する。

土地は民有地であるが前記のとおり畑地のため補償の問題があるかも知れない。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

システム上の問題となる点は特に見当たらない。

機、資材のうち骨材はマレーシア又は近くの島から得られるがセメント・鉄鋼等は Medan、場合によっては Jakarta からの運搬が必要である。ただしすべて Selatpanjang 港で陸揚げ可能であり基礎工事等に多くの資材を要する当地のようなマイナス面を救う手助けになり得る。

7. 総合評価及び添付物

評       価	B	添 付 物	B 9
-----------	---	-------	-----

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峽南   Bukit Kangkan
3. 所       在       地        Bt. Kangkar. Selom Muar. Johor
4. 緯度経度で示す位置       北緯 2 度 1 0.7 分   東経 1 0 2 度 3 3.7 分
5. 位置及び敷地の説明

Muar の北 1.5 KM、幹線道路に近くサイトに行くには Bt. Kangkar から幅員約 2 m の私道を 500 m 進入する。

此処は敷地を 2 分して 1 車線の私道に通じている。全体として緩やかな斜面をもつ丘陵の一部を成し最高部の標高は 10 m、必要面積内の標高差はほど 6 M 以内である。

現在はゴムのプラテーションとなっており土質は砂質の粘土、得られる推定地耐力は  $20 \text{ t/m}^2$  位と思われる。

ゴム林のために四囲の見とおし観測は出来なかったが、北々東方向 2.3 KM にある G. Leading (4187 フィート) は計算上 3 度の仰角をもつが他は 2 度を超えるものは無いと思われる。土地の所有者は Fourty Estate である。

#### 6. システム上の説明及び工事とのかねあい

システムに影響を与える悪条件は特に見当たらない。

この附近 S. Muar の流域の地盤軟弱地をさけたので施工についても特に問題となることは無い。すなわち港から幹線道路も良く通じ機、資材の運搬も容易である。

ただし前記において述べたとおり当サイトに至る私道 500 m は若干の手入れが、又、現在此処を 2 分している道の移し換えも必要となる。

#### 7. 総合評価及び添付物

評       価	A	添   付   物	M 1 0
-----------	---	-----------	-------

1. システム名           デ   ッ   カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡南   Tg. Punak
3. 所       在       地       Riau Bengkalis Rupert Tg Punak
4. 緯度経度で示す位置       北緯2度06.2分   東経101度41分

5. 位置及び敷地の説明

P. Repat の北東端部にあり、標高約2mの比較的平坦地で雨期には水たまりが出る。

海岸は70～80mの砂浜がありボートでの上陸は可能である。

当サイトは以前に Pertamina の計画したデッカ局の用地であり、標界標、その他の標石が残っている。軟粘土質の地盤で地下1mの推定地耐力は2t/m<sup>2</sup>程度である。

土地の所有は Pertamina で現状は原野で若干のヤシが生えている。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

システム構成上特に大きな問題は無い。

建設用機・資材は Dumai から陸路150KMによる方法は悪路でもあり次の方法がベターである。すなわち Dumai から海路現地へ運搬し更に小型船でサイトまで運ぶ手段がよい。

しかし、もともと軟弱地盤であり基礎工事に要する機・資材も多量多岐に亘り多くの費用がかかる。

7. 総合評価及び添付物

評    価	D	添 付 物	B 1 3
--------	---	-------	-------



1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡北 Morib(Rechar)
3. 所       在       地       Kg. Tg. Pechah, Morib Kuala Langat Selangor
4. 緯度経度で示す位置       北緯 2 度 4 4.6 分   東経 1 0 1 度 2 7.7 分

5. 位置及び敷地の説明

Kanchong Laut の北東 1 0 K M、Kelang と Sepang を結ぶ国道分岐点から約 2 K M 北上して当地に達する。

標高 2.5 m、完全な平坦地であるにもかかわらず排水は良い。周囲に仰角制限を超える高所も見当たらない。

現在は Duson Durian Estate となっているが用地の取得は簡単である。

表土は粘土、地下 1 m の推定地耐力は 15 ~ 20 t / m<sup>2</sup> が得られる。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

システム構成上特にマイナスとなる要因は見出せない。

幹線道路から敷地迄の間はトラックの通行可能な既設道路があるので機・資材の運搬は容易である。

また、配電線は若干の引込みで導入出来るので施工は比較的容易である。

用水はマレーシアの他の予定地と同じく小規模のボーリングで十分な量の供給が期待出来る。

7. 総合評価及び添付物

評       価	A	添 付 物	M 6
-----------	---	-------	-----

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡北   Ujong Permatang
3. 所       在       地       Ujong Permatang, Kuala Selangor, Selangor
4. 緯度経度で示す位置       北緯 3 度 2 3.7 分   東経 1 0 1 度 1 5.2 分
5. 位置及び敷地の説明

Kuala Selangor の北 5.5 KM にあり、Telok Anson から Kelang への幹線道路から右折約 2.8 KM で調査点に到着する。

周辺一帯を含め完全な平坦地でももちろん仰角制限は満足する。

土質は砂質の粘土で推定地耐力は  $15 \text{ t/m}^2$  と期待される。敷地内に若干の雑木があるだけで附近に電波をじょう乱させる送電線・鉄道等は認められない。土地は民有地であり、S・TERAP ESTATE が所有している。

#### 6. システム上の説明及び工事とのかねあい

特にシステム構成上悪影響を及ぼす点は見当らない。

建設用機・資材は Port Kelang に陸揚げの後陸路約 100 KM を要するが一部未舗装の部分があるのみでトラック輸送は特に問題となる部分はない。

標高 2 m 程度水害の心配は考えなくともよい。又、幹線道路に沿って高圧配電線が通じており、3 KM 程度の引込みで良質の電力が容易に得られる。

#### 7. 総合評価及び添付物

評       価	A	添   付   物	M3
-----------	---	-----------	----

1. システム名           デ   ッ   カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡北 Sinaboi
3. 所       在       地       Riau Bengkalis Bangko Sinaboi
4. 緯度経度で示す位置       北緯 2 度 1 4.2 分   東経 1 0 0 度 5 9.7 分
5. 位置及び敷地の説明

Dumai の北西 8 0 K M、Sinaboi から更に同名の川を約 8 K M さかのぼる。標高約 1 m の水田を主とした平坦地で土質は軟粘土、推定地耐力はわずかに 2 t / m<sup>2</sup> 程度である。附近住民の多くは水上又は低い湿地に足場のある BAGAN の木造住宅に住んでいる。井戸により得られる水質は悪く、天水設備に頼る必要がある。処どころに石油試掘の跡があるが灰色の粘土がほとんどである。当地への交通は Bagan Siapiapi から週 2 回の船便と Dumai から同じく週 2 便の方法とがある。

購入電力はサービスしてない。このため約 3 0 戸の世帯が小規模の自家発電設備を持っている。

#### 6. システム上の説明及び工事とのかねあい

システムに対し悪条件を与えるものは特に認められない。

土木・建築用の機・資材は Pekanbaru, Jakarta, Singapore 等から供給される。なお、Sinaboi 港の棧橋は 1 0 0 t 程度の船舶が着岸出来る設備を有している。

ただし前項に記入したとおり当地一帯は極度の低湿地であるために基礎工事はもちろん建設に極めて多額の経費を必要とする。

#### 7. 総合評価及び添付物

評       価	B	添 付 物	B 1 5
-----------	---	-------	-------

1. システム名           デ     ッ     カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡北   Batu Tengah
3. 所       在       地       S. Batu Tengah, Northern Malacca
4. 緯度経度で示す位置       北緯2度20.7分   東経102度4.2分
5. 位置及び敷地の説明

Malaccaの北西26KM、陸路37KMの道路筋に在る、標高25KMの岩盤より成る丘陵地で所要面積の範囲はほぼ平坦である。この敷地の大部分は未使用の原野となっているが極く一部分に限りゴム農園として利用されている。

土質は砂岩であり地耐力は50t/m<sup>2</sup>以上は十分期待出来る。民有地であるが正確な所有者は不明である。

周囲の仰角を測定した結果では最高1.8度で特に問題はない。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

北西方2.5KMあたりを北西～南東方向に2系統の送電線が通じているが特に影響を与えることは無いと思われる。

この附近に碎石場がありコンクリート用骨材の入手は容易であるが反面、接地工事の施工、特に掘削には多少の経費が高むものと思われる。

建設用機・資材はKuala Lumpur 又はMalaccaの何れからも陸揚げの上陸上運搬が可能である。

7. 総合評価及び添付物

評    価	A	添 付 物	M8
--------	---	-------	----

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       シンガポール海峡 Kijang (Kowal)
3. 所       在       地       Riau Kepriau Kijang Tg. Emot
4. 緯度経度で示す位置       北緯0度50分 東経104度36.5分

5. 位置及び敷地の説明

P. Bintan 南岸にあり、ポーキサイト採掘跡で台地状を成している。標高約20Mで半径150mの範囲はほぼ平坦であるが、これを超える分は最大10Mのレベル差がある。また、以(335度)方向に仰角3度の山がある他はほぼ1度以内である。

推定地耐力100t/m<sup>2</sup>の岩盤で良好である。当地への交通はPalembang 経由 Tg. pinangの航空路が開設されているので陸路30KM程でサイトに達するが道路事情は良い。

所有は国営のポーキサイト会社である。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

強固な地盤であることに加え

Tj pinangの良港を控え機・資材の運搬も容易である上に商用電力の供給をうけることが出来る。更に上水道の供給も受ける事が可能であることを考えれば建設に関する限り有利と云える。ただしこのサイトがシステムの配置上南に偏り過ぎているきらいがあるのでこの点を更に検討する必要がある。

7. 総合評価及び添付物

評       価	C	添 付 物	な       し
-----------	---	-------	-----------

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       シンガポール海峡   Senggarang
3. 所       在       地       Senggarang, Minyak Beku, Batu Pahat Johor
4. 緯度経度で示す位置       北緯1度46.3分   東経103度27.1分
5. 位置及び敷地の説明

Batu Pahatの南東15KM、Batu Pahat からKukup に通じる国道をSenggarang で分岐北上し2.4KMでサイトに達する。

完全平坦地であり且つ仰角制限を超えるものは存在しない。

標高約2mで推積質の平坦地であり軟弱地盤のためボーリング調査の必要がある。西南西6.5KMの点に空港があるが、進入路、角度ともに支障にはならない。サイトの現状はゴムの栽培を主とし、コーヒー、バナナ園もあるなど雑多である。

所有者は民間人であるが特に取得上の問題はない。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

完全平坦地であり附近に仰角制限を超える山・雑音源もないことにより特にシステムに悪影響を及ぼす要因は見当たらない。

機・資材の運搬は前項に記入したとおり道路事情が良いので容易である。

7. 総合評価及び添付物

評       価	B	添 付 物	な       し
-----------	---	-------	-----------

1. システム名           デ   ッ   カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡南   Ransang
3. 所       在       地       Riau Bengkalis Tebingtinggi Ransang Tengah
4. 緯度経度で示す位置       北緯1度4分5秒   東経102度59.6分

5. 位置及び敷地の説明

P. Ransang の Malacca 海峡中央部に面し交通経済のつながりは Selat Panjang 及び Tg. Balai が深い。島全体がビート状を呈しており芦の浮草の上に立つ感じ、完全平坦地で電氣的に見る限り申し分ない。現在はヤシプラントとなつているが標高はわずかに 1 M 程度、加えて潮の干満により海岸線は 500 M 位の出入りを生ずる。

簡単に井戸水を得られるがもちろん日常生活を営むための飲料水はもちろん用水にも利用出来ない。現地への交通は Selatpanjang からの船便による。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

システムを構成する上で不都合は見出せない。

ただし文字どおりの軟弱地盤のため海岸には沖合 500 M までの棧橋を新設したとしてもサイトへの道路、想像もつかない杭打ち作業など非常に多くの問題がある。

7. 総合評価及び添付物

評    価	C	添 付 物	B 7
--------	---	-------	-----

1. システム名           デ   ッ   カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡南    Ransang
3. 所       在       地        Riau Bengkolis Tebingtinggi Sungai Ransang
4. 緯度経度で示す位置       北緯 1 度 0 9 分 1 秒   東経 1 0 2 度 4 8. 2 分

5. 位置及び敷地の説明

P. Rangsang の北端に位置する。住民の交通及び経済は Selat Panjang とのつながりが多い。標高約 2 M の完全平坦地で現在ココナツ、ヤシの栽培が行なわれているが海岸は 3~8m/年の割合で侵食され後退している。又、地盤は非常に軟弱で推定地耐力は  $1 \text{ t} / \text{m}^2$  或はそれ以下である。井戸水の利用は望めず天水に頼るしか方法がない。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

デッカシステム構成上の問題はない。ただし極めて軟弱な地盤である事に加え海岸の侵食がはげしいのでこれ等の対策に極めて多くの時間と費用を要する。

7. 総合評価及び添付物

評       価	C	添 付 物	B 8
-----------	---	-------	-----



1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峽南   Simpengayam P. Bengkalis
3. 所       在       地       Riau Bengkalis, Bengkalis Misum
4. 緯度経度で示す位置       北緯1度34.8分   東経102度02.7分
5. 位置及び敷地の説明

P. Bengkalis の西端にあり標高2Mの完全平坦地である。当サイトへの交通手段は、Bengkalis 市街から水路を10哩、Perapat Tunggal に上陸更にわずかに人の通れる道を3KM程で到達する。

現状はわずかに立木のある原野でサイト隣接して3M幅の川が通じているが資材の輸送には利用出来ない。軟粘土質で地下1Mの推定地耐力は3t/m<sup>2</sup>程度である。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

仰角制限等の問題も無くシステム構成上の問題は無い。土木及び建築用資材はSingapore、Tg. Pinang 等から供給されるが陸揚点に小形船用の棧橋を設け前記の歩道を小型トラック程度の通行が出来る位に整備する必要がある。

何れにしても軟地盤対策としての工事を含め輸送路に多くの経費を必要とする。

7. 総合評価及び添付物

評       価	C	添 付 物	B 1 0
-----------	---	-------	-------

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峽南   Kundur
3. 所       在       地       Riau Riau   Kepulan Tanjung Baru Kundur
4. 緯度経度で示す位置       北緯0度48.4分   東経103度23分

5. 位置及び敷地の説明

P. Kundurの北西部にあり標高約30Mの台地で緩やかな傾斜地を成している。必要面積内のレベル差は3M以内で仰角も1度を超えるものは無い。

土質は砂質の粘土地下1Mにおける推定地耐力は30t/m<sup>2</sup>であるが附近露岩の状況などからみて地下10M以内に岩盤があると予想される。土地は国有であるが耕作権は住民側にある。当地への交通はPekanbaru から週2便のTanjungbaru 行船便で24時間を要し更に陸路30KMである。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

当サイトは土地の状況も良く運搬路も既存のものを若干改良するだけで十分なので大きな困難が、無く建設が可能である。土木建築用の砂、砂利はKundur、セメント鋼材はSingapore Pekanbaru Tg.Pinang 等から運搬されているのが現状である。

7. 総合評価及び添付物

評       価	C	添 付 物	B 1 2
-----------	---	-------	-------

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡南   Dumai
3. 所       在       地       Riau Bengkalis Dumai
4. 緯度経度で示す位置       北緯 1 度 3 8.5 分   東経 1 0 1 度 2 5.8 分
5. 位置及び敷地の説明

Dumai の南々西約 7 KM、標高約 1 0 KM の緩やかな起伏のある丘陵地で森林地帯となっている。サイト内のレベル差は 5 M 以内仰角は 1 度をこえるものがない。4 KM の距離に Dumai Airport の滑走路があるが進入路への障害となる方向ではない。土質は砂盤推定地耐力は  $50 \text{ t/m}^2$  は得られる。当地附近一帯は Pertamina 及び C.P.I. の所有となっている。

現地への交通は Dumai からの整備された道路によることが出来るので非常に便利である。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

システム上特に支障を来たす悪条件は見当らない。また地盤が良いことと交通の便がよいことに加えてほとんどの土木建築用の資材が当地で入手出来るので施工がやりやすい。

なお当地では商用電源の導入が可能である。

7. 総合評価及び添付物

評       価	B	添 付 物	な       し
-----------	---	-------	-----------

1. システム名           デ   ッ   カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡南   Minyak Beku
3. 所       在       地       Minyakü Beku, Batu Pahat, Johor
4. 緯度経度で示す位置       北緯1度47.8分   東経102度45.5分
5. 位置及び敷地の説明

S. Batu Pahat 河口、右岸に位置しMinyak Beku から南下する幹線道路筋にある。北東方に迫るG. Banangをかわす好位置でもあるが地形的には同連峰の南端に位置し緩やかな起伏をもった丘陵地帯の一部を形成する。

必要面積内のレベル差は10M程度、仰角は前述のとおり大きく真方位70～100度の間で2度を越えるがこの中で79°のG. Minabukuは7度に達する。土質は硬結の砂質土で推定地耐力は30t/m<sup>2</sup>位と思われる。民有地で現在はゴム農園として利用されている。

#### 6. システム上の説明及び工事とのかねあい

デッカシステムを構成する上で特に大きく影響する仰角を示す場所を極力避けてこのサイトを選んだ。

建設用の資材は、Batu Pahatから陸路8KMの一級国道に沿っている関係で極めて容易に搬入出来る。従って機資材の荷いたみ等も考える必要が無い。

このあたりの他のサイトと同じく電力の需給は近くの配電線から得ることが出来又、用水は比較的浅いボーリングで必要量を賄うことが可能である。

#### 7. 総合評価及び添付物

評    価	C	添 付 物	M 1 1
--------	---	-------	-------

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡北 Rungkap
3. 所       在       地       T.O.L.Rungkap, Rungkap, Perakhilir
4. 緯度経度で示す位置       北緯3度56.8分 東経100度42.3分
5. 位置及び敷地の説明

Telok Anson の西南西3.5 KM、道路直長4.6 KMで当地に達する。海岸一帯に標高1.5 m位の平坦地で樹高6～7 mのマングローブで覆われているが、軟水粘土地盤で地下1 mの推定地耐力は20 t/m<sup>2</sup>程度である。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

システム構成上特に支障を来たすものはない。

当地一帯は比較的低地であり隣接したS.Rungkapに堤防があり水門を設け内陸部は機械排水を行なっている。ただし当区域はその恩恵に浴していない。

資材の運搬については一応LAND ROVERの通行は可能であるが機、資材運搬のためにトラック等を運行させるためにはSIMP RANG EMPAT RUNGKOP 交叉点から現地までは更に整備が必要である。

7. 総合評価及び添付物

未使用の国有地であり、電力の供給は約1 KMの配電線新設に可能な事は便利である。が前記のとおり施工に難がある。

評	価	B	添	付	物	M	I
---	---	---	---	---	---	---	---

1. システム名           デ   ッ   カ
2. チェーン名及び局名   マラッカ 海峡 (Malaysia) Huntang Melintang
3. 所       在       地       Huntang Melintang, Perak Hiler Perak
4. 緯度経度で示す位置   北緯3度5 1.6分 東経100度5 7.4分
5. 位置及び敷地の説明

Telok Anson の南々西18KM、道路長22KM、所要時間約40分で標高約2.5mの平坦地でココナツヤシを栽培するエステートの一画である。ほぼ完全な平坦地で縦横に排水溝が設けられており地盤状態は良好で推定地耐力は30 t/m<sup>2</sup>程度である。

土地所有者は、FLEM INGTON ESTATEである。

仰角制限にてい触する高所も無く環境は良い。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

デッカシステムの精度を特に低下させる要因は見当たらない。

また前記のとおりTelok Auson からの道路が完備しており資材の運搬は容易である。

飲料水及び諸用水は井戸に頼らざるを得ないが、電力はすぐ脇にあるTelok Auson ~ K. Selangor 間の道路に沿う配電線から直接供給可能である。

Rungkap に比較して道路整備・水害・及び基礎上のすべてについて優位にある。

7. 総合評価及び添付物

評       価	A	添 付 物	M 2
-----------	---	-------	-----

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡北   Batu Tiga
3. 所       在       地       Batu Tiga, Damansara, Kelang, Selangor
4. 緯度経度で示す位置       北緯 3 度 0 1.7 分   東経 101 度 3 4.6 分
5. 位置及び敷地の説明

Kuala Lumpur の南西 19 KM、良く手入れされたゴム園となっており所有者は SEAFIELD ESTATE である。

標高約 20 m 緩やかな起伏をもった台地であり所要面積内での高低差は概ね数メートルである。

185 度方向に近くの Bt. Lanchong (489 m) が 2.4 度で観測される他は特に仰角制限は超えるものは無い。

土質は硬質粘土で得られる地耐力は 20 t/m<sup>2</sup> 程度と推定される。Kuala Lumpur Air Port (Subang) の進入路から 18° 離角 10 KM の点であり国内法にてい触のおそれは無い。

#### 6. システム上の説明及び工事とのかねあい

南方 25 KM を推定 30 KV の送電線が、又、北方 5 KM の点を未電化の鉄道が敷設されているが特に影響を及ぼす程とは考えられない。

Kuala Lumpur に近く舗装済の 2 車線道路が通じており輸送上の問題は無い。距離は 24 KM と近いので便利な地と考えて良い。

また、電力は比較的容易に需給可能であり給水が井戸に頼ることを除けばこの局候補地群で最良と思われる。

#### 7. 総合評価及び添付物

評	価	B	添	付	物	M 4
---	---	---	---	---	---	-----

1. システム名           デ   ッ   カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡北   Dengkil
3. 所       在       地       Dengkil, Kajang, Ululangat, Selangor
4. 緯度経度で示す位置       北緯 2 度 5 2.4 分   東経 1 0 1 度 4 0.4 分
5. 位置及び敷地の説明

Kuala Lumpur の南 3 0 K M、陸路 4 8 K M に位置する。

標高 9 m の平坦地であり現況は雑草地及び雑木林となっている。3 5 0 度～2 0 度の方向に Tebing Tinggi 2 6 0 m が迫り仰角 3.2 度を観測した。

砂質であり地盤の推定地耐力は 1 5 8 / m<sup>2</sup> 程度である。

敷地全体は Chosng Keow のエステートであり用地の取得上特に問題はない。

6. システム上の説明及び工事とのかねあい

北方約 3 K M に 3 0 K V 位と推定される送電線がとおっているがデッカシステムに特に影響を与えるとは考えられない。

局を建設する場合の機、資材は港～現地間の道路事情も整っているので特に問題はない。

将来の用水を含め水は井戸に頼らざるを得ないが比較的浅いボーリングで必要量を満たすことが可能である。

7. 総合評価及び添付物

評       価	B	添   付   物	M 5
-----------	---	-----------	-----



1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡北    Manyala
3. 所       在       地       Pasia Panjang, Port Dickson, Negri Sembilan
4. 緯度経度で示す位置       北緯 2 度 2 6.2 分   東経 1 0 1 度 5 2.7 分
5. 位置及び敷地の説明

Cape Rachado の北東 4 KM、Port DicksonからMalacca への道の中にあり道標(11 哩) 附近から分岐北上し約 1.3 KMで目的地に達する。当地はゆるやかな起伏をもった丘陵地で予定敷地内での高低差は最大 10 M以内である。

現状は Siginting Estate のゴム園であり管理は良好に保たれている。

周囲に仰角制限を超えるものは見当たらない。土質は硬質粘土で推定地耐力 30 t/m<sup>2</sup>位である。

#### 6. システム上の説明及び工事とのかねあい

デッカシステムを構成する上での不都合は特に見当たらない。

機、資材の運搬施工については前項にも触れたとおりPort Dickson と Malacca 間に通じる主要道路を通行出来るので総てについて好都合である。

商用電源の導入も容易であり比較的浅いボーリングで十分な用水が得られる。

#### 7. 総合評価及び添付物

評	価	B	添	付	物	M 7
---	---	---	---	---	---	-----

1. システム名           デ       ッ       カ
2. チェーン名及び局名       マラッカ海峡北   Telok Mas
3. 所       在       地           Telok Mas, Contral, Malacca
4. 緯度経度で示す位置       北緯 2 度 1 0.9 分   東経 1 0 2 度 1 9.9 分
5. 位置及び敷地の説明

Malacca の東南東 9 KM, Malacca ~ Muar 間の道を 1 3 KM 南下、更に幅員 5 m の道を北上すること 2 KM、道路に囲まれるようにかん木及び雑木林がある。一部は開こんされパインナップルの作付けが行なわれている。標高約 2 5 KM、ほぼ南北に稜線が伸びる丘状を成しているが起伏は少なく 5 m 程度である。

表土は礫まじりの粘土質であり地耐力は 5 0 t / m<sup>2</sup> 程度は得られるもよう。周囲に仰角制限にてい触するものは見当たらない。

当地は国有地であり用地の取得については問題ないと思われるが前記の畑に対する若干の補償が必要かもしれない。しかしこの育生状況は今のところ良好とは云えない。

#### 6. システム上の説明及び工事とのかねあい

デッカシステムの構成上特に支障を及ぼす要因は見当たらない。局を建設する上で必要な機、資材の運搬も Malacca から近距離にあり且つ道路事情も良いので問題はない。

附記事項として、南東方約 1. 6 KM の点を北西から南東にかけて送電線が通じている。また Malacca Air Port の滑走路南端は 3 1 4 度 1 2. 6 KM となりそれぞれ支障とはならない。

#### 7. 総合評価及び添付物

評       価	A	添   付   物	M 9
-----------	---	-----------	-----

### 5-3 施設の設計

#### 5-3-1 送信局舎及び宿舍

##### (1) 配 置

送信空中線を中心とし、局舎は道路からのアクセスを考えて玄関を位置させ、人員の交通及び機材の搬入の便のため、玄関前には十分なスペースを確保する。また建物の周辺には、車道、歩道、植込み等を設ける。

##### (2) 送信局舎の規模及び構造

###### 1) 平 面

局舎は、業務区域と居住区域に分類し、5-3-1表に示す諸室がその機能を充分発揮する様、かつおさまり良く設計した。特に業務区域の発動発電機室は運転時の騒音及び振動等が業務区域の各室その他の居室に伝達し、局の機能、並びに、生理的に有害な障害が生じないように独立させている。

延べ床面積は386.4M<sup>2</sup>である。

各室についての諸元は5-3-1表のとおりである。

※面積は壁心寸法によりM<sup>2</sup>にて示す。

5-3-1表

	室 名	面 積	室 数	摘 要
デ ッ カ 送 信 局 舎 (主 局 ・ 従 局)	無 線 舎			
	発 動 発 電 機 室	96M <sup>2</sup>	1	局の動力源となる室で3台の発動発電機を交互に運転し、負荷に電力を供給する。 (1)発動発電機、無停電電源装置、発電機盤、分電盤、自動切換盤等を收容する。 (2)不燃性ガス消火設備を收容する。 (3)床に配線用ピットを設ける。
	送 信 機 室	54M <sup>2</sup>	1	送信装置を設置しその運用に必要な機器操作並びに保守、整備を行う。 (1)送信機、位相制御器、切換盤、機器用分電盤、連絡通信用送受信機、端局装置、テレタイプ、運用卓を收容する。 (2)各機器の試験、保守整備に必要な測定器を收容する。 (3)床に配線用ピットを設ける。
	蓄 電 池 室	8M <sup>2</sup>	1	無停電電源装置用その他の電源用電池室であり蓄電池を架台付きで收容する。

デ ッ カ 送 信 局 舎 ( 主 局 ・ 従 局 )	倉庫	6M <sup>2</sup>	1	居住に必要な寝具、外部作業道具類を収容する。	
		12M <sup>2</sup>	1	組立式鋼製整理棚を設備する。	
	事務室	20M <sup>2</sup>	1	局職員のための事務室で勤務者6人を収容する。	
	所長室	20M <sup>2</sup>	1	施設の長のための事務室である。	
	個室	9M <sup>2</sup>	2	勤務者の宿泊及び休憩設備を備える。	
	ロッカー室	14.4M <sup>2</sup>	1	勤務者の脱衣、個人所有物の保管設備を備える。	
	用務員室	12M <sup>2</sup>	1		
	空調機械室	20M <sup>2</sup>	1	通信用機器の冷却及び居住区の勤務環境を向上させるための空調機を収容する。 パッケージ、コンデンサウォーターポンプを配置する。	
	共用部分				
	玄関・ホール	37.5M <sup>2</sup>	1	ホールはロビー的性格をもち、勤務者のレクリエーション室を兼ねる。	
	便所・シャワー室	15.75M <sup>2</sup>	1	化粧台、洗面、更衣、シャワーを設ける。	
	廊下	18M <sup>2</sup>	1		
	厨房	25M <sup>2</sup>	1	当直者の食事場所であり、小型湯沸器、配膳、食器整理棚、テーブル、椅子を備える。	
		15.75M <sup>2</sup>	1		
	ガスポンベ庫	1.6M <sup>2</sup>	1	厨房並びにシャワーの熱源用のガスポンベを収容する。 ※ 延べ床面積は32.1M <sup>2</sup> とする。	
	コイル舎				
	前室	2.7M <sup>2</sup>	1	分電盤を収容する。	
トランス室	3.12M <sup>2</sup>	1	航空障害燈用オースチントランスを収容する。		
コイル室	26.27M <sup>2</sup>	1	A・T・A・M・装置、整合器を収容する。		

## 2) 構造

局舎は1階建とし、通風上の理由から、高床式、壁式鉄筋コンクリート構造を採用した。基礎、屋根版、壁は鉄筋コンクリートとする。局舎は軒高を無線舎4.8M、電源舎4.5Mとし、耐震性を付与した。コイル舎については特殊な用途から補強コンクリートブロック造とした。

## 3) 仕上

屋根は防水、遮熱について特に考慮を払い、また内、外共仕上材料は機能性、経済性は勿論、容易に入手出来また保守のしやすいものを出来るだけ使用することとした。

## 4) 設備

### a) 電気設備

次の諸設備を設ける。

i) 電源設備

無線局の電源は、3相200V50Hzとし、通信機器に対しては、この電源を直接に使用するが、照明、空調等のための一般用電源は、3相4線式として地域の電源事情に合せた電圧に変電し、負荷に電力を供給する。

ii) 電源盤

変電された電力は、電源盤を通し照明、空調、換気、給水、冷却塔、給油等の電源として供給される。

iii) 電燈、コンセント設備

業務区画部分の主要室（発動発電機室、送信機室）の照度は500lx前後とし居住区画部分の各室は用途に応じて計画する。主要照明器具は蛍光灯とし部分的に白熱電燈を使用する。又各室には必要個数のコンセントを設ける。

iv) 弱電用設備

業務の円滑を図るため業務区画及び居住区の主要な室並びにコイル舎にインターホンを設け業務の利便を図る。また外部との連絡のための電話を設ける。

v) 火災報知設備

送信局舎内の業務、居住区、コイル舎の3区域に煙及び熱感知器を設置し火災時の警報を出せる様設備する。

b) 空調設備

i) 冷房

居住区の空調設備は、中央空調方式とし、また業務区画（送信機室）には専用の空調設備を設ける。このためのクーリングタワーは、外部に設置し、用水は、地下受水槽より供給する。

ii) 換気

発動発電機室及び電池室には、強制換気装置が必要である。このため空気フィルタ付の換気装置を設ける。

c) 給排水、衛生設備

i) 給水設備

天水、井水を集水した地下受水槽よりポンプアップし圧力タンクにより圧力を加え給水する。

ii) 給湯設備

プロパンガスによる小型湯沸器を使用し、厨房、洗面及びシャワー用の温水を供給する。

iii) 衛生器具

便所、シャワー室その他必要ヶ所に用途に応じた器具を取付ける。小便器の洗浄方法はフラッシュ弁、大便器の洗浄方法はロータンク方式とした。

#### iv) 排水設備

建物内部の排水はすべて自然流下方式とする。汚水管、雑排水管は、屋外地下に設けた汚水浄化槽に接続して浸透による排水を行う。

#### v) 消火設備

発動発電機室を対象として固定式の不燃性ガス消火設備を設ける。その他の室については携帯型消火器を設ける。

### (8) 付属施設

#### 1) 貯水タンク

雨水は、テニスコートを利用して地下の受水槽に集水され、殺菌処理ののち送信局舎、宿舎に飲料水として供給される。また堀井戸による井水を雑用水として確保し便所、シャワー、空調用冷却水等に供給する。天水タンクの有効貯水量は、3ヶ月分使用量を目標とした。地下貯水槽は鉄筋コンクリート造とし、その上部に補強コンクリートブロック造のポンプ舎を設ける。

#### 2) 貯油タンク

発動発電機用の燃料貯蔵タンクは、局舎の外に設ける。タンクの総容量は、3ヶ月間の運転に必要な量とし安全及び建設時の運搬の便を考え1基の大きさを17.5kℓに制限する。常時運転を行う個所に必要な数は、4基でこれを一群として堅固に設置し、周囲には防油堤を設ける。

#### 3) その他

##### a) 浄化槽

送信局舎用として5人槽、宿舎が、付設される時は、それ用として50人槽を設ける。

##### b) プロパンガスボンベ庫

調理及びシャワーの給湯に必要なガスの貯蔵庫は3ヶ月分のボンベを収容出来るものとし安全のため独立の小屋として他の建物とは十分に隔離して設ける。

##### c) アクセス道路及び環境保全

送信局には、アクセス道路を建設し、サイトの出入口点に門を設ける。また局の環境保全のため小樹木及び芝生を植える。

#### 4) 設計図

設計図は別添の図面集として示す。

## 5-3-2 空中線設備

### (1) デッカ局送信空中線の電氣的設計

#### 1) 一般条件

デッカ局送信空中線に要求される一般的条件は次のとおりである。

- a) デッカシステムでは地表波のみを使用し、空間波は有害成分となる。このため空中線の垂直面指向性は低角度放射特性のものであること。
- b) デッカの利用範囲は全方向であるので水平面指向特性は無指向であること。
- c) 空中線の実効高を大きく、また静電容量を3000PF以上とすること。
- d) レーン識別のための5波多重給電を行う必要上、空中線の共振周波数を300KHz以上とし、かつリアクタンス傾度を小さくすること。
- e) 空中線損失（接地損、導体損、誘電体損、コロナ損等）を出来るだけ小さくすること。
- f) 気象の変化による空中線定数の変化が少ないこと。

これ等の条件を考慮した結果、デッカ局の送信空中線には竜付傘型空中線が使用される。

これは高さ110メートル級の鉄塔の頂部から傘型のトップハットを付けると共に鉄塔に数メートルの直径を持つケージを付したものである。傘型のトップハットは鉄塔の頂部から傾めに地上に向け展張する。

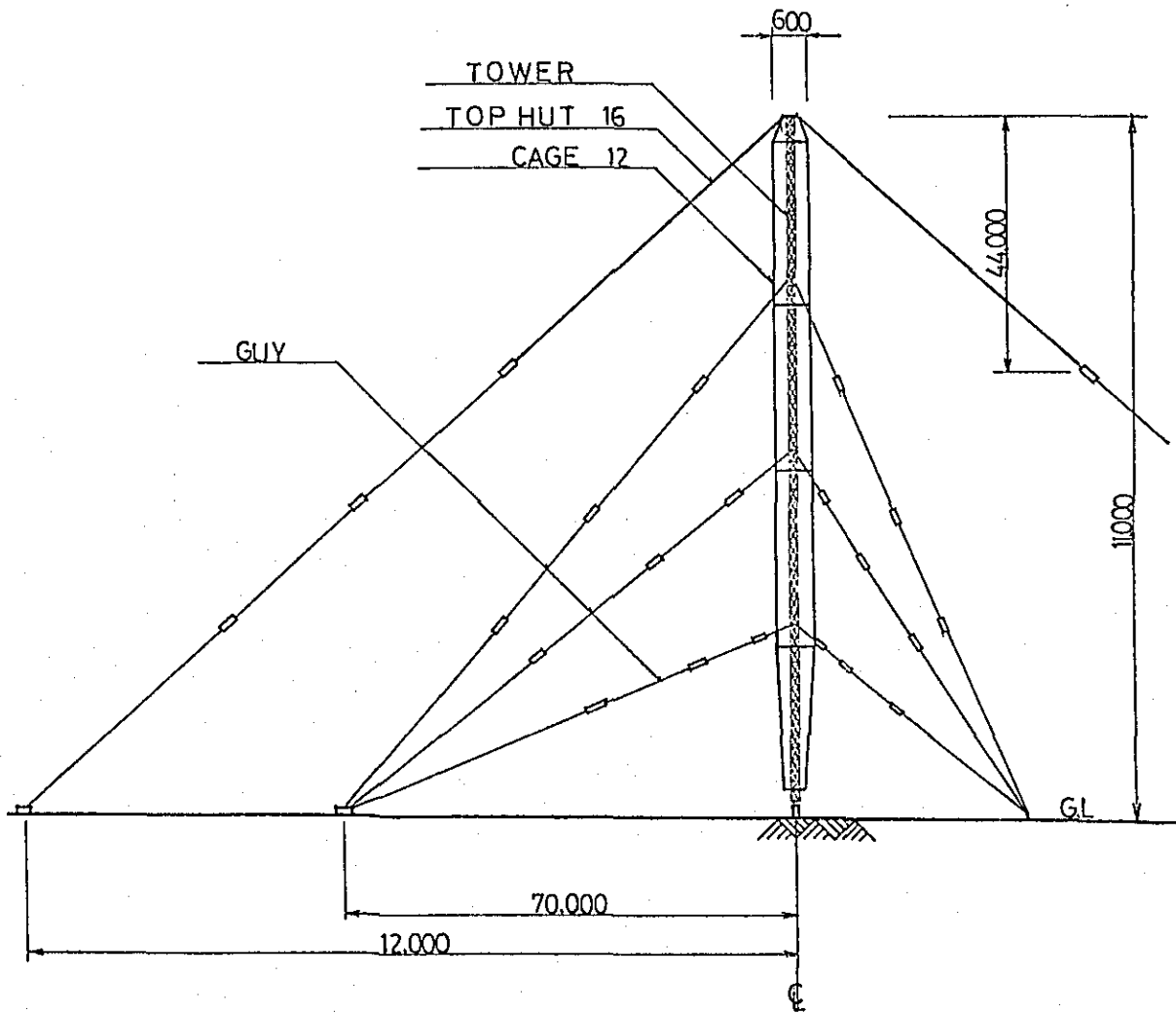
このような考えのもとで設計されたデッカ局送信空中線の諸元並びに形状を第5-3-2表及び第5-3-1図に示す。

5-3-2表

項 目	規 格
鉄塔の形式	基部絶縁型支線式トラス鉄塔
支線方式	4段支線式 最上段は空中線を兼ねる
鉄塔の高さ	110メートル
アンテナの形式	籠型部付傘型空中線
籠型部 籠径	6メートル
本数	12
線材	110mm アルモウエルド燃線
傘型部 長さ	62メートル
本数	16
接 地	
方式	ラジアルアース
本数	120
半径	110メートル
線材	2.9mm 銅線



5-3-1 图



## 2) 設計法及び空中線定数の計算式

電氣的に短い空中線（空中線の基部からトップハットラジアルの終端までの電氣的に有効な長さが  $\lambda/8$  以下）はスケールモデルによる実験成果を踏えて精度のよい設計が可能である。

スケールモデル実験において測定される空中線の電気特性は実効高、実効静電容量及び共振周波数である。

この報告書における空中線は、日本におけるデッカ局の実用空中線及びスケールモデル空中線の研究成果をもとに設計したものである。

また上記の実効高及びそれ以外の項目は、次に示す計算式より求めることが出来る。

空中線の定数の計算式

a) 実効高  $h_e$

$$h_e = \frac{E d \lambda}{120 \pi I_b}$$

又は

$$h_e = \frac{V_i}{E_i}$$

ここに

$I_b$  : 空中線の基部電流 (A)

$E$  : 距離  $d$  なる点の電界強度 (V/m)

$\lambda$  : 波長 (m)

$d$  : 空中線から測定点までの距離 (m)

$V_i$  : 空中線の開放電圧 (V)

$E_i$  : その点の電界強度 (V/m)

b) 輻射抵抗  $R_r$

$$R_r = 160 \pi^2 \left( \frac{h_e}{\lambda} \right)^2$$

c) 基部の電流  $I_b$

$$I_b = \sqrt{\frac{P_r}{R_r}}$$

ここに

$P_r$  : 輻射電力

d) 基部電圧  $V_b$

$$V_b = V_t \left[ 1 - \left( \frac{f}{f_0} \right)^2 \right]$$

ここに

$V_t$  : 傘 (トップハット) 先端の電圧 (V)

$f$  : 送信周波数 (Hz)

$f_0$  : 共振周波数 (Hz)

e) 傘先端の電圧  $V_t$

$$V_t = \sqrt{\frac{P}{6.95 \times 10^{-13} \cdot C_o^2 \cdot h e^2 \cdot f^4}}$$

$C_o$  : 実効静電容量 (PF)

f) 鉄塔のインダクタンス  $L_t$

$$L_t = \frac{1}{4\pi^2 f_o^2 C_o}$$

g) 基部リアクタンス  $X_b$

$$X_b = \frac{1}{2\pi C_o f} \left[ 1 - \left( \frac{f}{f_o} \right)^2 \right]$$

### 3) トップロード空中線の電気的特性

傘型トップロードの構成は、前述のとおりである。傘型トップロードの採用により空中線の実効高及び静電容量の増加を図ることが可能である。即ち実効高の増加は前述の計算式で示すように、空中線の輻射能率の向上を意味する一方静電容量を大きくし空中線の絶縁を容易にする効果をもっている。

設計の結果、この空中線系の周波数 100 KHz における電気特性は下記のとおり計算される。

実効高	$h_e$	63 m
実効静電容量	$C_o$	3770 PF
共振周波数	$f_o$	380 KHz
輻射抵抗	$R_r$	0.71 $\Omega$
効率	$\eta$	25%
基部リアクタンス	$X_b$	390 $\Omega$
傘先端の電圧	$V_t$	8.7 KV
基部電圧	$V_b$	8.2 KV
基部電流	$I_b$	21 A

なお L I (レーン識別) 時の電圧、電流は 5 波の多重送信のため上記の値に対し尖頭時 5 倍、平均 2 倍の値を示す。

傘型トップロードの電気的特性は、トップハットラジアルの形状により変化をする。上記の数値は、以下述べる要素を考慮した上での最適設計である。以下そのあらましについて述べる。

#### (a) トップハットラジアルの形状

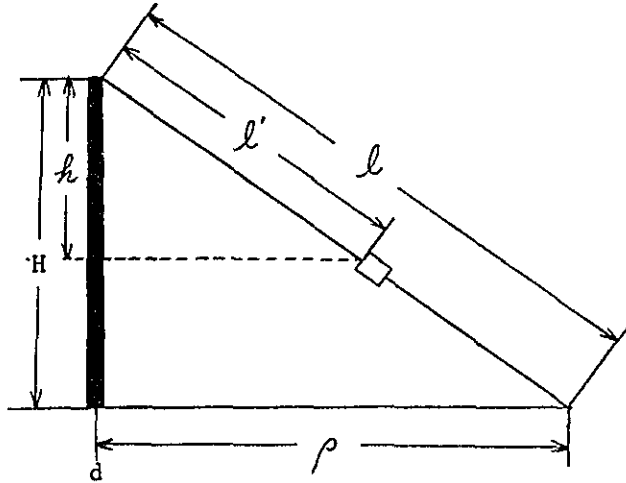
a) トップラジアルの本数  $N$

b) 鉄塔の高さ  $H$  及び直径  $d$

c) 鉄塔の基部とラジアルアンカーポイント間の距離  $\rho$  (鉄塔の高さ  $H$  の倍数として表す。)

d)  $L$  は、トップハットラジアルの全長さ、 $l$  は、実効長さ、 $h'$  は、鉄塔の高さ  $H$  への  $l$  の投影部である。

これらは、図に示される。



これ等の種々の値に対する実効高、実効静電容量及び共振周波数の変化は、5-3-2図~5-3-10図に示すとおりである。

(b) 籠型空中線

この鉄塔に付設されたケージは、鉄塔の電氣的な有効直径を大きくするのに役立つ、静電容量の増大及び使用周波数帯域におけるリアクタンス傾度の緩和に役立っている。

ケージの有効直径  $a'$  は、次式で表わされこの空中線の場合（ケージ導体の直径 1.35 cm、ケージの半径 300 cm、ケージの本数 12 本）の有効直径は 2.3 m となり大きな効果をもっている。

$$a' = \left( a (2b)^{n-1} \left( \sin \frac{\pi}{n} \right) \left( \sin \frac{2\pi}{n} \right) \dots \left( \sin \frac{(n-1)\pi}{n} \right) \right)^{\frac{1}{n}}$$

a : ケージ導体の半径

b : ケージの半径

n : ケージワイヤーの本数

(2) デッカ送信空中線の構造

1) 概要

デッカ送信用空中線用鉄塔の構造的特徴は、塔体の電氣的直径を大きくするための直径 6 m (12 条) の籠型導体と頂部から展張された 16 条の大規模な傘型空中線部を持つことにある。

空中線の詳細は、添付図面に示す。

2) 塔体

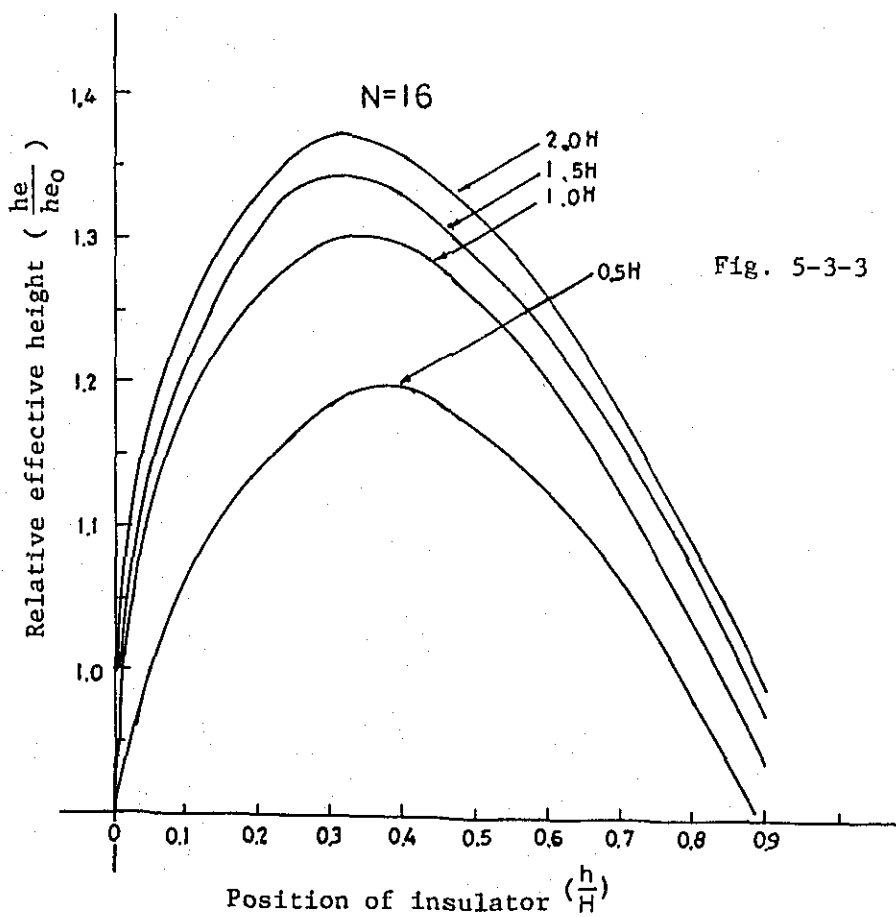
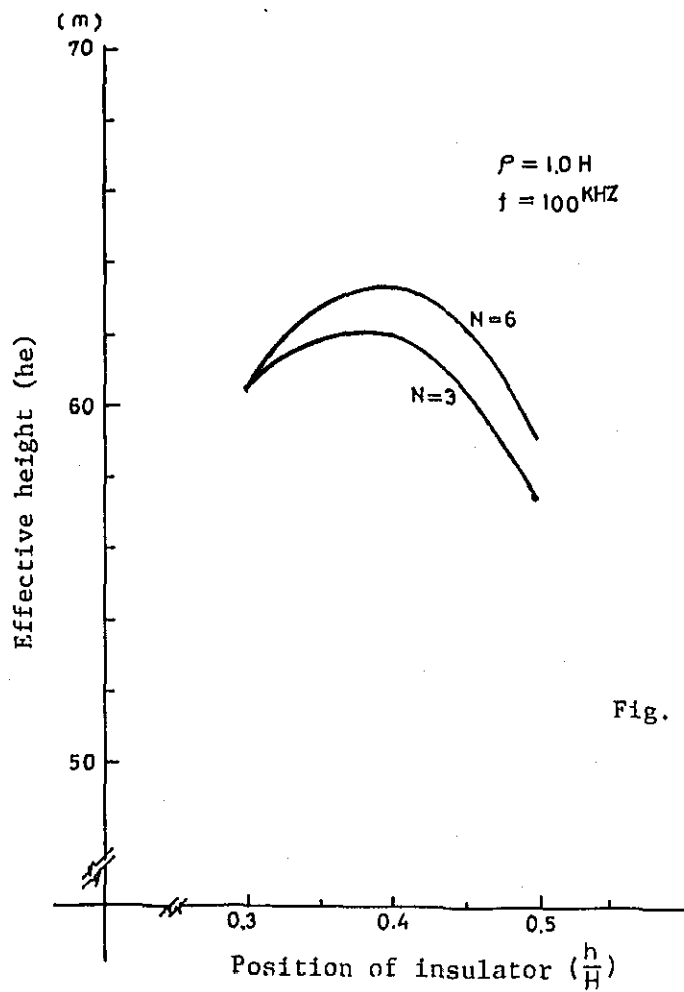
鉄塔本体は鋼管三角トラスの構造をとり次の諸元をもっている。

a) 断面寸法 正三角形 一辺 1000 mm

b) 主柱

管径 114.3 mm φ

管厚 4.5 mm



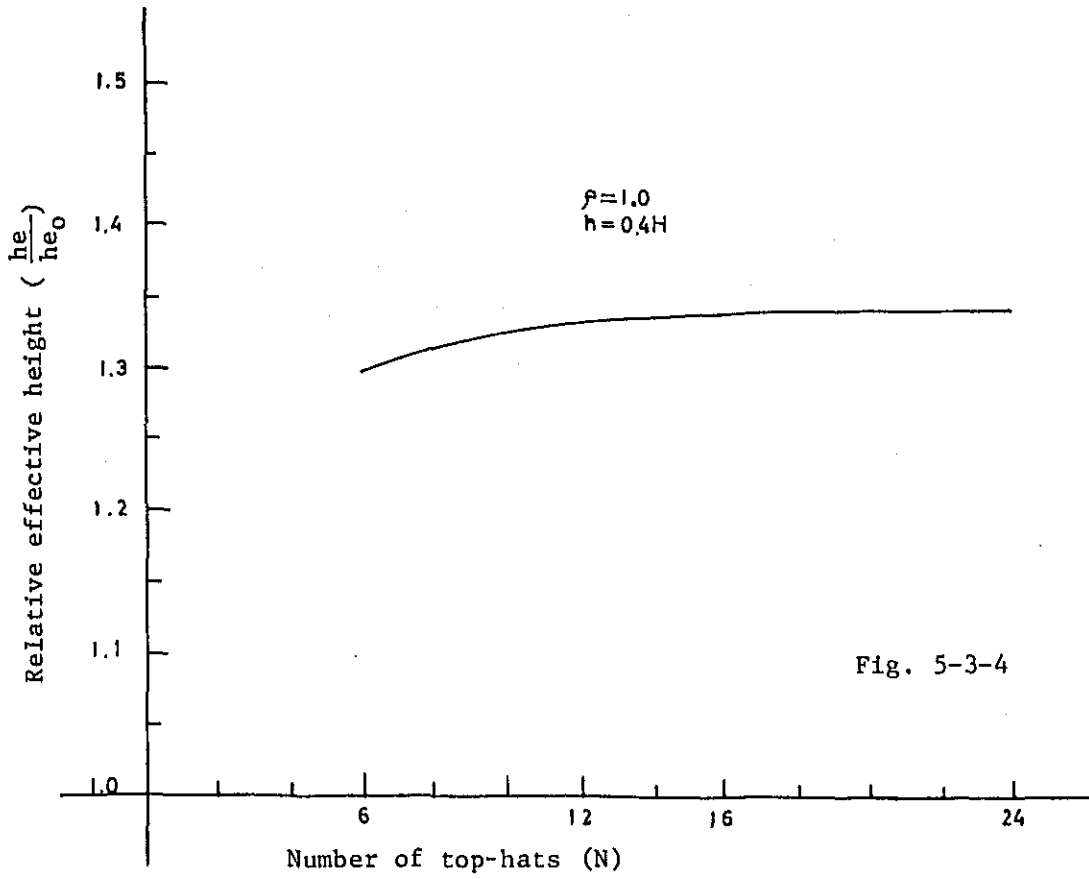


Fig. 5-3-4

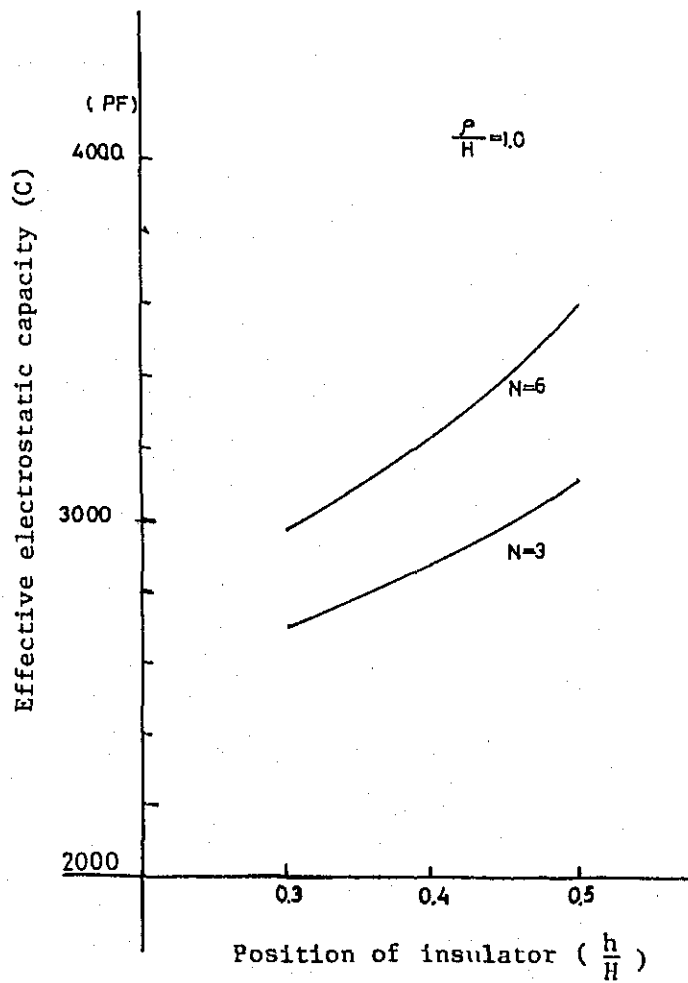


Fig. 5-3-5

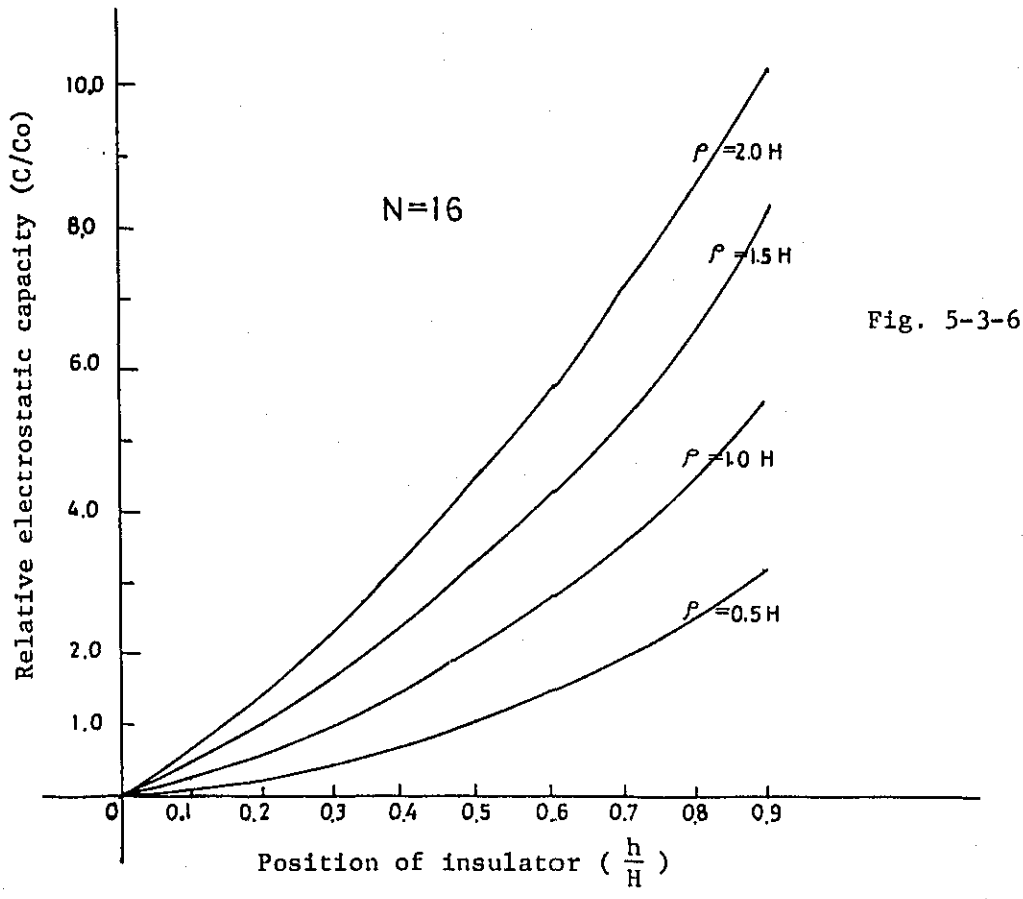


Fig. 5-3-6

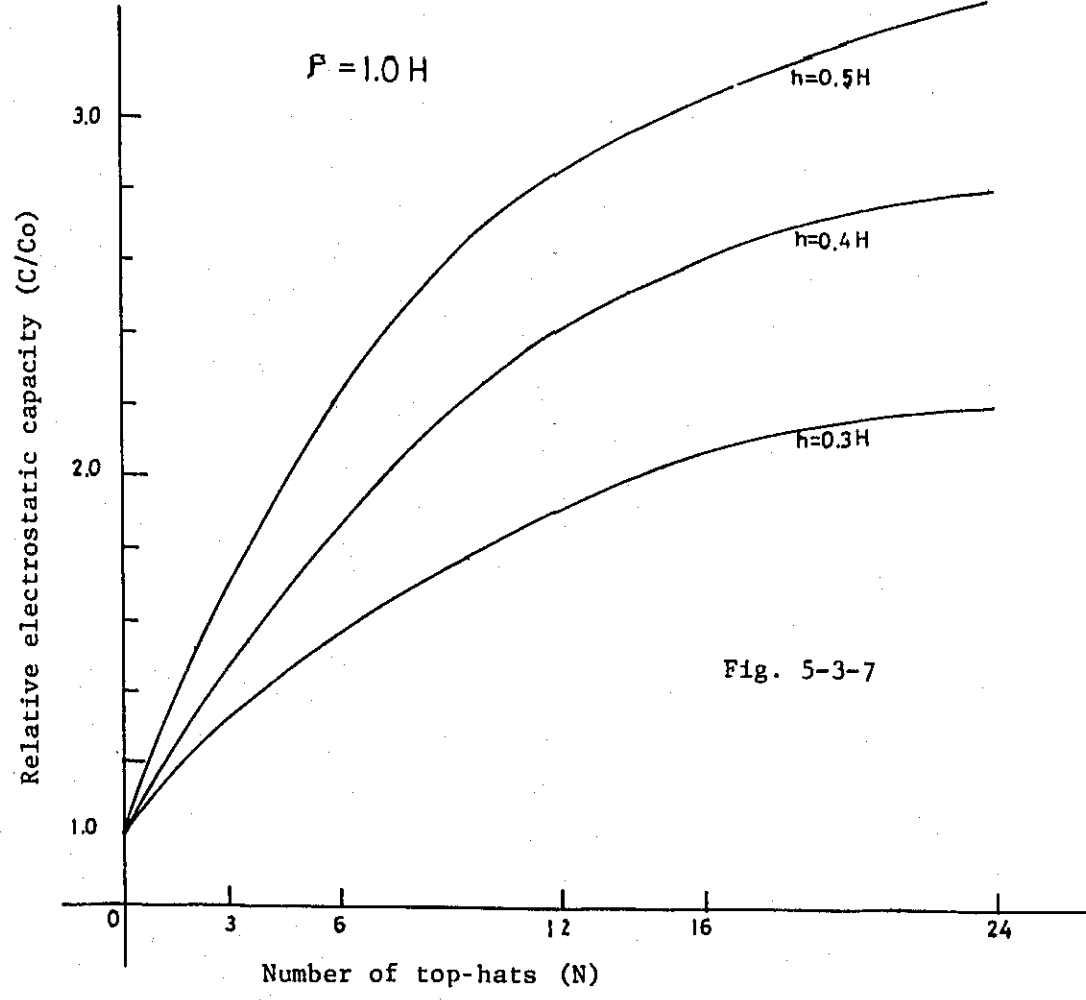


Fig. 5-3-7

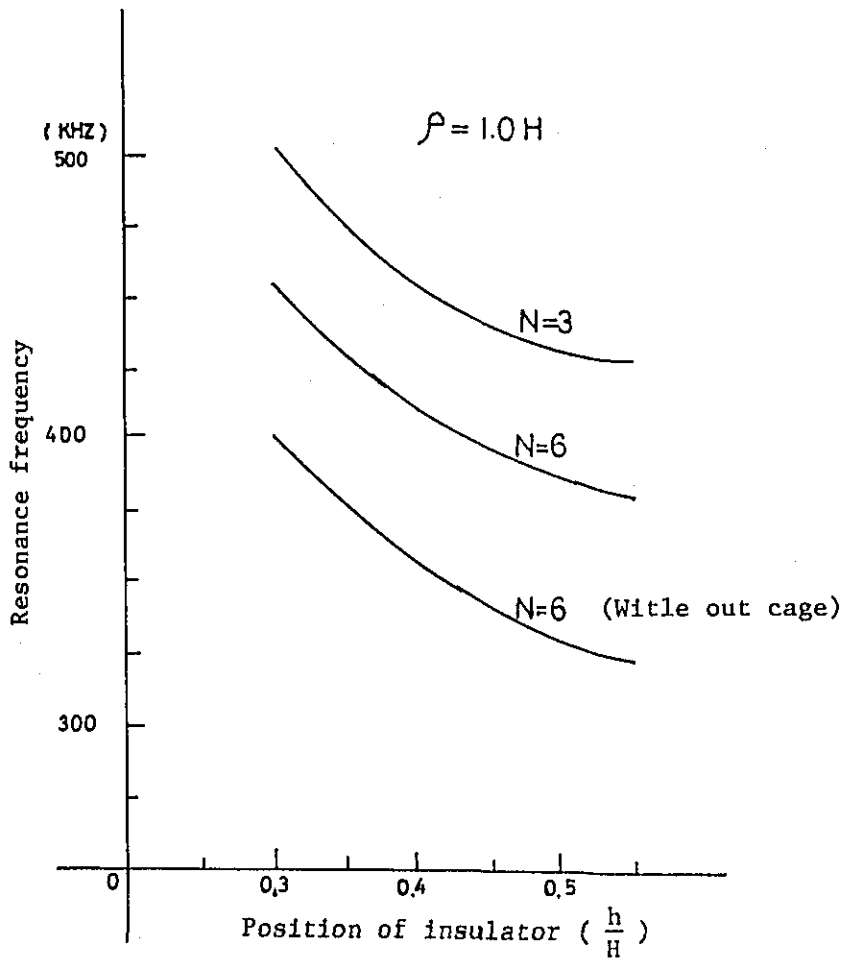


Fig. 5-3-8

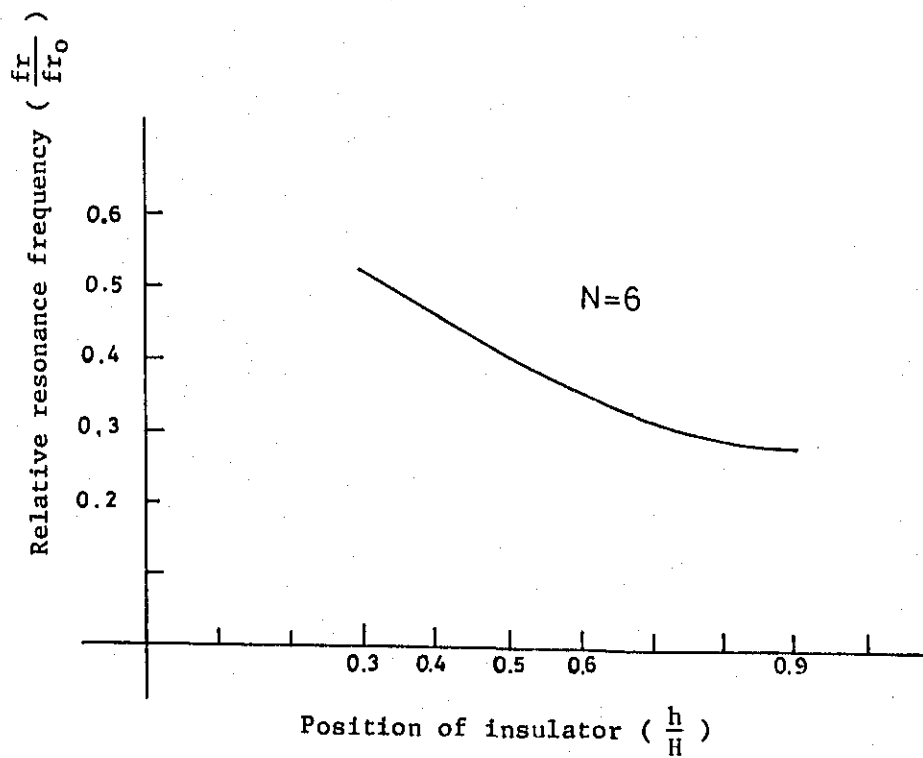


Fig. 5-3-9



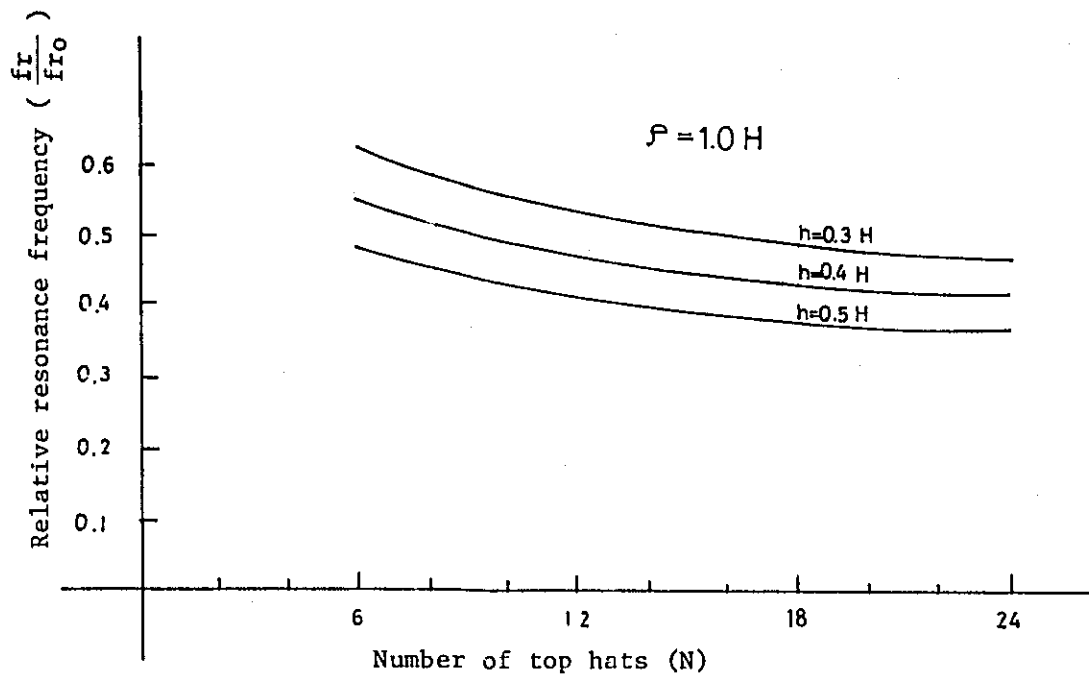


Fig. 5-3-10

材 質 STK41  
JIS G 3444 (一般構造用炭素鋼鋼管)

c) 斜 材

棒 鋼 20 mm φ  
材 質 S20C  
JIS G 4051 (機械構造用炭素鋼)

d) 水 平 材

溝形鋼 100×50×7 mm  
材 質 SS4I  
JIS G 3101 (一般構造用圧延鋼材)

e) 継 手

塔体は標準ブロック、支線取付ブロック、基部ブロック及び頂部ブロックの4種類で構成され、継手は高力ボルトによる摩擦接合によっている。

f) 断面性能

5-3-3表

断 面 (mm)	断面二次 モーメント (cm <sup>4</sup> )	断面積 (cm <sup>2</sup> )	断面二次 半径 (cm)	重量 (kg/m)
3-PIPE 114.3φ×4.5	77,600	46.56	40.82	120

3) 支線及び空中線

a) 支線の方式 3方3段式

b) 空中線の方式

- i) 頂部より16方向に傘型空中線を展張する。
- ii) 塔体に平行に直径6mで12条の籠型空中線を展張する。

c) 支線及び空中線材の規格

5-3-4表

項 目	種 類	直 径 (cm)	断面積 (cm <sup>2</sup> )	破断荷重 (t)	重量 (t/cm)	ヤング係数 (t/cm <sup>2</sup> )	
支 線	I	スパイラル	2.2	2.9	39.8	2.38×10 <sup>-5</sup>	1600
	II	ロープ	2.2	2.9	39.8	2.38×10 <sup>-5</sup>	1600
	III	(1×37)	2.2	2.9	39.8	2.38×10 <sup>-5</sup>	1600
傘型空中線	アルモウエルド より線7/4.2	1.26	0.95	106.5	6.45×10 <sup>-6</sup>	1600	
籠型導線	アルモウエルド より線7/4.5	1.35	1.11	117.8	7.41×10 <sup>-6</sup>	1600	

4) 昇降設備その他

a) 梯 子

トラス内部に設ける。

b) 踊り場

各支線段ごとに内外に設ける。

c) 航空障害灯

最頂部及びⅠ、Ⅱ、Ⅲ段に各2灯設ける。

(3) 設 計

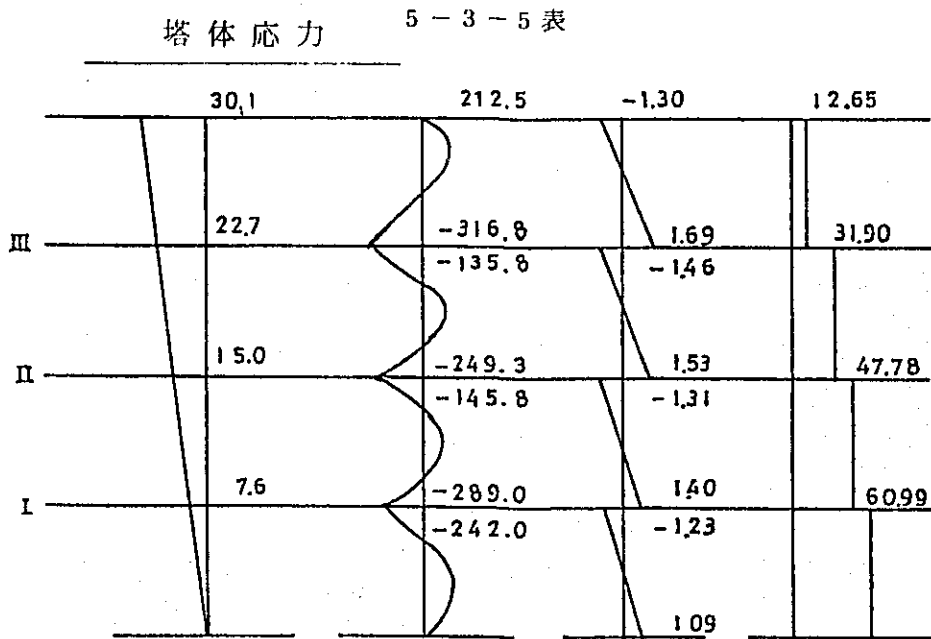
1) 設計条件

設計条件として採用した風速は  $35\text{ m/s}$  である。

2) 応力計算

応力計算は添付資料に基づく設計法により作られたプログラムを使いコンピュータにより計算したものである。

風荷重の鉄塔及び支線に働く応力を要約したものは5-3-5及び5-3-6表のとおりである。



変位 (cm)      曲げモーメント (t·cm)      せん断力 (t)      軸力 (t)

5-3-6表

支線 段	支線 方向	支線張力 (ton)	支線取付部 (ton)						初張力 (ton)
			錨塊部			塔体部			
			UPLIFT	M	N	WIND	NORMAL	VERT	
I	1	4.66	1.32	4.11	0.06	-2.11	3.54	2.17	5.06
	2	7.53	2.41	6.77	-0.00	6.76	0.00	3.32	
	3	4.66	1.32	4.11	-0.06	-2.11	-3.54	2.17	
II	1	3.72	1.72	2.63	0.09	-1.41	2.28	2.59	4.03
	2	7.68	4.16	5.77	-0.00	5.71	0.00	5.13	
	3	3.72	1.72	2.63	-0.09	-1.40	-2.28	2.59	
III	1	3.85	2.22	2.18	0.12	-1.22	1.90	3.12	4.39
	2	9.51	6.48	5.93	0.00	5.80	0.00	7.54	
	3	3.85	2.22	2.18	-0.12	-1.22	-1.90	3.12	

## 3) 主たる使用材料、許容応力度及び安全係数

5-3-7表

使用箇所	材質	引張強さ(t/cm <sup>2</sup> )	降伏点(t/cm <sup>2</sup> )	許容応力度(t/cm <sup>2</sup> )	備考
塔体	STK41	4.1	2.5	2.1	t > 16
	SM41A	4.1	2.4	1.5	
支線 金具	SC46	4.6	2.3	1.3	鋳鋼品 板材 ピン材
	SS41	4.1	2.4	1.2	
	SNCM-2	9.5	8.5	4.1	
錨材	SS41	4.1		1.4	

## 4) コンピュータによる計算結果

コンピュータによる計算結果の一部を別添資料Bに示す。

## (4) 設計図

添付図面のとおり

## 5-3-3 棧橋及び道路

## (1) 棧橋

個所によっては、建設資材あるいは保守物品輸送のための棧橋が必要である。

棧橋の一般的な設計を添付図面ko64に示すが、棧橋の実施設計に際しては、杭打ちにおける地質や干満による潮位の変化を考慮する必要がある。

## (2) 道路

主要道路又は棧橋よりサイトに達する車輛通行可能な道路を設ける。道路は幅員3.5Mのアスファルトコンクリート舗装とする。

## 5-4 機器の設計

### 5-4-1 デッカ送信装置

#### (1) 構成

デッカ航法システムは電波発射の位相を同期状態に制御するための位相制御器と、必要な送信電力を得るための増幅器である送信機、電力を空中線に有効に結合するためのコイル舎装置、さらにこれらの機器を最良の状態に運用するための各局における監視切換装置、システム全体の運用状態を監視する中央監視装置で構成される。

送信装置の構成は5-4-1表及び5-4-2表に示すとおりである。またデッカ航行援助システムの構成を5-4-1図に示す。

5-4-1表 送信装置の構成 (5-4-2図参照)

装置名	主局	従局(各局共)					
位相制御器	1式	1式	3架で1式				
送信機	1式	1式	5波(5架)で1式				
コイル舎装置	1式	1式	A.T.A.M.装置を含む。				
監視切換装置	1式	1式	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="border: none;">}</td> <td style="border: none;">の2架で1式</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">監視盤</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	}	の2架で1式	監視盤	
}	の2架で1式						
監視盤							
中央監視装置	1式	_____	監視受信機(モニタサイト)、運用卓、データ記録器				

各構成機器の外観は5-4-3~5-4-17図に示すとおりである。

#### (2) 主要定格

送信装置の主要定格の概要はつぎのとおりである。

##### 1) 送信周波数

チェーンにより異なるが、次の5波である。

5 f	7 0.0 8 3 ~ 7 1.5 8 7 KHz	の1波
6 f	8 4.1 0 0 ~ 8 5.9 0 5	"
8 f	1 1 2.1 3 4 ~ 1 1 4.5 4 0	"
8.2 f	1 1 4.9 4 0 ~ 1 1 7.4 0 0	"
9 f	1 2 6.1 5 0 ~ 1 2 8.8 6 0	"

2) 主 発 振 器

ルビジウム発振方式

3) 周波数安定度

$\pm 3 \times 10^{-11}$  / 月 以内

4) 送 信 出 力

5 f、6 f、8 f、8.2 f、9 fの各波 1.2 KW

5) 電 波 形 式

A 0

6) 送 信 形 式

MK-10方式

5-4-2表

送 信 装 置 数 量 表

名 称	数 量					定 格	備 考
	主局	従 局			モニタサイト		
		R	G	P			
位 相 制 御 器	3	3	3	3			
受 信 ア ン テ ナ		4	4	4		5 m	ワイヤー又はホイップ形式で位相制御器
監 視 切 換 装 置	2	2	2	2			14項目を監視し最良の位相制御器を選択
送 信 機	5	5	5	5		1.2 KW	5、6、8、8.2、及び9f
予 備 筐	1	1	1	1			PA励磁器予備ユニットダーミー負荷を収納
コ イ ル 舎 装 置	1	1	1	1		70~130 KHz 5波給電	多重給電用
A . T . A . M 装 置	1	1	1	1			5 波 用
デ ー タ 記 録 器	1						
運 用 卓	1						
監 視 受 信 機					1		受信アンテナを含む
U H F 送 受 信 機	1				1		データ伝送用

(3) 位相制御器

デッキ方式では、各従局の発射電波の位相は、主局からの電波に同期されていなければならない。

位相制御器は、各局の発射電波の位相を互に同期させると共に発射時間を制御するものである。

従局の位相制御器は、主局の電波を受信して主局に同期する必要がある、主局の位相制御器とは機能が多少異なる。5-4-3及び5-4-4図に主、従局位相制御器の外観を示す。

1) 機能

a) 主局

- i) チェーン全体の基準周波数、基準位相信号の発生
- ii) チェーン全体の基準時間信号の発生、自局時間信号の発生
- iii) 送信機へ位相の同期した5f、6f、8f、8.2f、9f各信号の供給

b) 従局

- i) 主局の電波を受信し、主局に位相同期した信号の発生
- ii) 主局に同期した自局時間信号の発生
- iii) 送信機へ位相の同期した5f、6f、8f、8.2f、9f各信号の供給

2) 構成

5-4-3表 位相制御器の構成

構 成 品 名	数 量	
	主 局	従局(各局共)
主発振器(Rh発振)	3	3
送信駆動ユニット5f	3	3
"        6f	3	3
"        8f	3	3
"        8.2f	3	3
"        9f	3	3
時間信号発生ユニット	3	3
6f受信機	—	3
8.2f受信機	—	3
周波数シンセサイザと時計	3	3
電 源 部	3	3
移 相 器	3	3

(4) 送信機

送信機は、位相制御器から供給された5f、6f、8f、8.2f、9fの5波の信号を増幅し各波の出力1.2KWを得る電力増幅器である。5-4-5図に送信機の外観を示す。

1) 機能

- a) 位相制御器からの各波の信号をそれぞれ1.2 KWに増幅し、コイル舎装置を介して空中線に供給する。
- b) 位相制御器からの入力変動および負荷の変動を補正して、常に最適の動作をする。
- c) 送信機の電力増幅部は、12のユニットで構成され、そのうちの2つのユニットが、故障しても送信機は定格出力で動作する。
- d) アラーム信号は冷却ファンユニットの故障、PAユニット内の8個のトランジスタの故障（4個のトランジスタ故障の場合は、注意表示）及び2個以上の励振ユニットの故障に際して送出される。

2) 構成

5-4-4表 送信機（各波毎）の構成

構 成 品	数 量	備 考
励振ユニット	4	
電力増幅ユニット	12	
同調タンク	1	
ファンユニット	1	
監視表示パネル	1	
エアーフィルタ	1	
空中線／ダミロード切換器	1	

(5) コイル舎装置

コイル舎装置は送信機よりの高周波電力を有効に空中線に供給するための整合、同調装置である。5-4-6～5-4-11図にコイル舎装置の外観を示す。

1) 機能

- a) 送信機からの5波を合成して1本の空中線に供給する。
- b) 整合器は、コイル舎装置のインピーダンスをフィダケーブルの特性インピーダンスに整合させる。
- c) 天候状態の変化によって変る空中線のインピーダンスはATAMの働きによって自動的に補正される。
- d) 各波の位相を制御するため、空中線電流の一部を位相制御器にフィードバックする。



## 2) 構成

5-4-5表 コイル舎装置の構成

構成品目	数量各局	備考
ローディングコイル	1式	
整合器	1式	各波用
フィーダコレクタ	1式	〃
同調コンデンサ	24個	
フェージンググループトランス	1式	
A・T・A・M装置	1式	

### (6) 監視切換装置

位相制御器の動作状態を監視し異常を検出自己判断して自動的に最良架に切換えると共に表示するものである。5-4-12及び5-4-13図に主局、従局の監視切換装置の外観を示す。

#### 1) 機能

位相制御器の動作状態を監視し、異常を検出して最良架を自動的に探索して切換る。

- a) 位相制御器及び監視切換装置自身の異常検出
- b) 制御器の切換(自動、手動)
- c) 故障表示
- d) チューン動作のモニタ

2) 構成

5-4-6表 監視切換装置の構成

架台名	構成品目	数 量		備 考
		主 局	各 従 局	
切 換 盤	表 示 ユ ニ ッ ト	1	1	
	切 換 ユ ニ ッ ト	1	1	
	自 動 選 別 ユ ニ ッ ト (1)	1	1	} 位相制御器選別用
	自 動 選 別 ユ ニ ッ ト (2)	3	3	
	周 波 数 計	1	1	
	イ ン タ ー フ ェ イ ス	1	1	
	電 源 部	1	1	
監 視 盤	位 相 比 較 ユ ニ ッ ト	1	1	
	表 示 ユ ニ ッ ト	1	1	
	監 視 受 信 ユ ニ ッ ト (1)	—	1	
	監 視 受 信 ユ ニ ッ ト (2)	—	1	
	イ ン タ ー フ ェ イ ス	1	1	
	電 源 部	1	1	

(7) 中央監視装置

チェーンの動作のモニタを行う装置であって運用卓、監視受信機、データ記録器等で構成される。機器の外観を5-4-14~5-4-17図に示す。

1) 運用卓の機能

- a) モニタ受信機によるチェーン動作のモニタ

2) 運用卓の構成

5-4-7表 運用卓の構成

構成品目	数量	備考
表示ユニット(1)	1	
表示ユニット(2)	1	
データ受信ユニット	1	D/A変換部を含む。
インターフェイス(1)	1	
インターフェイス(2)	1	
電源部(1)	1	
電源部(2)	1	

3) その他の機器

モニタサイトと運用卓とはVHFリンクで結びデータ伝送及び制御を行う。

4) 監視受信機の機能

- a) 主局及び各従局の電波を受信し、各赤、緑、紫パターン値L.I.及びゾーンデータを得る。
- b) データを監視記録するために、運用卓にデータを伝送する。

5) 監視受信機の構成

5-4-8表 監視受信機の構成

構成品目	数量	備考
受信機	2	5周波数型
受信空中線	2	
D/A変換ユニット	1	
電源部	1	

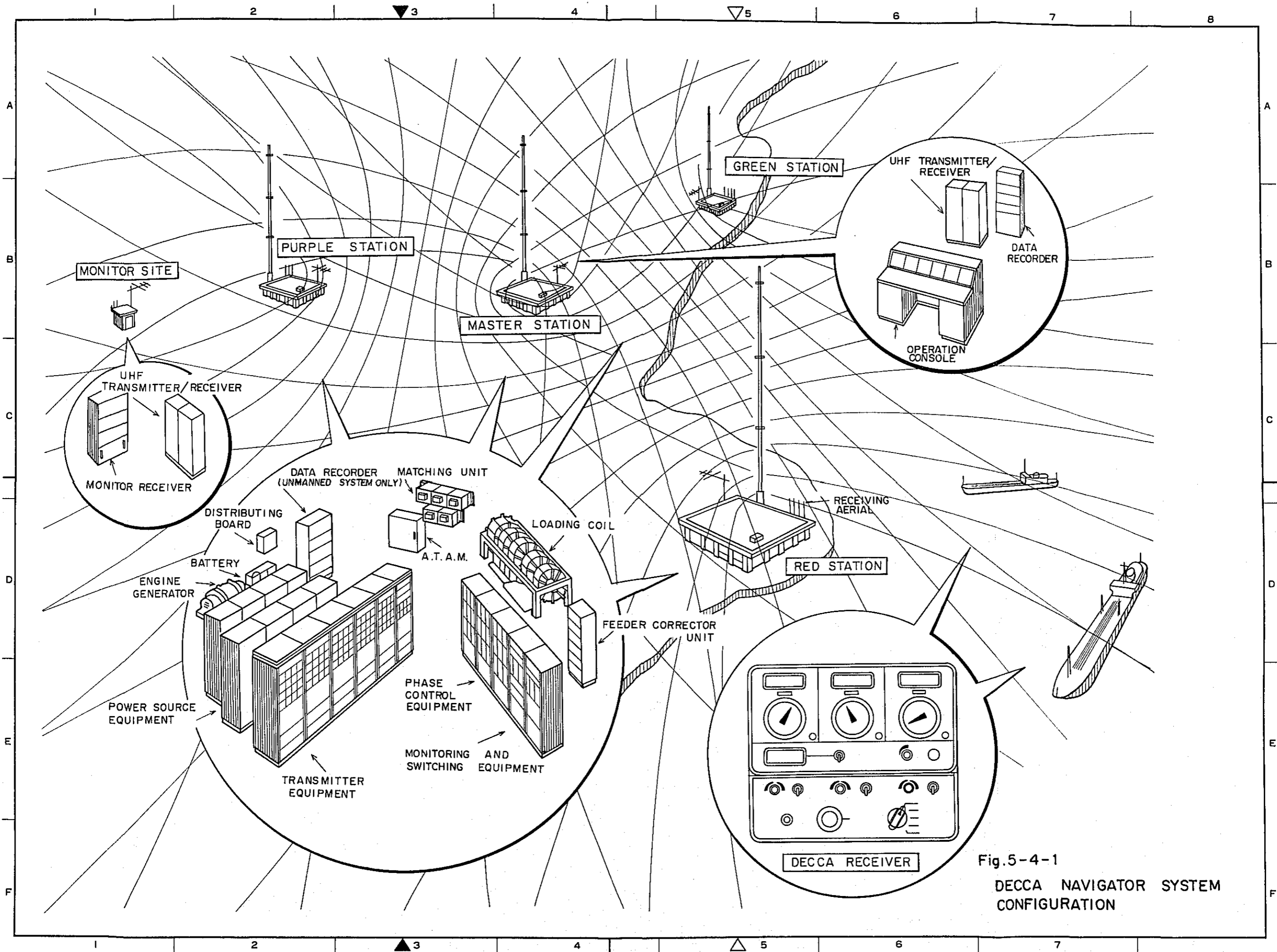


Fig. 5-4-1  
 DECCA NAVIGATOR SYSTEM  
 CONFIGURATION

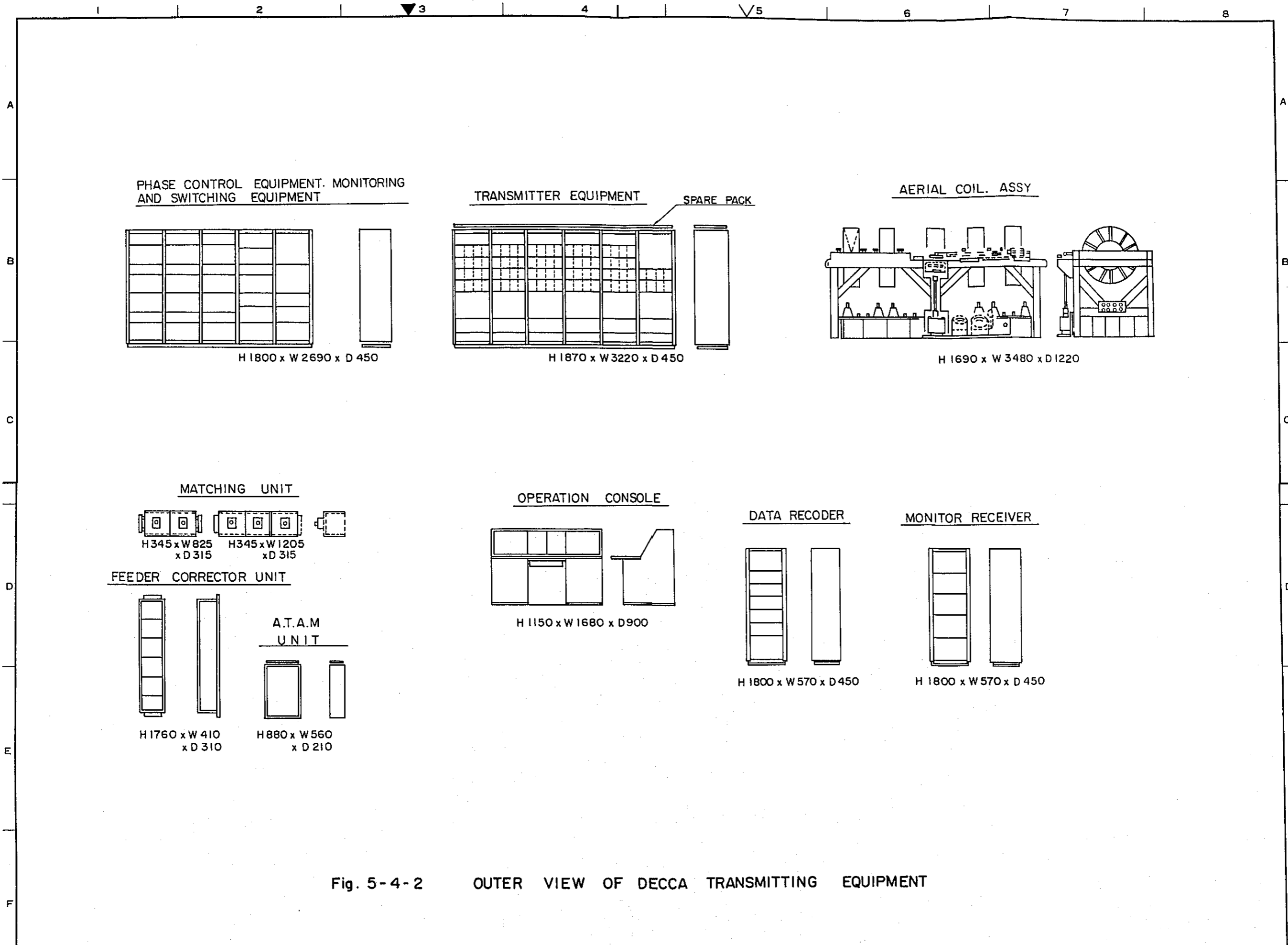


Fig. 5-4-2 OUTER VIEW OF DECCA TRANSMITTING EQUIPMENT

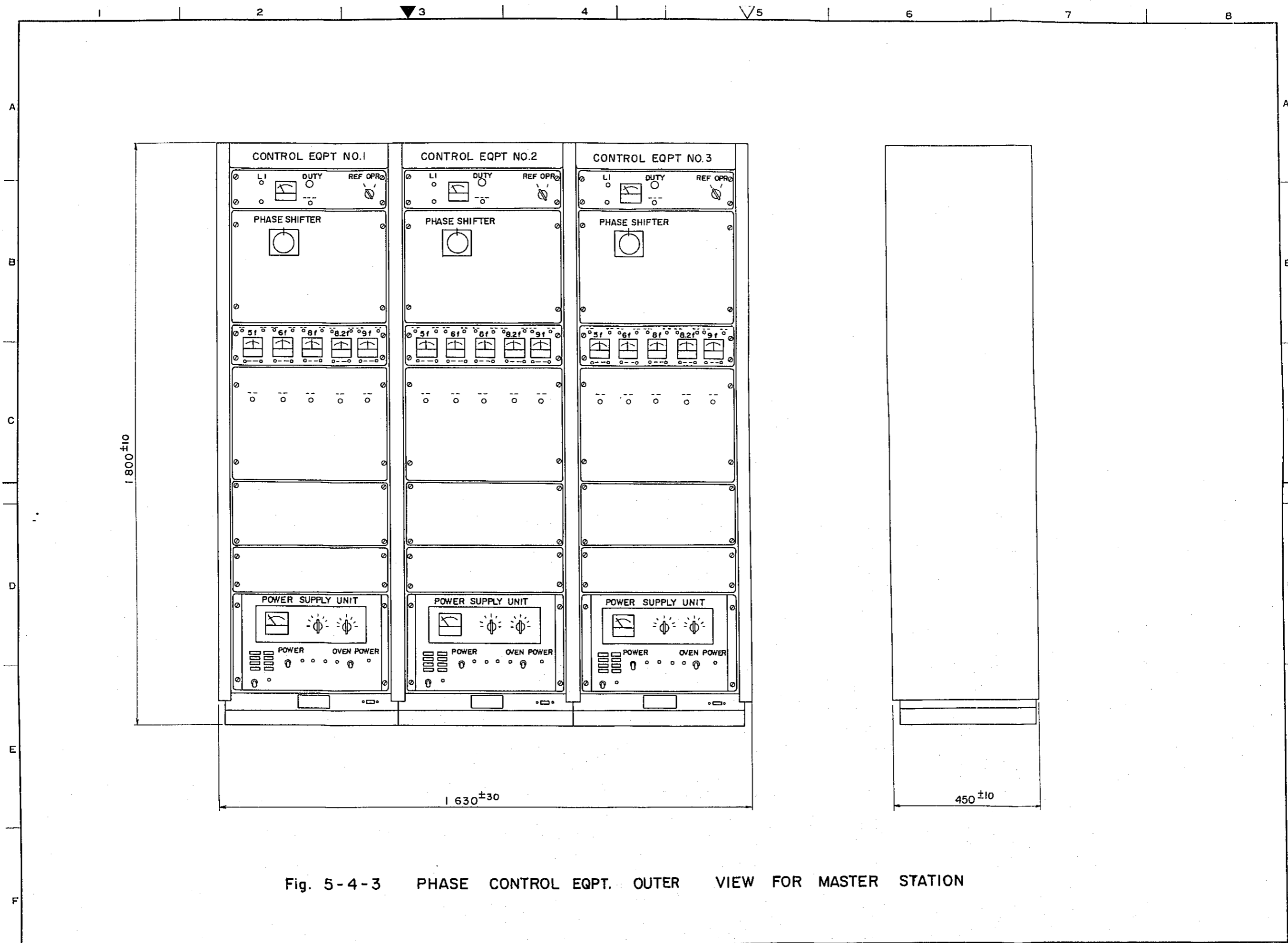


Fig. 5-4-3 PHASE CONTROL EQPT. OUTER VIEW FOR MASTER STATION

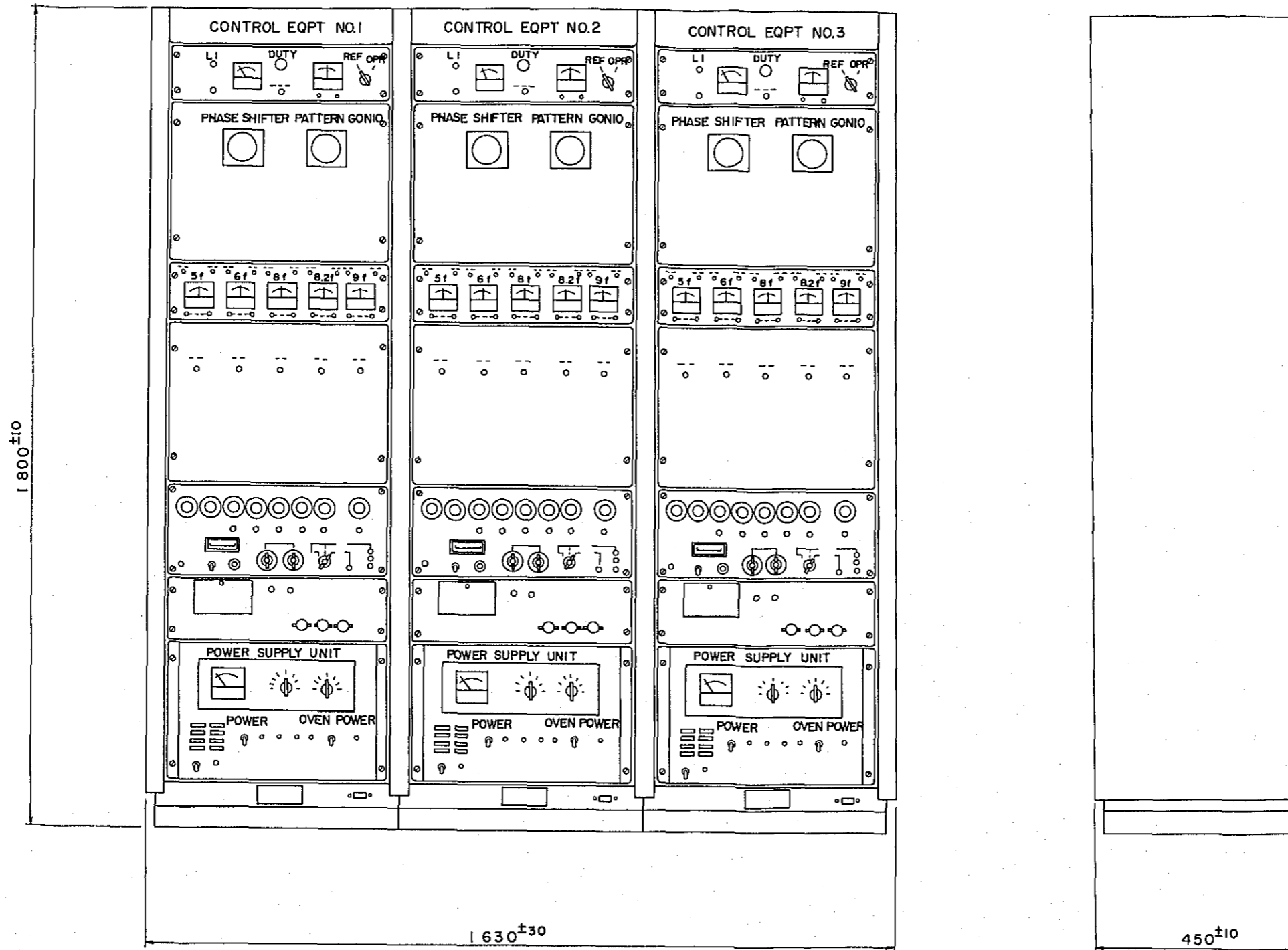


Fig. 5-4-4 PHASE CONTROL EQPT. OUTER VIEW FOR SLAVE STATION

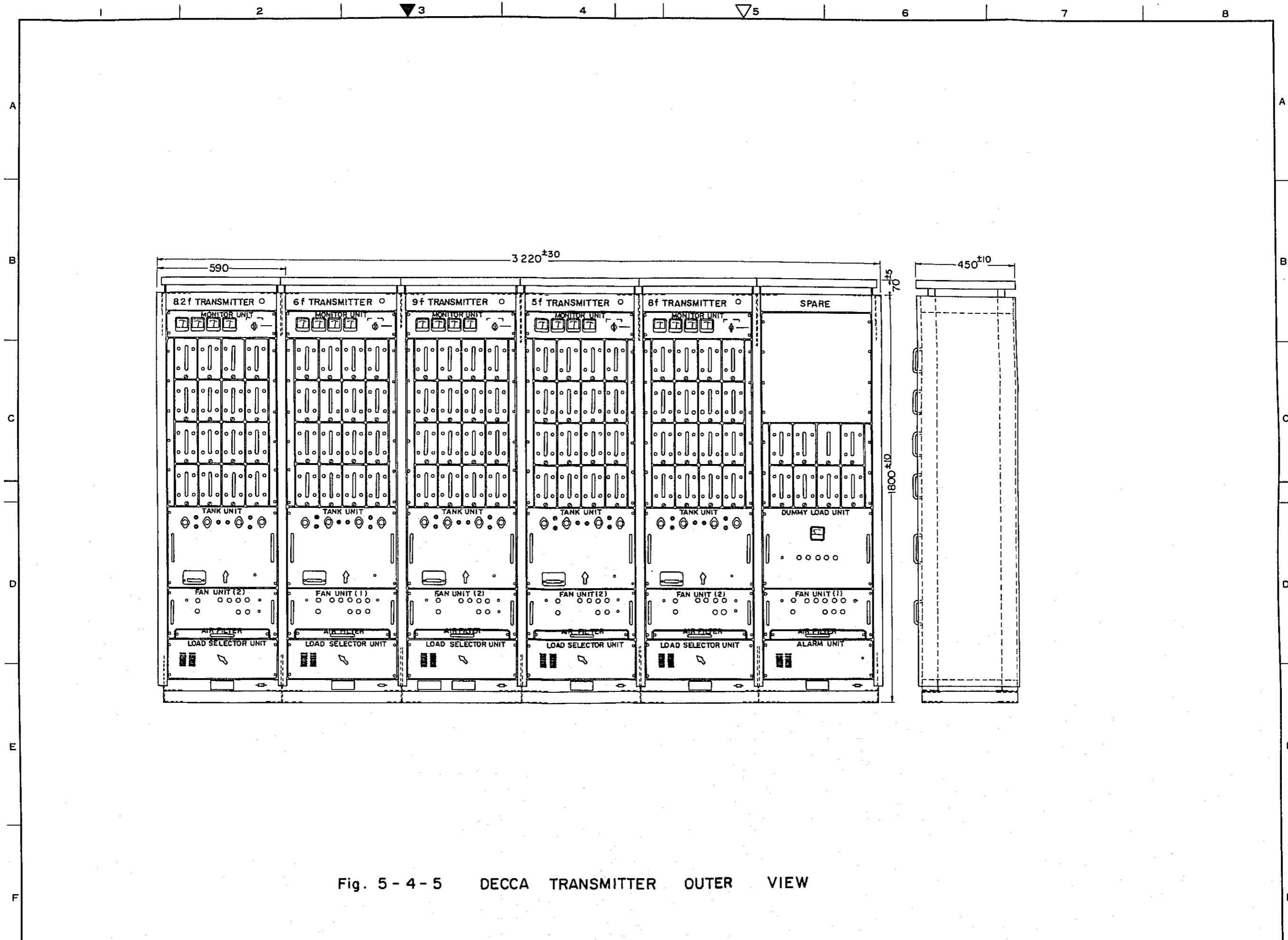


Fig. 5 - 4 - 5 DECCA TRANSMITTER OUTER VIEW



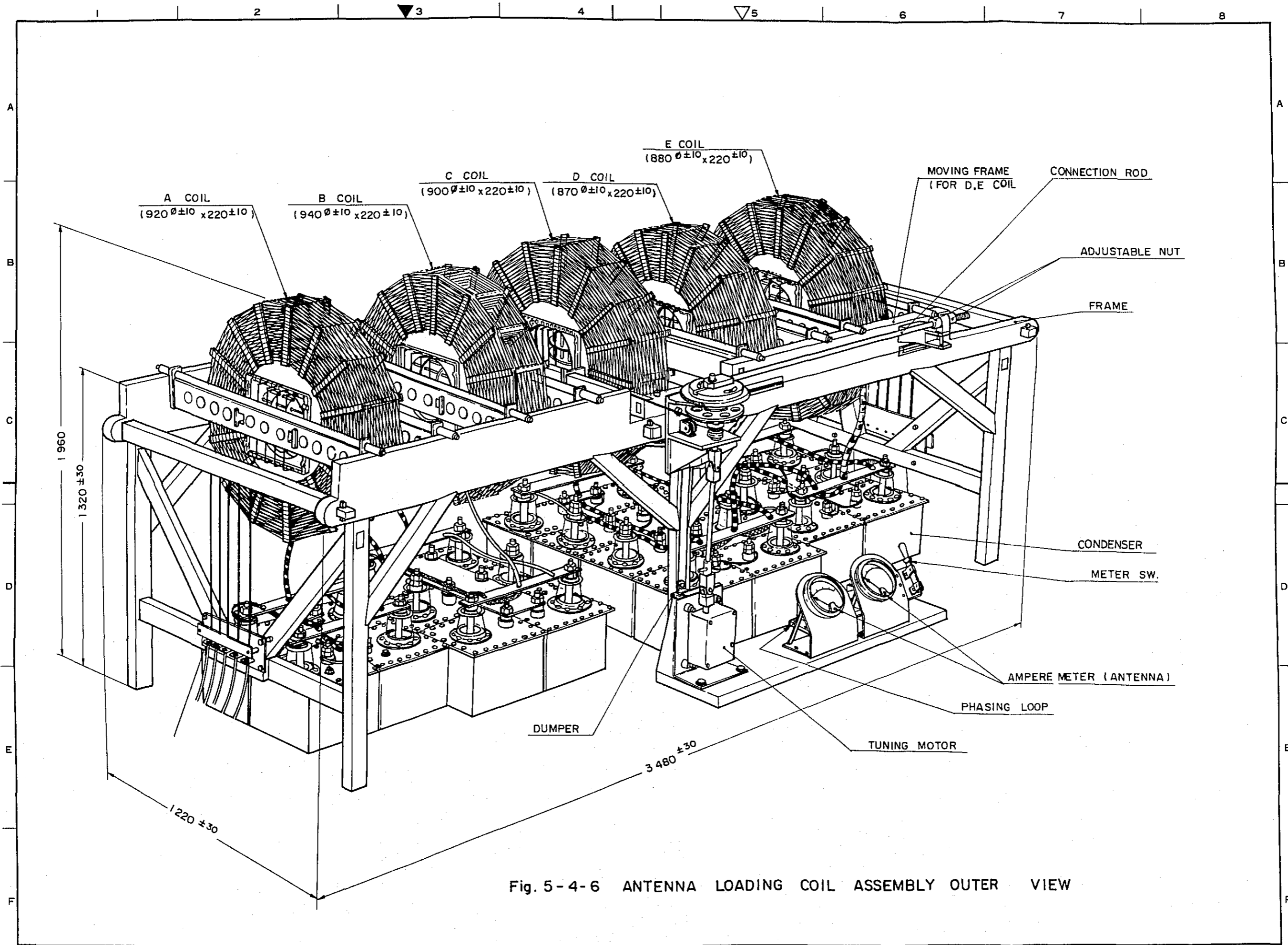
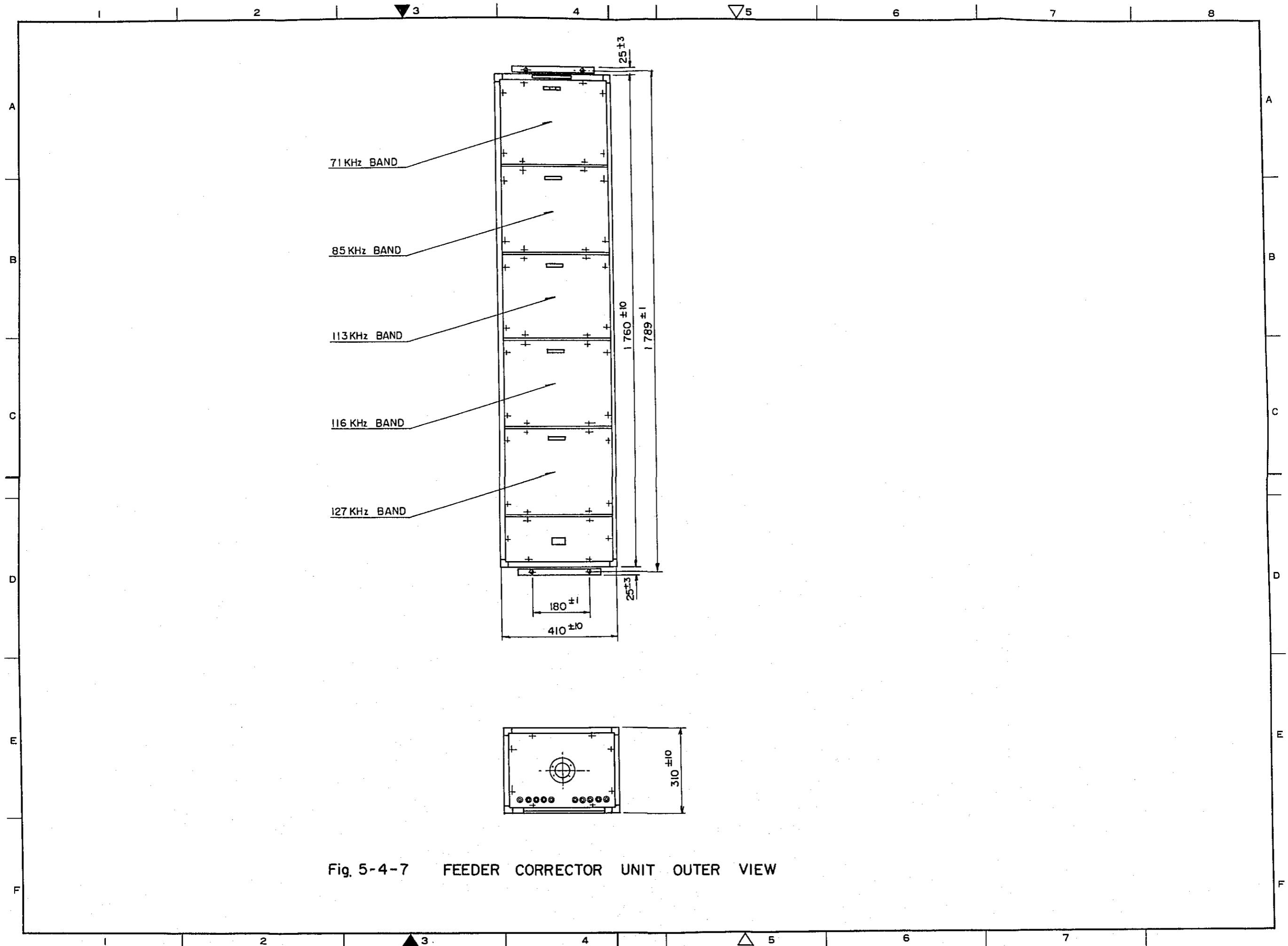


Fig. 5-4-6 ANTENNA LOADING COIL ASSEMBLY OUTER VIEW



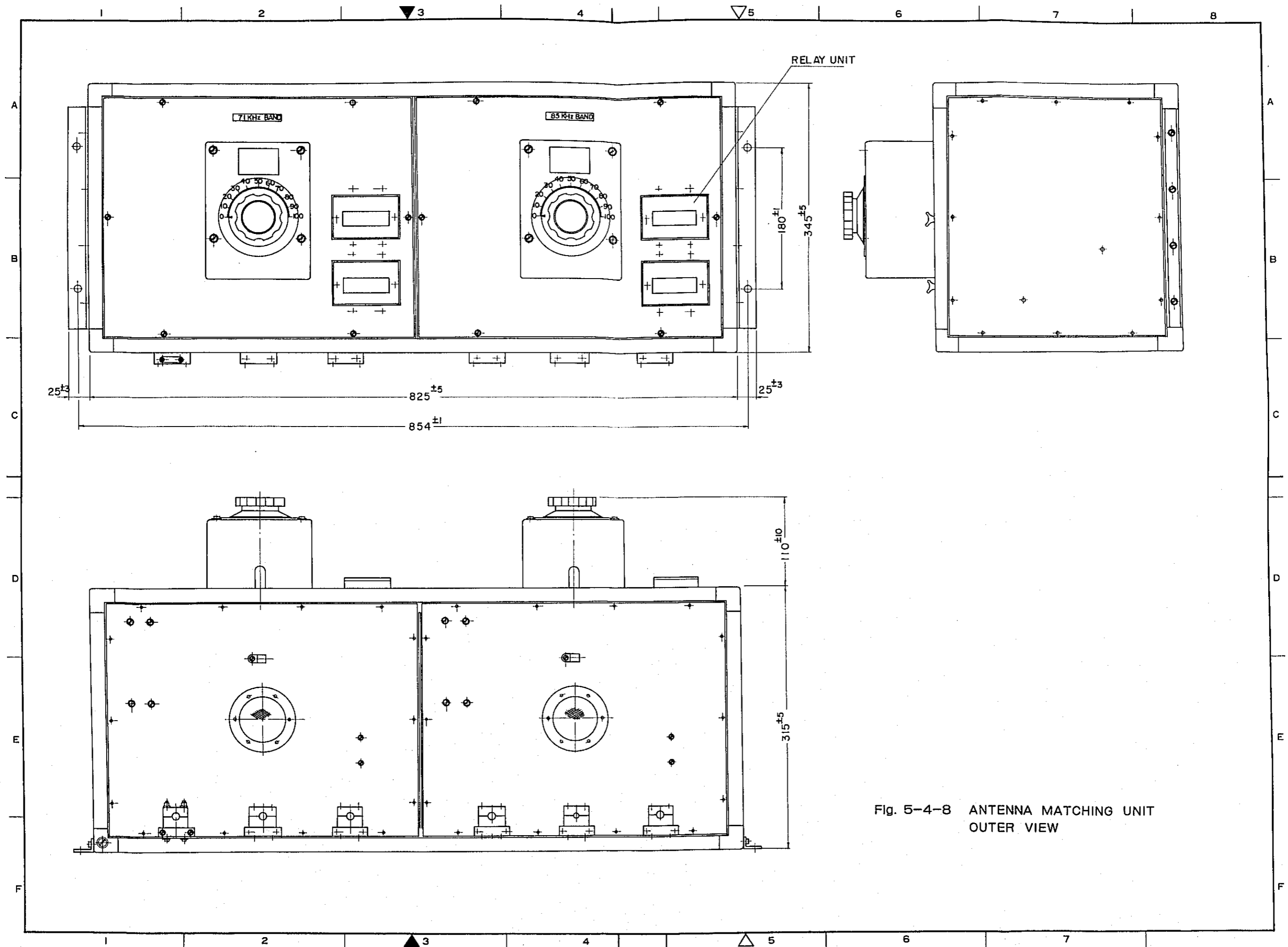


Fig. 5-4-8 ANTENNA MATCHING UNIT  
OUTER VIEW

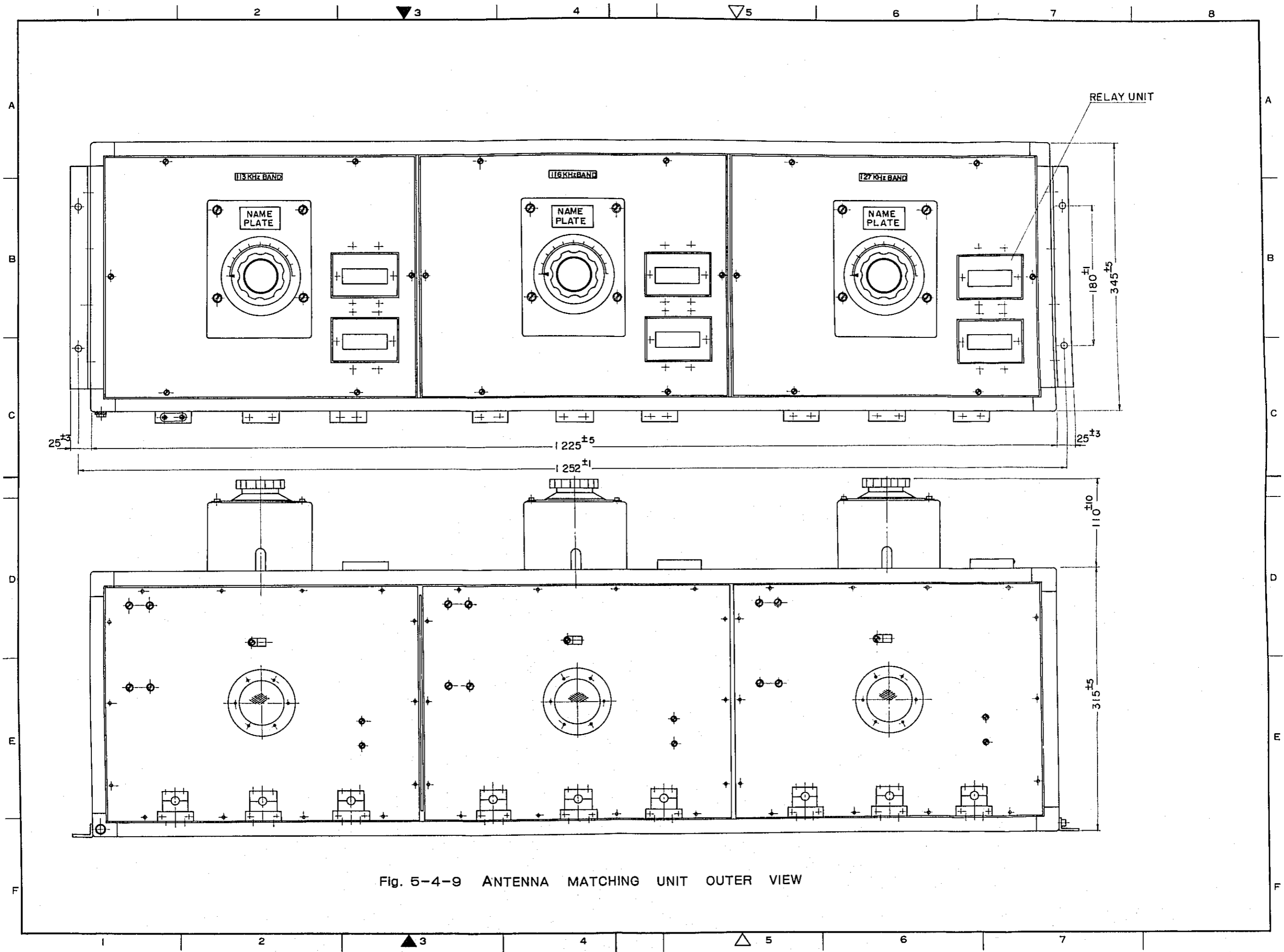


Fig. 5-4-9 ANTENNA MATCHING UNIT OUTER VIEW

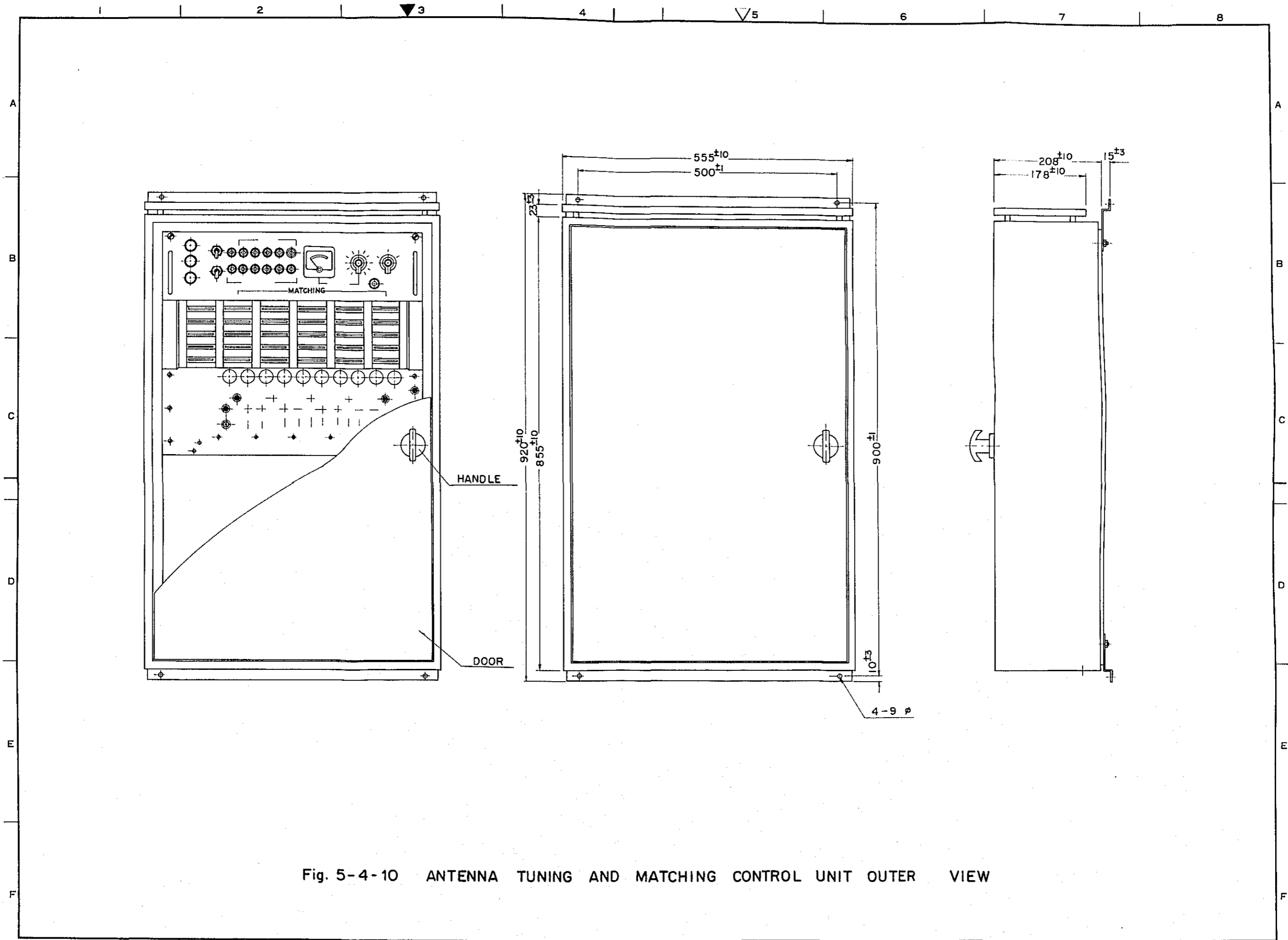


Fig. 5-4-10 ANTENNA TUNING AND MATCHING CONTROL UNIT OUTER VIEW

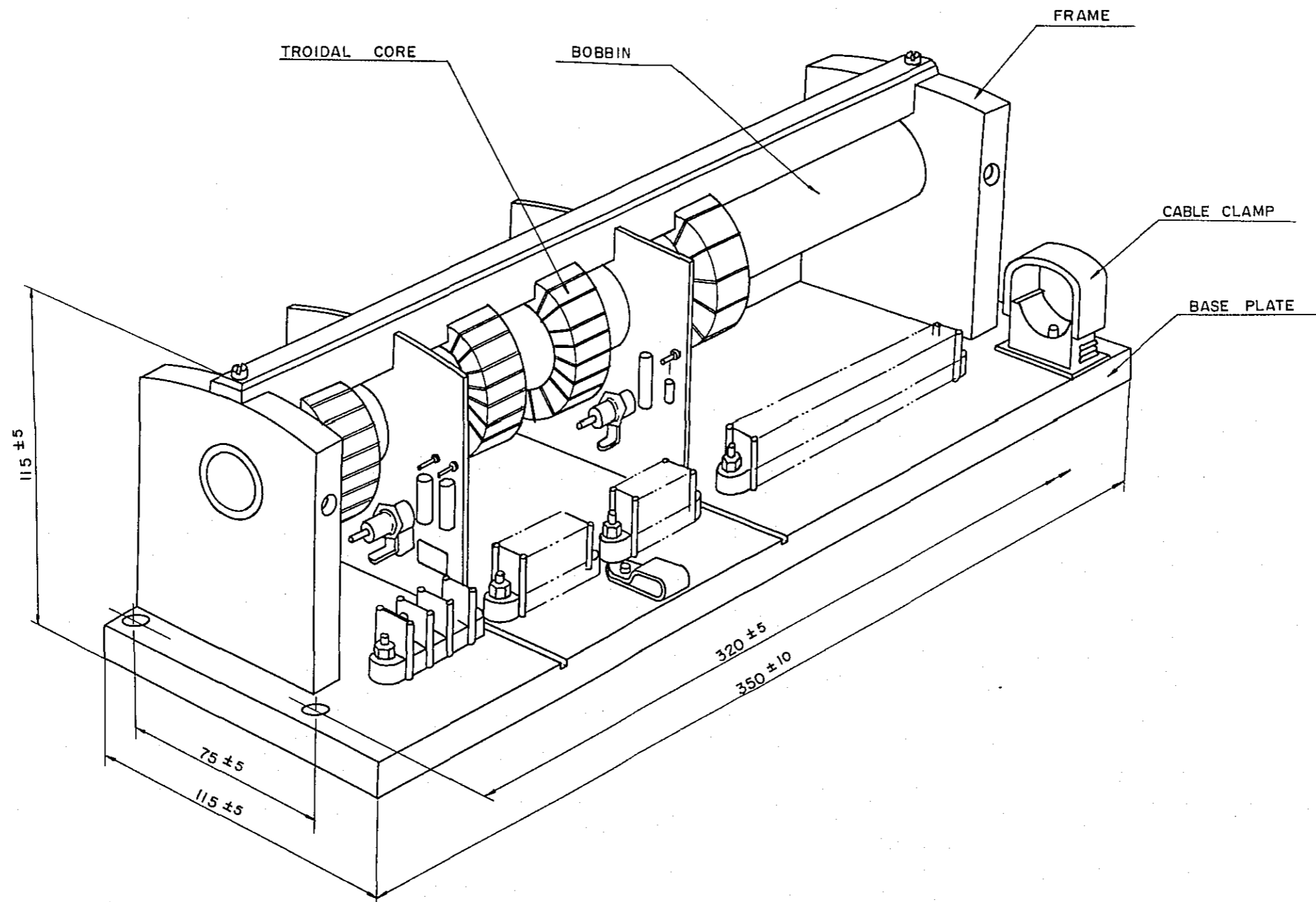


Fig. 5-4-11

PHASING LOOP UNIT OUTER VIEW

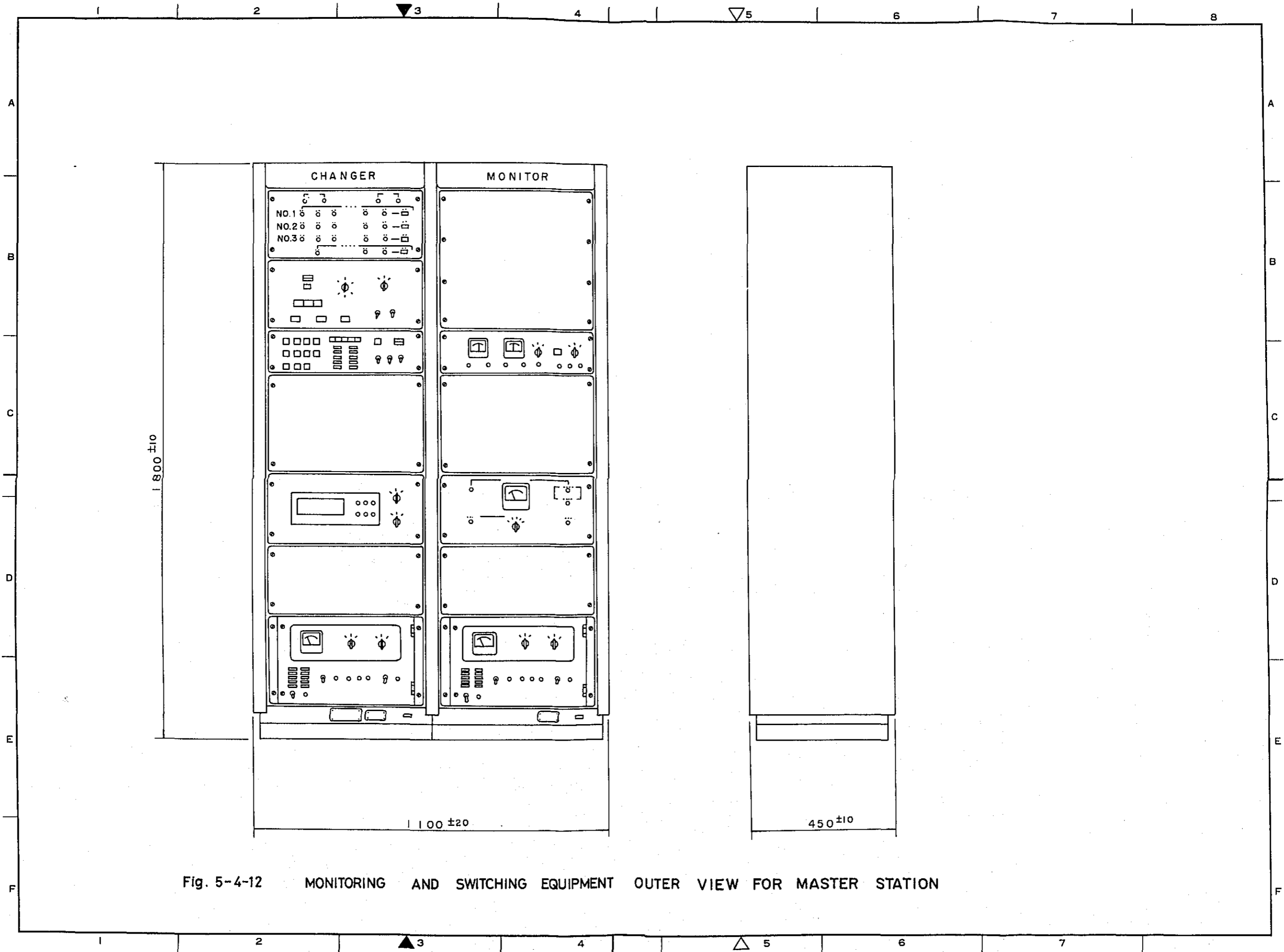


Fig. 5-4-12 MONITORING AND SWITCHING EQUIPMENT OUTER VIEW FOR MASTER STATION

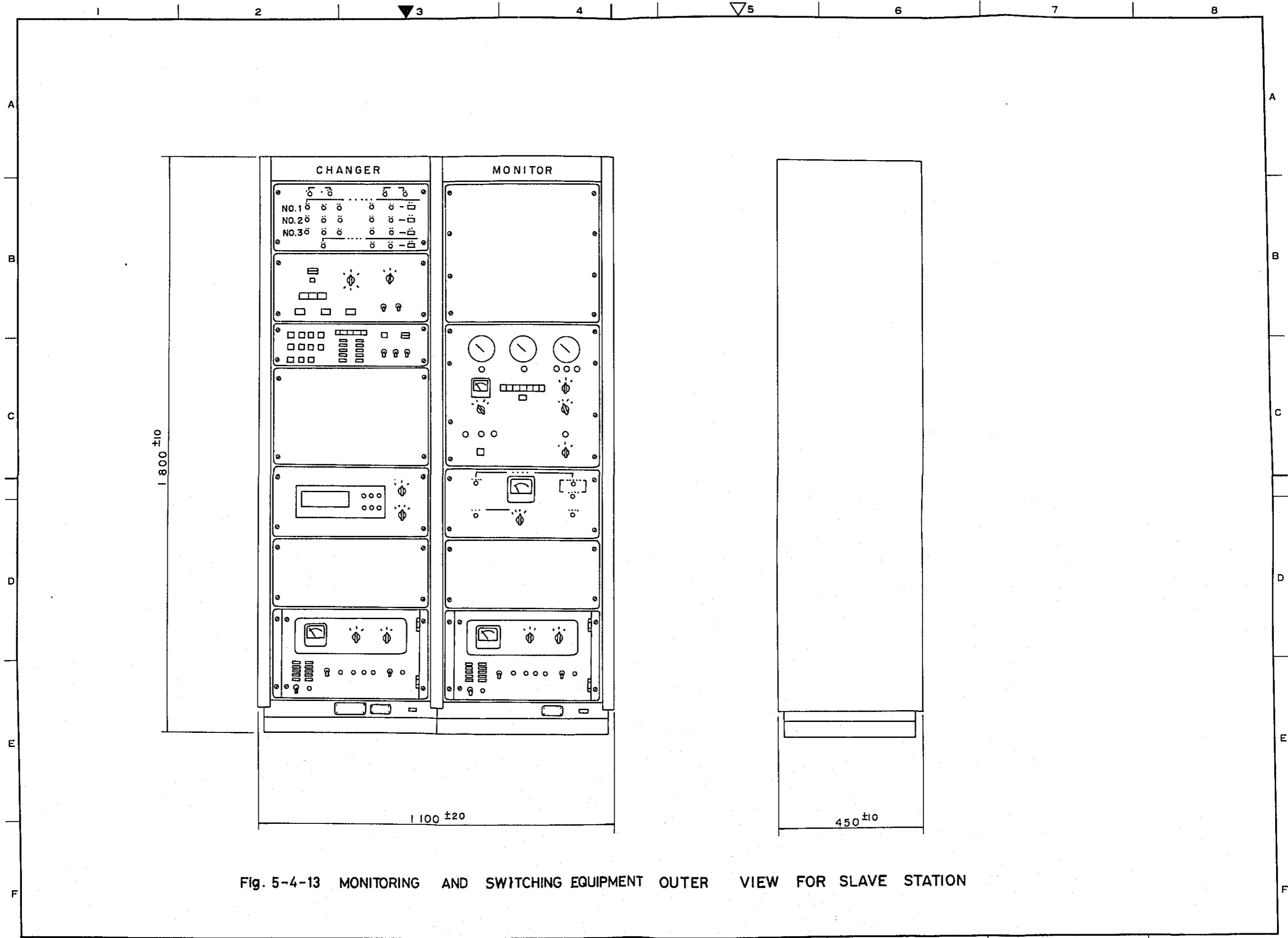
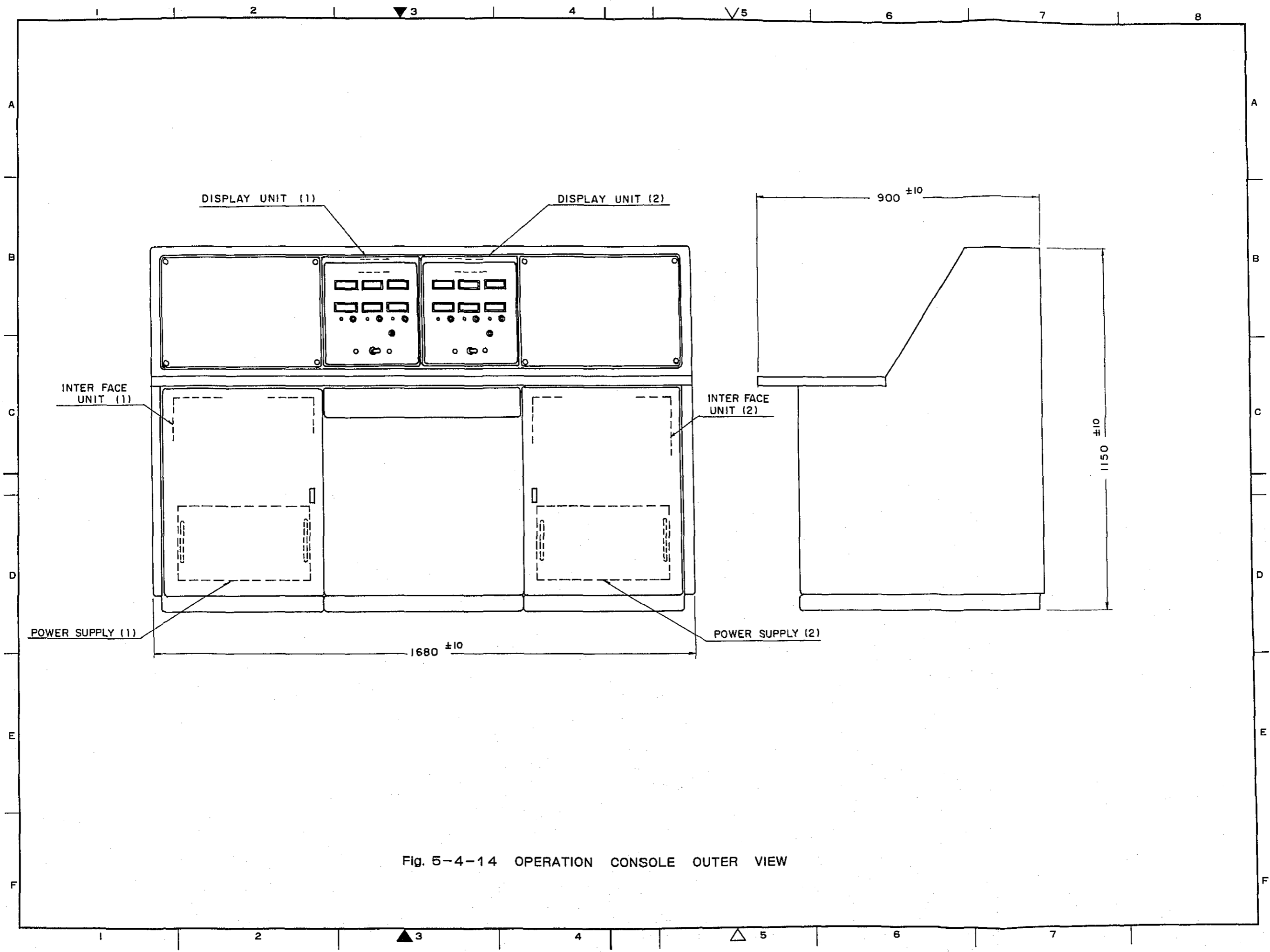


Fig. 5-4-13 MONITORING AND SWITCHING EQUIPMENT OUTER VIEW FOR SLAVE STATION





DISPLAY UNIT (1)

DISPLAY UNIT (2)

INTER FACE UNIT (1)

INTER FACE UNIT (2)

POWER SUPPLY (1)

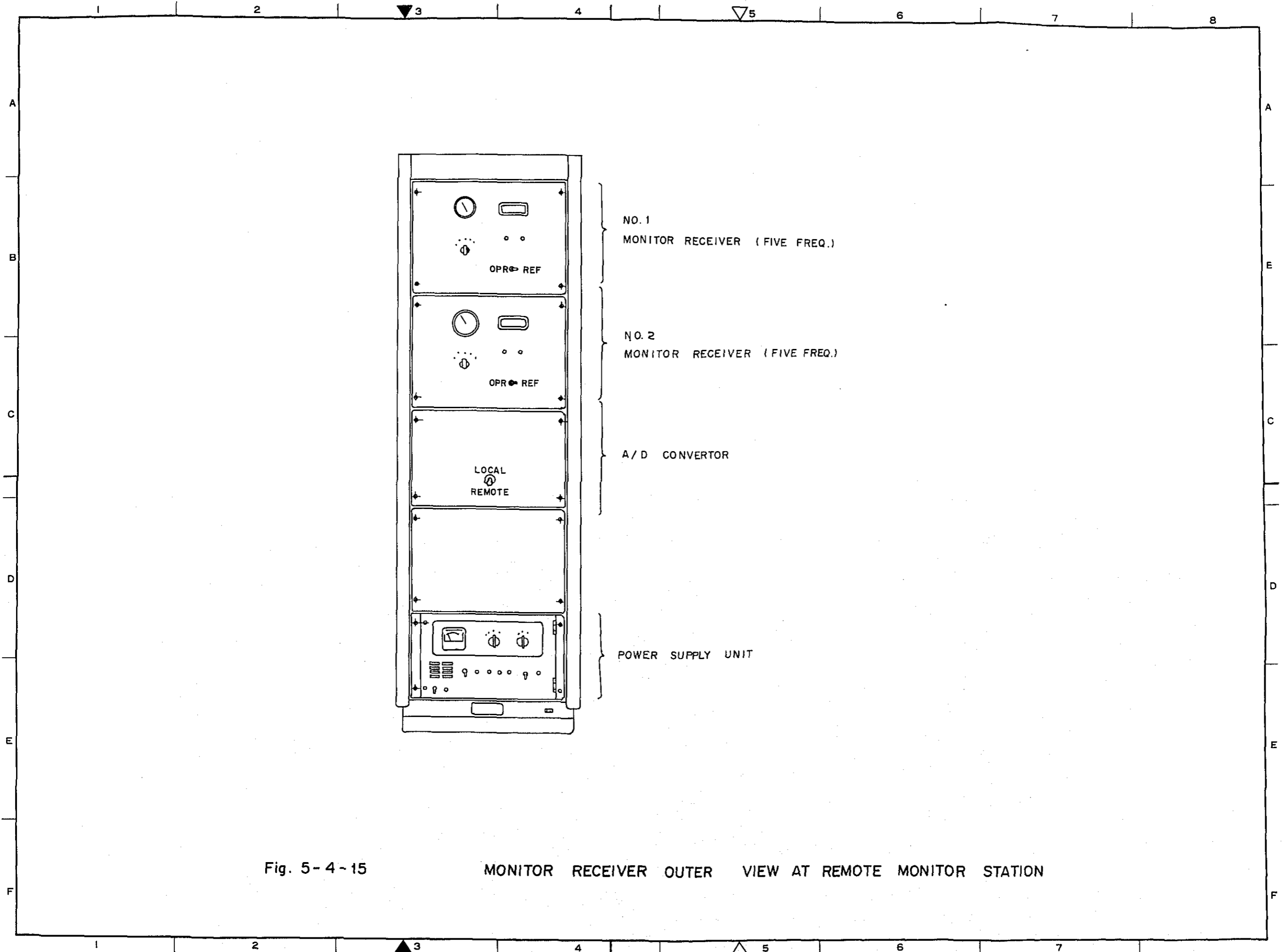
POWER SUPPLY (2)

1680 ±10

900 ±10

1150 ±10

Fig. 5-4-14 OPERATION CONSOLE OUTER VIEW



NO. 1  
MONITOR RECEIVER (FIVE FREQ.)

NO. 2  
MONITOR RECEIVER (FIVE FREQ.)

A/D CONVERTOR

POWER SUPPLY UNIT

Fig. 5-4-15

MONITOR RECEIVER OUTER VIEW AT REMOTE MONITOR STATION

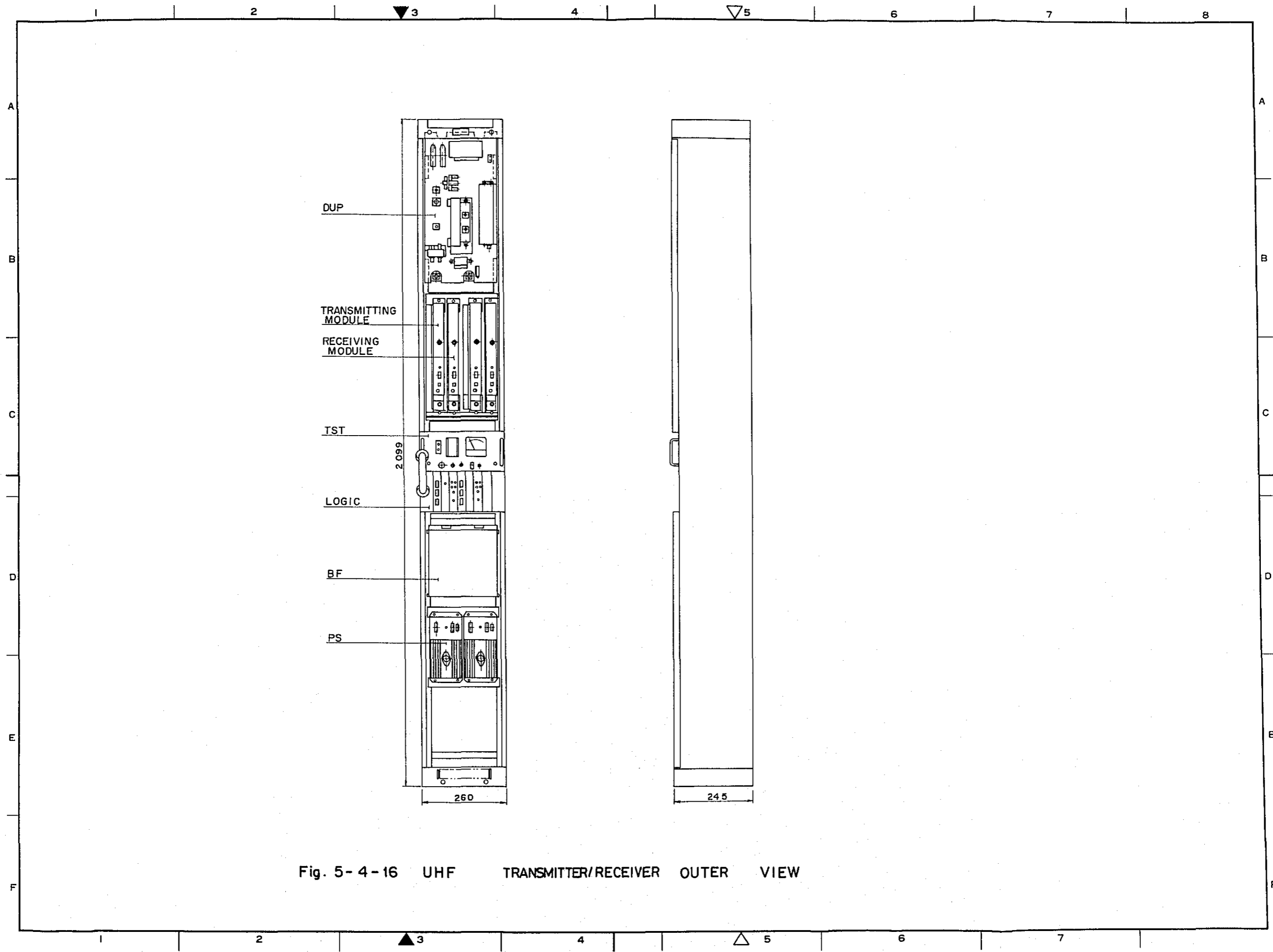


Fig. 5-4-16 UHF TRANSMITTER/RECEIVER OUTER VIEW

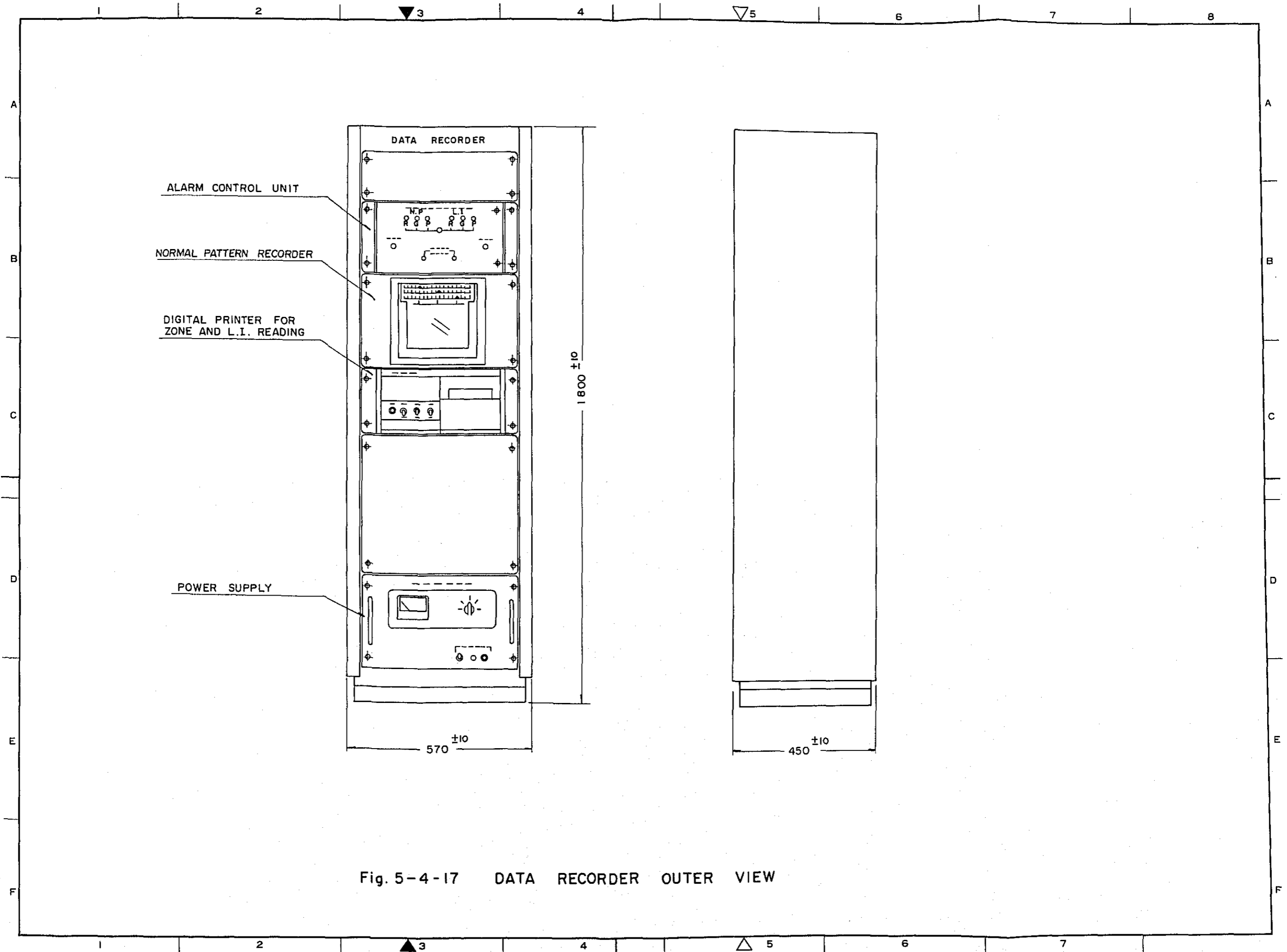


Fig. 5-4-17 DATA RECORDER OUTER VIEW

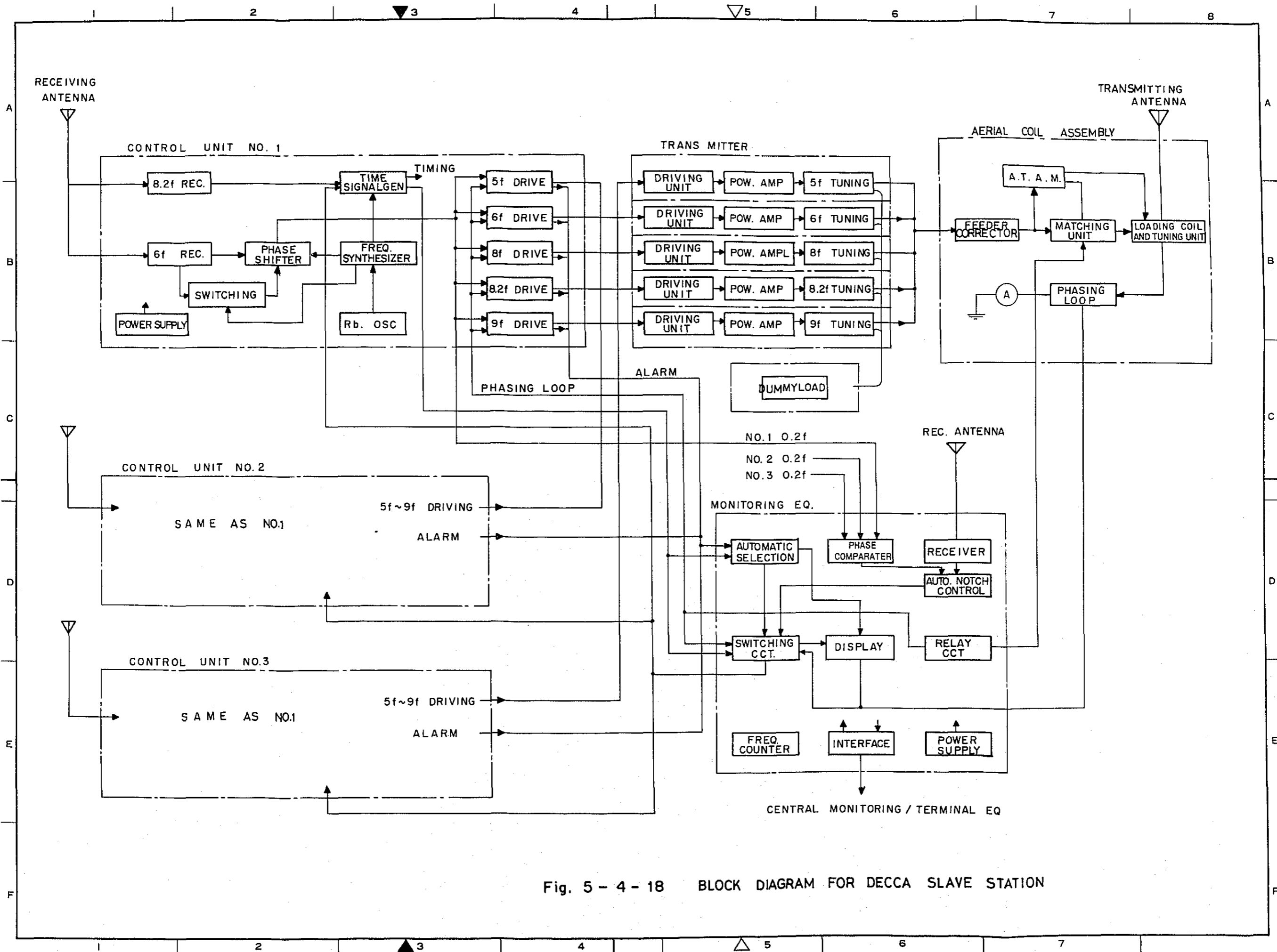


Fig. 5 - 4 - 18 BLOCK DIAGRAM FOR DECCA SLAVE STATION

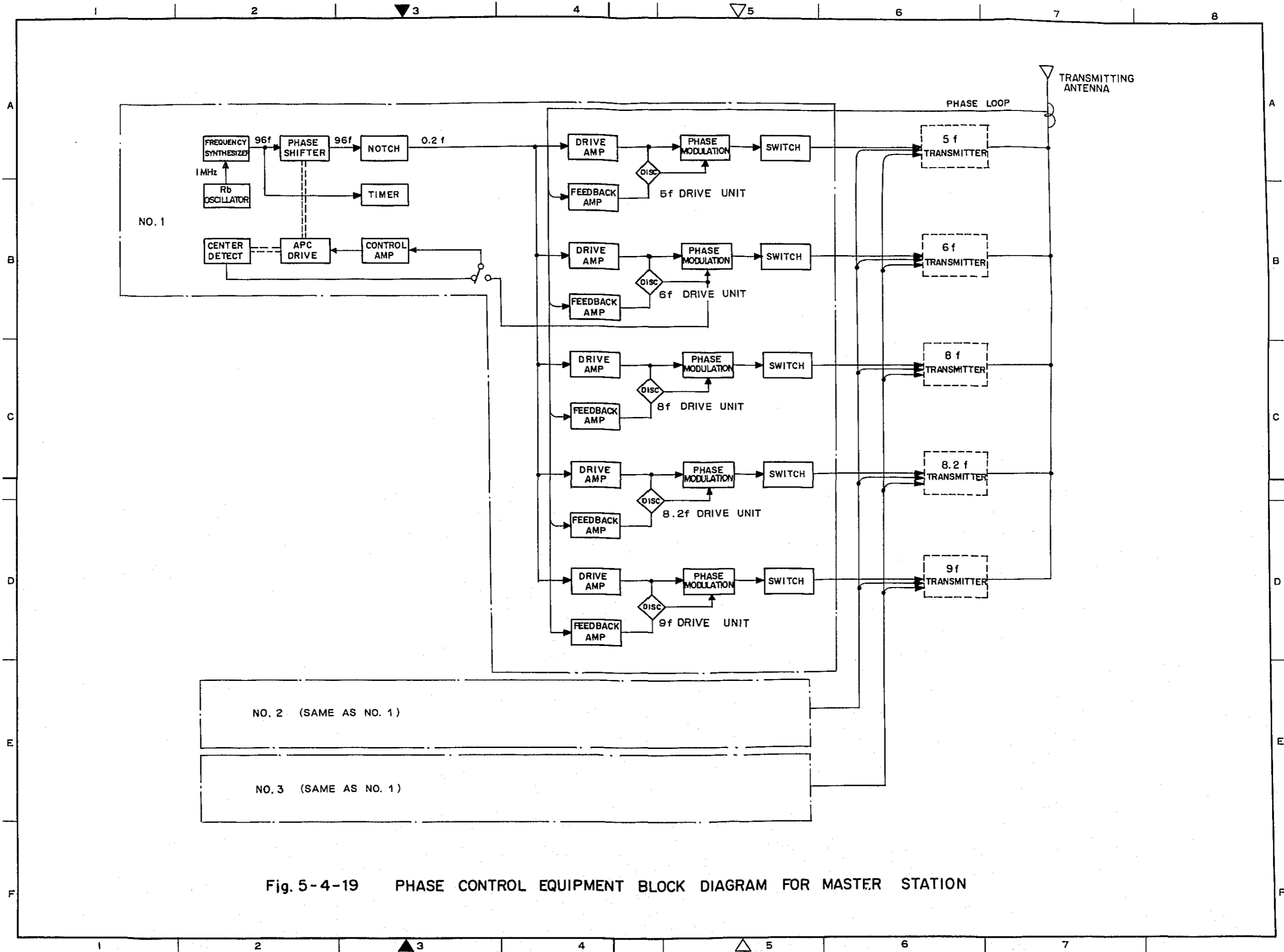


Fig. 5-4-19 PHASE CONTROL EQUIPMENT BLOCK DIAGRAM FOR MASTER STATION

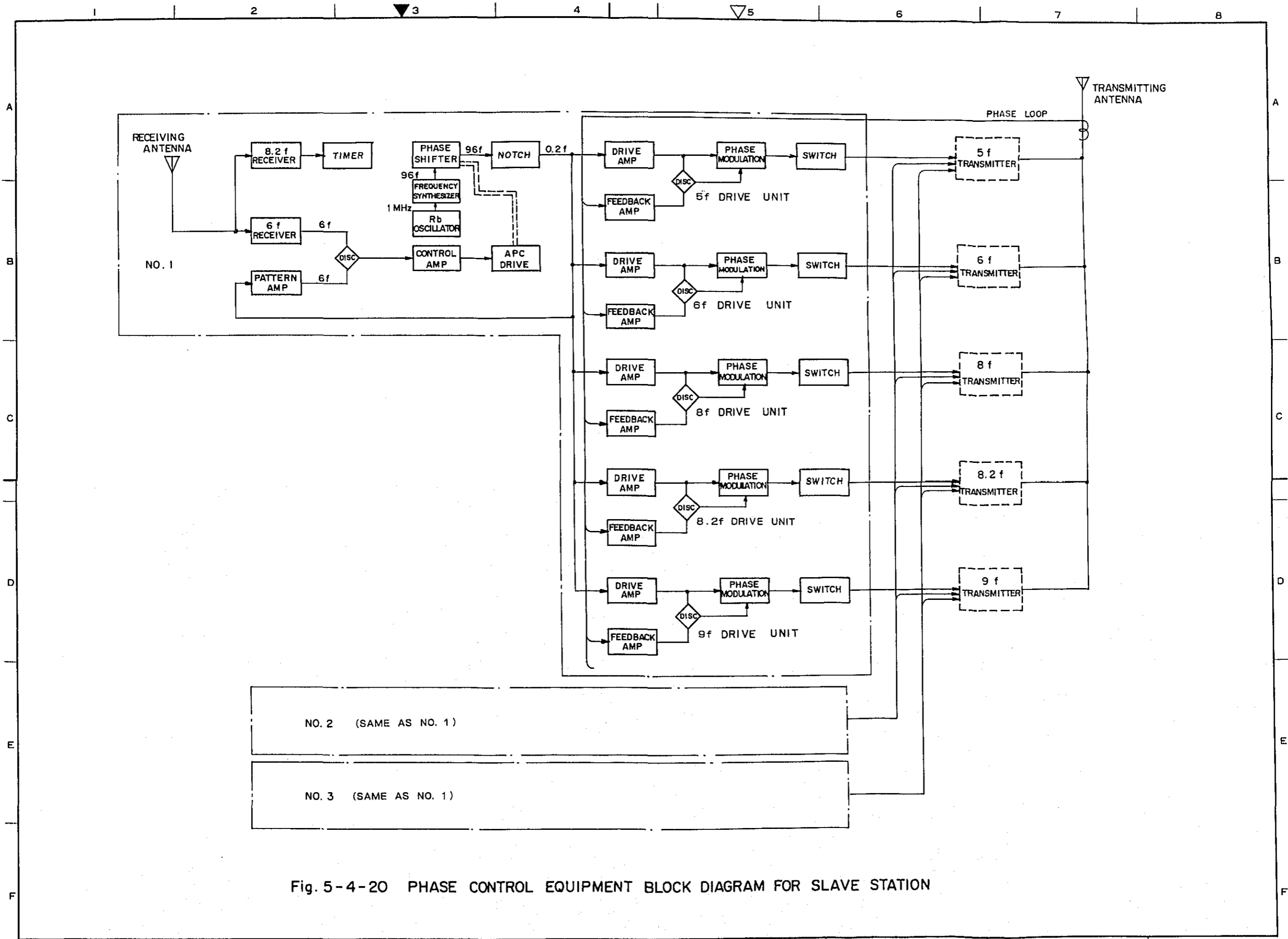


Fig. 5-4-20 PHASE CONTROL EQUIPMENT BLOCK DIAGRAM FOR SLAVE STATION

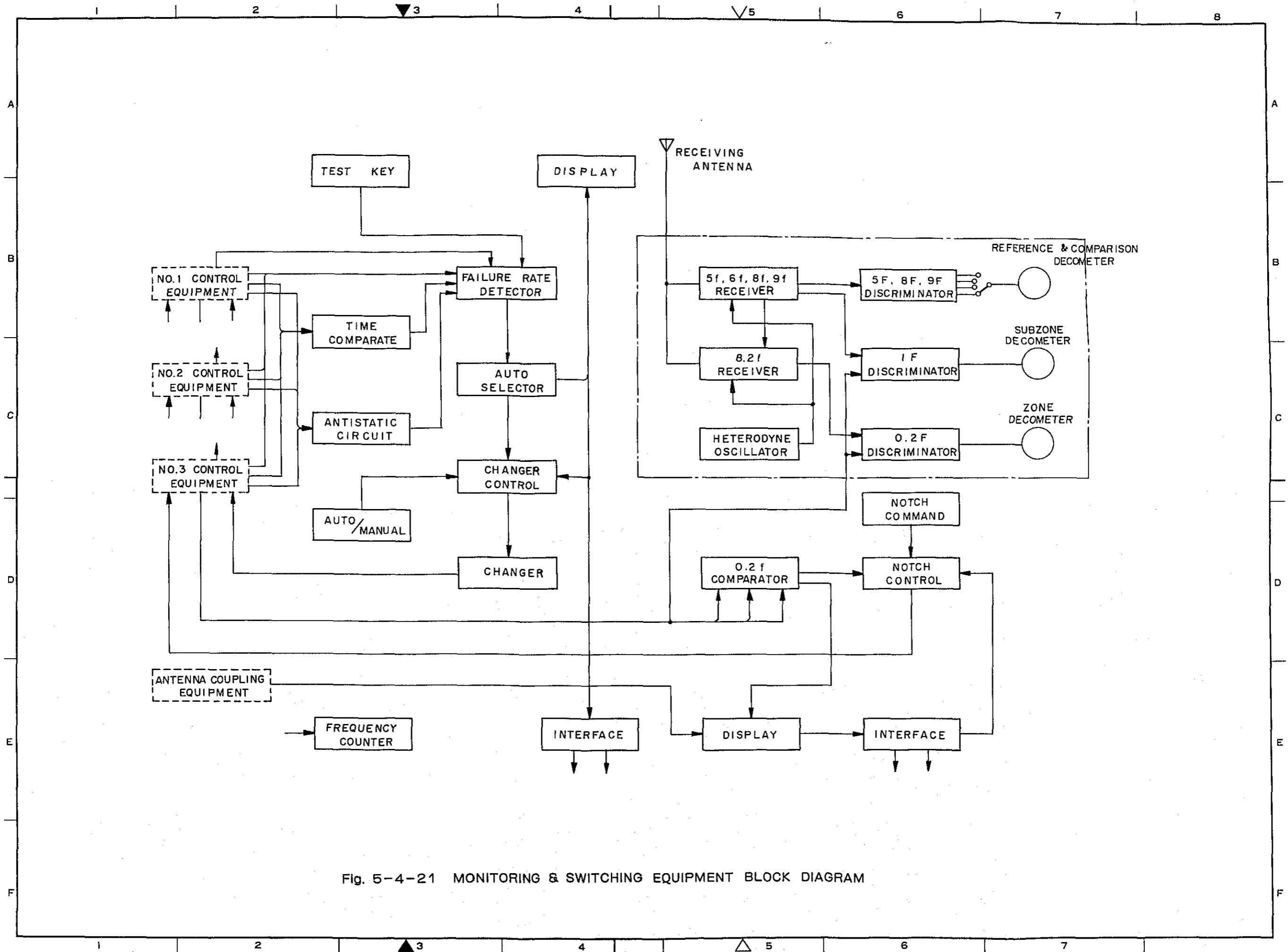


Fig. 5-4-21 MONITORING & SWITCHING EQUIPMENT BLOCK DIAGRAM



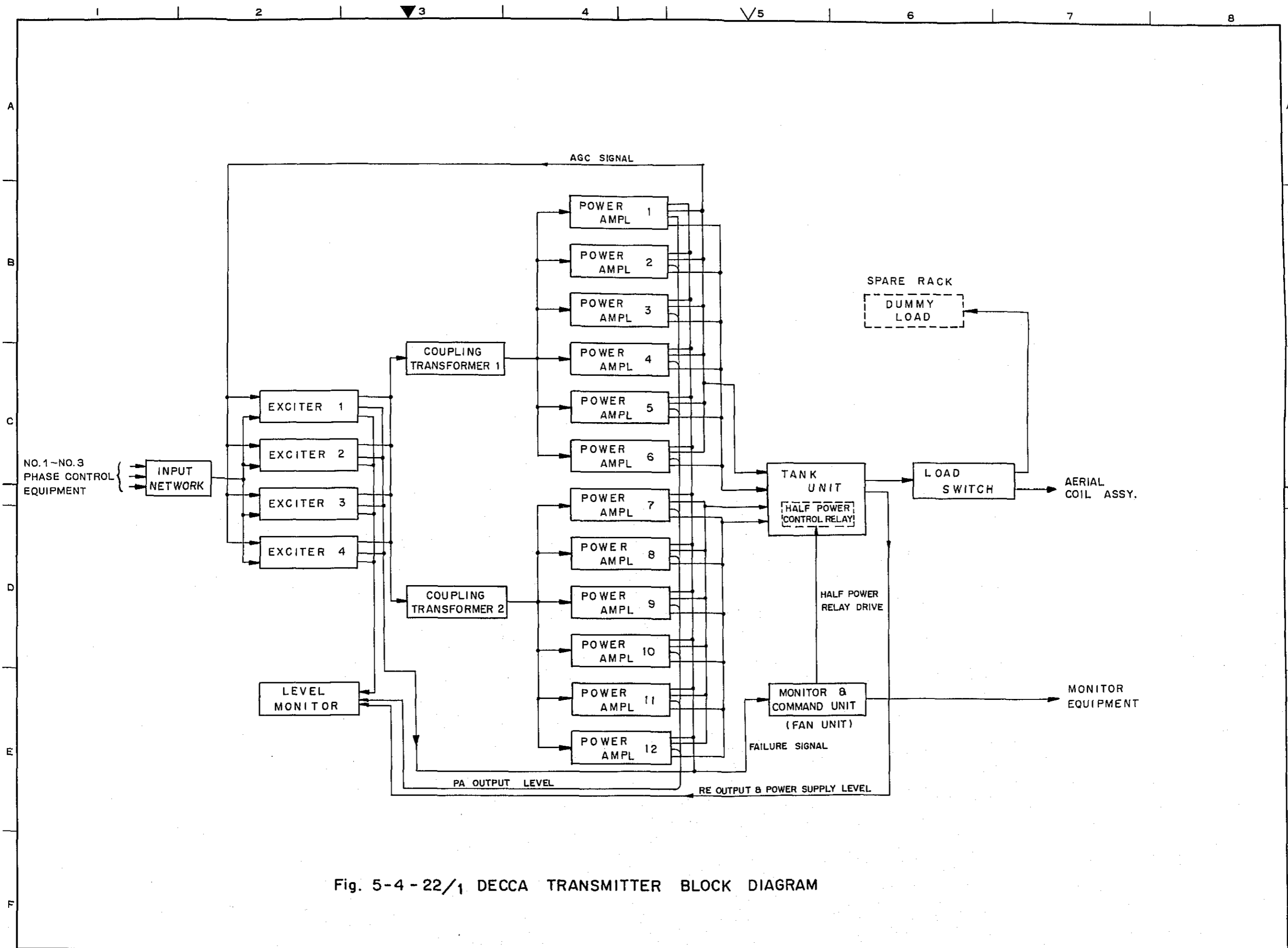


Fig. 5-4-22/1 DECCA TRANSMITTER BLOCK DIAGRAM

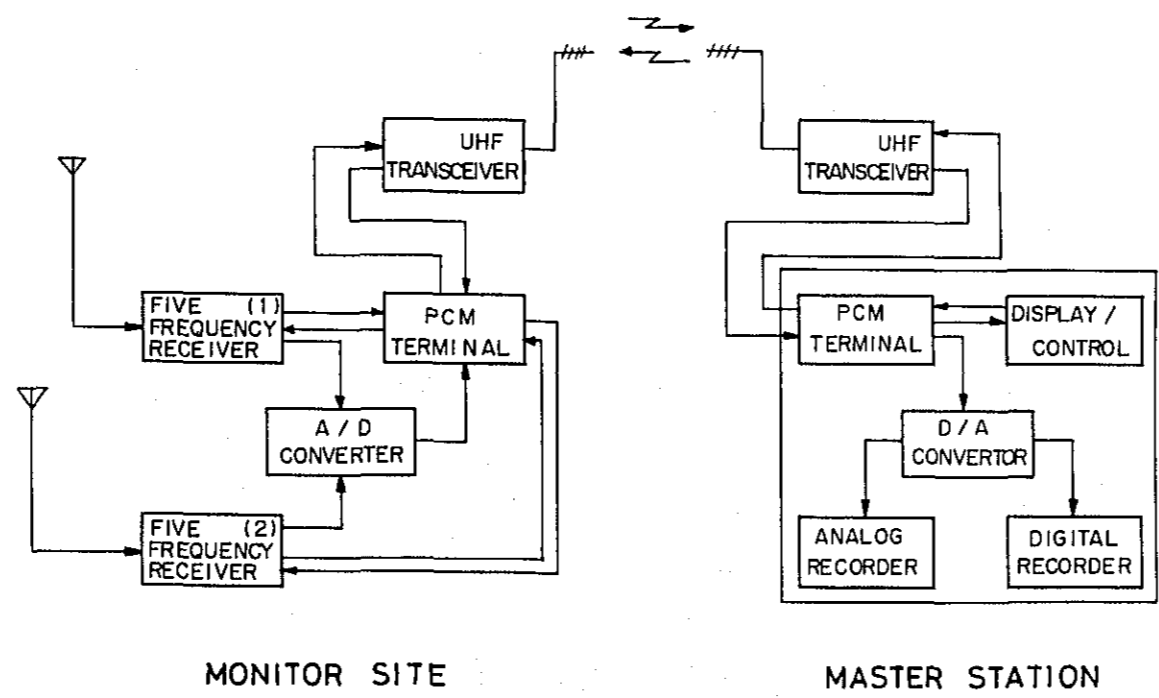


Fig. 5-4-22/2 MONITORING SYSTEM BLOCK DIAGRAM

## 5-4-2 デッカ送信用電源装置

### (1) 概要

- 1) 本電源設備は、デッカ航行援助システム用送信設備、付帯設備その他に電力を供給するための設備である。
- 2) 本電源設備はデッカ送信装置に無停電の電力を供給するための無停電電源部と、付帯設備に電力を供給するための一般電源部に大別される。
- 3) 一般電源部は、本電源設備が設置される地域において、商用電源の受電が可能であるか、否かによりその系統が異なる。
  - a) システム・A : 商用電源の受電が不可能な地域向  
発動発電機を常用として設置し、常時発動発電機から負荷に電力を供給する。
  - b) システム・B : 商用電源の受電が、可能な地域向  
発動発電機を非常用として設置する。

### 4) 準拠規格

- a) J I S 日本工業規格
- b) J E C 日本電気規格調査会標準規格
- c) J E M 日本電機工業会標準規格

### 5) 環境条件

- a) 周囲温度 : 10～45℃
- b) 相対湿度 : 40～95%

### (2) 構成

#### 1) 一般電源部

##### a) システム-Aの場合

システム-Aの場合、一般電源部は次の機器により構成され、その系統は5-4-23図、また系統図は5-4-24図のとおりである。

なお、次に示す各機器の数量は、デッカ局1局についてのものである。

##### i) 発動発電機 3台(5-4-34図)

1台の発動発電機は、次の機器から構成される。

1-交流発電機

1-ディーゼル発動機

##### ii) 発動機付属機器 1式

##### iii) 発動発電機制御盤 1式(5-4-24図及び5-4-30図)

制御盤は、8面構成でその内訳は、次のとおりである。

3-発電機盤

3 - 自動始動盤

1 - 自動切換盤

1 - 直流電源盤

iv) 分電盤 1式(5-4-27図及び5-4-30図)

b) システム-Bの場合

システム-Bの場合、一般電源部は次の機器により構成され、その系統は5-4-23図、また系統図は、5-4-25及び5-4-26図のとおりである。

なお次に示す各機器の台数は、デッキ局1局についての数量である。

i) 受電盤 1台(5-4-33図)

受電盤は3面構成であり、その内訳は、次のとおりである。

1 - M O F 盤

1 - シャ断器盤

1 - 変圧器盤

ii) 発動発電機 1台

内容はシステムAに同じ

iii) 発動機付属機器 1式

iv) 発動機制御盤 1式(5-4-26図及び5-4-30図)

制御盤は、4面構成でその内訳は、次のとおりである。

1 - 発動機盤

1 - 自動始動盤

1 - 自動切換盤

1 - 直流電源盤

v) 分電盤 1式(5-4-27図及び5-4-30図)

2) 無停電電源部

無停電電源部は次の機器により構成され、その系統図は、5-4-28図のとおりである。

無停電電源部は、システム-A又は、Bのいかににかかわらず同一の仕様である。

次に示す各機器の数量は、デッキ局1局についてのものである。

a) 無停電電源装置 2台(5-4-28図及び5-4-32図)

無停電電源装置は、2面構成でありその内訳は次のとおりである。

(なお数量は1台当りのものである。)

1 - 入力制御盤

1 - 出力制御盤

- b) 送信機分電盤 1式(5-4-29図及び5-4-31図)
- c) 予備品、保守工具 1式

(3) 機能及び定格

1) 受電盤

- a) 盤形式 : 閉鎖自立形
- b) 盤機能

商用電源(3φ 50 Hz、6.6 KV)を受電し、変圧器により降圧(200 V)したあと切換盤、分電盤を介して負荷へ電力を供給する。

各盤の機能は次のとおりである。

- i) M O F 盤 : 商用電源の引込み盤であり、また、回路の保護、監視を行う。
- ii) しゃ断器盤 : しゃ断器を内蔵し、回路の開閉を行うほか単相変圧器を1台収納している。
- iii) 変圧器盤 : 単相変圧器を2台を収納している。  
: 変圧器は、上記しゃ断器盤内蔵の変圧器を含め3台の単相変圧器が△接続されている。

2) 発動発電機の定格

a) 交流発電機

- 保護形式 : 開放保護形
- 励磁方式 : ブラシレス
- 出力 : 125 KVA
- 電圧 : 200 V
- 周波数 : 50 Hz
- 相数 : 3
- 回転数 : 1500 rpm
- 極数 : 4
- 刀率 : 0.8 (遅れ)
- 定格 : 連続
- 絶縁種別 : F 種

b) ディーゼル発動機

- 形式 : 水冷4サイクル予燃焼室式
- 出力 : 160 ps
- 回転数 : 1500 rpm
- 気筒数 : 6
- 始動方式 : セルモータ

冷却方式 : ラジエータ冷却  
燃料 : A重油又は、2号軽油  
燃料消費率 : 200 g/PS-h

3) 発動発電機制御盤

- a) 発電機盤 : 出力のON-OFF  
: 出力電圧の自動調整  
: 出力表示及び保護
- b) 自動始動盤 : 発動発電機の自動始動、停止、その他の制御を行う。
- c) 自動切換盤(A) : 3台の発動発電機相互間の自動切換を行う。
- d) 自動切換盤(B) : 受電盤及び発電機盤より3 $\phi$ 50Hz200Vの電力を受け、それらの電源の自動切換えを行う。
- e) 直流電源盤 : 発動発電機の制御電源用として、蓄電池と充電器(2セット)を持っている。

4) 分電盤

- a) 盤形式 : 閉鎖自立形
- b) 盤機能 : 自動切換盤からの出力を受け各負荷へ電力を供給する。

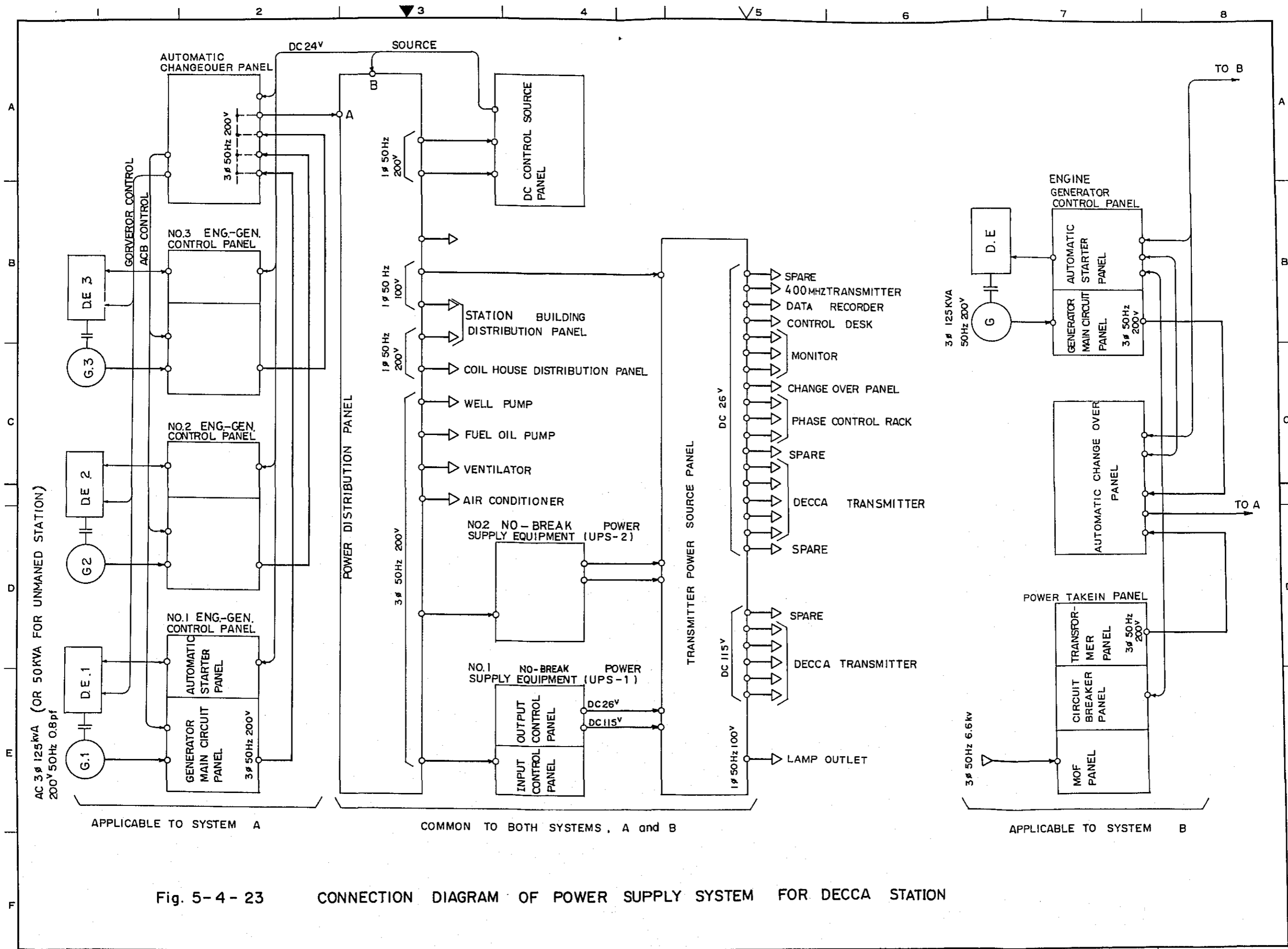
5) 無停電電源装置

- a) 盤形式 : 閉鎖自立形
- b) 盤機能 : 分電盤より交流入力供給を受け送信機へ無停電の安定した直流電源を供給する。

i) 入力制御盤 交流電力を交換し出力制御パネルで使用する直流電力を供給する。また、盤内にある充電器により外部に設置した蓄電池を充電する。

停電時は発動発電機の立上るまでの間蓄電池を電源として運転される。

ii) 出力制御盤 入力制御盤からの直流電力を送信装置で要求された安定な電圧の直流電力に変換する。



APPLICABLE TO SYSTEM A

COMMON TO BOTH SYSTEMS, A and B

APPLICABLE TO SYSTEM B

Fig. 5-4-23 CONNECTION DIAGRAM OF POWER SUPPLY SYSTEM FOR DECCA STATION

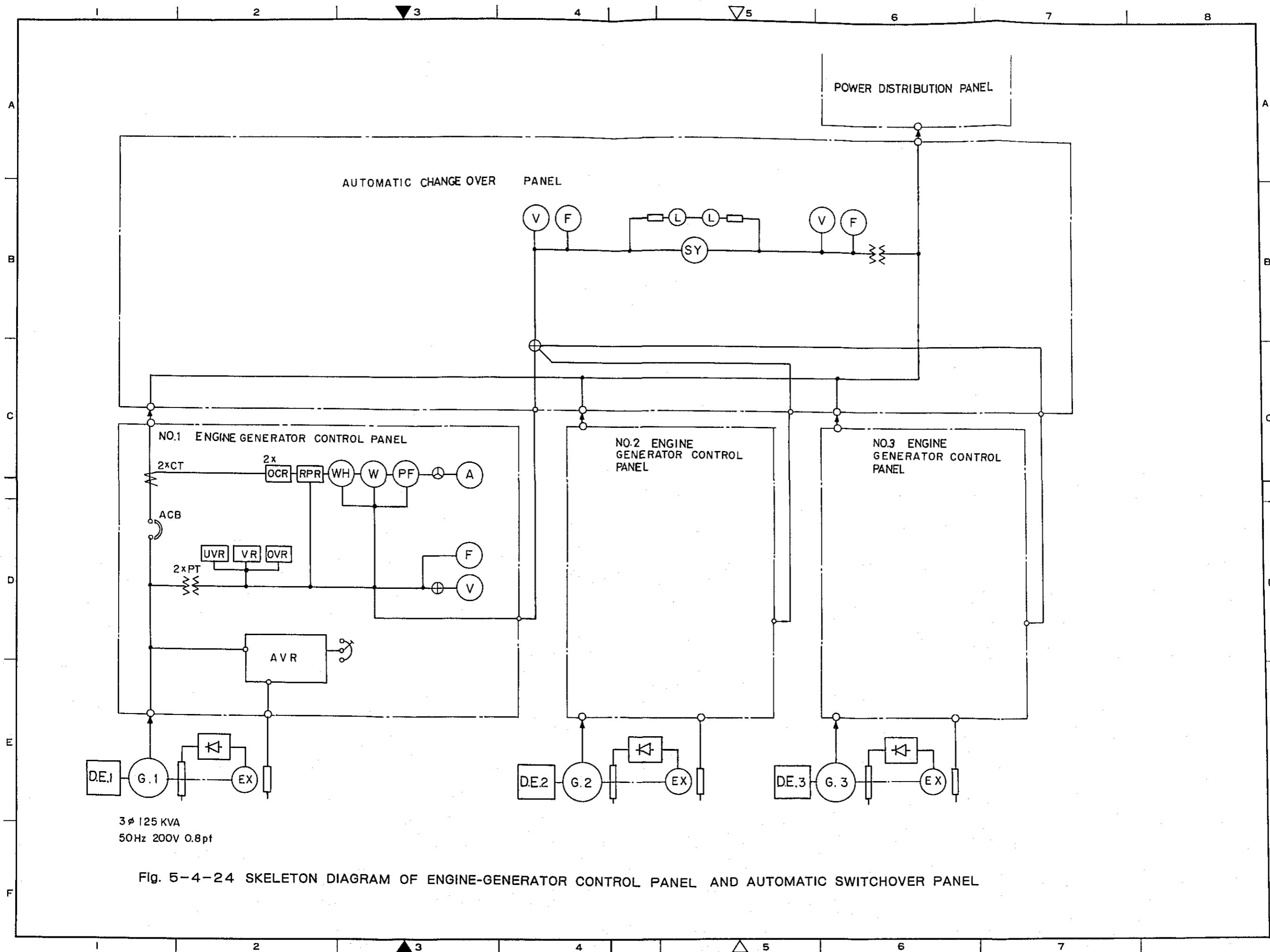


Fig. 5-4-24 SKELETON DIAGRAM OF ENGINE-GENERATOR CONTROL PANEL AND AUTOMATIC SWITCHOVER PANEL



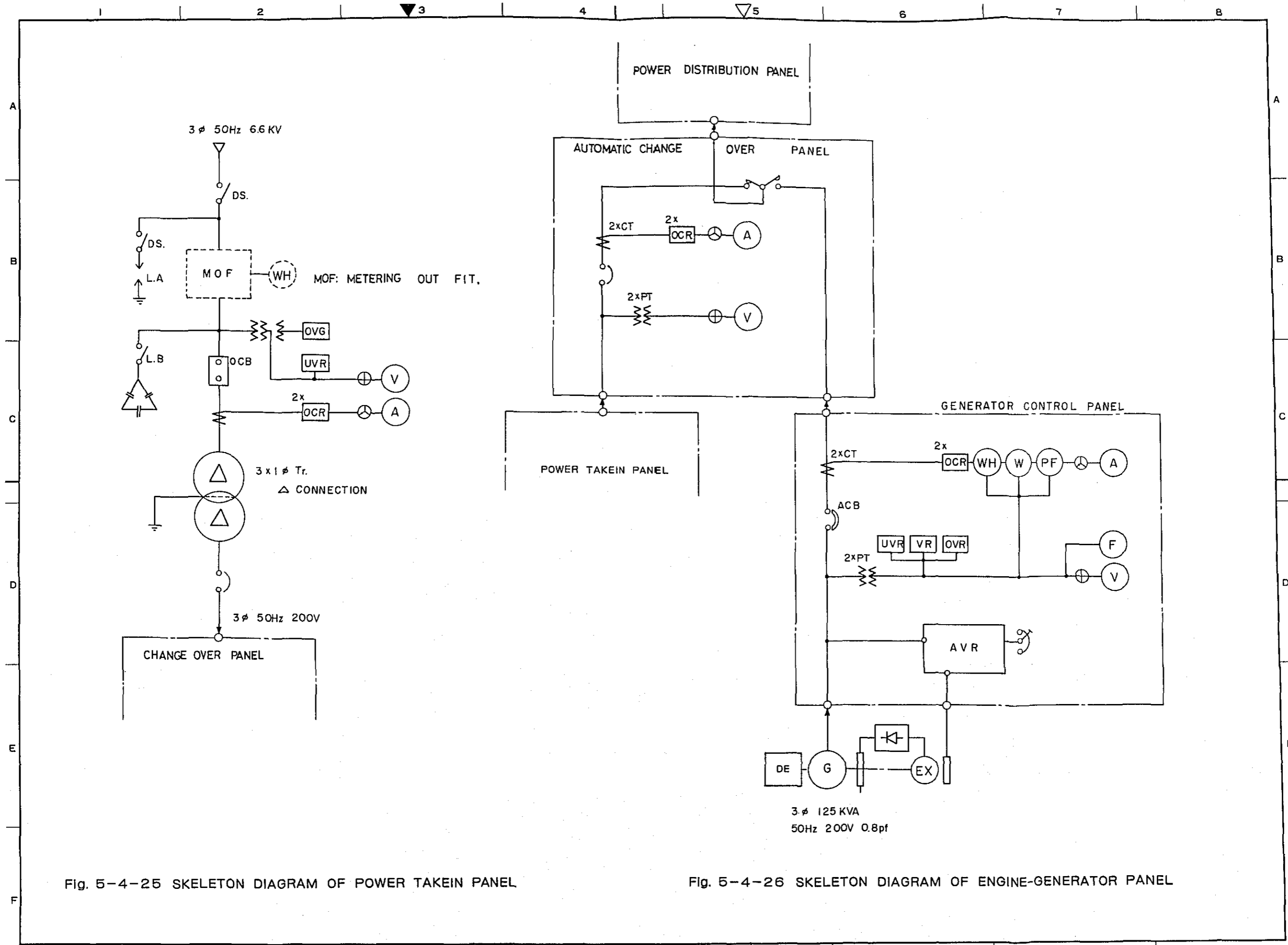


Fig. 5-4-25 SKELETON DIAGRAM OF POWER TAKEIN PANEL

Fig. 5-4-26 SKELETON DIAGRAM OF ENGINE-GENERATOR PANEL

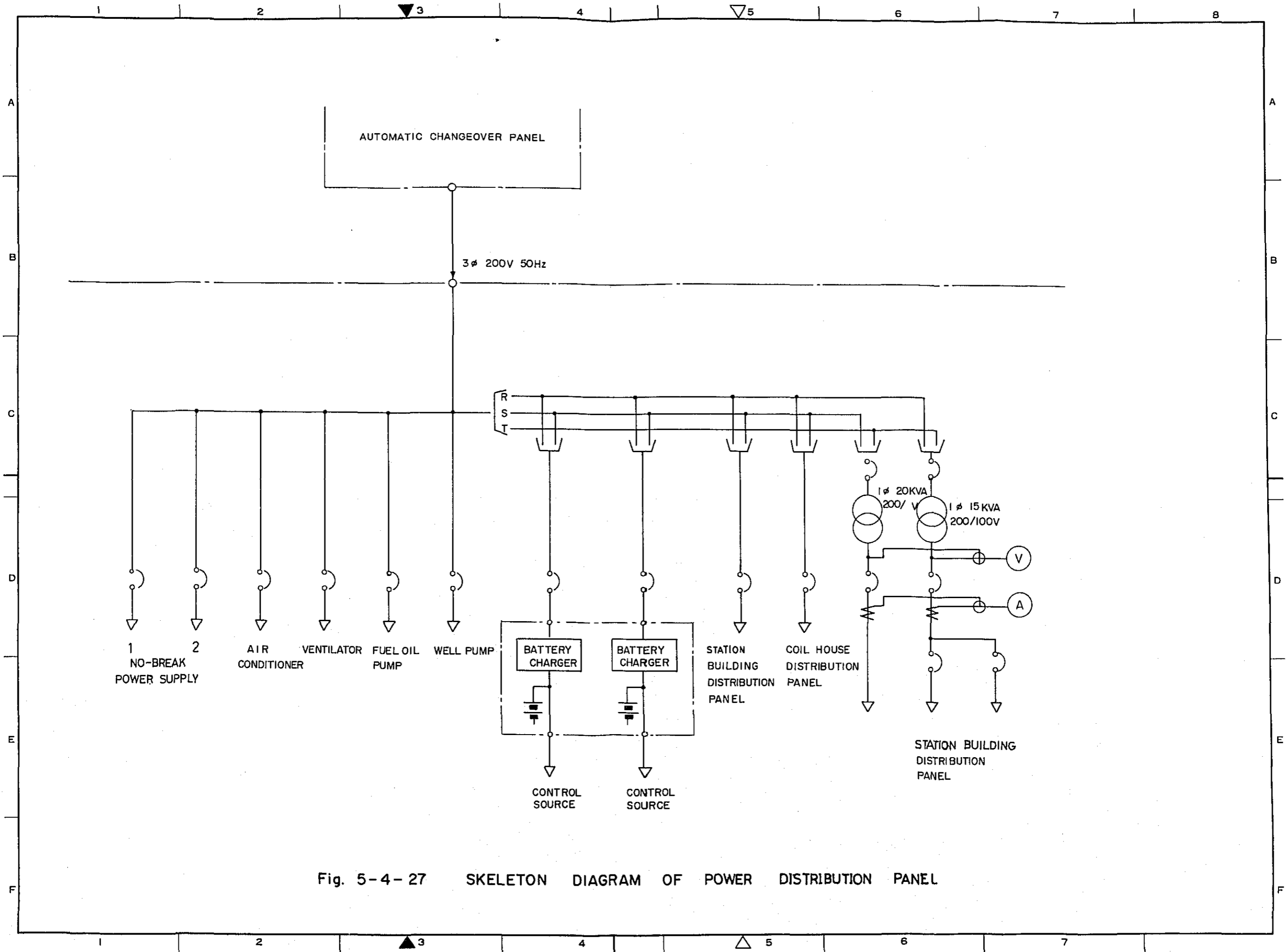


Fig. 5-4-27 SKELETON DIAGRAM OF POWER DISTRIBUTION PANEL

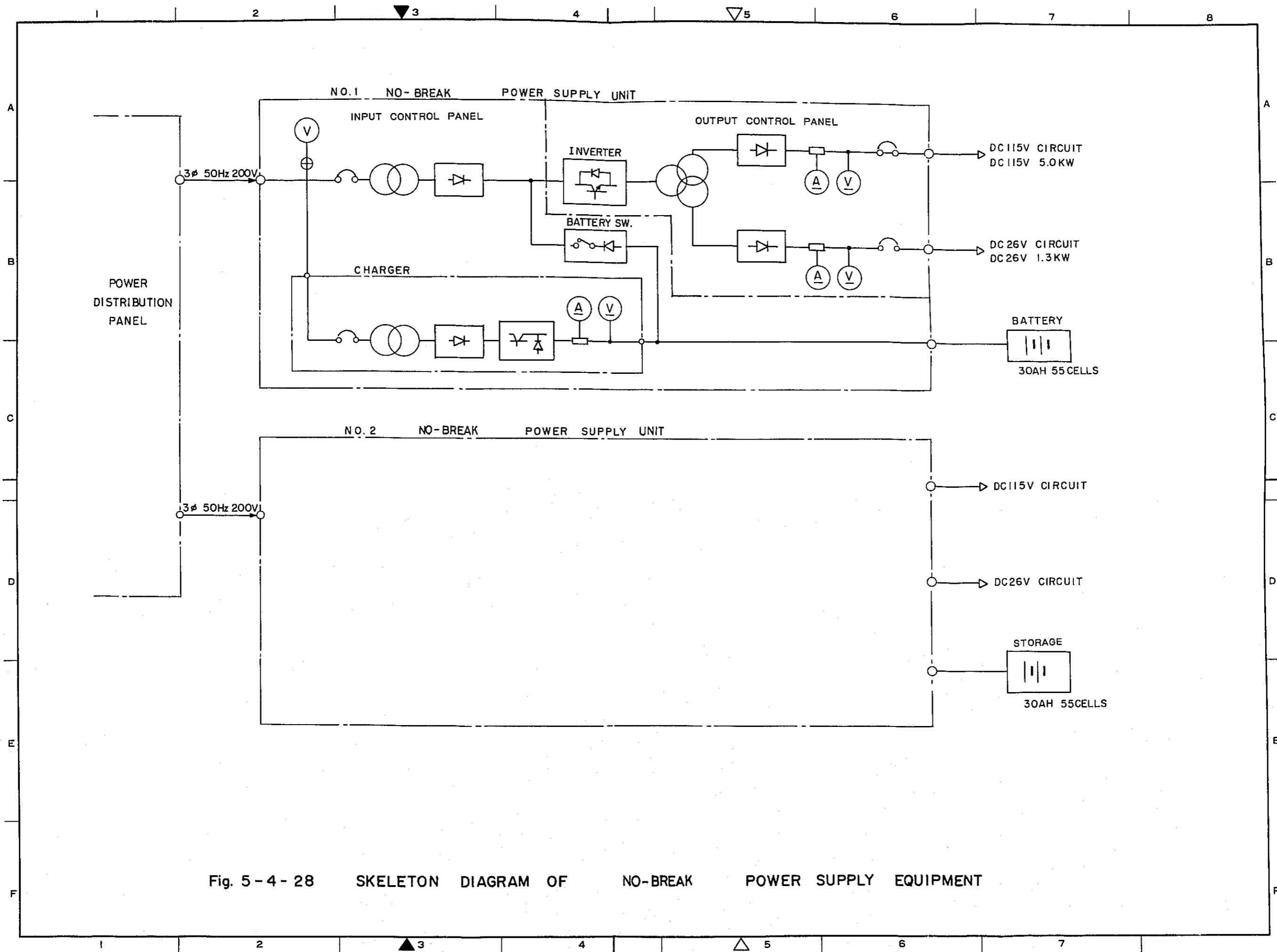


Fig. 5-4-28 SKELETON DIAGRAM OF NO-BREAK POWER SUPPLY EQUIPMENT

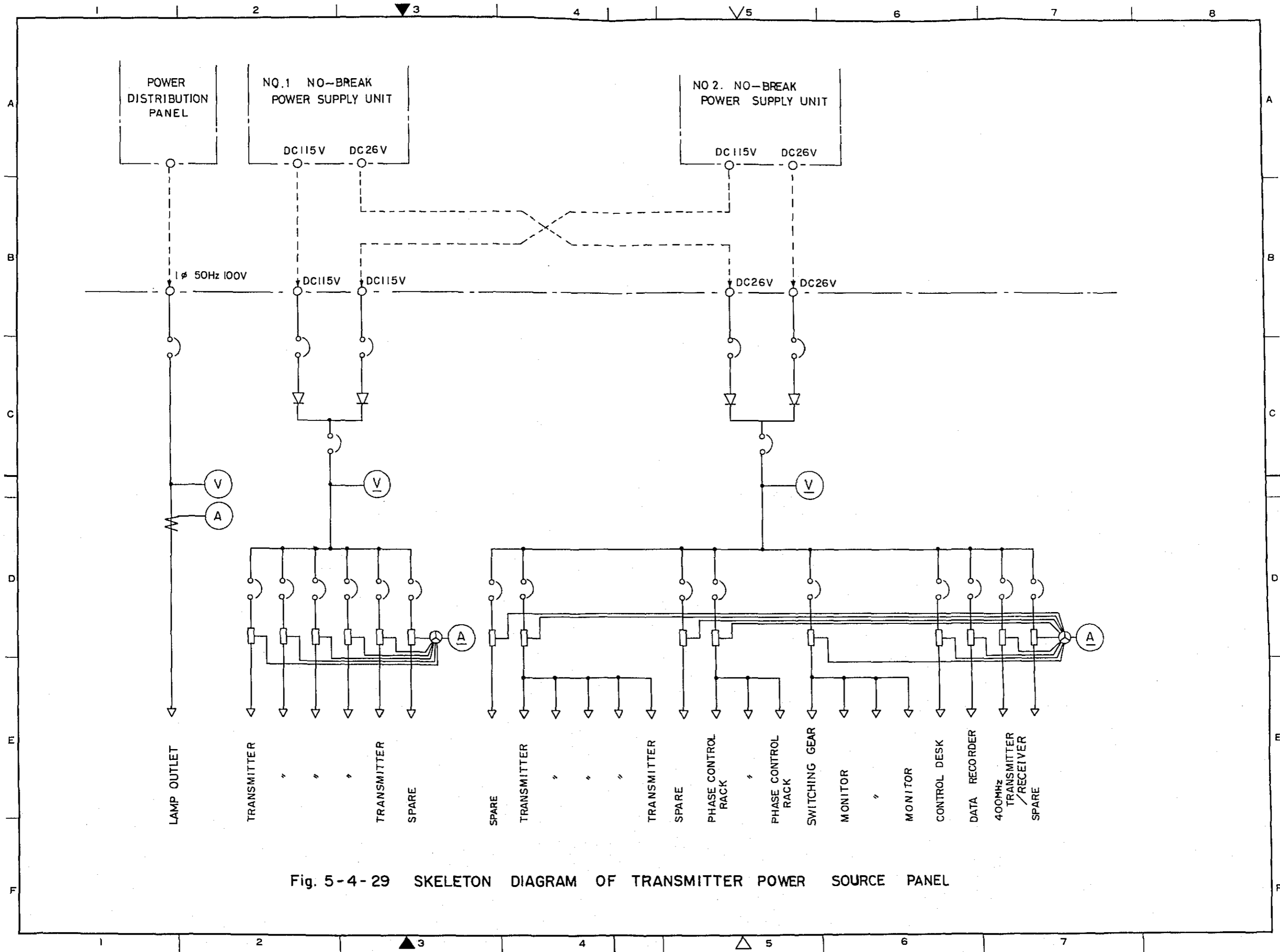
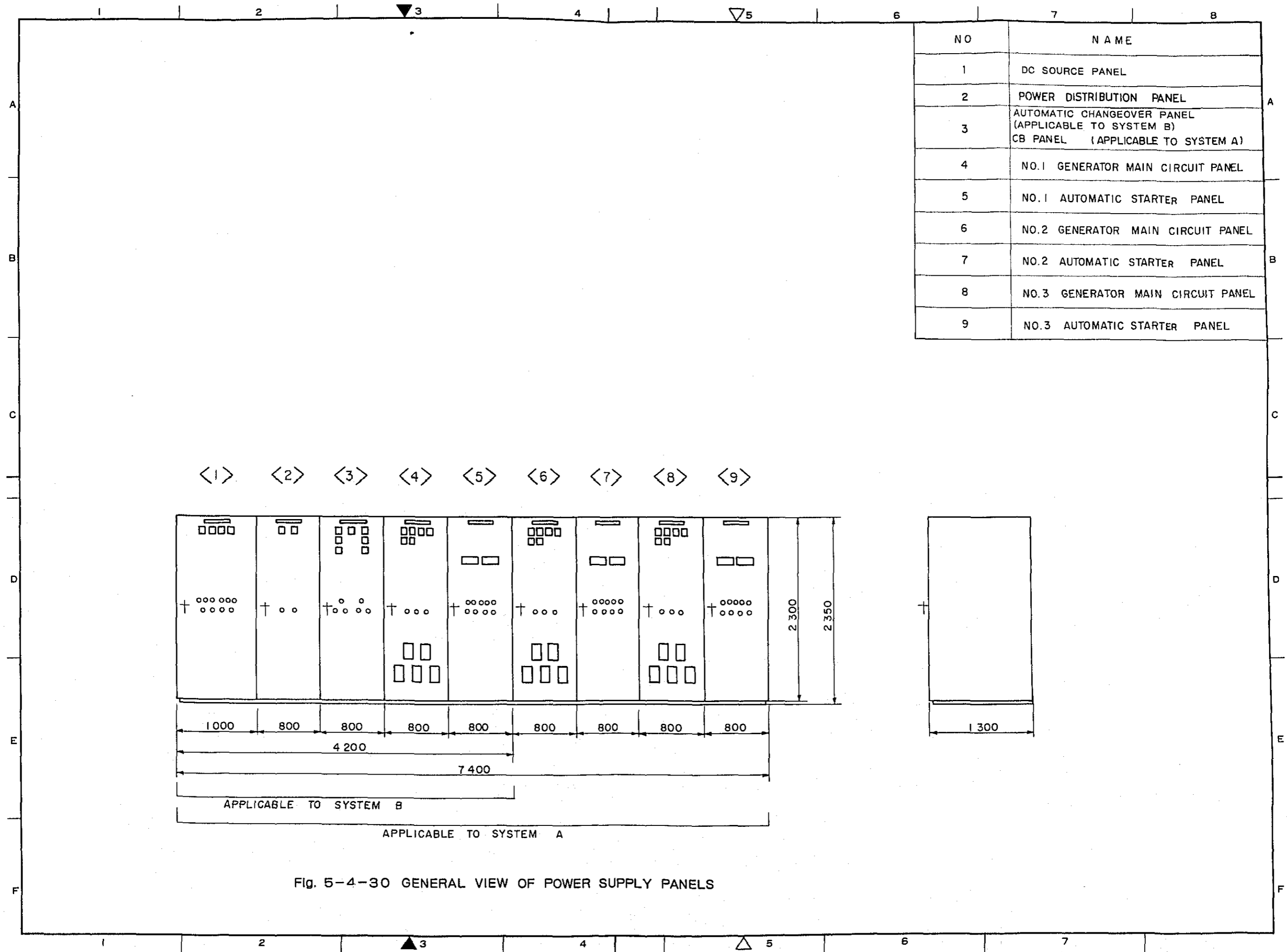


Fig. 5-4-29 SKELETON DIAGRAM OF TRANSMITTER POWER SOURCE PANEL



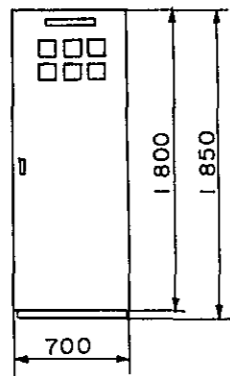


Fig.5-4-31 GENERAL VIEW OF TRANSMITTER POWER SOURCE PANEL

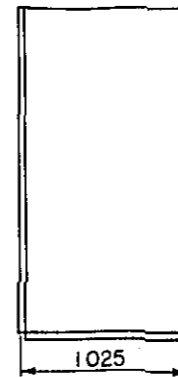
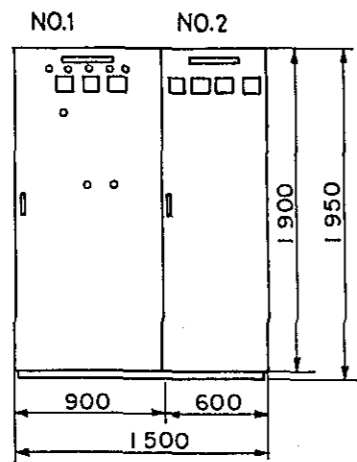


Fig. 5-4-32 GENERAL VIEW OF NO-BREAK POWER SUPPLY EQUIPMENT

NO.	NAME
1	INPUT CONTROL PANEL
2	OUTPUT CONTROL PANEL

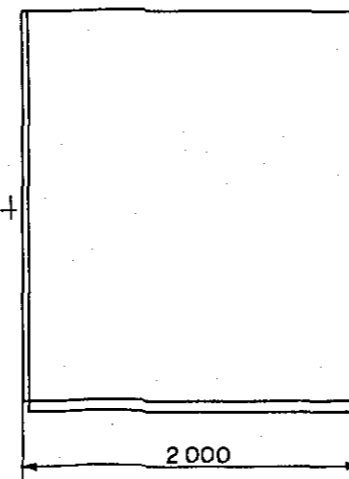
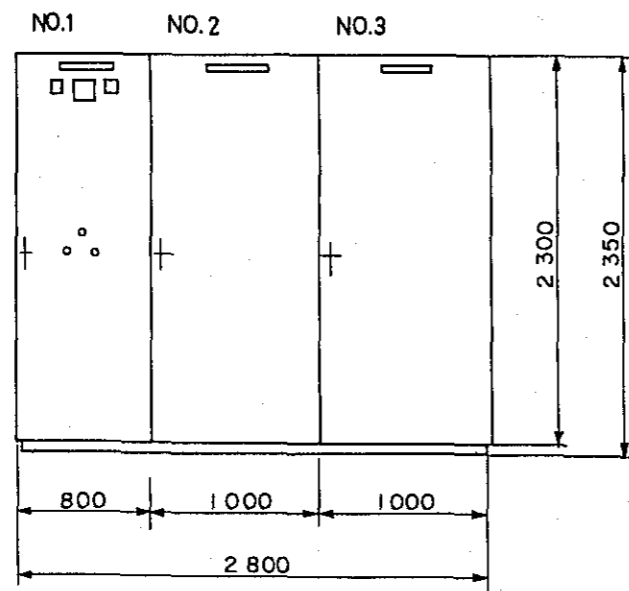


Fig. 5-4-33 GENERAL VIEW OF POWER TAKEIN PANEL

NO.	NAME
1	MOF PANEL
2	CIRCUIT BREAKER PANNEL
3	TRANSFORMER PANEL

DIESEL ENGINE		A C. GENERATOR	
TYPE	4 - CYCLES	TYPE	SYNCHRONOUS
NO. OF CYL	6	PHASE	3 $\phi$
BORE	140 m/m	VOLTAGE	200 V
STROKE	170 m/m	CURRENT	360 A
REVOLUTION	1500 r.p.m.	REVOLUTION	1500 r.p.m.
B. H. P.	160 P.S.	OUT PUT	125 KVA
B. M. E. P.	6.12 Kg/cm <sup>2</sup>	POWER FACTOR.	80 %
MAX. PRESS.	65 Kg/cm <sup>2</sup>	CYCLE	50 Hz
PISTON SPEED	8.5 m/s	NO. OF POLES	4
STARTER	MOTOR	EXCITING	BRUSHLESS
COOLING	WATER COOLING	RATING	CONTINUOUS
WEIGHT	1680 Kg	WEIGHT	1000Kg

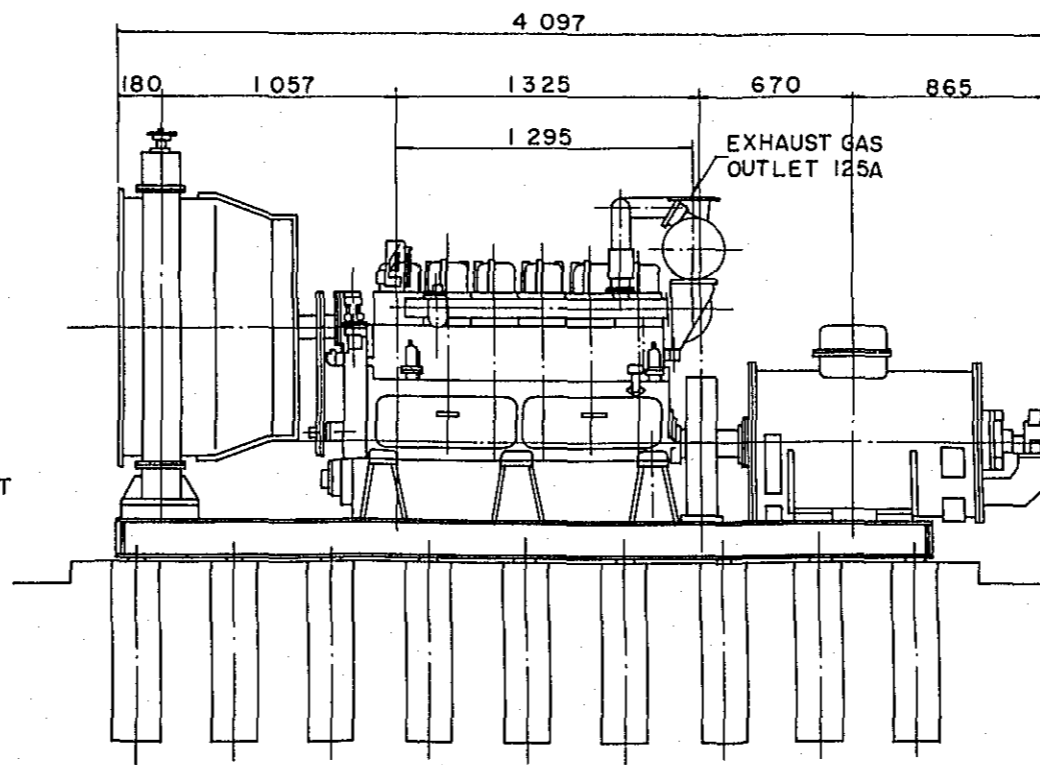
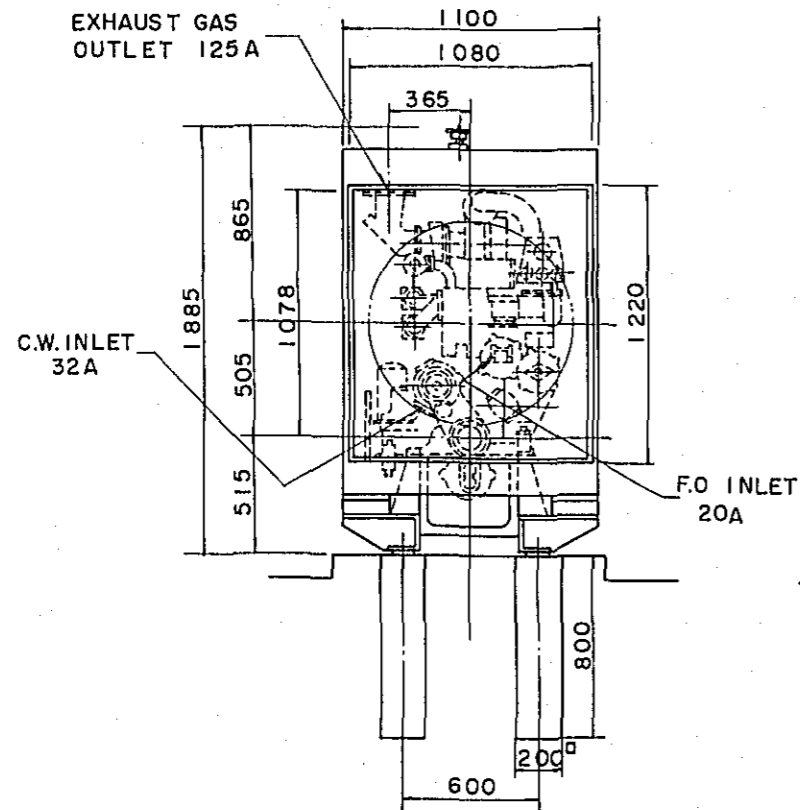
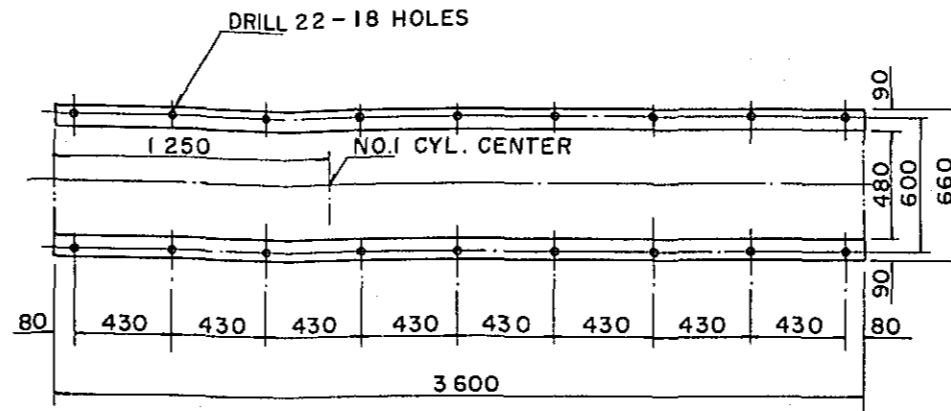


Fig. 5-4-34 OUTER VIEW OF ENGINE - GENERATOR

### 5-4-3 連絡通信システム

#### (1) 概要

デッカシステムは、主局と各従局が連繫して常に完全な同期を保つと同時に良質の安定した電波を発射してはじめて信頼されるサービスが可能である。

また信頼性の非常に高いシステムであるが故に、万一欠射によりサービスを停止した場合、ユーザーに対する周知法は極めて速報且つ確実であることが要求される。

デッカ局の円滑な運用を図るため、デッカ局相互間及び管理機関との間の通信路を設ける必要がある。

また局相互間の迅速な連絡を確保するためには、一般の公衆通信路によるよりも専用無線通信回線によることが望ましい。

デッカ局に、専門の通信士を配置することは得策ではなく、お互の意志疎通のためには当事者間の音声による直接通信が望ましい。

熱帯地域の気象雑音レベルは非常に高いので単側帯波システム（SSB）はこの目的に最も適した方式である。またある場合は、通信（例えば重要な指令又は、報告）の内容を記録し、ファイルする必要がある。

この目的のために適したものとしてテレタイプ又は、ファクシミリシステムが考えられが、なおこの報告書では、テレタイプシステムを採用した。

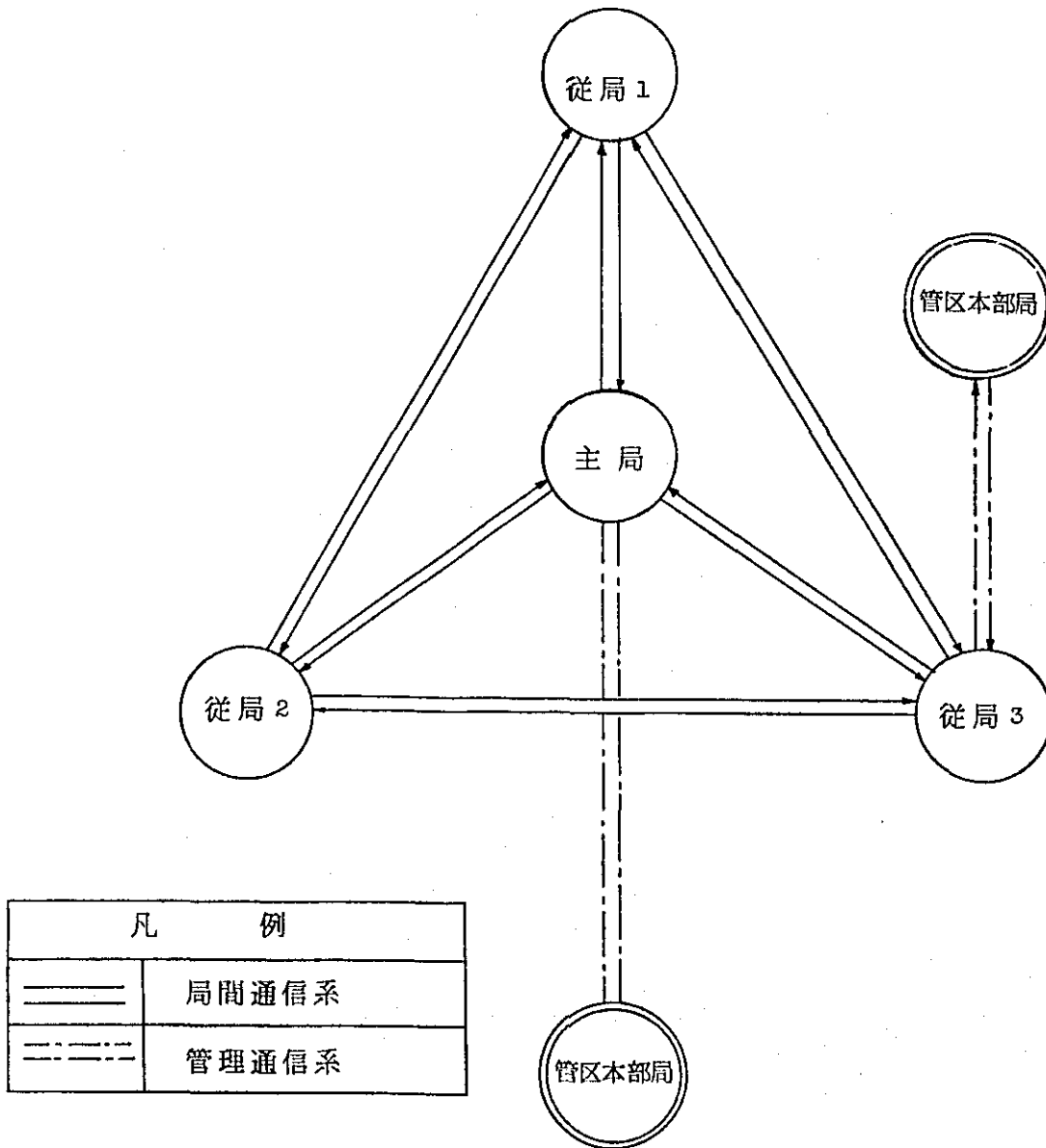
すなわち、結論として音声通信及びテレタイプ通信を併用し、目的により使い分けを行う。

#### (2) 連絡回線網の設定

前項で述べたとおりデッカシステムを維持運用する上において必要な通信系は主従局間の連絡と上級機関との間に送受される指令の伝達及び報告に大別される。

前者を局間通信系後者を管理通信系と呼び5-4-35図の標準回線を考えた。





5-4-35 図において局間通信系はSSB電話のみによる回線を、また管理通信系はその目的上、電話とテレタイプを切換え使用出来る規模のものとした。また従局3—管区本部間回線の例は、チェーンが2国以上にまたがる場合、又は異なった本部に所属する場合を示す。

(3) 回線設計

1) 局間通信系

局間距離によって使用周波数を選ぶべきであるが、100km以下では、2MHz帯それ以上では4MHz又は、7MHz帯が推奨される。

Fig. 5-4-36A

PROPAGATION CHARACTERISTICS

DAY

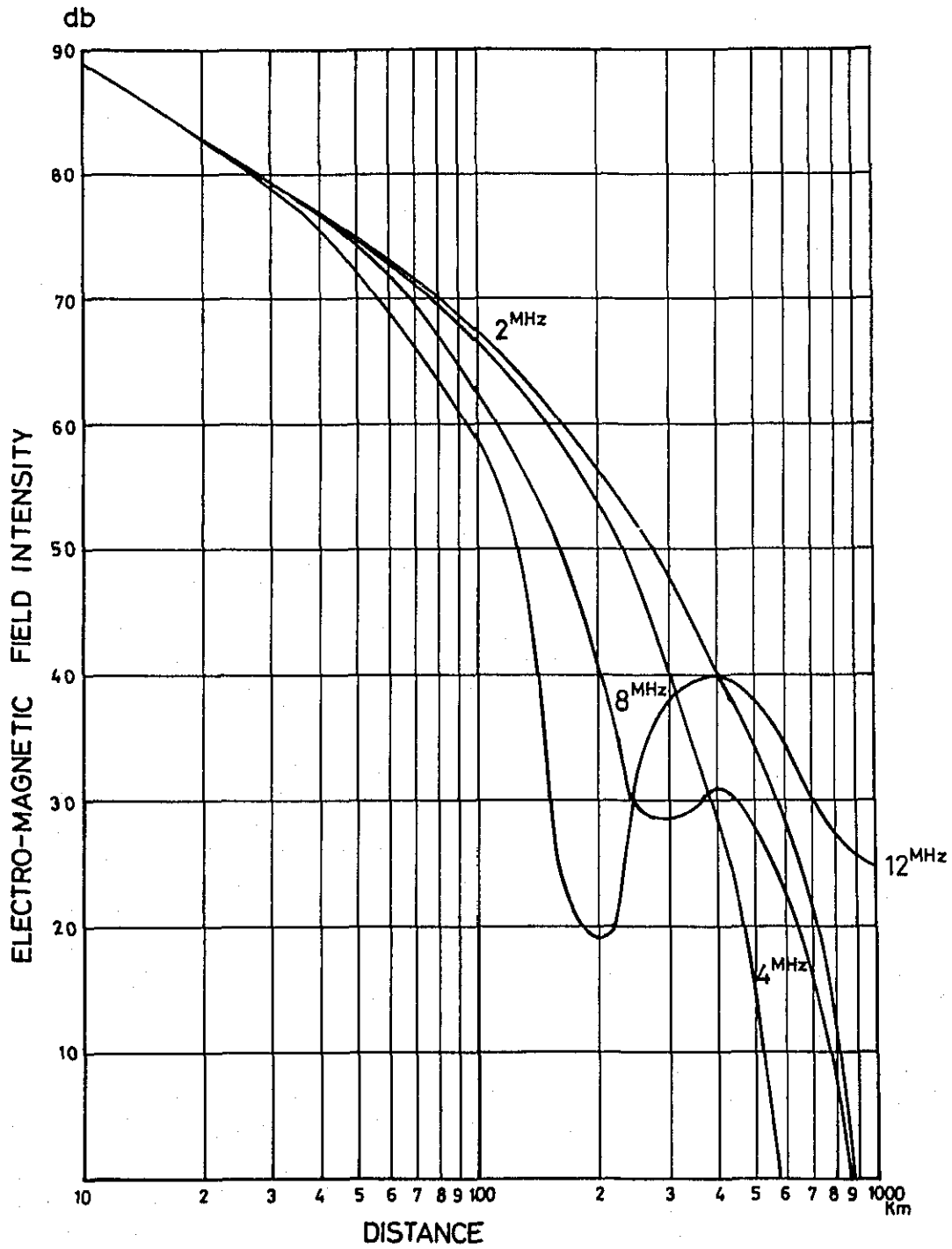
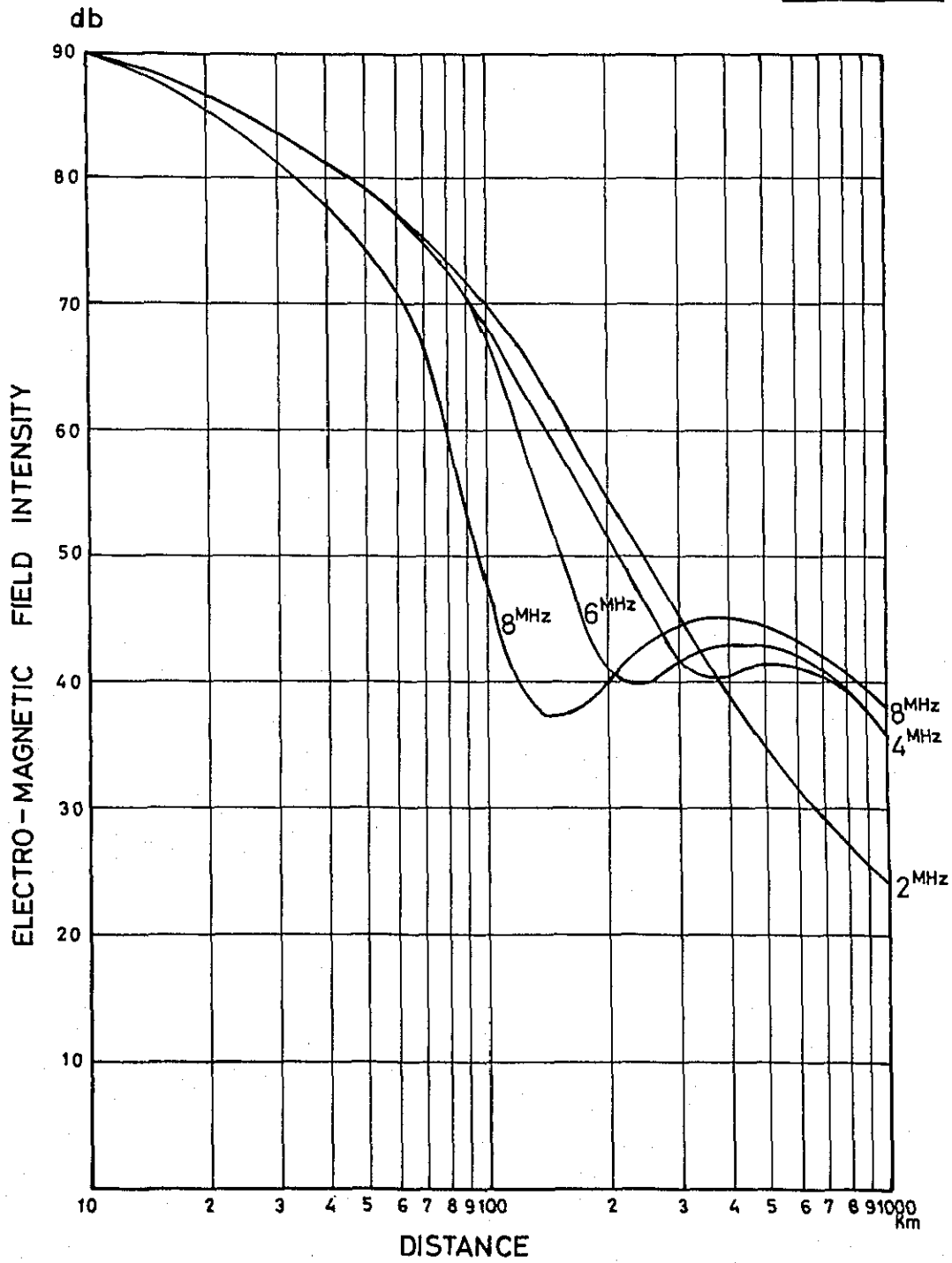


Fig . 5 - 4 - 36B

PROPAGATION CHARACTERISTICS

NIGHT



またチェーン内の各局は、共通周波数を使用するものとし、一般的には昼夜間で切替えて使用出来るよう、2つの周波数帯から各1波を使用するものとする。

## 2) 管理通信系

この通信網で使用する周波数は、電波の効率的利用から局間通信系と共用出来る周波数によることが、望ましいが、極く近距離のものについては、VHFを使用することとし、また特に遠距離のものについては、9MHz帯を追加する。

## 3) 伝搬モード

伝搬特性は、伝搬路の大地の状態により大きな影響を受ける。短距離通信には、地表波が使われ、長距離通信においては、F2層を主用した。また時には、スプラディックE層伝搬による空間波が使われる。

それ故空中線は、伝搬形式に従い最適の放射角度で、輻射電力が効果的に得られるよう注意深く設計されねばならない。空間波のための空中線は、高放射角度を得るため半波長の高さより低く展張したダイポールを使用する。

地表波通信のための空中線は垂直型空中線が使われる。

5-4-36 A及びB図は、日本における伝搬特性の実験例をまた5-4-16表から5-4-20表は、時間帯による周波数帯の使用区分を求める表を示す。

#### (4) 空中線系

空中線の設計に当っては以下に述べるところにより輻射電波の水平面及び垂直面指向性を考慮しなければならない。

例えば空間波通信のための空中線では、ダイポールは高角度放射を行うため半波長の長さ以下の高さに展張しなければならない。

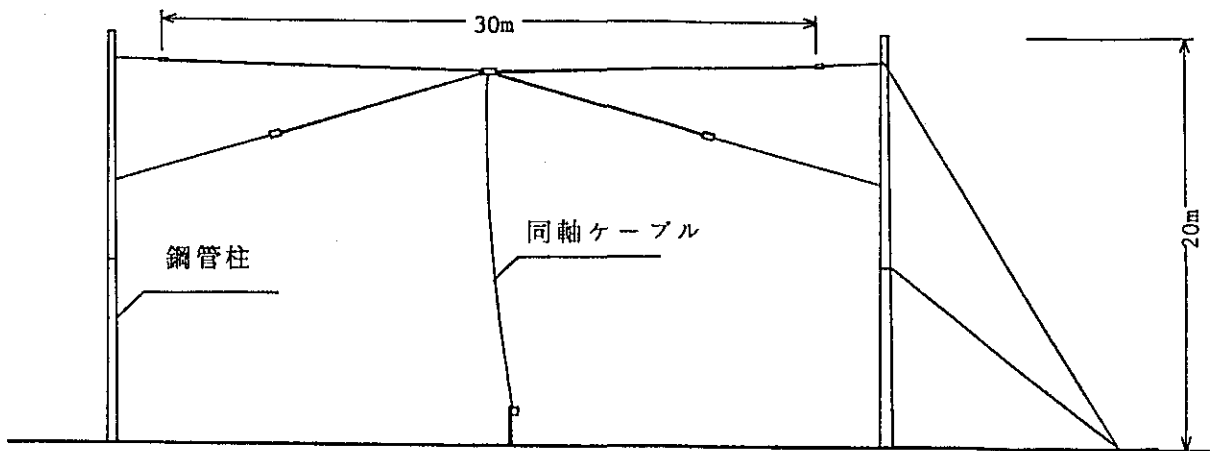
水平面指向性については、ローブは、通信相手の方向に向けてセットする。

数局に対し理想的な指向性を持つためには数多くの空中線を必要とし、経済的負担が大きいため、1本の空中線で可能な限りの局をカバーする。これ等を考慮し5-4-9表に示すところにより空中線を設計した。

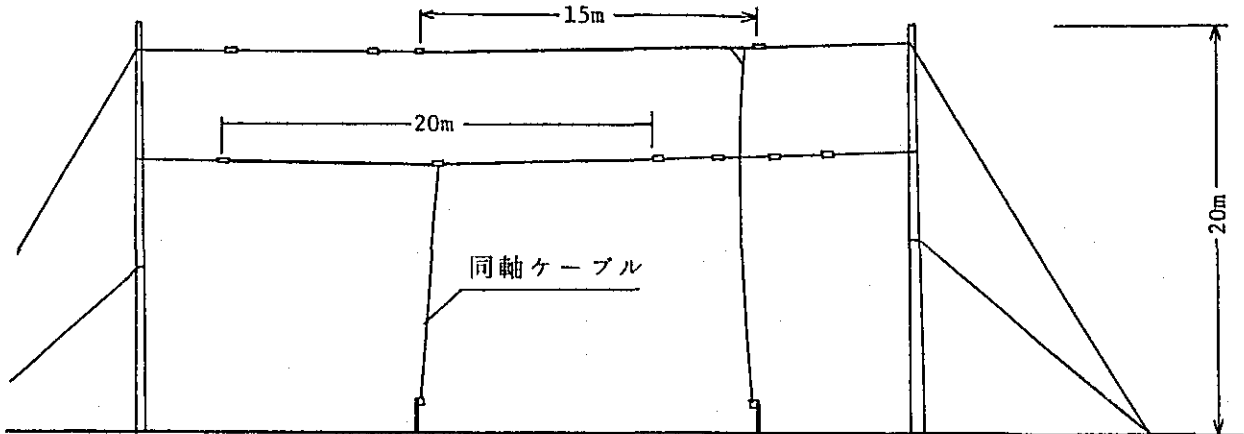
5-4-9表 標準空中線計画表

通信系	空中線
局間通信系	伝搬経路によってダイポール又は逆L型を設ける。空中線柱は20M鋼管柱とする。
管理通信系	必要な数のダイポールを架設する 空中線柱は30M支線式トラス柱とする。

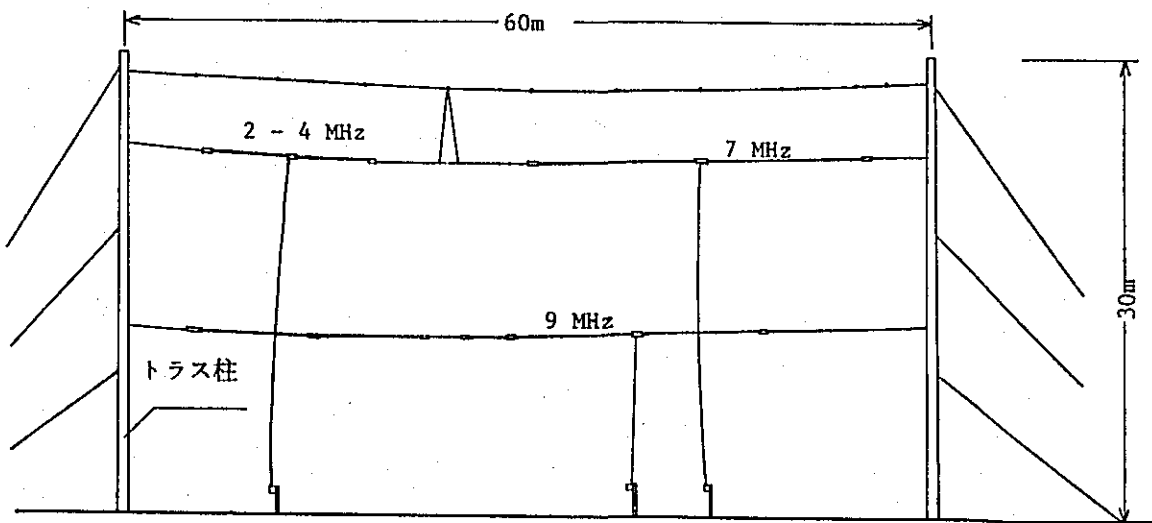
5-4-37図 4及び7 MHz ダイポール空中線



5-4-38図 逆L型空中線とダイポール 2, 4及び7 MHz用



5-4-39図 逆L型空中線及びダイポール空中線 4~9 MHz用



(5) 回線設計表

管理通信系の中のチャンネルで最長のものはインドネシア国内 Tj Mangkalihat ~ Bandjarmasin 間約 700 km である。この距離を常時良好に通信するためには 4 ~ 9 MHz にわたり 3 波を使い分ける必要がある。

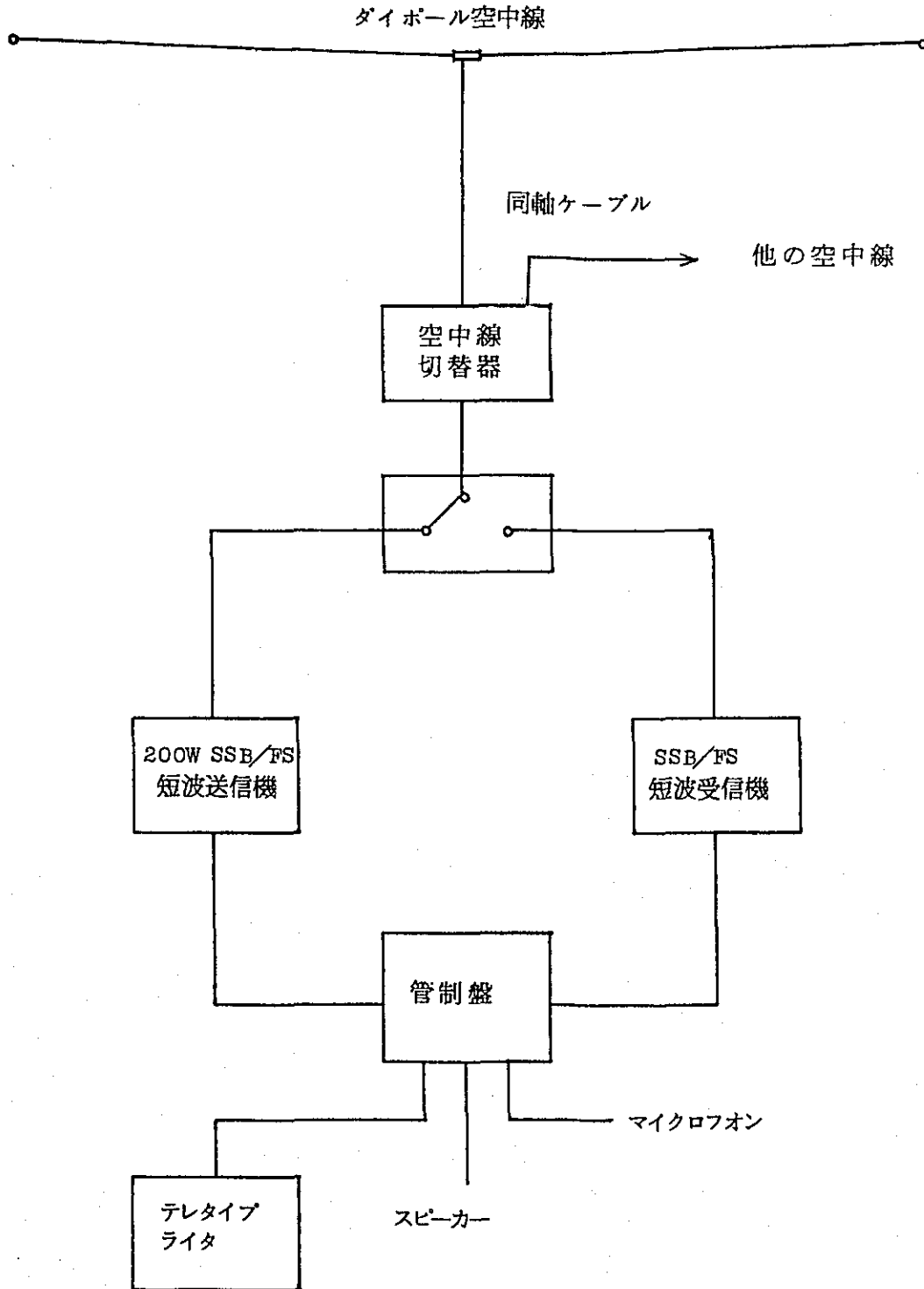
また各チェーン毎の具体的設計は 5 - 4 - 4 6 ~ 5 - 4 - 4 8 図及び 5 - 4 - 1 3 ~ 5 - 4 - 1 5 表に示す。

(6) 通信装置

回線設計において送信機は、局間距離に応じて短波帯は 100 W 又は 200 W、また超短波帯では、25 W の出力のものが使用される。

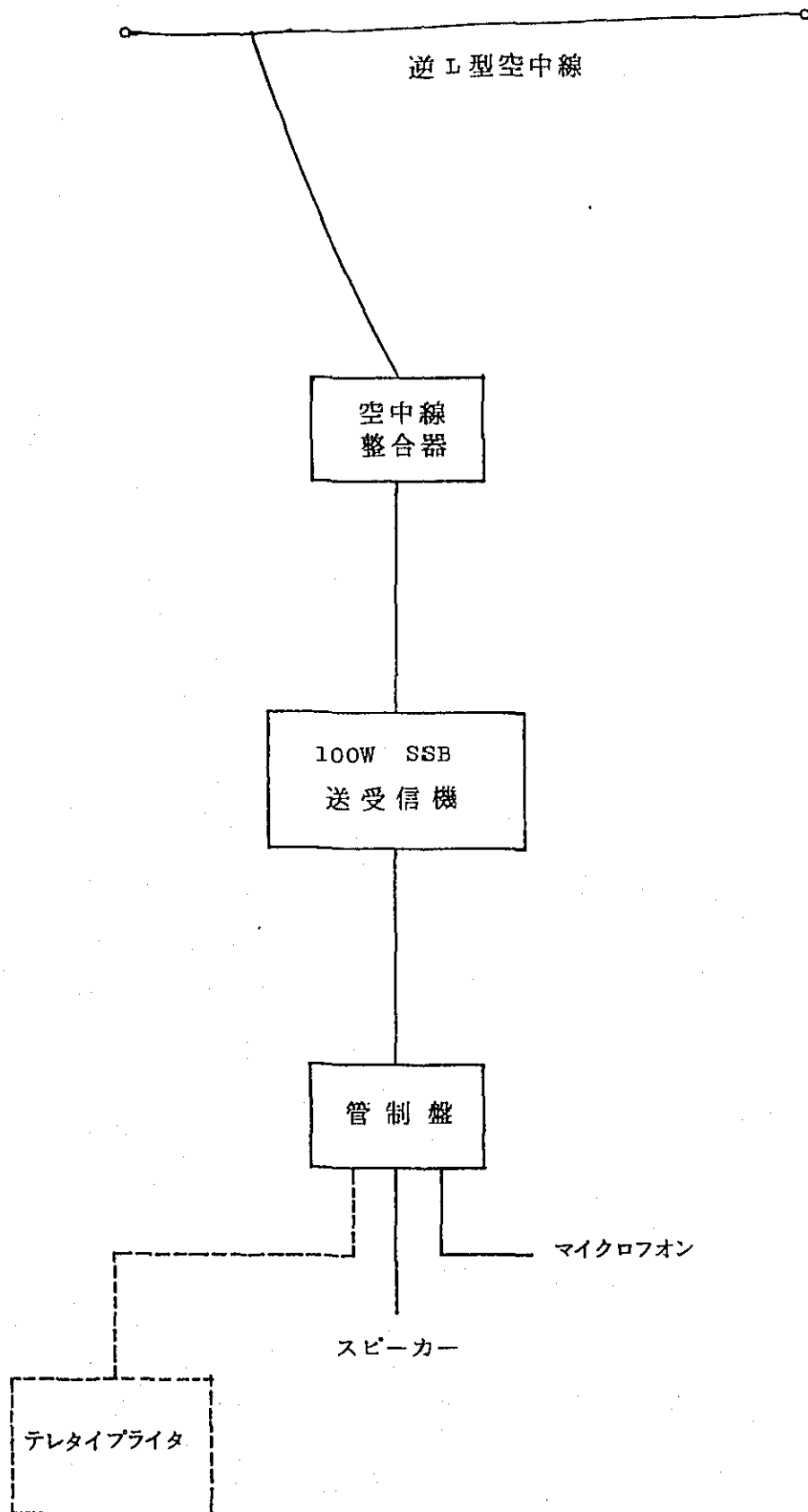
5 - 4 - 4 0 ~ 5 - 4 - 4 2 図にこれらの代表的な機器構成を示す。

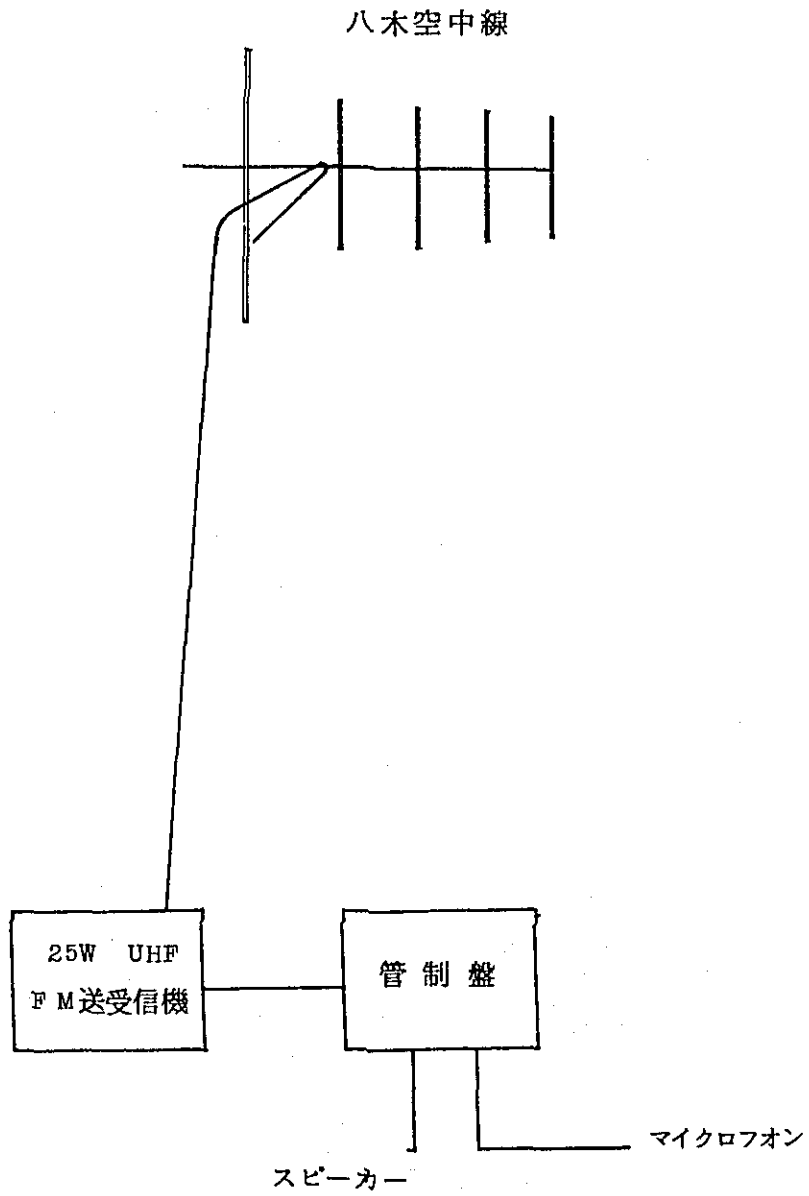
5-4-40 図 遠距離回線用機器構成系統図





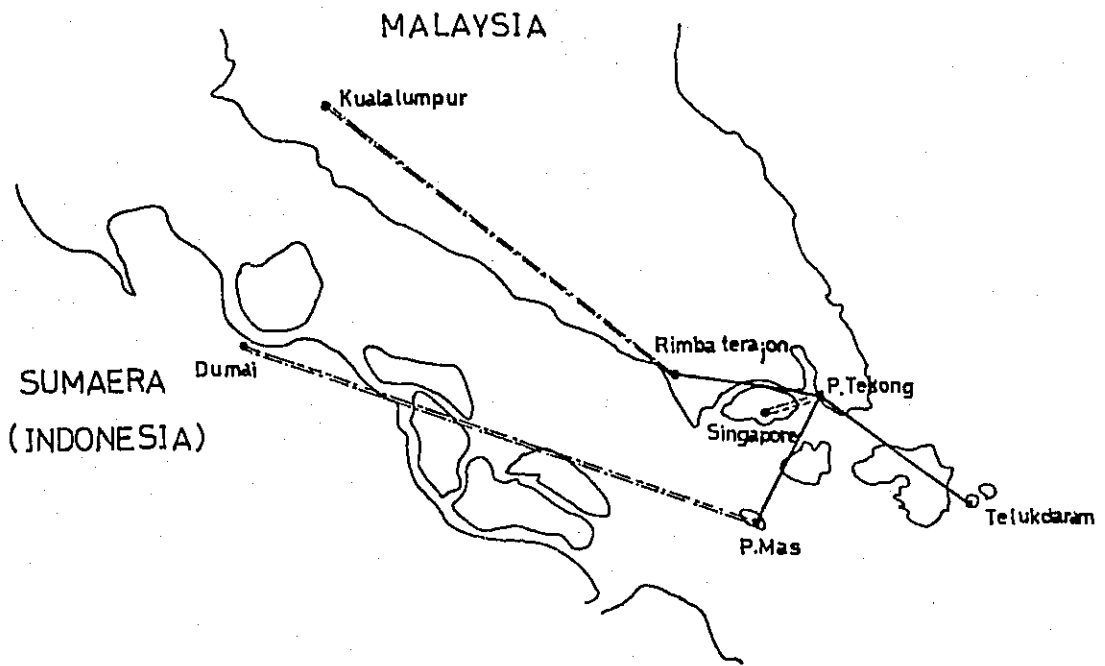
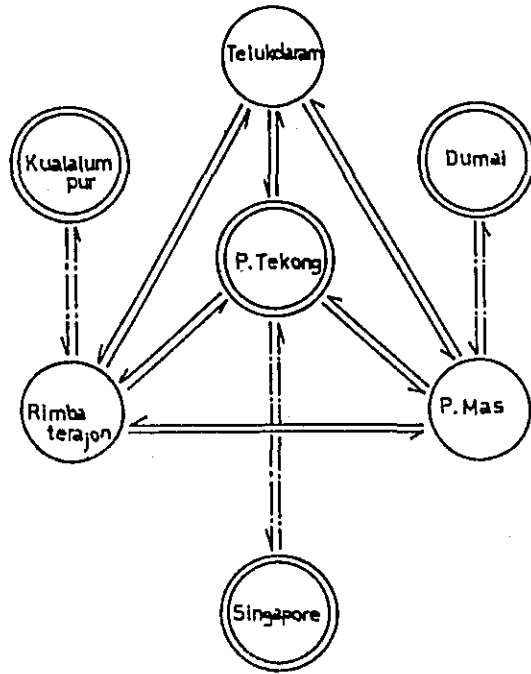
5-4-41 図 近距離回線用機器構成系統図





5-4-42 近距離連絡用UHF局機器構成系統図

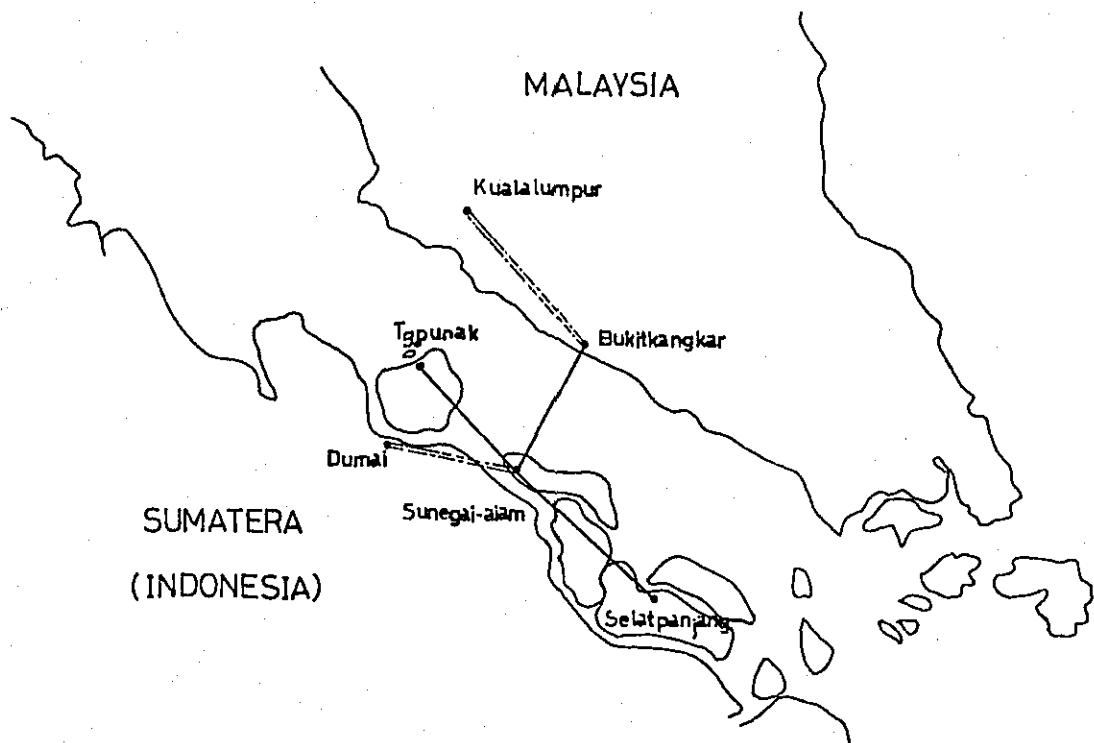
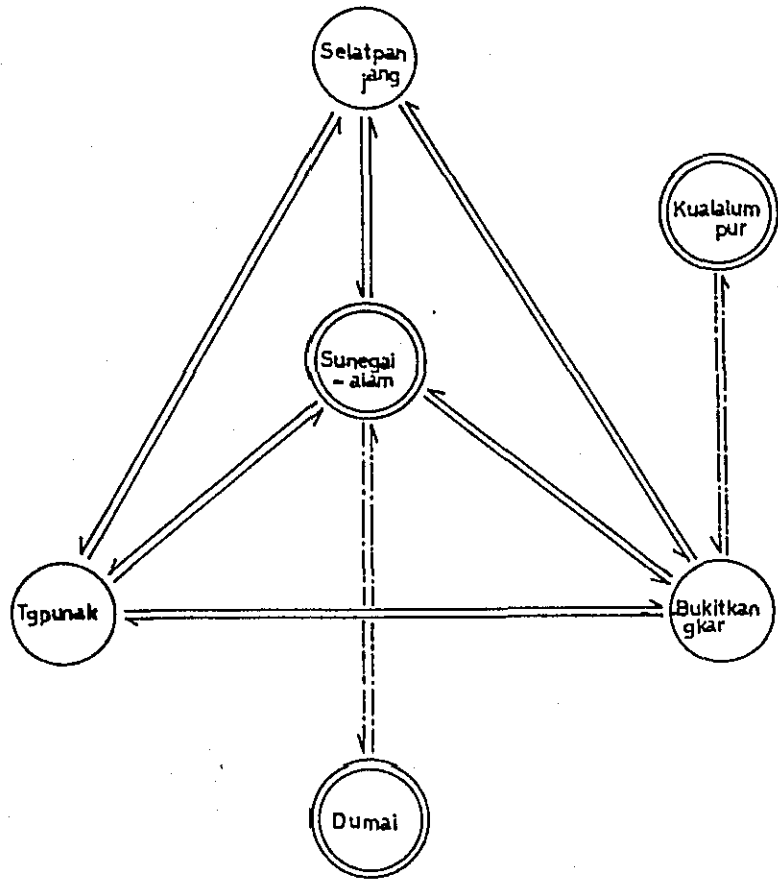
5-4-46 図 シンガポール海峡デツカチエーン連絡網図



チェーン名	シンガポール デッカ	
空中線電力	100wの局	A
	200wの局	B

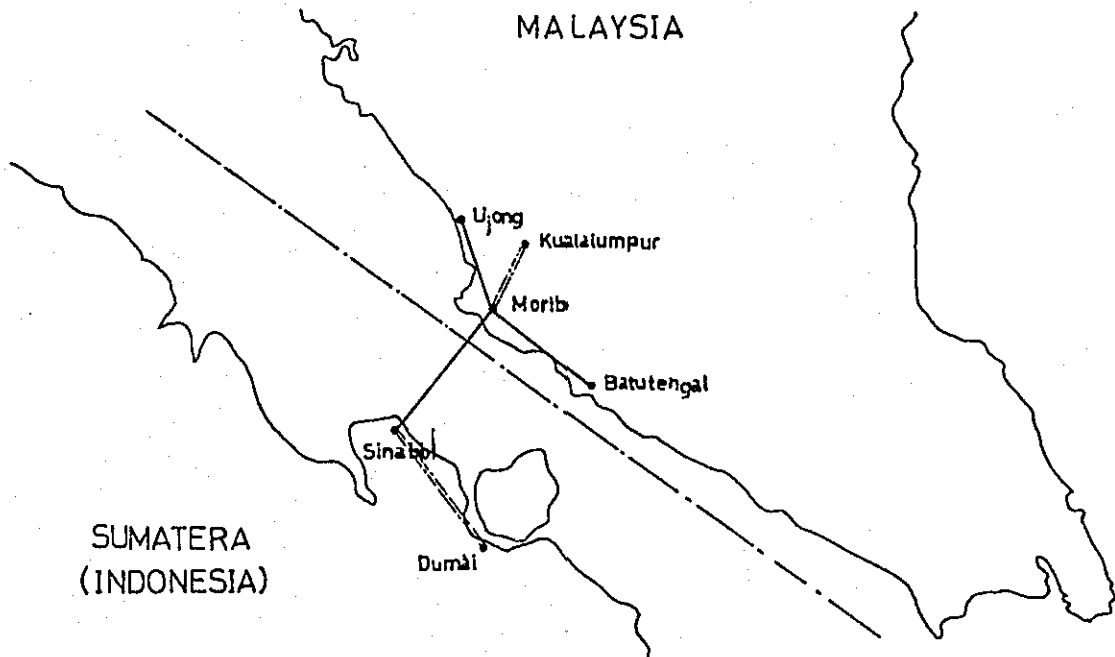
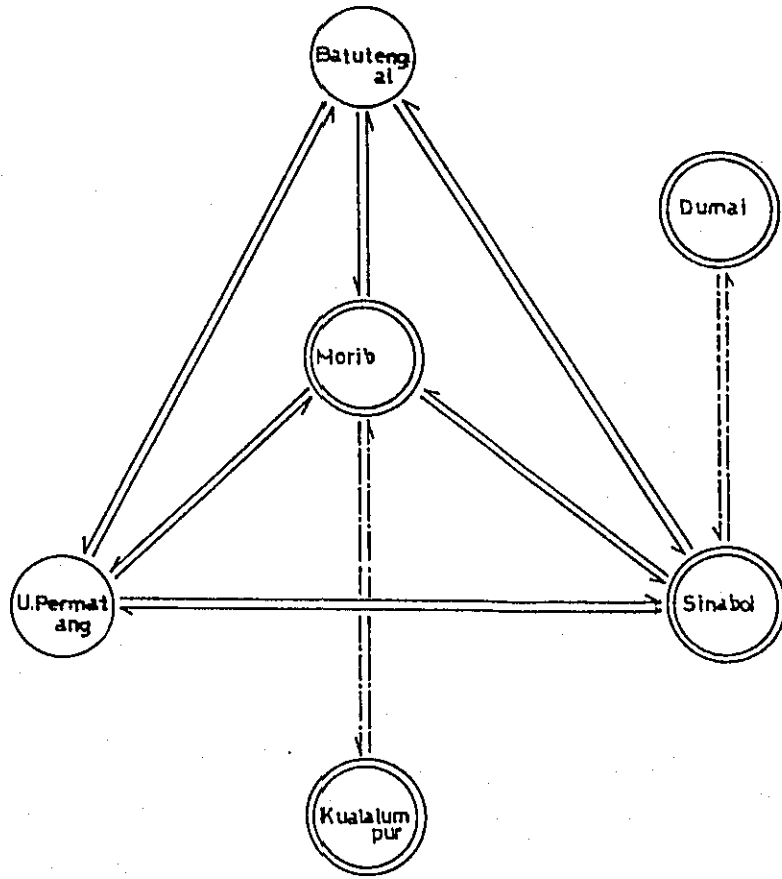
局名	相手局	局間距離 (km)	使用周波数帯 (MHz)	使用する伝搬路	電波の発射角 (度)	$h/\lambda$	$\lambda$ (m)	$h$ (m)	空中線電力区分	空中線	記事
PTEKONG	TELUKDARAM	80	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	—	—	75	20			
	P.MAS	80	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	—	—	75	20			
	RIMBA TERAJON	75	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ	
4			GW	—	—	75	20				
SINGAPORE	25	150	GW	—	—	2	—	25W	4素子 八木アンテナ		
TELUKDARAM	P. TEKONG	80	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	—	—	75	20			
	P.MAS	100	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	—	—	75	20			
RIMBA TERAJON	150	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ		
		4	GW	—	—	75	20				
P.MAS	P. TEKONG	80	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	—	—	75	20			
	TELUKDARAM	100	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	—	—	75	20			
	RIMBA TERAJON	90	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ	
4			GW	—	—	75	20				
DUMAI	275	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ ダイポール		
4	MPP 1HOPF2	36 60	0.42 0.27	75 40	315(20) 11						
RIMBA TERAJON	KUALALUMPUR	260	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ ダイポール	
			4	MPP 1HOPF2	38 66	0.4 0.3	75 40	30(20) 12			
	P. TEKONG	75	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	—	—	75	20			
	P.MAS	90	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ	
4			GW	—	—	75	20				
TELUKDARAM	150	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ		
4	GW	—	—	75	20						
DUMAI	P.MAS	275	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ ダイポール	
			4	MPP 1HOPF2	36 60	0.42 0.27	75 40	315 11			
KUALALUMPUR	RIMBA TERAJON	260	2	GW	—	—	150	20	A	垂直アンテナ ダイポール	
			4	MPP 1HOPF2	38 66	0.4 0.3	75 40	30 12			
			7	1HOPF2	66	0.3	40	12			
SINGAPORE	P. TEKONG	25	150	GW	—	—	2	15	25W	4素子 八木アンテナ	

5-4-47図 マラッカ海峡南デツカチエーン連絡網図



局名		相手局	局間距離 (km)	使用周波数帯 (MHz)	使用する伝搬路	電波の放射角 (度)	h/λ	λ (m)	h (m)	空中線電力		記事
										100wの局	A	
										チェーン名 南マラッカデッカ		
										空中線電力		B
										200wの局		
局名	相手局	局間距離 (km)	使用周波数帯 (MHz)	使用する伝搬路	電波の放射角 (度)	h/λ	λ (m)	h (m)	空中線電力区分	空中線	記事	
SUNGAI -AIAM	TG. PUNAK	95	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		95	4	GW	-	-	75	20				
	SELAT PANJANG	90	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		90	4	GW	-	-	75	20				
BUKIT KANGKAR	80	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ			
	80	4	GW	-	-	75	20					
TG. PLUMK	SUNGAI AIAM	95	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		95	4	GW	-	-	75	20				
	SELAT PANJANG	175	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		175	4	MPP	48	0.34	75	26(20)				
BUKIT KANGKAR	105	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ			
	105	4	GW	-	-	75	20					
SELAT PANJANG	SUNGAI -AIAM	90	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		90	4	GW	-	-	75	20				
	TG. PUNAK	175	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		175	4	MPP	48	0.34	75	26(20)				
BUKIT KANGKAR	120	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ			
	120	4	GW	-	-	75	20					
BUKIT KANGKAR	KUALALUMPUR	140	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ ダイポール		
		140	4	MPP	56	0.3	75	23(20)				
	SUNGAI -AIAM	80	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		80	4	GW	-	-	75	20				
TG. PUNAK	105	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ			
	105	4	GW	-	-	75	20					
SELAT PANJANG	120	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ			
	120	4	GW	-	-	75	20					
DUMAI	SUNGAI -AIAM	80	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		80	4	GW	-	-	75	20				
KUALALUMPUR	BUKIT KANGKAR	140	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ ダイポール		
		140	4	MPP	56	0.3	75	23(20)				

5-4-48 図 マラッカ海峡北デツカチエーン連絡網図



チェーン名	マラッカデッカ	
空中線電力	100wの局	A
	200wの局	B

局名	相手局	局間距離 (km)	使用周波数帯 (MHz)	使用する 伝搬路	電波の 発射角 (度)	$h/\lambda$	$\lambda$ (m)	$h$ (m)	空中線 電力区分	空中線	記事
MORIB	U. RERMATANG	65	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			
	BATUTENGAH	85	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			
	SINABOI	75	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			
	KUALALUMPUR	50	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			
UJ. RERMATANG	MORIB	65	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			
	BATUTENGAH	145	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			
SINABOI	130	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		4	GW	-	-	75	20				
BATU-TENGAH	MORIB	85	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			
	U. RERMATANG	145	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			
SINABOI	105	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		4	GW	-	-	75	20				
SINABOI	MORIB	75	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			
	U. RERMATANG	130	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			
BATUTENGAH	105	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		4	GW	-	-	75	20				
DUMAI	70	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ		
		4	GW	-	-	75	20				
KUALALUMPUR	MORIB	50	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			
DUMAI	SINABOI	70	2	GW	-	-	150	20	A	垂直アンテナ	
			4	GW	-	-	75	20			



5-4-16表

## 時間帯による周波数帯の使用区分

距離=100km 春分又は秋分の日

黒点数R=25

1HOP F2  $\Delta=80$ 度

アンテナ:ダイポール

地方時帯	00~04	04~07	07~10	10~12	12~14	14~16	16~18	18~24
周波数帯 MHZ	4	4	(4) 7	7	7	7	7	4
吸収損 -dB	0	0~8	(8~29) 4~13	13~16	16~14	14~8	(18~35) 8~15	35~0
通路損 -dB	101	101	105	105	105	105	105	101
空中線利得 +dB	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2
システム損 -dB	93	93~101	101 ~110	110 ~113	113 ~111	111 ~105	105 ~98.5	965~93
雑音電力 -dB(w)	95~98	98~108	113~118	118	118~115	115~113	113~111	103~95
所要 S/N dB	20	20	20	20	20	20	20	20
必要受信電力 -dB(w)	75~78	78~88	93~98	98	98~95	95~93	93~81	83~75
必要送信電力 dB(w)	18~15	15~13	8~12	12~15	15~16	16~12	12~17.5	17.5~18
備考	システム損は、吸収損、通路損及び空中線利得を合計したものである。							

5-4-17表

時間帯による周波数帯の使用区分

距離=200km 春分又は秋分の日 黒点数R=25

1HOP F2  $\Delta=72$ 度 アンテナ:ダイポール

地方時間帯	00~04	04~07	07~10	10~12	12~14	14~16	16~18	18~24
周波数帯 MHZ	4	4	7	7	7	7	7	4
吸収損 -dB	0	0~9	4~13	13~17	17~15	15~9	9~2	4~0
通路損 -dB	102	102	106	106	106	106	106	102
空中線利得 +dB	8	8	8	8	8	8	8	8
システム損 -dB	94	94~103	102 ~111	111 ~115	115 ~113	113 ~107	107 ~100	98~94
雑音電力 -dB(w)	95~98	98~108	113 ~118	118	118 ~115	115 ~113	113 ~111	103 ~95
所要S/N dB	20	20	20	20	20	20	20	20
必要受信電力 -dB(w)	75~78	78~88	93~98	98	98~95	95~93	93~91	83~75
必要送信電力 dB(w)	19~16	16~15	9~13	13~17	17~18	18~14	14~9	15~19
備考								

時間帯による周波数帯の使用区分

距離=300km 春分又は秋分の日 黒点数R=25

1HOP F2  $\Delta=63$ 度 アンテナ:ダイポール

地方時帯	00~04	04~07	07~10	10~12	12~14	14~16	16~18	18~24
周波数帯 MHZ	4	4	7	7	7	7	7	4
吸収損 -dB	0	0~9	4~13	13~17	17~15	15~9	9~2	4~0
通路損 -dB	102	102	107	107	107	107	107	102
空中線利得 +dB	8	8	8	8	8	8	8	8
システム損 -dB	94	94~103	113 ~118	118	118 ~115	115 ~113	113 ~111	103~95
雑音電力 -dB(w)	95 ~98	98 ~108	113 ~118	118	118 ~115	115 ~113	113 ~111	103 ~95
所要S/N dB	20	20	20	20	20	20	20	20
必要受信電力 -dB(w)	75 ~78	78 ~88	93 ~98	98	98 ~95	95 ~93	93 ~91	83 ~75
必要送信電力 dB(w)	19~16	16~15	10~14	14~18	18~19	19~15	15~10	15~19
備考								

時間帯による周波数帯の使用区分

距離=500km 春分又は秋分の日 黒点数R=25

1HOP F2 Δ=50度 アンテナ:ダイポール

地方時帯	00~04	04~07	07~10	10~12	12~14	14~16	16~18	18~24
周波数帯 MHZ	4	4	7	9	9	9	9	7
吸収損 -dB	0	0~6	3~15	9~12	12~11	11~6	6~2	3~0
通路損 -dB	103	103	108	110	110	110	110	108
空中線利得 +dB	8	8	8	8	8	8	8	8
システム損 -dB	95	95 ~101	103 ~115	110 ~114	114 ~113	113 ~108	108 ~104	103 ~100
雑音電力 -dB(w)	95 ~98	98 ~108	113 ~118	121	121 ~118	118 ~116	116 ~115	111 ~106
所要 S/N dB	20	20	20	20	20	20	20	20
必要受信電力 -dB(w)	75 ~78	78 ~88	93 ~98	101	101 ~98	98 ~96	96 ~95	91 ~86
必要送信電力 dB(w)	20~17	17~13	10~17	10~13	13~15	15~12	12~9	12~14
備考								

時間帯による周波数帯の使用区分

距離=700km 春分又は秋分の日 黒点数R=25

1HOP F2  $\Delta=40$ 度 アンテナ:ダイポール

地方時帯	00~04	04~07	07~10	10~12	12~14	14~16	16~18	18~24
周波数帯 MHZ	4	4	7	9	9	9	9	7
吸収損 -dB	0	0~7	3~17	10~13	13~12	12~7	7~2	3~0
通路損 -dB	105	105	109	111	111	111	111	109
空中線利得 +dB	8	8	8	8	8	8	8	8
システム損 -dB	97	97 ~104	104 ~118	113 ~116	116 ~115	115 ~110	110 ~105	104 ~101
雑音電力 -dB(w)	95 ~98	98 ~108	113 ~118	121	121 ~118	118 ~116	116 ~115	111 ~106
所要 S/N dB	20	20	20	20	20	20	20	20
必要受信電力 -dB(w)	75 ~78	78 ~88	93 ~98	101	101 ~98	98 ~96	96 ~95	91 ~86
必要送信電力 dB(w)	22~19	17~16	11~20	12~15	15~17	17~14	14~10	13~15
備考								

#### 5-4-4 デッカ送信装置の雷害防護装置

##### (1) 落雷保護装置の概要

デッカ送信装置の空中線コイルは、コイルの能率を高めるため木枠上にリッツ線をハネカム巻したA、B、C、D及びEの計5個のコイルで構成されている。通常、無線局の送信系の避雷装置としては、空中線の基部に送信装置と並列のアレスタを設けている。

デッカ送信装置の場合、上記のような構造であるのでコイルの熱的及び機械的耐力が小さく、アレスタのみでは落雷に対しコイルの保護が困難であって、落雷の規模の程度によりコイルの焼損、あるいは機械的損傷等が生じる。

5-4-4-9 図に示す落雷保護装置は日本のデッカ局用として開発し実用中のもので、落雷の保護の面で極めて有効である。

この落雷保護装置の原理は5-4-50 図の点線で示される雷撃電流に対し、コイルと空中線の間に入れたヒューズの $I^2t$ 特性を選ぶことにより5-4-34 図に示すような初期の段階(コイルの熱的及び機械的な衝撃に耐えられる限界値以前)で熔断させ、回路を遮断して以後の全雷電流をアレスタを経由大地に流し、コイルを保護するものである。

##### (2) 落雷保護装置におけるヒューズの選定

この保護回路におけるヒューズの選定は非常に重要な意味をもっている。

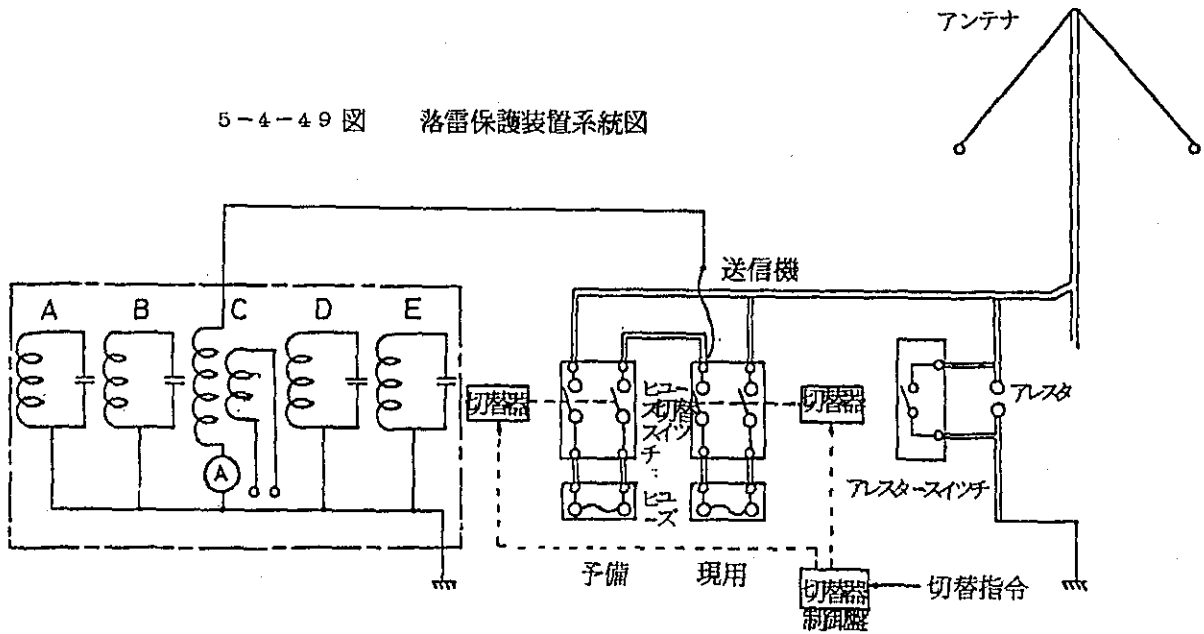
即ち、

1. ヒューズは雷撃電流に対し $t = 10 \mu s$  程度で熔断する熔断特性のものを選定すること。
2. 雷撃電流の通過による熱エネルギーにより爆発を起さない。
3. 熔断時、回路が完全に遮断されるよう遮断容量が大きいこと。

を満足するヒューズとして下記の規格のものが使用されている。

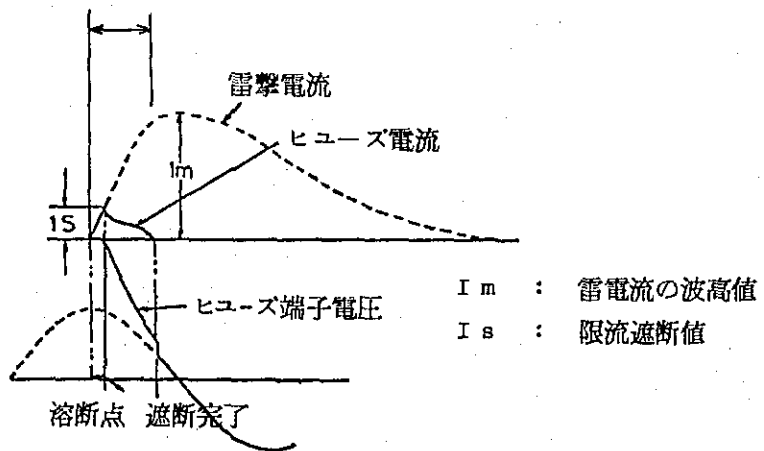
- |         |                 |
|---------|-----------------|
| 1. 種類   | 全領域しゃ断広域ヒューズ    |
| 2. 定格電圧 | 36KV            |
| 3. 定格電流 | 40A             |
| 4. 遮断容量 | 250MVA          |
| 5. 構造   | 5-4-51 図に図示のとおり |

5-4-49 図 落雷保護装置系統図

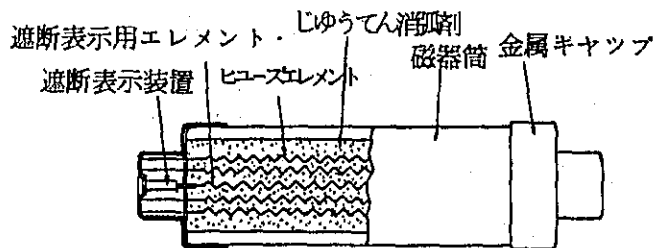


5-4-50 図 ヒューズ溶断のタイミング図

約 $100\sim 300\mu s$



5-4-51 図 ヒューズ構造図



## 5-5 デッカ無人方式

### 5-5-1 概要

デッカ送信チェーンは、主局附近に設置された中央モニタ局と中央モニタ局からのモニタデータにより各局をコントロールするコントロールセンターをチェーンに追加し、さらに無人化される各デッカ局に監視被制御の機能を増設する事により無人化することができる。中央モニタ局とコントロールセンターを一体化して主局とは、別の場所に設けて主局をも無人化にする場合と、コントロールセンターと主局とを一体化して有人とし中央モニタ局のみを分離して無人局とするコースとが考えられるが、主局の故障はチェーン全体の停止に係わるので、主局は有人運用する事が望ましい、このためコントロールセンターを主局に併設して、中央モニタ局のみを無人局とする方式が好ましく、日本における無人化デッカチェーンもこの方式を採用している。無人化された3従局に対しては定期的な巡回点検と保守が行われるが、この周期は、半月に1度で十分である。無人化システムを採用した場合運用及び保守に従事する技術者の削減と、これに伴う建設費、維持費の低減が可能になるが、反面有人局システムの場合に比べ故障時の対応に関し大きな問題がある。即ち人的措置が必要な事態が生じた場合の速応性がなく、サービスの低下が生じる危険性が大である。このため無人化システムを採用するに当っては有人局におけるよりも更に有能な技術者を配置すると共に、速達する交通手段の確保等、管理体制について十分な配慮が必要である。

### 5-5-2 システムの動作説明

無人化システムは5-5-1図に示す如く、遠隔モニタ局で受信された各局の発射する航法用の電波はUHFの無線回線を介してコントロールセンターへ伝送しコントロールセンターではこの信号により各局の送信電波の総合的な監視を行う。

また各従局の発射する符号化された8.2 f 信号を用いて各従局の機器の動作状況をコントロールセンターにおいて監視する。さらに必要に応じてコントロールセンターから主局の符号化された8.2 f 信号を介して各従局の制御を行う。主局の機器の監視制御についてもコントロールセンターとモニタサイトと結んでラインを介して同様に行う。

従局の監視、制御に使用する8.2 f チャンネルの時間帯は5-5-2図に示すとおりであって主局の零タイム信号(主局の8.2 f 送信保護帯)を基準として夫々次の時間が、割当てられる。主局からのレポート時間は、3.36~5.58秒(主局に対する指令の場合は信号の開始時間が、3.24秒)

赤局からのレポート時間は、8.4~10.92秒(赤局に対する指令の場合は信号開始時間が、8.28秒)

緑局からのレポート時間は、11.16~13.68秒(緑局に対する指令の場合は、信号開始時間が11.04秒)

紫局からのレポート時間は、13.92~16.44秒(紫局に対する指令の場合は、信号開



始時間が13.8秒)

通常各局は上記のレポートメッセージタイムに各局機器の動作状況をコントロールセンターに向けて送出しているが、コントロールセンターから各局の制御のための割込み信号が発せられた場合、これに対応した局はレポートメッセージの送出を中止し、指令信号受信状態に自動的に切替り、割込信号に引続いて送出されるコントロールセンターからの指令信号を受けて制御される。

また1指令メッセージのビット容量は、22ビットでその内最初の1ビットは割込信号である。

1レポートメッセージのビット容量は21ビットであり、1ビットの長さはいずれの場合も120msである。これらの伝送されるメッセージは、パリティチェック又は、2連送チェック及び特定ビットによるノイズの検出等により伝送信頼度の向上が図られている。

### 5-5-3 コントロールセンターの機能

#### (1) システムの総合的な監視

監視局からの受信信号のうちNP(ノーマルパターン)及びMP(マルチパルス)を監視卓に設けられたR(赤)、G(緑)、P(紫)のL.I.メータ及びデコメータに表示すると共に、モニタレコーダに連続的にアナログ記録し、正常値からの偏移を常時監視する。

また、この正常値からの偏移量が増大し、ある値以上になった場合には、警報を発する。さらに受信信号の振幅及び時間についても監視卓において常時監視している。

#### (2) 各局の機器の動作状況の監視

各局の機器の動作状態は、21ビットの信号によるレポートとしてコントロールセンターに伝送される。この21ビットの信号のうち、18ビットが18項目の監視情報の伝送に使用され、残る3ビットのうち1ビットがノイズチェックに、2ビットがパリティチェックに使用される。この18項目の監視情報は、コントロールセンターに設けられたリモート制御/表示器に表示される。このリモート制御/表示器は、4つのパネルで構成され、それぞれ4つの局に対応している。各局からのレポートメッセージの通常は次のとおりである。

- 1) 位相制御器 ㊦1 現用
- 2) 位相制御器 ㊦2 現用
- 3) 位相制御器 ㊦3 現用
- 4) ノーマルパターン表示 第1段階
- 5) マルチパルス表示 第1段階
- 6) 電源状態表示 第1段階
- 7) 主電源故障警報
- 8) 位相制御器警報 第1段階(1架ロックアウト)
- 9) ノーマルパターン警報 第2段階

- 10) 空中線電流低下警報
- 11) マルチパルス警報 第2段階
- 12) 電源装置警報 第2段階
- 13) 位相制御器警報 第2段階
- 14) 待機電源装置警報
- 15) リモート制御チャンネル A又はB 現用
- 16) 終段マルチパルス故障
- 17) A. T. A. M. 故障
- 18) 零信号喪失
- 19) コイル保護ヒューズ №1 現用
- 20) " " №2 "
- 21) " " №3 "
- 22) " " №4 "

4)および5)の第1段階警報はノーマルパターン電力増幅器、又はマルチパルスパターン電力増幅器の任意の1チャンネルが約30%を越えない出力損失があった場合、故障モジュールに対する異常警報を示すものである。9)、11)は約30%以上の出力損失があった場合の異常警報である。8)は位相制御器の1つが何かの原因で故障し自動選択によりロックアウトされた場合の警報である。この様な場合でも残りの2架に対して監視が続けられ、2つの架間の状態が一致しない場合には第2段階警報として13)が発せられる。16)は1つの位相制御器だけが残って動作している時、マルチパルス信号が、異常となった場合の警報で、若しこの時ノーマルパターンの信号も異常となれば完全に停波する。電源についても、緊急度に応じて第一段階、第二段階警報が、表示される。次にコントロールセンターから遠隔制御を行うチャンネルは、A、B 2つあり、指令は予め決められたスケジュールに従ってA、B交互に切換えて送られる。従って何れのチャンネルが使われているかを表示するため、15)の表示がある。間歇的な故障のため、もし2つのチャンネルの中の1つのチャンネルだけで送信される時は、遠隔制御システム自体の故障と判断することができる。更に全送信にわたってメッセージの喪失が起る場合は、18)の様に主局の8.2 f 伝送保護時間の信号終期が受信されない様な場合に起ることがある。落雷時における空中線コイルの損傷を防ぐため空中線回路には保護用ヒューズが設けられており、19)～22)はこのヒューズの現用状態を表示するものである。

### (3) 各局の機器の制御と機能の維持

コントロールセンターでは、前記のシステムの総合的な監視及び各局の機器の動作状況の監視データに基きチェーン全体の機能を正常に維持するために必要な制御を行う。この制御を行うため21ビットのメッセージがコントロールセンターから主従局に向け

て発せられる。この21ビットの信号の内訳は、20ビットは、10項目の信号の伝送に使用され残る1ビットは雑音チェックに使用される。通常の制御項目は次の8項目である。なお更に2項目の追加が可能である。

- 1) 位相制御器現用変更
- 2) システム復帰
- 3) リセットノッチ(例えばマルチパルス伝送の位相)
- 4) ロックアウトシステムの抑圧
- 5) マルチパルス信号停止
- 6) 全信号停止
- 7) 発動機始動
- 8) 半電力送信始動
- 9) コイル保護ヒューズ現用切替

1)によりオペレーターはモニター受信機出力を監視しながら任意の位相制御器を現用として選択し切替することができる。2)のシステムの復帰は、全ての動作を初期状態に戻す操作であって、もし5)、6)の様に送信機が断になっていれば、これを復帰し、ロックアウトシステムを開放し、待機の位相制御器は現用の位相制御器に同期し、復帰される。3)は若し、マルチパルスパターンに位相の誤まりがあれば、ノッチ制御によって現用の位相制御器は再調整される。4)は、電力増幅器等に異常が生じて実際には位相制御器が悪くなくても、待機の位相制御器が、ロックアウトされてしまう様な場合があるので、ロックアウトシステムの抑圧を行い位相制御器の警報を元に戻すためのものである。7)は発動機電機の起動のバックアップ用指令である。8)は、必要に応じて無人局保守技術者を呼び出す場合のもので、ノーマルパターンの送信電力を周期的に $\frac{1}{2}$ に変化させて、それに応じて警報信号を発する保守技術者のもつ特別の受信機により緊急呼び出しを行うための指令信号である。9)は、現用のコイル保護ヒューズが切れた場合、予備に切替えるための切替用の指令である。

#### (4) 故障解析のためのデータ収集

機器の障害を早期に復旧するためには、障害の個所及びその状況を適確に把握することが重要である。このためには障害に至るまでの各機器の状態と、発生した現象に関するデータが必要である。有人局の場合には、運用者が日常機器の動作状態を確認しており、障害が発生した場合、比較的容易に障害個所を特定できるが、無人局にあつてはこれに代る特別な機能を持たせることが必要である。この機能とは、コントロールセンター及び無人局において必要なデータを連続的に記録し、両者の記録結果を比較検討して行なう故障解析の機能である。コントロールセンターでは、監視局で受信した各局のNP及びMPの信号を記録し、また8.2f信号を介して送られてくる各従局の機器の動作状況及び

有線で伝送されてくる主局の機器の動作状況を、通常は周期的に、障害又は動作の変化の発生時には、その都度記録する。各無人局では、コントロールセンターに伝送するデータの他に、各機器の動作状態について更に細部にわたって連続的に記録している。これらの記録したデータを相互に比較、解析し障害箇所を特定することにより障害の早期復旧を図ることが出来る。

#### 5-5-4 無人化に伴って必要な機器

無人化されたデッカチェーンでは通常のデッカチェーンの機器のほかに更に次の各機器が必要である。

5-5-1表

		主 局	従 局 (1局当り)	コントロール センター	備 考
端 局 装 置		1	0	1	
データ記録器		1	1	1	
インターフェース盤	送りレジスタ	1	1	1	レジスタ架
	受けレジスタ	1	1	1	
	タ イ マ	1	1	1	
	インターフェース	1	1	1	
監視/制御卓				1	モニタ受信表示器及び制御盤を内蔵。

これ等の機器を含む各局の機器の全構成は、5-5-3図のとおりであり、コントロールセンターの機器の構成は5-5-4図のとおりとなる。

#### 5-5-5 デッカ無人局の機器

##### (1) 構 成

デッカ無人化システムでは主局に併設したコントロールセンターにおいて、チェーン全体の総合的な監視及び各局の機器の動作状態の監視を行い、必要に応じて各局の機器の制御を行う。このため5-5-4項に述べた各機器が必要となり無人局の機器の構成の詳細は5-5-2表のとおりとなる。なお比較のため有人局の機器の構成を併記した。これ等の機器の機能等は次のとおりである。

5-5-2表 無人化局/有人局装置比較

機器名	無人局				有人局			備考
	主局	従局 (1局当り)	コントロールセンター	遠隔監視局	主局	従局 (1局当り)	遠隔監視局	
位相制御器	3	3			3	3		
受信空中線		4				4		位相制御器又はモニタ用垂直型又はホイップ空中線
監視、切換装置	2	2			2	2		無人局においては監視、制御信号のためのインターフェースが必要
送信装置	5	5			5	5		5f、6f、8f、8.2f、9f
予備筐	1	1			1	1		PA、EXの予備ユニットを収納するほか擬似負荷をもつ
コイル装置	1	1			1	1		空中線に対する多重給電を行う
ATAM装置	1	1			1	1		5周波
監視受信装置				1			1	
UHF送信 /受信装置			1	1	1		1	
ターミナル装置					1			
運用卓					1			
監視/制御卓			1					
送り/受け レジスタ			1					
データ記録器 (コントロールセンター用)			1		1			モニタ記録器、警報装置を含む。無人局の場合は有人局に比べデータ記録器1台余分に必要
データ記録器 (送信局用)	1	1						

(2) 監視、切換装置

この装置は有人システムの場合と同様に位相制御器の動作状態を監視し、現用架に故障を生じた場合、最良の架を選択し、自動的に切換える装置である。無人化システムの場合は、これ等の機能に加えて位相制御器の動作状態をコントロールセンターに対して送出し、またコントロールセンターからの指令に応じて架を選択して切換える機能をもつ。装置の外観は5-4-12図及び5-4-13図に示された有人システムの場合と同様で、同図に示されたインターフェース盤内にコントロールセンターとの間の信号を送受信するための端局(8.2f符号化/復号化)が収容されている。

1) 機能

- a) 位相制御器の動作及び同器自体の異常の検出
- b) 位相制御器の自動切換
- c) 異常状態の表示
- d) 局の運用状態監視

- e) コントロールセンターの監視／制御卓に対するレポートの送り及び同卓からの指令の受け

2) 構 成

5-5-3表 監視、切換装置の構成

架 名	盤 名	数 量		備 考
		主 局	従 局 (1局当り)	
切換架	表 示 盤	1	1	
	切 換 盤	1	1	
	自動選択盤(1)	1	1	} 位相制御器用
	自動選択盤(2)	3	3	
	周 波 計 盤	1	1	
	インターフェイス盤(1)	1	1	8.2 f 符号化／復号化のための送り／受けレジスタ、タイマ等を含む。
	電 源 盤	1	1	
監視架	表示及び制御盤	1	—	
	監 視 盤	1	1	(主局) 0.2 f 及び 6 f の比較盤、発振器 4、MK-10 識別盤 (従局) 監視受信機、MK-10 識別盤
	監視用受信機	—	1	
	空中線電流計盤	1	1	
	インターフェイス盤(2)	1	1	
	電 源 盤	1	1	

(3) データ記録器(各送信局用)

この装置は送信局の各機器の動作状態を自動的に記録するものである。

その外観は5-5-5図の通りである。

1) 機 能

- a) 送信空中線の電流値をアナログ記録器に記録
- b) コントロールセンターとの間のレポート及び指令をデジタル記録器に記録
- c) 局装置の正常、異常状態をデジタル記録器に記録

2) 構 成

5-5-4 表 データ記録器の構成

盤名	数量	備考
空中線電流記録器	1	
デジタルプリンタ	1	局装置の状態記録用
タイマ盤	1	デジタルプリンタ制御用
電源盤	1	

## (4) 信号接続装置

この装置はコントロールセンターと主局が離れて設置された場合に必要な装置であつて、有線伝送系における信号、S/N比の低下を少なくするためのインピーダンス変換装置である。

## (5) 監視/制御卓

この装置はコントロールセンターに設置されモニタ局のモニタ受信機で受信した信号を受けて、位相比較等を行い、表示すると共に、各局の機器を遠隔制御するための操作器を有するコンソールであつて、チェーン全体の状態の監視とその機能の維持を行うためのものである。なおその外観は5-5-6図に示すとおりである。

## 1) 機能

- a) 位相制御器の動作状態の表示
- b) 異常の表示
- c) NP, MP及びAGCレベルの指示
- d) 位相制御器の切換及びレポート及び指令の送受信

## 2) 構成

5-5-5 表 監視/制御卓の構成

盤名	数量	備考
表示盤 (1)	1	
表示盤 (2)	1	
データ受信盤	1	D/A変換器を含む
主局制御盤	1	
赤局制御盤	1	
緑局制御盤	1	
紫局制御盤	1	
タイマ	1	デジタルプリンタ(1)(ゾーン及びL Iの記録)
インターフェイス盤(1)	1	
インターフェイス盤(2)	1	
電源盤(1)	1	
電源盤(2)	1	

(6) レジスタ架

本架はコントロールセンターと各局間の遠隔監視制御信号の受授を行うためのものであって、送り/受けレジスタ及びそれ等を制御するタイマからなる。外観は5-5-7図に示すとおりである。

1) 機能

- a) 各局からのレポート信号の復号
- b) 指令信号の符号化

2) 構成

5-5-6表 レジスタ架の構成

盤名	数量	備考
レジスタAチャンネル盤	1	各送信局用
レジスタBチャンネル盤	1	各送信局用
タイマ盤(1)	1	Aチャンネルレジスタ用
タイマ盤(2)	1	Bチャンネルレジスタ用
電源盤	1	

(7) データ記録器(コントロールセンター用)

この装置はチェーンに関する各種データを記録すると共にチェーンの異常時に警報を発するものであってその外観は5-5-8図に示すとおりである。

1) 機能

- a) NPの値をアナログ記録器に記録
- b) MP(ゾーン及びL. I.)の値をデジタル記録器に記録
- c) NP及びMPの値が予め定められた一定値以上ずれた場合の警報
- d) 指令及び、レポートをデジタル記録器に記録

2) 構成

5-5-7表 データ記録器(コントロールセンター用)の構成

盤名	数量	備考
警報盤	1	
ノーマルパターン記録器	1	
デジタルプリンタ(1)	1	L. I.及びゾーン記録
デジタルプリンタ(2)	1	レポート及び指令の記録
タイマ盤	1	デジタルプリンタ用
電源盤	1	



5-5-6 デッカ無人局の電源装置

無人デッカ局の電源装置は有人局に比べ、従局の発動発電機の容量に変更があるのみで、その他の装置は発動発電機制御盤を含めて、有人局の場合に同一である。即ち無人化による局舎の電力消費減により電力容量は50KVAで十分である。5-5-8表は無人局と有人局間の比較を示す。なお5-5-9A図及びB図は50KVA発動発電機の外形図を示す。

5-5-8表

	無人局		有人局		備考
	容量	台数	容量	台数	
発動発電機	50KVA	3	125KVA	3	従局 (1局当り)

5-5-7 デッカ無人局の建築物

無人化に伴い、デッカ局の建築物は従局のみ、変更がある。即ち送信局舎について無人化に伴う面積減及び宿舍の所要減がある。5-5-9表は無人局と有人局間の、送信局舎の比較を示す。なお無人局の送信局舎の設計図は、別添の図面集の中に収容してある。

5-5-9表 無人局と有人局の送信局舎比較

	面積 (m <sup>2</sup> )		備考
	無人局(従局のみ)	有人局	
送信局舎	202	386	有人局の場合電源舎を含む
主要部分内訳	電源室	90	96
	送信機室	40	54
	蓄電池室	11	8
	倉庫	18	18
	居住区、その他	43	210

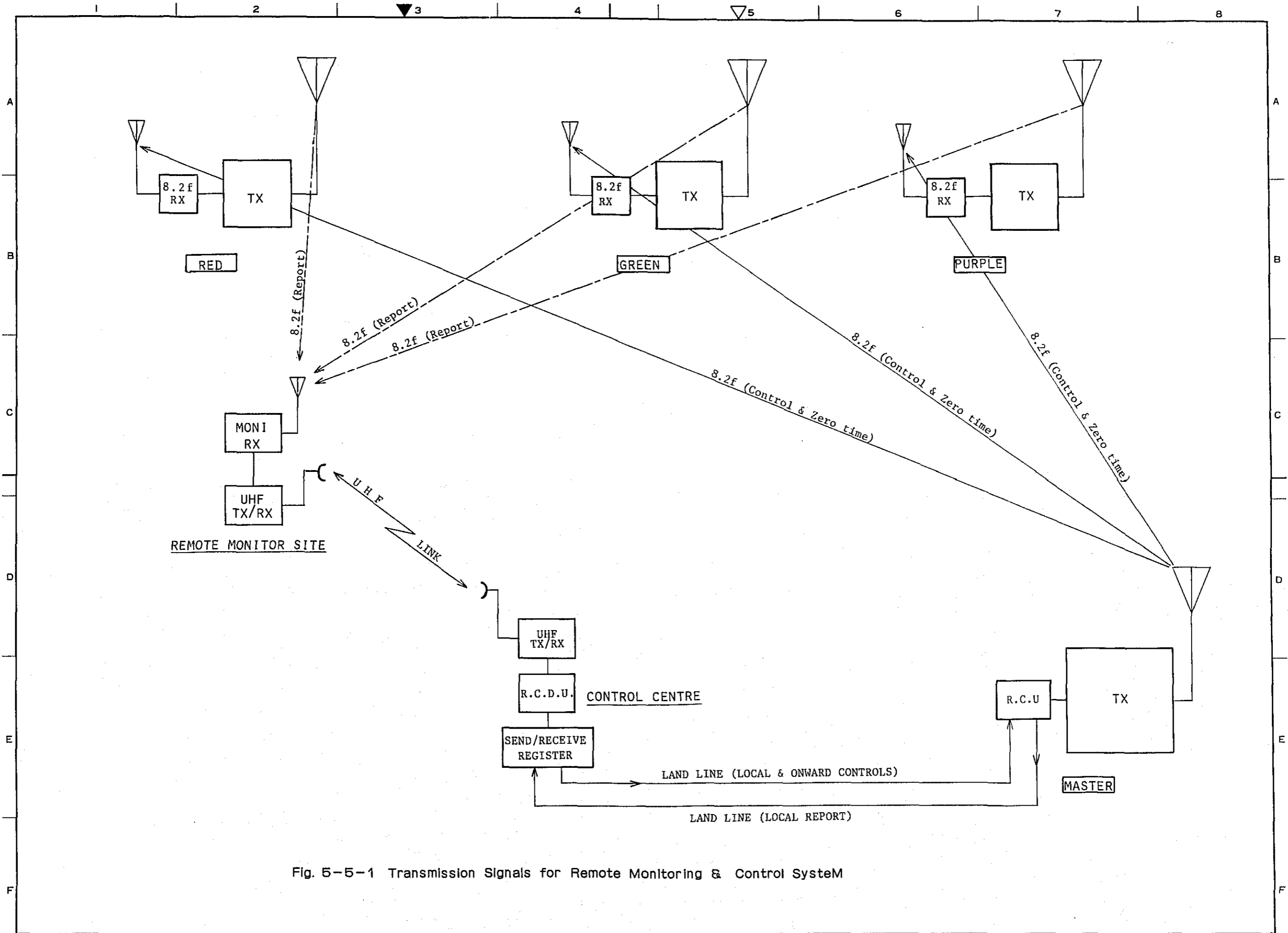


Fig. 5-5-1 Transmission Signals for Remote Monitoring & Control System

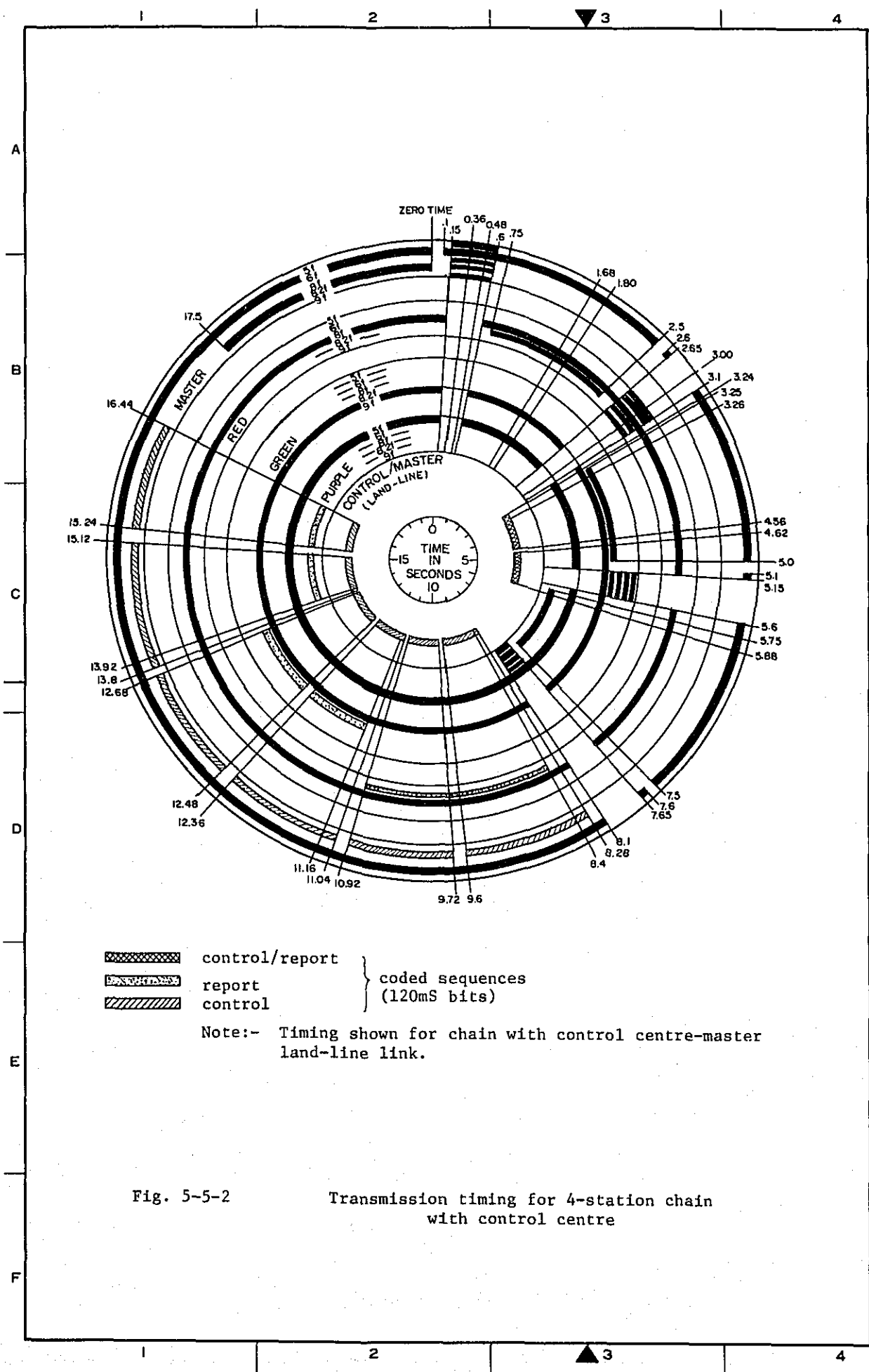
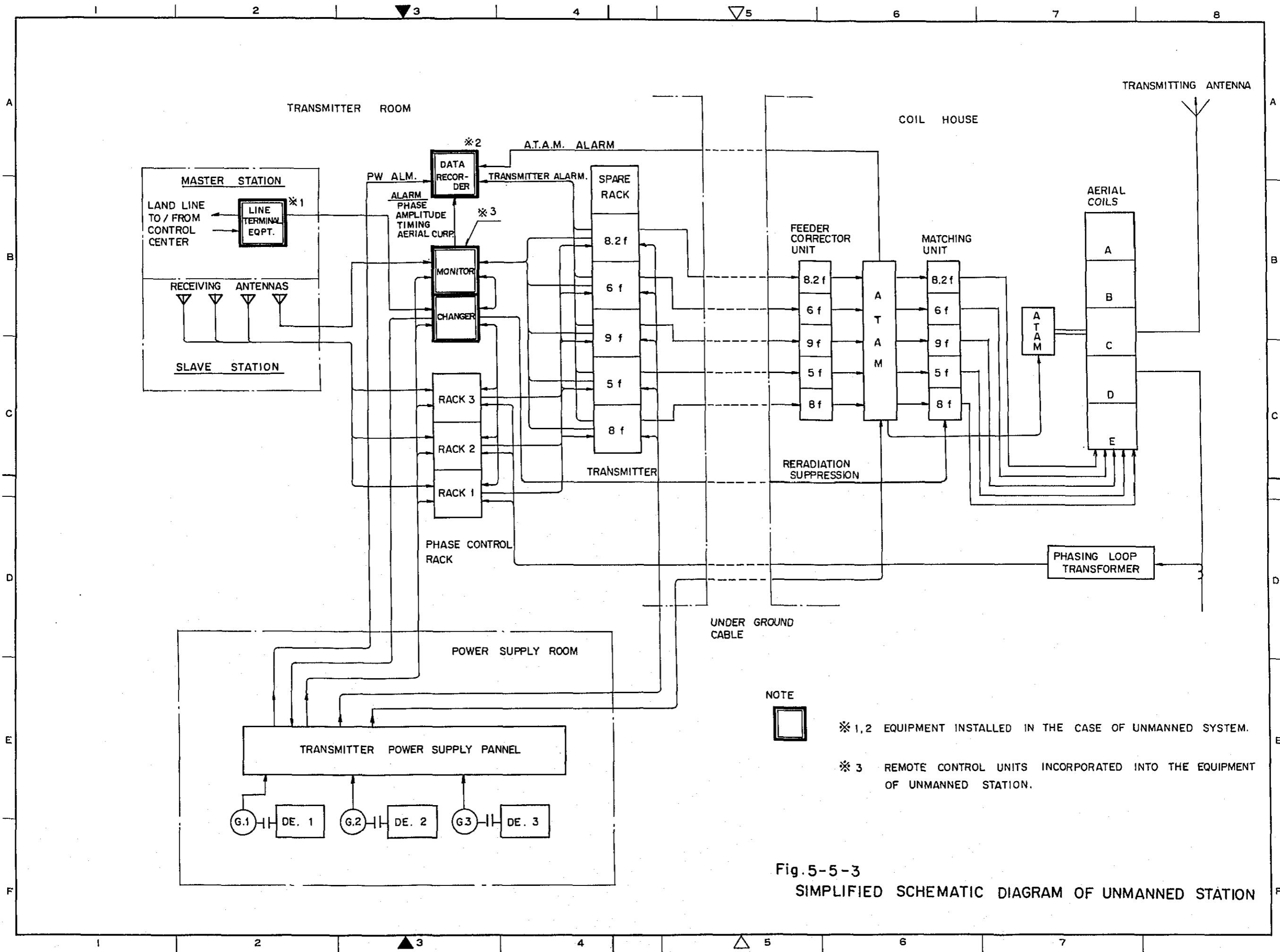


Fig. 5-5-2

Transmission timing for 4-station chain with control centre



NOTE

☒ \*1,2 EQUIPMENT INSTALLED IN THE CASE OF UNMANNED SYSTEM.

\*3 REMOTE CONTROL UNITS INCORPORATED INTO THE EQUIPMENT OF UNMANNED STATION.

Fig.5-5-3  
SIMPLIFIED SCHEMATIC DIAGRAM OF UNMANNED STATION

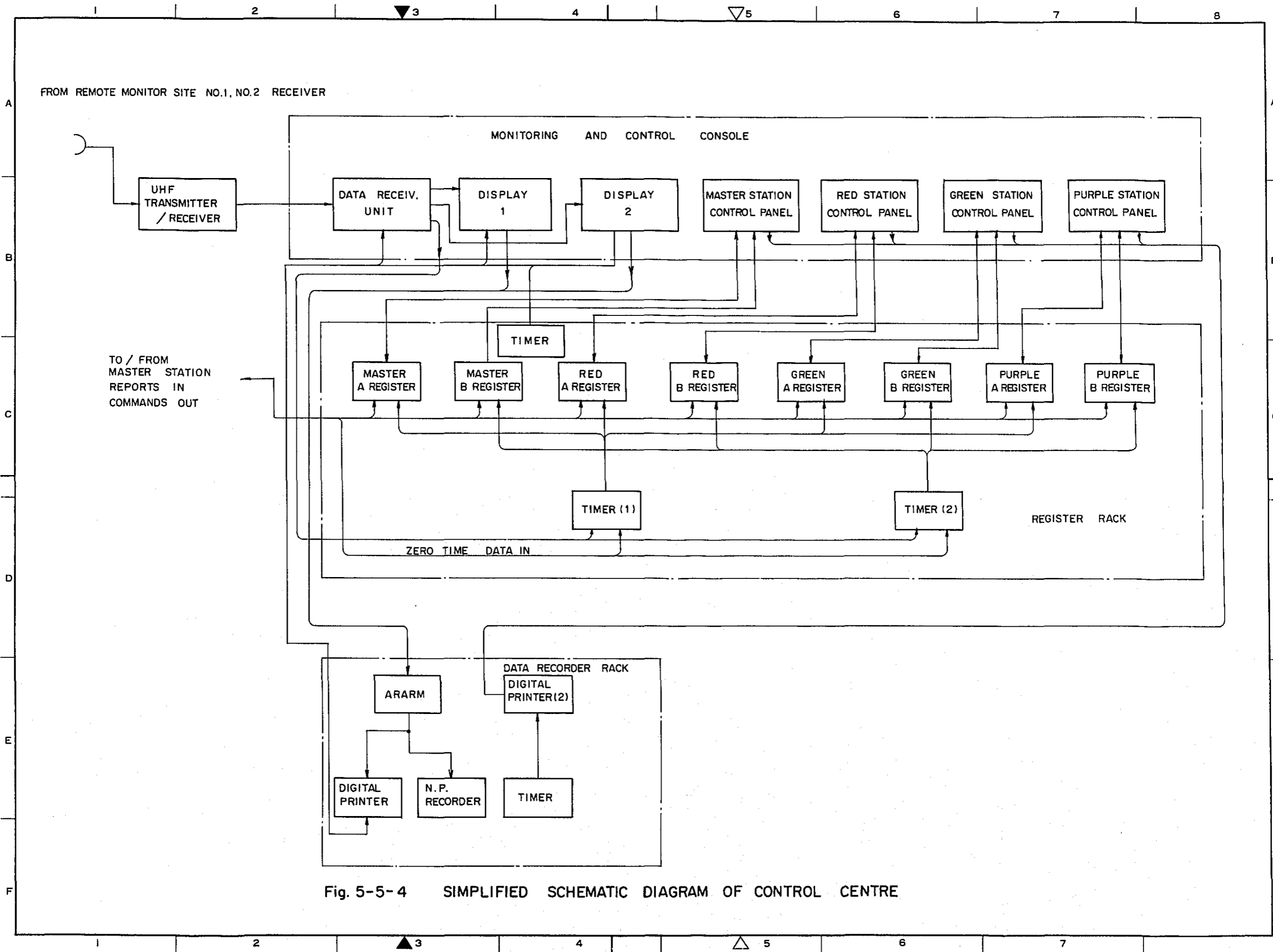


Fig. 5-5-4 SIMPLIFIED SCHEMATIC DIAGRAM OF CONTROL CENTRE

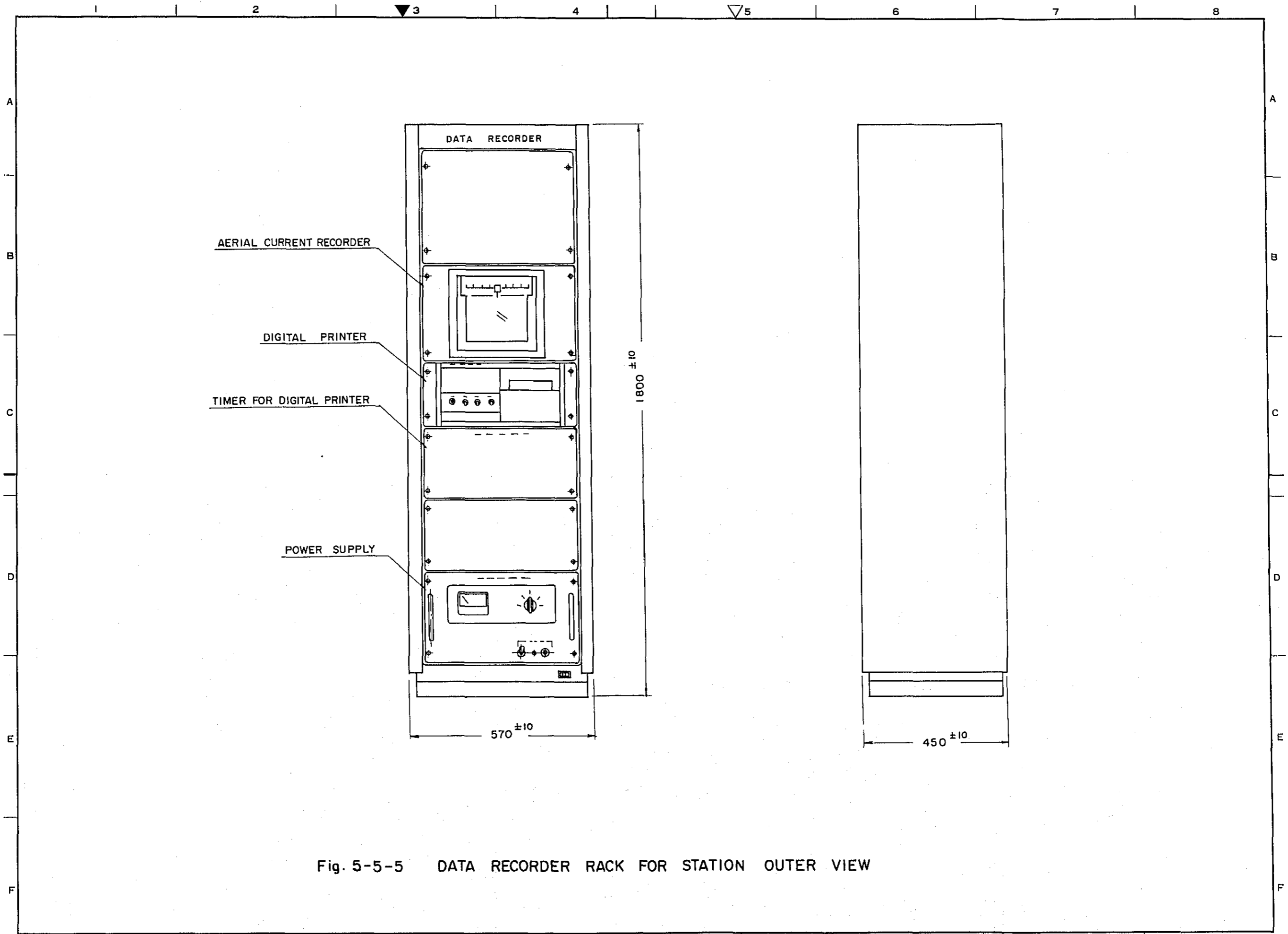


Fig. 5-5-5 DATA RECORDER RACK FOR STATION OUTER VIEW

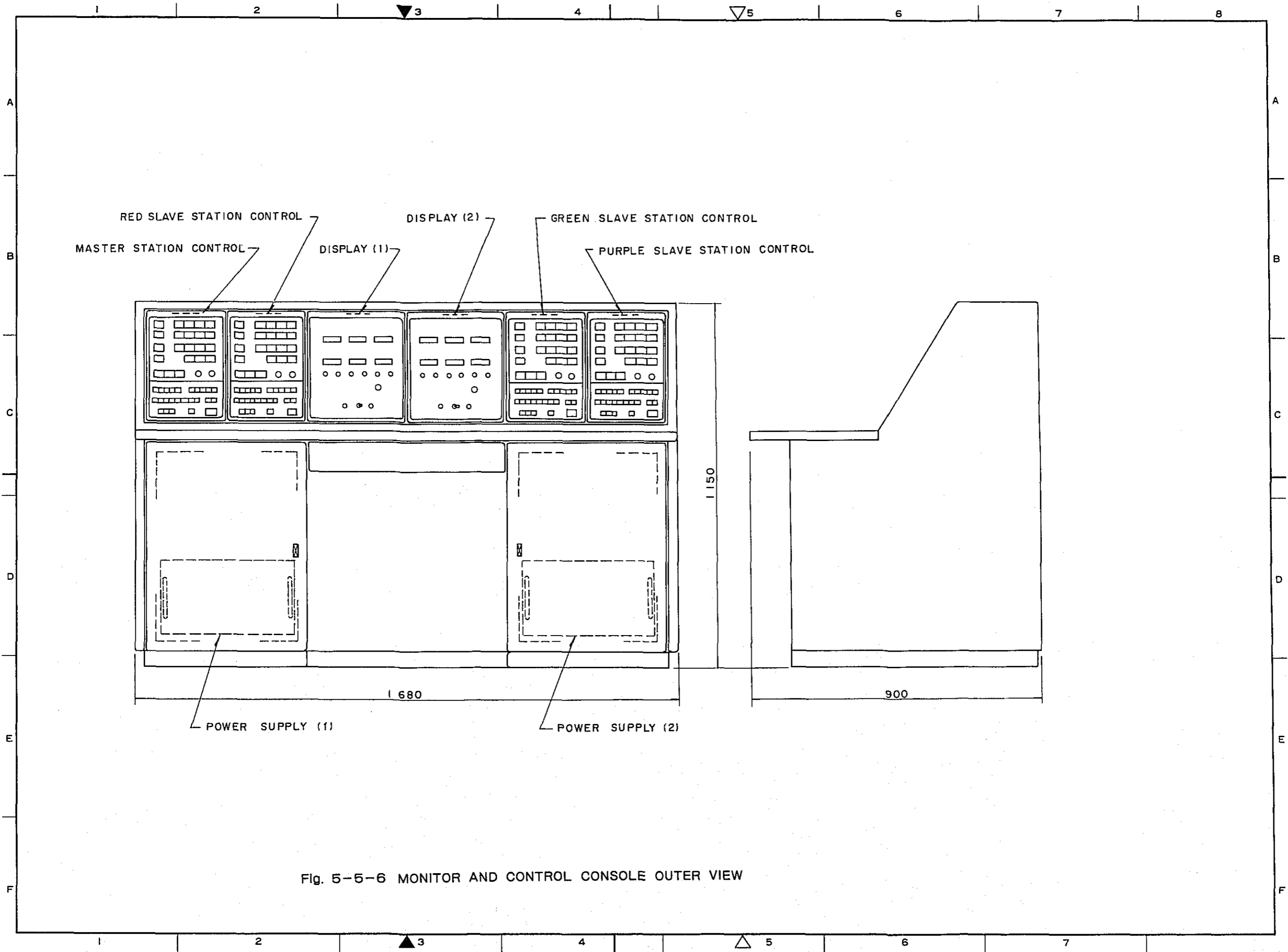


Fig. 5-5-6 MONITOR AND CONTROL CONSOLE OUTER VIEW

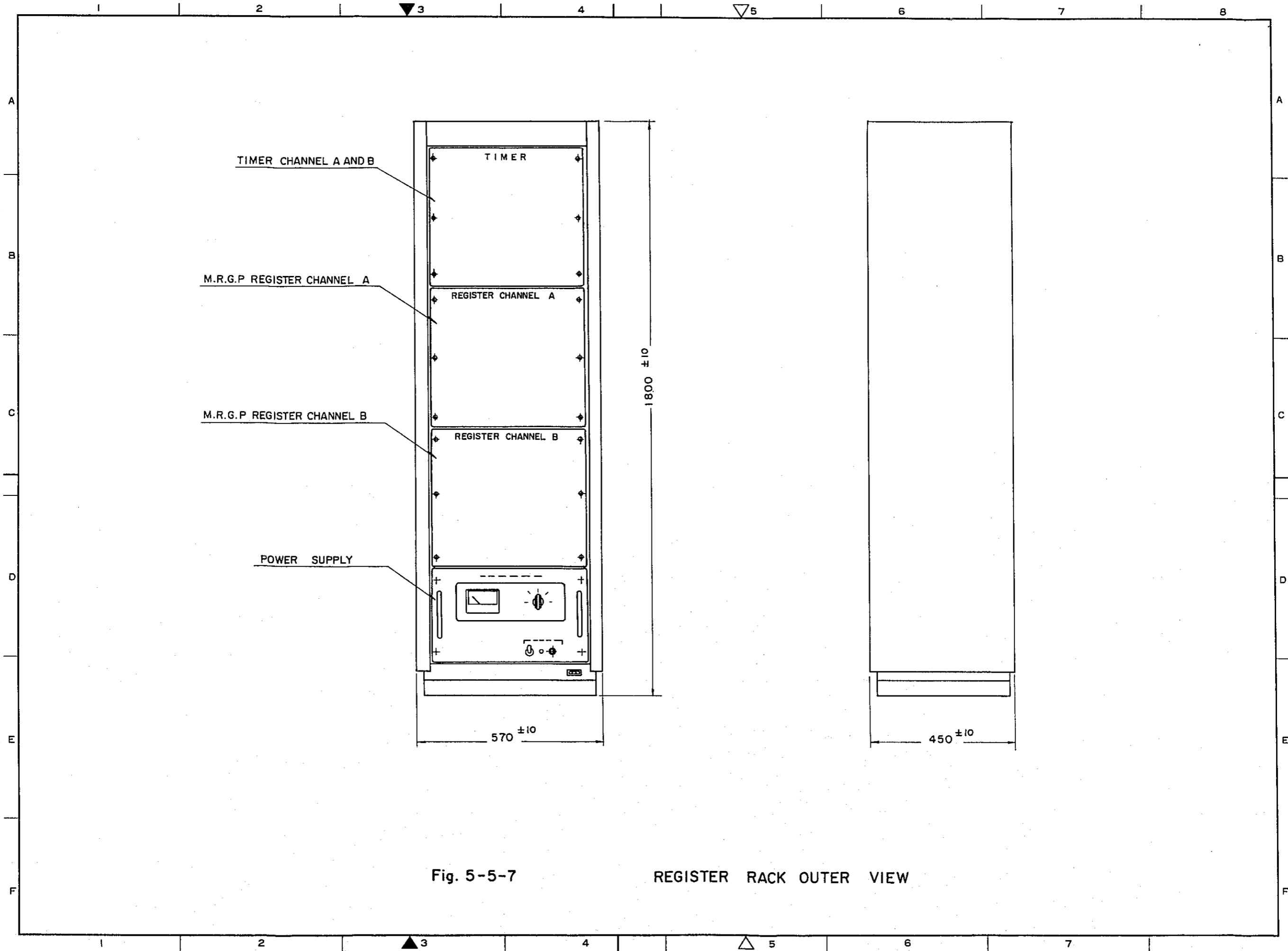


Fig. 5-5-7

REGISTER RACK OUTER VIEW



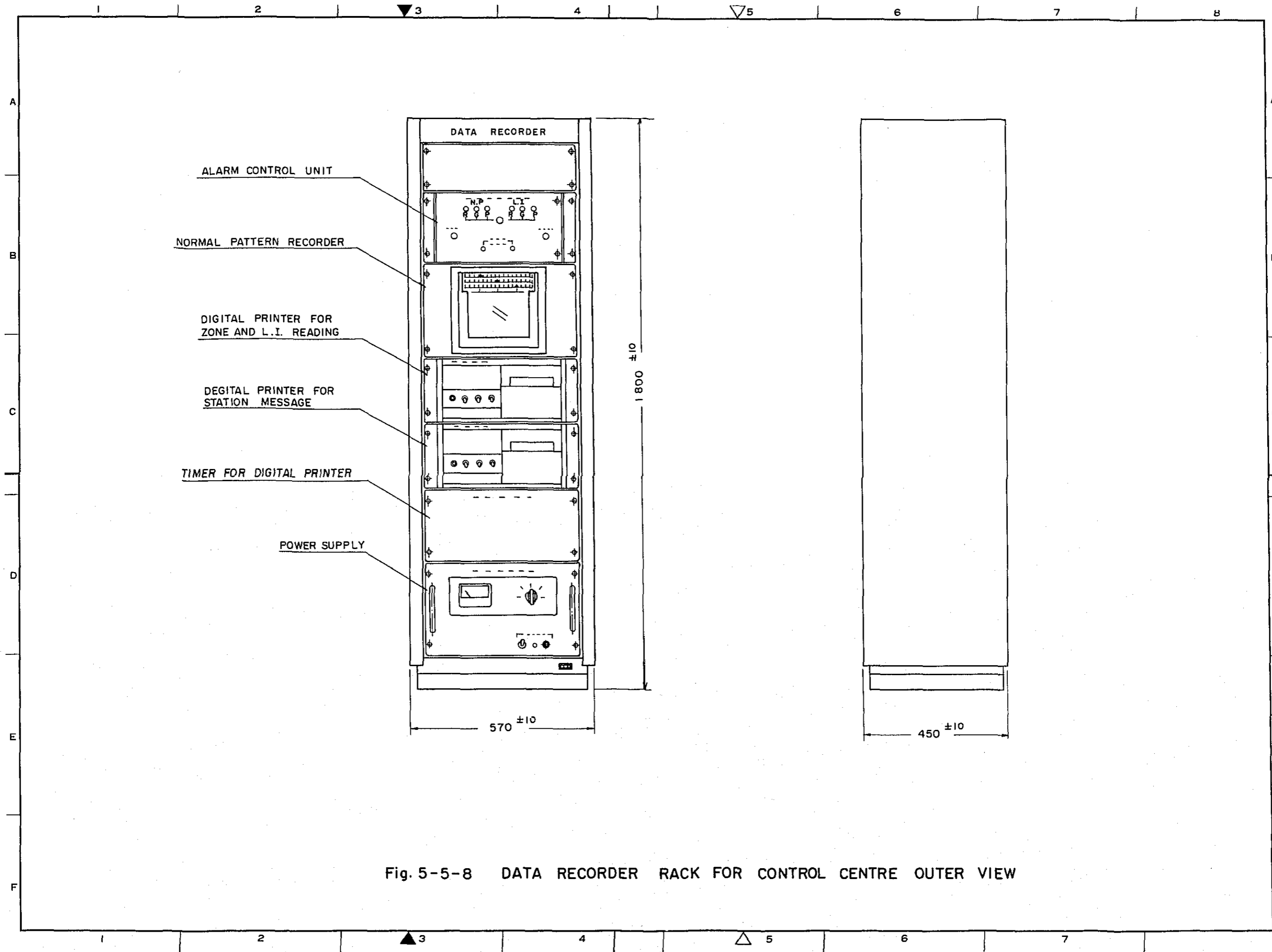
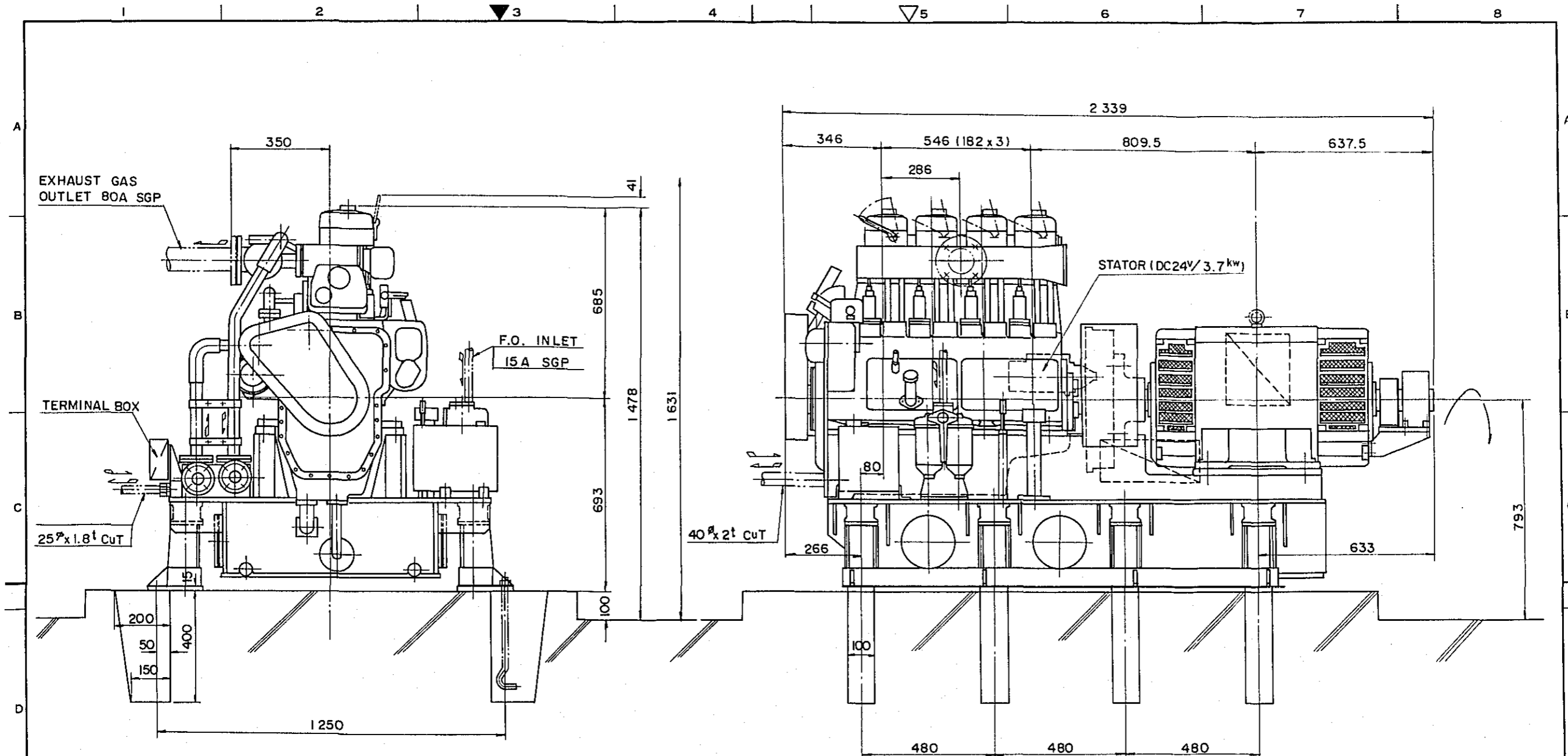


Fig. 5-5-8 DATA RECORDER RACK FOR CONTROL CENTRE OUTER VIEW



DIESEL ENGINE		A.C. GENERATOR	
TYPE	4 - CYCLES	TYPE	SYNCRONUS
NO. OF CYL	4	PHASE	3 $\phi$
BORE	130 m/m	VOLTAGE	200 V
STROKE	140 m/m	CURRENT	144 A
REVOLUTION	1 500 r.p.m.	REVOLUTION	1 500 r.p.m.
B. H. P.	72 P.S.	OUT PUT	50 KVA
B. M. E. P.		POWER FACTOR	85 %
MAX. PRESS		CYCLE	50 Hz
PISTON SPEED		NO. OF POLE	4
STARTING	MOTOR	EXCITING	
COOLING	WATER	RATING	CONTINUITY
WEIGHT	850 kg	WEIGHT	470 kg

Fig. 5-5-9A  
 OUTER VIEW OF ENGINE-GENERATOR FOR  
 UNMANNED DECCA STATION

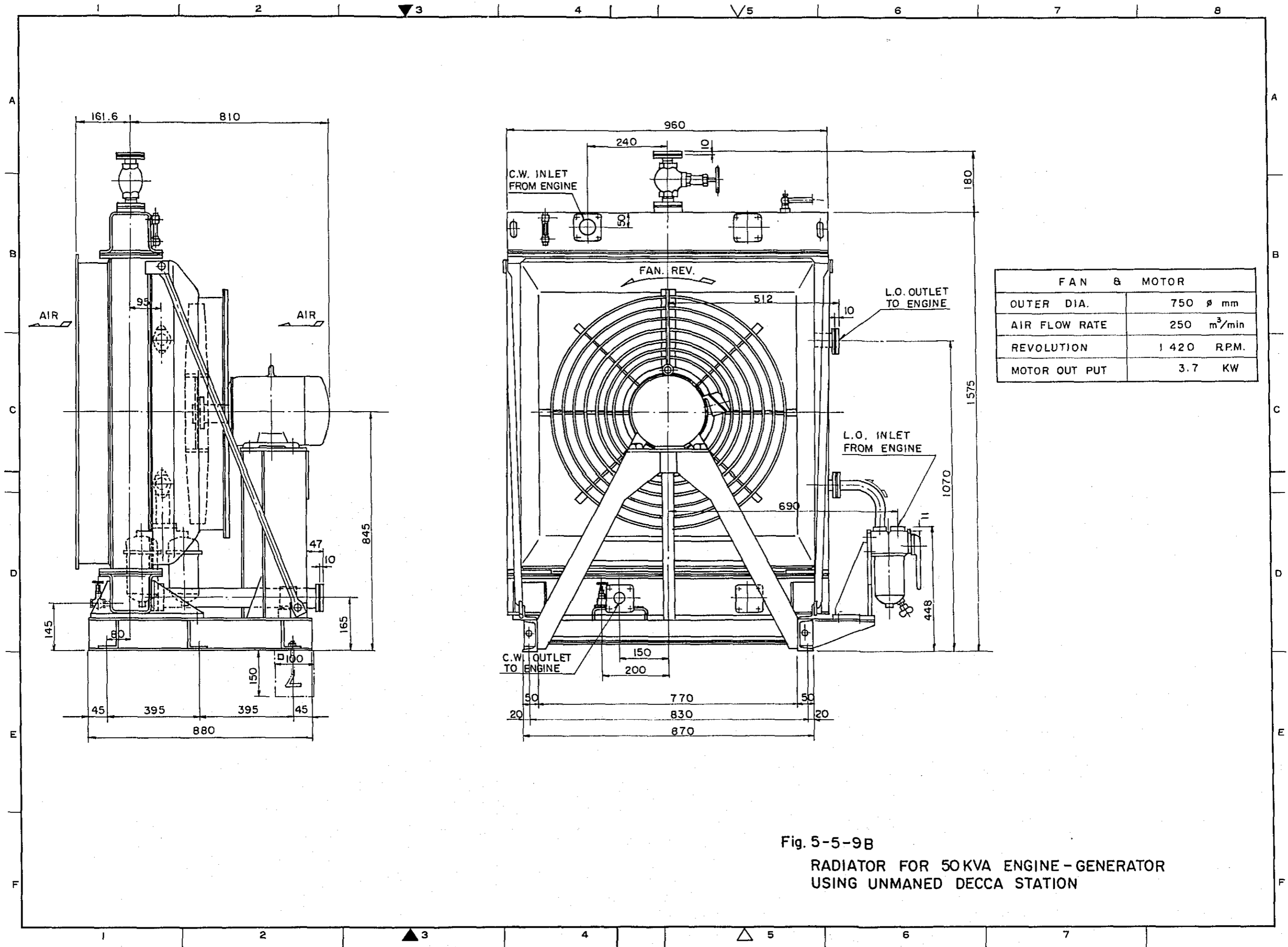


Fig. 5-5-9B

RADIATOR FOR 50KVA ENGINE-GENERATOR  
 USING UNMANNED DECCA STATION

## 5-6 建設スケジュール

### 5-6-1 概要

5-1表で示された配置計画に基づきデッカチェーンを順次建設するものとして、1チェーンの標準建設スケジュールを5-6-2で、また全体スケジュールを5-6-3に示す。

### 5-6-2 デッカチェーンの建設スケジュール

5-6-1表はデッカチェーン（主局1、従局3及び主局に付随するモニタ局で構成される）の標準建設スケジュールである。通常、チェーンは道路の建設に要する期間を3ヶ月間と仮定すると、2ヶ年間で工事を完了し3年目から運用を開始することができる。

なお、最初のチェーンの建設に先立ち実施設計、電波伝搬実験及び位置測量等を行うための期間が必要である。

以下工程表に掲げた事項の要点を述べる。

#### (1) 実施設計

デッカ局の建設に先立ち局舎、鉄塔等に関し工事の実施に必要な詳細設計及びこれに基づく契約準備が必要である。

これ等は各局共通のものとして設計がなされる。

#### (2) 敷地測量及び道路の設計

各局別に敷地及び道路（棧橋も含む）建設に必要な測量及び工事のための実施設計書の作成の作業を行う。

この期間は現地の環境により大きく相違するが、通常3ヶ月程度である。

また現地の地盤状況を勘案し必要な箇所の地盤調査も同様に実施する。

このあと約2ヶ月の契約準備期間をとり建設工事に着手する。

#### (3) 敷地及び道路の建設

さきに実施した調査結果から判断して各個所とも敷地の造成は、容易であると考えられる。しかし幹線道路又は、海上よりのアプローチの状況は個所により大きな相違がある。

即ち直ちに工事用車両が乗入れ可能な箇所から棧橋の建設を要する箇所までさまざまであって、その状況はサイト別現地調査結果で述べている。

標準建設スケジュールでは敷地及び道路の建設に要する期間を3ヶ月とした。しかしながらこれを超えると予想される箇所については先行着手が必要である。

#### (4) 局舎等の建設

局舎及びコイル舎の建設は道路の完成に引続いて実施し9ヶ月以内で完成させる計画である。スケジュールの18ヶ月目には、送信用機器の搬入、据付工事が始まるのでこれに間に合わせなければならない。コイル舎の建設は鉄塔の建方と時期的に競合しないように考慮する必要がある。なお油タンク、排水溝のように機器の据付に直接関係のないところの付属施設は21カ月末までに完成させればよい。

(5) 空中線系の建設

デッカ送信用空中線の建設工程については次の事項について留意する必要がある。

1) 鉄塔及び付属材料の製造

鉄塔材料は鉄塔本体、支線用綱索、碇子及び金具並びにアンカー金具よりなり、製造設計、材料手配、製作、検査等に合計8ヶ月を要する。

2) 基礎及び錨塊の建設

抗打作業を含め4ヶ月を要する。地盤状況の良好な個所では約20日間程度の期間短縮が可能である。

3) アースの布設

ラジアルアースは半径120メートルで120本の線を30cm深さで放射状に地中に布設する。ラジアルアースの布設に要する期間は、作業人員の多少、あるいは地質に左右されるが、通常3ヶ月間である。また鉄塔の建方と時期的に競合しないことが、必要である。

4) 鉄塔建方工事

鉄塔の建上及びそれに引続く傘型空中線及び籠型ワイヤー部の架設完成には4カ月の現場作業期間が必要である。

送信用鉄塔は他の受信空中線に比べて規模が、大きいので作業に従事する人員及び機材の効率的な使用を考えた場合1チェーン4局を2班編成で行うのが最良である。

(6) 機器の製造

電子機器の製造に要する期間は12ヶ月を必要とする、その内訳は設計に3ヶ月材料及び部品の手配に5ヶ月、組立に3ヶ月を要し、これに引続いて調整及び検査を行う。

電源機器は8ヶ月で製造を完了するがその中の電源機器1組分は、デッカ送信装置の製造工場における調整に際し必要とするのでこれに間に合せなければならない。

(7) 据付及び調整

据付及び調整は電源機器、デッカ送信装置連絡用通信装置を対象に全体で3ヶ月を見込む特に最後の1ヶ月間はシステムとしての総合調整であるので4局同時に行う。

(8) チャートの作成

チャートの作成はデッカ局の位置が確定しているものとして約1年間の期間を要する。

デッカ局の位置は、測地網が、良く整備された地域では、三角測量から求めることで十分であるが、測地網の整備が不十分な地域又は各局が測地系(DATUM)の異なる地域にまたがる場合は衛星を使用した測量が必要である。

5-6-3 チェーン別の建設スケジュール

5-6-2表は全チェーン別の建設スケジュールである。各チェーンは建設資金及び運用・保守技術者の人員数を考慮し重要度の高い海域から順次建設するものとする。

5-6-1表 テッカチェーン標準建設スケジュール

年度	0												1												2				3		備考															
	月												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20	21	22	23	24	1	2							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	1	2							
実施設計 空中線位置調査 電波伝搬調査 等																																														
敷地測量及び道路設計																																														
敷地及び道路の造成																																														
局舎等																																														
局舎																																														
構築																																														
付属施設																																														
鉄塔製造																																														
鉄塔建設																																														
基礎及锚塊																																														
建築																																														
方																																														
アース布設																																														
機器製造																																														
機器据付及調整																																														
訓練																																														
チャートの作成																																														
運用開始																																														

5-6-2表 チェーン別の全体スケジュール

チェーン名	0	1	2	3	4	備考
シンガポール海峡						
マラッカ海峡北						
マラッカ海峡南						

5-7 建設費

5-7-1 総括

(1) 概要

本計画のために必要とする建設費の総額は、6,881百万円（24,895千US\$）で、その内訳は5-7-1表とおりでである。

5-7-1表

種 目	注	総 額	内 訳	
			外 貨 分	内 貨 物
双曲線電子航行援助システム (デツカシステム)	A	5,886百万円	4,482百万円	1,404百万円
		21,021千US\$	16,007千US\$	5,014千US\$
	B	600	0	600
		2,142	0	2,142
	小計	6,486	4,482	2,004
		23,163	16,007	7,156
一般電子航行援助システム		845	259	86
		1,232	925	307
合 計		6,881百万円	4,741百万円	2,090百万円
		24,895千US\$	16,932千US\$	7,463千US\$

注 A：業務を運営する上で直接必要とする施設

（局舎のうち送信機室、発動発電機室、コイル舎等の室及び各種空中線等をいう）及び機器（デツカ送信装置、連絡通信装置、電源装置等をいう）の建設に要する経費

B：デツカ局の施設のうちA以外の部品（例えば事務室、ホール等）の建設に要する経費

なお、職員宿舎の参考プランを添付図面により示す。

この宿舎1局等建設見積額は7戸の場合84百万円（299千ドル）

10戸の場合、113百万円（464千ドル）である。この分の金額は、

5-7-1表に示す予算書には計上していない。

(2) 建設費積算の条件

1) 積算は1977年6月現在で計算したものである。

計画の実行開始時期の遅れ、全体計画期間の拡大等によっては積算額は修正が必要である。また国際市況に大きな変動があった場合も同様である。



2) 本報告書の中で使用した通貨の換算レートは次による。

- 1 US\$ = 280円
- 1 RP = 0.7円
- 1 M\$ = 120円
- 1 S\$ = 120円

5-7-2 デツカチェーンの建設費

(1) チェーン全体にかかる経費

チェーン全体にかかる経費は5-7-2表に示すとおりである。

5-7-2表 チェーン全体に係る経費

	区分	総額	内訳	
			外貨	内貨
チェーン全体に係る経費	A	190百万円	190百万円	0千円
		680千US\$	680千US\$	0千US\$

これは各チェーンに共通する分野又は同時に実施するのが経済的に有利な事項に属する経費であって次に示すものよりなる。

1) 電波伝搬調査

電波伝搬調査は熱帯地域の電波伝搬及び大気雑音の特異性を実地に詳細調査し、これに対応したシステム設計を行い、デツカチェーンの設計精度を保証するためのものであって代表的な1地域で実施する。

この調査の方法の概要は主局予定地点に設ける実験規模の送信設備(高さ60メートルの傘型空中線及び600W出力の送信機で構成)から発射する電波の電界強度を従局予定地及び有効範囲内の各地点において測定し、これの解析を行うことによりシステムの精度、有効範囲等の確認を行うものである。

2) 位置測量

本地域の予定デツカチェーンは異なる測地系を持った地域にまたがるか又は、三角網の未整備な地域に存在するので空中線位置の測量は、衛星測量により行う。

この測量は本計画の予定地全体を同時に行うのが経費の節減上有効であるので一括実施する。

3) 基本設計費

各局に共通する送信空中線用鉄塔及び建物の基本設計等のシステム設計に関するコンサルティング費である。

(2) チェーン毎の建設費

デツカシステムのチェーン毎に分類した建設費内訳は5-7-3表に示すとおりである。

5-7-3表 チェーン毎の建設費

チェーン名		総額	内訳	
			外貨分	内貨分
シンガポール海峡	A	1,981	1,518百万円	463百万円
		7,074	5,421千US\$	1,653千US\$
	B	200	0	200
		713	0	713
	計	2,181	1,518	663
		7,787	5,421	2,366
マラッカ海峡南	A	1,990	1,516	474
		7,108	5,415	1,693
	B	200	0	200
		713	0	713
	計	2,190	1,516	674
		7,821	5,415	2,406
マラッカ海峡北	A	1,915	1,447	468
		6,838	5,167	1,671
	B	200	0	200
		713	0	713
	計	2,115	1,447	668
		7,551	5,167	2,384

(3) 建設費の国別内訳

国別に分類した建設費の内訳は5-7-4表に示すとおりである。

5-7-4表 国別建設費

国名		総額	内訳	
			外貨分	内貨分
インドネシア共和国	A	2989百万円	2302百万円	687百万円
		4270百万RP	3288百万RP	982百万RP
	B	300	0	300
		528	0	428
	小計	3289	2302	987
		4698	3288	1410

国名		総額	内訳	
			外貨分	内貨分
マレーシア国	A	2,364百万円	1,766百万円	598百万円
		1,970千M\$	14,714千M\$	4,988千M\$
	B	250	0	250
		2,081	0	2,081
	計	2,614百万円	1,766	848
		2,178千M\$	14,714	7,069
シンガポール共和国	A	533百万円	414百万円	119百万円
		4,443千S\$	3,449千S\$	994千S\$
	B	50	0	50
		416	0	416
	計	583百万円	414	169
		4,859千M\$	3,449	1,410

(4) 局別の建設費

局別に分類した建設費内訳は5-7-5表(1)~(4)に示すとおりである。

表において(1)及び(2)は内貨、(3)及び(4)は外貨を示す。

(5) 建設費の分類

建設費は大別して外貨部門と内貨部門とに分けられるが本計画では次のとおり分類した。

1) 外貨部門

- a) コンサルティングサービス 本計画を実施する上で必要なコンサルティング業務の費用である。  
コンサルティング業務の内容は土木、建築の基本設計を含むシステム設計、仕様書の作成応札書の審査、全般的な工事の管理、竣工検査の立会等である。
- b) 電波伝搬調査 5-7-2 (1) 1) に示す作業に要する経費である。
- c) 位置測量 5-7-2 (1) 2) に示す作業に要する経費である。
- d) 電子装置 デツカ送信装置及び連絡用通信装置の全部並びに特殊な工事材料の購入費
- e) 電源装置 無停電電源装置、発動発電機等の電源装置の購入費

- f) 調整 電子装置及び電源装置の据付の指導及び調整の費用
- g) 鉄塔 送信空中線用鉄塔本体及び付属材料の製造費及び建方の指導に要する費用

2) 内貨部門

- a) 土木及び建築 サイト、道路等の土木部門及び建築物の実施設計（測量、ボーリング調査を含む）並びに建設工事
- b) 鉄塔 基礎及び錨塊の建設工事費及び建方費並びに送信空中線用鉄塔を除く鉄塔の製造費及び建設費の全部
- c) 据付 電子装置及び電源機器の据付費
- d) 商用電源引込 電力線の引込費但し商用電源の利用が可能な個所に限る。
- e) 輸送及び保管 機器（全部）の国内輸送費及び保管に要する費用（サイト内の指定する場所に機器を運び込むまでに要する費用）
- f) チャート チャートの作成費  
但し本予算書では見込んでいない。

5-7-3 建設費の内容

(1) 予算表

局別、チェーン別の各項目別予算表は5-7-5(1)~(4)表に示すとおりである。

(2) 機器の製造費

外貨分の機器及び鉄塔材料等は首都（又は首都最寄）の港湾におけるCIF価格として積算している。

(3) 土木、建築建設費

道路及び栈橋の建設等の土木、並びに局舎等の建築物の建設は内貨により行うものとした。

(4) 据付及び調整

1) 電子機器、電源機器の据付は機器メーカーの技術者の指導のもとで内貨で行う。

次いで行われるこれらの機器の調整のための経費は外貨で充当する。

2) 送信用鉄塔の建上は内貨扱いて実施するが建上作業上の諸問題の解決のため外貨扱いによる技術者の指導を見込んでいる。

(5) 敷地購入費

敷地及び道路の土地買収費（内貨）は計上していない。

(6) 臨時費

臨時費は実行時における計画の修正、物価の上昇等の経費の所要増に対応するための費

用であり、この費用は、見込んでいない。

(7) その他の費用

1) 本計画の企画及び管理に専従する政府職員の給料、旅費、通信費、消耗品費等は本予算書では見込んでいない。

2) 監視局のために必要な室は既存の建物を利用出来るものとした。

但し、監視局のための機器及び鉄塔の費用は本予算書に含まれている。

局別に分類した建設費内訳表 (内貨分)

5-7-5 (1)

単 位千円

局名	局名	栈橋及 道	局舎業務 部門 (A)	局舎管理 部門 (B)	鉄 塔	据付工事	電源引込	輸送保管	敷地調査 及び設計	局 計	チエーン計
シンガポール海峡	P. Tekong	3,420	56,656	49,949	31,651	19,432	0	3,167	5,000	169,275	
	Rimba Terjun	6,813	55,536	49,949	28,651	15,111	11,000	2,111	5,000	174,171	
	P. Mas	2,836	56,656	49,949	31,651	16,130	0	2,111	5,000	164,333	
	Teluk Dalam	0	56,656	49,949	28,651	12,699	0	2,111	5,000	155,066	
小 計	13,069	225,504	199,796	120,604	63,372	11,000	9,500	20,000		662,845	
マラッカ海峡南	Sungai Aiam	5,840	56,656	49,949	28,651	19,509	0	3,167	5,000	168,772	
	Selat Panjang	5,686	56,656	49,949	31,651	12,699	0	2,111	5,000	163,752	
	Bukit Kangkar	8,759	55,536	49,949	28,651	15,111	10,000	2,111	5,000	175,117	
	Tg Punak	8,190	56,656	49,949	31,651	12,699	0	2,111	5,000	166,256	
小 計	28,475	225,504	199,796	120,604	60,018	10,000	9,500	20,000		673,897	
マラッカ海峡北	Morib	0	55,536	49,949	28,651	18,490	1,500	3,167	5,000	162,293	
	Ujong Parmatang	0	55,536	49,949	28,651	11,680	15,000	2,111	5,000	167,927	
	Sinaboi	7,216	56,656	49,949	31,651	16,130	0	2,111	5,000	168,713	
	Batu Tengah	3,406	55,536	49,949	28,651	11,680	12,500	2,111	5,000	168,833	
小 計	10,622	223,264	199,796	117,604	57,980	29,000	9,500	20,000		667,766	
項目別合計	142,229	1,297,488	1,148,827	710,973	346,417	50,000	54,889	115,000		3,865,823	

局別に分類した建設費内訳表 (内貨分)

5-7-5 (2) 単位 千USドル

局名	局名	棧橋及び 道路	局舎業務 部門 (A)	局舎管理 部門 (B)	鉄 塔	据付工事	電源引込	輸送保管	敷地調査 及び設計	局 計	チェン ン計
シンガポール海峡	P. Tekong	12.2	2023	1783	1130	694	0	11.3	17.9	604.4	
	Rimba Terjun	24.3	1983	1783	1023	539	39.2	7.5	17.9	621.7	
	P. Mas	10.1	2023	1783	1130	57.6	0	7.5	17.9	586.7	
	Teluk Dalam	0	2023	1783	1023	45.3	0	7.5	17.9	553.6	
小計	46.6	805.2	7132	4306	226.2	39.2	33.8	71.6		2366.4	
マラッカ海峡南	Sungai Aiam	20.8	2023	1783	1023	69.6	0	11.3	17.9	602.5	
	Selat Panjang	20.3	2023	1783	1130	45.3	0	7.5	17.9	584.6	
	Bukit Kangkar	31.3	1983	1783	1023	53.9	35.7	7.5	17.9	625.2	
	Tg Punak	29.2	2023	1783	1130	45.3	0	7.5	17.9	593.5	
	小計	101.6	805.2	7132	4306	214.1	35.7	33.8	71.6		2405.8
マラッカ海峡北	Morib	0	1983	1783	1023	66.0	5.4	11.3	17.9	579.5	
	Ujong Parmatang	0	1983	1783	1023	41.7	54.0	7.5	17.9	600.0	
	Sinaboi	25.7	2023	1783	1130	57.6	0	7.5	17.9	602.3	
	Batu Tengah	12.1	1983	1783	1023	41.7	4.46	7.5	17.9	602.7	
小計	37.8	797.2	7132	4199	207.0	104.0	33.8	71.6		2384.5	
項目別合計	507.4	4632.9	41009	2538.4	1222.3	178.9	195.3	411.7		13787.8	

局別に分類した建設費内訳表（外貨分）

5-7-5(3) 単位 千円

局名	局名	電子装置	電源装置	調整	鉄塔	コンサルタント サービス費	中計	チェーン 中計	予備品	測定器	総局計	チェーン計
シンガポール海峡	P. Tekong	236,531	73,100	23,418	37,455	8,000	378,504		27,163	8,245	413,912	
	Rimba Terjun	207,503	46,700	20,882	37,455	8,000	320,540		22,020	4,118	346,678	
	P. Mas	209,503	73,100	23,257	37,455	8,000	351,315		24,660	4,101	380,076	
	Teluk Dalam	206,826	73,100	23,179	37,455	8,000	348,560		24,692	4,094	377,346	
小計	860,363	266,000	90,736	149,220	32,000			139,891	20,558			1,518,012
マラッカ海峡南	Sungai Aiam	232,971	73,100	23,257	37,455	8,000	374,783		26,807	8,181	409,771	
	Selat Panjang	206,826	73,100	23,179	37,455	8,000	348,560		24,492	4,094	377,146	
	Bukit Kangkar	210,503	46,700	20,822	37,455	8,000	323,480		24,660	4,101	352,241	
	Tg Punak	206,826	73,100	23,179	37,455	8,000	348,560		24,492	4,094	377,146	
小計	857,126	266,000	90,437	149,220	32,000			1,395,383	20,470			1,516,304
マラッカ海峡北	Morib	229,971	46,700	20,882	37,455	8,000	343,008		24,167	8,181	375,356	
	Ujong Parmatong	206,826	46,700	20,804	37,455	8,000	319,785		21,852	4,094	345,731	
	Sinaboi	209,503	73,100	23,257	37,455	8,000	351,315		24,660	4,101	380,076	
	Batu Tengah	206,826	46,700	20,804	37,455	8,000	319,785		21,852	4,094	345,731	
小計	853,126	213,200	85,747	149,820	32,000			1,333,893	20,470			1,446,894
項目別合計	4,944,387	1,549,300	526,473	861,465	184,000			8,065,625	569,698	118,878		8,753,201



局別に分類した建設費内訳表 (外貨分)

5-7-5(4) 単位 千USドル

チェン ン名	局名	電子装置	電源装置	調整	鉄塔	コンサルタン トサービス 費	中計	チェン中計	予備品	測定器	総合局計	チェン計
シンガポール海峡	P. Tekong	8447	2610	836	133.7	28.5	13515		97.1	294	14780	
	Rimba Terjun	7410	1667	745	133.7	28.5	14144		786	147	12377	
	P. Mas	7482	2610	830	133.7	28.5	12544		880	146	13570	
	Teluk Dalam	7386	2610	827	133.7	28.5	12445		88.1	146	13472	
	小計	30725	9497	3238	534.8	114.0		49948	3518	733		54199
マラッカ海峡南	Sungai Aiam	8320	2610	840	133.7	28.5	13392		95.7	292	14641	
	Selat Panjang	7386	2610	827	133.7	28.5	12445		87.4	146	13465	
	Bukit Kangkar	7517	1667	743	133.7	28.5	11549		88.7	146	12582	
	Tg Punak	7386	2610	827	133.7	28.5	12445		87.4	146	13465	
	小計	30609	9497	3237	534.8	114.0		4983.1	359.2	730		54153
マラッカ海峡北	Morib	8213	1667	745	133.7	28.5	12247		86.3	292	13402	
	Ujong Parmatang	7386	1667	743	133.7	28.5	11418		78.0	146	12344	
	Sinaboi	7482	2610	830	133.7	28.5	12544		88.0	146	13570	
	Batu Tengah	7386	1667	743	133.7	28.5	11418		78.0	146	12344	
	小計	30467	761.1	306.1	534.8	114.0		4762.7	330.3	730		51660
	項目別合計	176537	5531.5	18799	3075.1	655.5		28795.7	2034.2	4240		312539

5-7-4 無人デツカチェーンの建設費

無人デツカチェーンの建設費は5-5で述べたように無人化のための送信装置の所要増があるが、また一方では従局の送信局舎の規模の縮小とこれに伴う電源容量の減小があるので有人デツカチェーンに比較して標準1チェーン当り差引き155百万円2,968千ドルの減額となる。

その内訳の詳細は5-7-6表に、また建設費総額の比較は5-7-6表に示すとおりである。また更に無人デツカチェーンではチェーン当りの要員減(減員数12人)による職員宿舍建設費の減額約180百万円(642千USドル)が見込まれる。

5-7-6表 標準1チェーン当りの有人局、無人局の建設経費の比較

		有人局 A	無人局 B	差 引 A-B	備 考
1. 内 貨 分		千円	千円	千円	
1) 送信局舎	主 局	106,605	106,605	0	
	従 局 3局分	319,815 (106,605)	131,733 (43,911)	-188,082	括弧内の数字は1局分 (以下同じ)
	計	426,420	238,338	-188,082	
内 貨 分 合 計		426,420	238,338	-188,082	
2. 外 貨 分					
1) 電子装置	主 局	236,495	256,995	20,500	監視局及び無人方式の場合は コントロールセンタの機器を含む
	従 局 3局分	620,478 (206,826)	641,778 (213,926)	21,300	
	計	856,973	898,773	41,800	
	主 局	73,100	73,100	0	
	従 局 3局分	219,300 (73,100)	210,300 (70,100)	-9,000	
	計	292,400	283,400	-9,000	
外 貨 分 合 計		1,149,373	1,182,173	32,800	
総 計		1,575,793	1,420,511	-155,282	

注 有人局、無人局に共通な経費を除いた。

5-7-7 表

チェーン名	有人局	無人化局	増一減
シンガポール海峡	2,181百万円	2,026百万円	155百万円
	7,787千US\$	7,235千US\$	552千US\$
マラッカ海峡北	2,190	2,035	155
	7,821	7,269	552
マラッカ海峡南	2,115	1,960	155
	7,551	6,999	552
合計	6,486百万円	6,021	465
	23,159千US\$	21,503	1,656

5-8 中波ビーコンその他の整備計画

5-8-1 中波ビーコン整備計画

箇 所 名	建 設 費			備 考
	第 1 年 度	第 2 年 度	合 計	
Pu.Mankai	千円 —	千円 42,000	千円 42,000	
	—	150千US\$	150千US\$	

5-8-1 レーマーク整備計画

箇 所 名	建 設 費			備 考
	第 1 年 度	第 2 年 度	合 計	
One Fathom Bank	千円 41,500	千円 —	千円 41,500	
Segenting	55,000	—	55,000	
Horsburgh	57,000	—	57,000	
Rob Roy Bank	—	50,100	50,100	
Medang	—	57,000	57,000	
合 計	153,500 548千US\$	107,100 383千US\$	260,600 931千US\$	

5-8-3 レーダビーコン整備計画

箇 所 名	建 設 費			備 考
	第 1 年 度	第 2 年 度	合 計	
Takong	千円 42,200	千円 —	千円 42,200	
	151千US\$	—	151千US\$	

# 第 6 章

## 可 視 標 識

## 第6章 可視標識

### 6-1 可視標識の役割

可視標識は、海図、水路書誌などの水路情報とともに航海の安全と運航の能率化を計るため、人工的に設置された標識又は信号であって、その役割はおおむね次のとおりである。

#### (1) 航海の安全確保

航海の安全に必要な危険物の所在、航路、著明地点等を明示し、海難や海洋汚染を未然に防止する。

#### (2) 運航能率の向上

新航路の開発、最短航路の利用又は夜間における航海や港湾への出入を可能とする。

#### (3) 海洋開発

海底資源、水産資源の開発及びこれに伴う海洋調査に必要な位置の測定を可能とする。

#### (4) 関連産業の育成

標識の設置、運用、保守には、多くの産業部門の集積を必要とし、鉄鋼、土木、電子技術など関連産業育成の効果が大きい。

### 6-2 マラッカ・シンガポール海峡

#### 6-2-1 海峡の概要

マラッカ・シンガポール海峡は、ヨーロッパ及びインド洋方面と南シナ海、極東方面を結ぶ最短航路で、航路沿いにベナン、クラン、シンガポール、ベラワン、ドマイなど大型外国貿易港があって東西交通の要所である。

この海峡は連続して深水が得られ、常用航路は、マラッカ海峡においては北側に偏し、シンガポール付近では、メインストリートとフィリップ水道に分かれる。

浅水域はスマトラ北岸から展延し好漁場になっており、海底は5～10メートルのサンドウェーブを形成している。

潮流は、全域を通じ北西流、南東流とも2ノットを超える場合は少ない。

マラッカ海峡両岸には漁柵が多く、河口付近の水深6～10メートルの堆には樹木、枝などを組み合わせた建網があって河口を識別する目標となっているが、しばしば位置が変わるので夜間の接岸航行は危険である。

暴風は少ないが、4月～11月にかけてスマトラスと云われるスコールが襲来し、毎秒20メートル以上の突風と強い雨が1～4時間持続する。7～8月は月に6～7回襲来し視界は数百メートル以下となる。

## 6-2-2 可視標識の現状

マレー半島西岸の主要な岬は、古くから良く整備された沿岸燈台があって十分その機能を発揮しているが、河口港の燈台は、単にその港への出入港の目印として設けられた小型標識であって沖合からの視認は困難である。

シンガポール海峡には、シンガポール港へ接近するための標識、航路や泊地を示す標識、沖合を航行する船舶のための沿岸標識及び浅所、障害物を示す浮標などがあるが、そのほとんどが海峡の北側に設置され、シンガポール港沖合からは背後の発達した工業地帯、市街地の灯火にまぎれ夜間は標識の視認が困難なことが多い。

スマトラ東岸は、浅水域が伸延し港湾も少ないので、主として浅所を示す燈標又は燈浮標があるだけである。

一般にこの海域の燈浮標は、強潮流、海底傾斜、船舶との衝突などにより定位置からの移動や消灯事故が多く、また、日頃の見回り管理及び、事故復旧などの際の管理態勢が不十分なため信頼の薄いものになっているとの意見が多い。

近い将来、通行分離方式(TSS)が設定されれば、ワンファゾムバンク付近、シンガポール海峡、ホースパー付近は重点的に航路標識を整備する必要がある。

ここに計画する沿岸標識は、これらの航路に対し十分活用できるものである。

## 6-2-3 可視標識の整備計画

全城にわたって二点以上の方位が得られ、かつ航路添いの全ての障害物を表示するように標識を設置すれば理想的であるが、これには莫大な経費を要し、管理体制の大がかりな整備も必要となって現実的とはいえない。

従って、このレポートにおいては、さしあたり暗黒海面をカバーするための沿岸標識及び主航路筋の重要航路筋の主要障害標識の整備を計画したが、更に船舶交通量の増加に対応して整備を検討すべき箇所がある。

さしあたり、新設あるいは改良を必要とする箇所(概位を示す)は次のとおりである。

記載順序は、優先順位を示し、標識の規模は別図に示すものを標準とした。(実際の建設設計に当っては、更に、detail designのための調査を要する。)

### 1) Tg, Piai (01°16'N, 103°31'E)

アジア大陸の最南端で、シンガポール海峡の西口に在り、フィリップチャンネルとメインストレートの分岐点付近に位置する。

沖合に漁柵が多く陸岸はマングローブが密生し、その先端から約180m干出する。レーダレフ付で光遠距離約12海里の燈標(LB-1)を新設する。

2) Tg. Babi ( 01°12'N 104°06'E )

シンガポール海峡の南側には、バタム島、ビンタン島があるが航路標識が少なく、またこの岬はリオウ海峡の入口付近に位置し標識を必要とする。

ホースバー及びラッフルズ燈台のほぼ中間地点にあるので、光達距離約20海里の燈台(LF-1)を新設する。

この岬の西方約300メートルにノングサ川があって河口の水深は約0.5メートルと浅く、付近にノングサ部落がある。

3) Pyramid Shoal ( 02°27'N, 101°30'E )

マラツカ海峡中央部にある3.6メートルの堆で、この堆の北側に常用航路がある。この堆の南東方約10海里には南北に走る深水航路があって深喫水船の重要な変針点に当る。

レーダレフ付で光達距離約12~15海里の燈標(LB-1)を設置する。

4) Tg. Parit ( 01°31'N, 102°28'E )

この岬の沖合は、いずれの航路標識からも遠く、暗く海域である。メダン島とバンカリス島の間には、重要港ドマイ港があってメダン岬と共にその港への入口を示す沿岸標識が必要である。この岬の北西方には浅水域が伸延し、季節によって多数の漁船が操業する。陸岸には草木が密生し、付近にムンタイ部落がある。

光達距離約20海里の燈台(LF-2)を設置する。

5) Tg. Beting Tyamar ( Larangan 03°54'N, 98°41'E )

この岬には、ベラワン港入口とその沖合約10海里にある錨地を示す航路標識でかつ、沿岸航行にも利用できるものを必要とする。

この岬は遠浅で、海上からの接近は干潮時又は荒天の際は困難であり、陸上からの道路を布設する必要がある。海岸は砂浜で椰子の木が繁り、この岬沖合からベラワン港入口にかけて多数の定置漁網が散在する。

光達距離約20海里の燈台(LF-2)を設置する。

6) Tg. Gabang ( 02°41'N, 101°29'E )

この岬は、クラン港とデイクソン港のほぼ中間に位置し、航路筋は付近の航路標識から遠く、暗く海域である。岬の付近は低地帯で海岸線もはっきりせず、レーダでとらえにくい。沖合には浅所が散在する。

レーダレフ付で光達距離約12~15海里の燈標(LB-1)を新設する。

7) South Sands ( 02°43'N, 101°03'E )

海峡の南側に散在する浅瀬のうち最も常用航路に近い3.6メートルの浅堆で、航路と平行に北西方及び南東方に細長く10メートル以下の浅所が伸展している。

この浅瀬の北方にあるワンファジムバンクと対応し、レーダレフ付で光達距離約12~15海里の燈標(LB-1)を新設し、その分弧により付近の浅所を示すものとする。



8) S.W. of Pu. Pisang ( 01°23'N, 108°08'E )

この瀬は、フェアチャンネルバンクとロングバンクの中間にあり、水深9.1メートルであって常用航路の南側に位置する。航路に平行して多数の浅瀬があるが航路標識はない。レーダレフ付で光達距離約12～15海里の燈標(LB-1)を設置する。

標 識 の 機 能 の 概 要

標 識 名	機 能 の 概 要
Tg. Piai 燈標	(燈高) 12.5 m, (光力) 770 cd, (光達距離) 12海里, 太陽電池, 小型燈ろう, LD型機器, レーダ反射器
Tg. Babi 燈台	(燈高) 地上 20 m, (光力) 5,400 cd, (光達距離) 19海里, 太陽電池, 中型燈ろう, 燈器
Pyramid Shoal 燈標	(燈高) 12.5 m, (光力) 770 cd, (光達距離) 12海里, 太陽電池, 小型燈ろう, LD型機器, レーダ反射器
Tg. Parit 燈台	(燈高) 地上 40 m, (光力) 250,000 cd, (光達距離) 22海里, 自家発電装置, 中型燈ろう, 回転式燈器
Tg. Beting Tymar 燈台	(燈高) 地上 40 m, (光力) 250,000 cd, (光達距離) 18海里, 自家発電装置, 中型燈ろう, 回転式燈器
Tg. Gabang 燈標	(燈高) 18.5 m, (光力) 8,500 cd, (光達距離) 12海里, 太陽電池, 小型燈ろう, LD型機器, レーダ反射器
South Sands 燈標	Tg. Piai に同じ
S.W. of Pu. Pisang 燈標	Tg. Piai に同じ

注 光達距離は、地理的距離と光学的距離(気象学的視程23 nm, 限界可視照度  $2 \times 10^{-7}$  ルックス)のうち小さい方を採用した。

6-2-4 可視標識の管理

航路標識の信頼性は、管理、維持の良否にかっている。

適正な周期で保守点検を行い、事故の即応対制を整える必要がある。このため、職員の常駐によらない無人標識のうち特に重要なものについては、燈火監視通信体制の整備が必要となる。

特にシンガポール海峽は、沿岸三ヶ国の標識が隣接し互いに補完している海域であり、相互連絡復旧の面で一考を要する。

以上の見地から、

- (1) 当該海域を担当するドマイ基地はシンガポール海峽から150海里離れているため、ピントタン島又はその付近に浮標基地や整備工場等の航路標識管理基地を設け、大型設標船等の機動力を配属し、シンガポール海峽付近の管理体制を充実する。
- (2) 保守要員が配置されている航路標識には本部、基地、管理事務所などと連絡できる通信施設を整備して、監視復旧体制を整える。
- (3) 保用品、予備品及び予備燈器を十分確保し、定期的交換のルール化を図る。

6-3 可視標識の建設費

区分	箇所名	金額			備考
		第1年度	第2年度	計	
燈 標	Tg. Piai	62,600 <sup>千円</sup>	— <sup>千円</sup>	62,600 <sup>千円</sup>	
燈 台	Tg. Babi	75,000	—	75,000	
燈 標	Pyramid Shoal	55,000	—	55,000	
燈 台	Tg. Parit	52,500	—	52,500	
"	Tg. Beting Tyamar	52,500	—	52,500	
燈 標	Tg. Gabang	—	55,000	55,000	
"	South Sands	—	55,000	55,000	
"	S.W. of Pu. Pisang	—	60,000	60,000	
合 計		297,600 千US\$ 1,063	170,000 千US\$ 607	467,600 千US\$ 1,670	

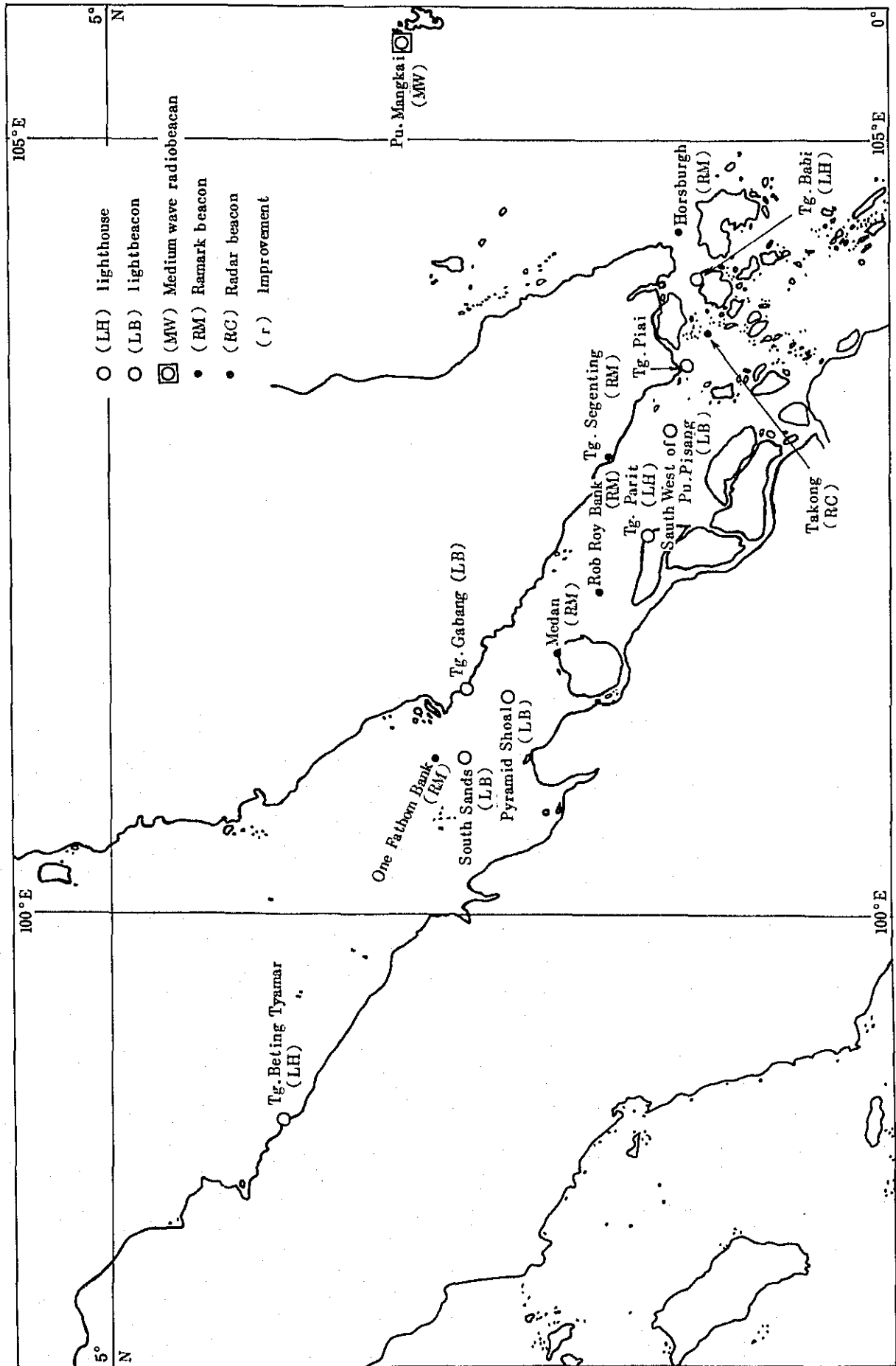


Fig. 6 - 1

LANDFALL LIGHTHOUSE (L.F-1)

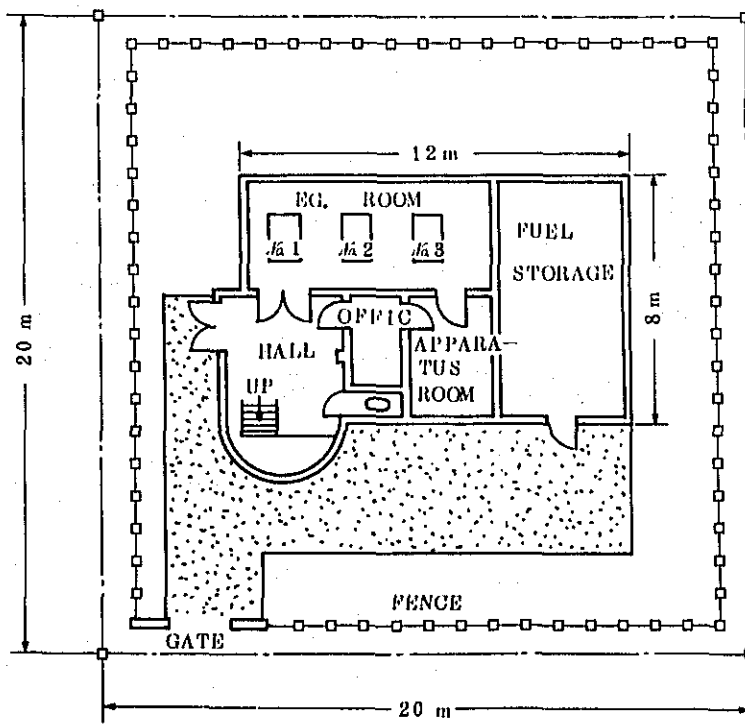
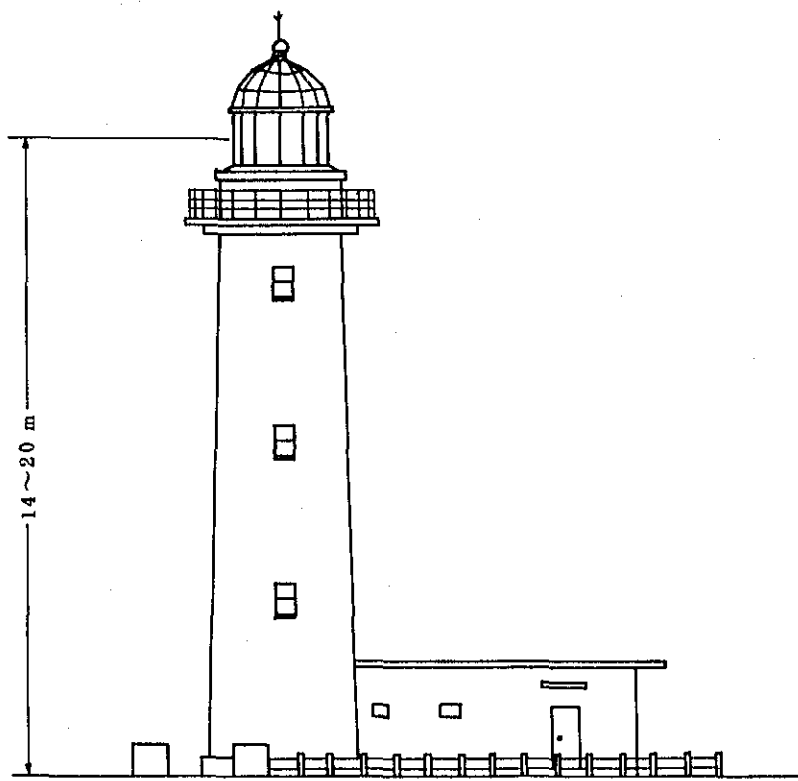


Fig. 6-2

LANDFALL LIGHTHOUSE (LF-2)

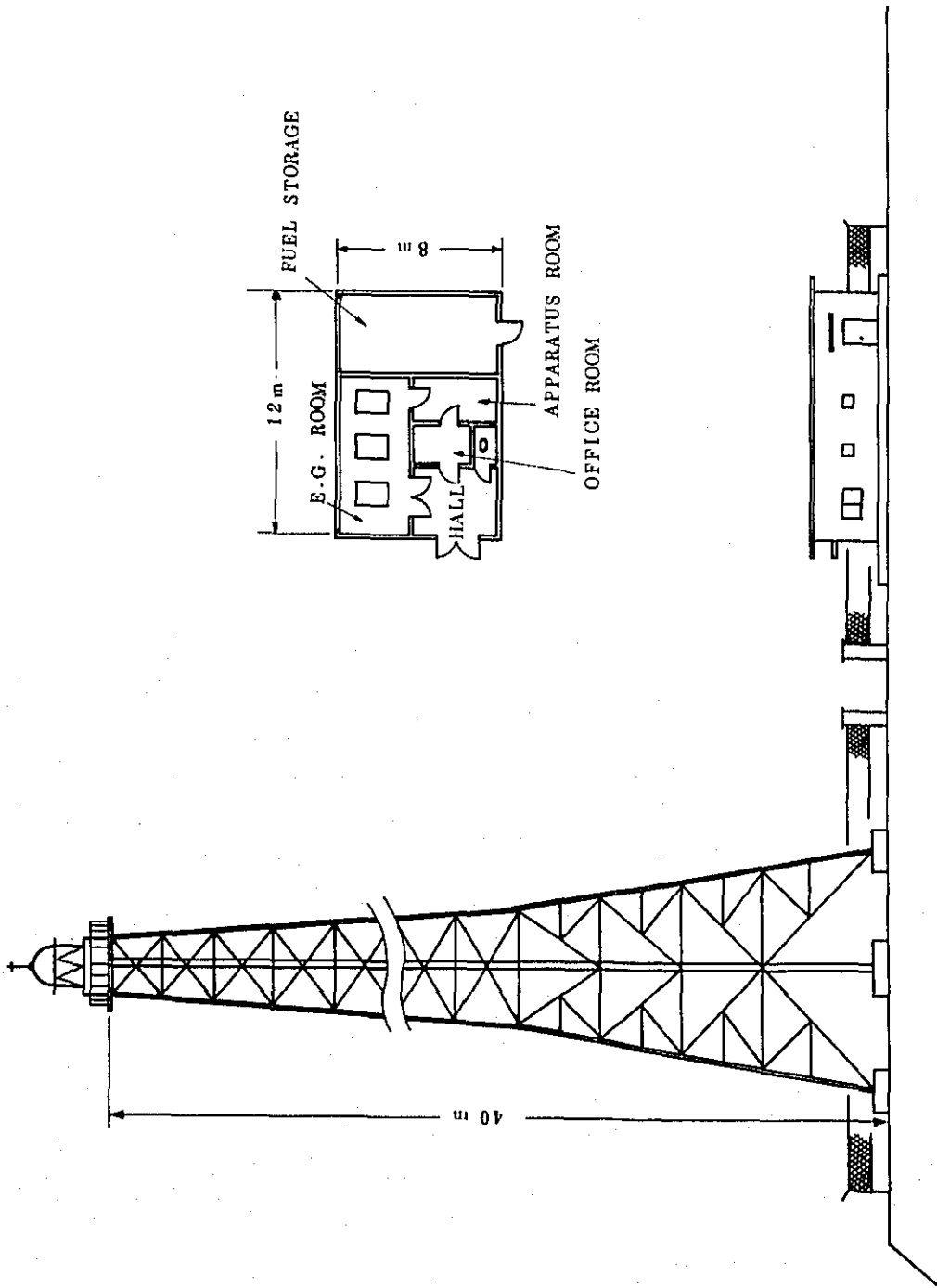


Fig. 6 - 8

LIGHT BEACON (LB - 1)

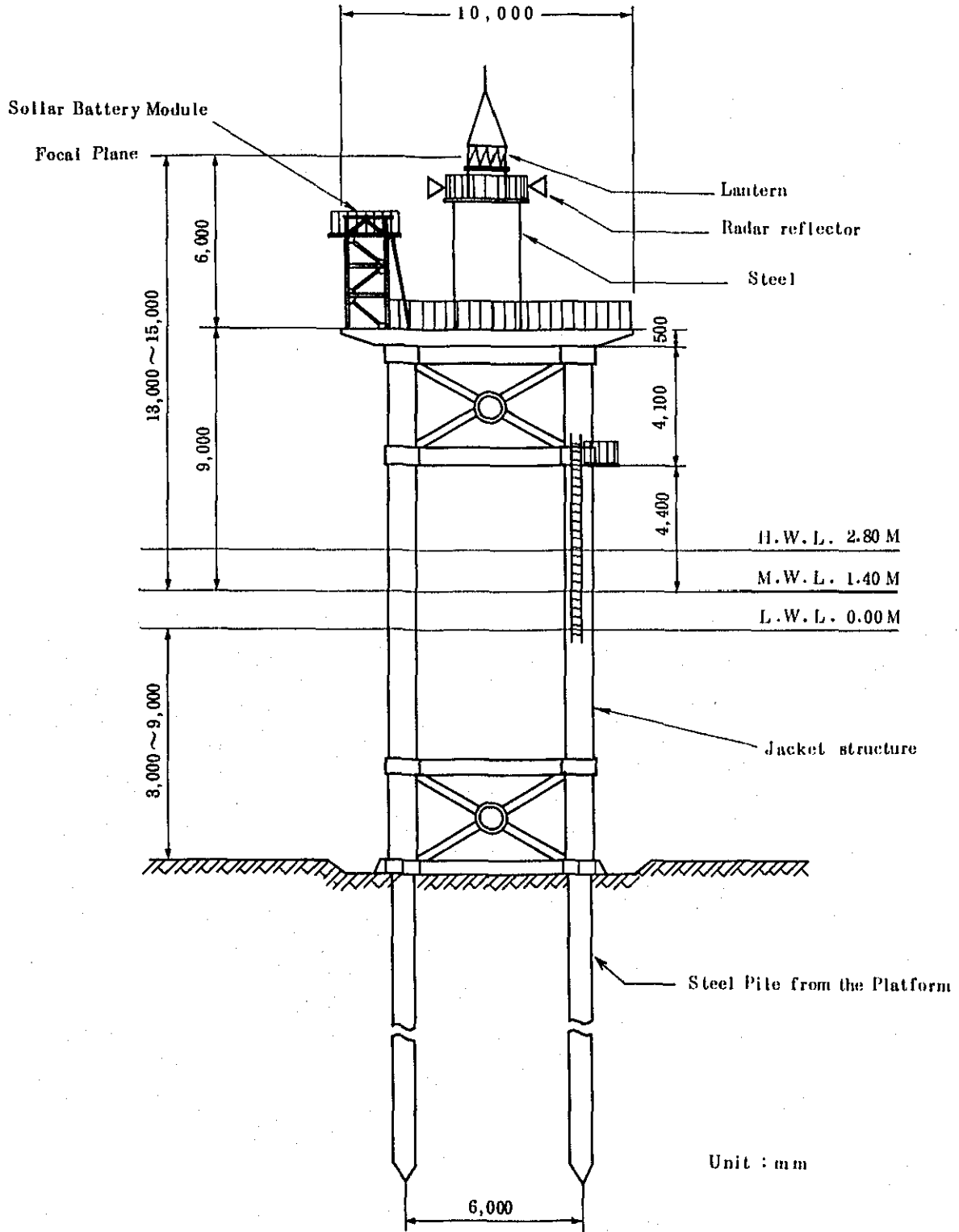
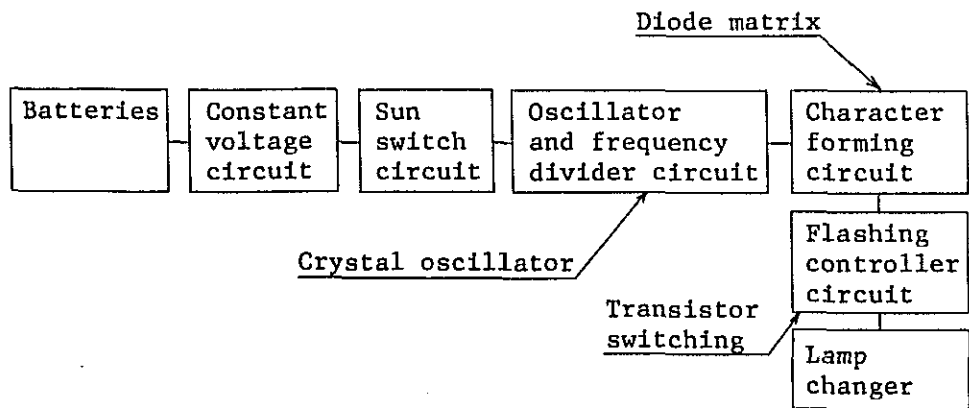


Fig. 6 - 4

LD型燈器ブロックダイアグラム



注：LD型燈器は、商用電源の得られない燈浮標  
小型燈台，燈標等に用いられる。

Fig. 6-5

# 第 7 章

## 管 理 計 画



## 第7章 管 理 計 画

### 7-1 概 要

航行援助システムは、航海の安全確保のための重大な使命を帯びているので、システムは常に正常な機能を発揮するように良好な状態に管理されなければならない。

そのためには、まずシステムの良好な運用、保守が肝要であり、一旦障害が発生した場合には直ちにこれを知って復旧にあたる体制が必要であるとともに、システムの機能の異常については利用者側に速報することが大切である。

また、このようにシステムを良好に維持するためには、優れた要員が必要であり、この養成に力を入れなければならない。

### 7-2 技 術 協 定

マラッカ・シンガポール海峡におけるデッカシステムの場合は、チェーンが直接沿岸3国にまたがるので、相互に運用、保守に関する技術的な協定をとりきめることが望ましい。

### 7-3 要 員 計 画

要員数の算定にあたっては、業務の実態を分析し、労働条件、勤務体制、組織等を考慮して定めるのが一般的であるが、この報告書においては新設する航行援助システムに直接勤務する要員数のみを、従来の実績を基として次のとおり算出した。

システム名	単 位	要 員 数
デ ッ カ	1 局	10 名
中 波 ビ ー コ ン	1 局	6 名
レ ー マ ー ク	1 局	4 名
レ ー ダ ビ ー コ ン	1 局	4 名
燈 台	1 か 所	5 名

注 上の表における要員数は、各システムが単独に設置された場合のものである。本計画においてはレーマーク、レーダビーコンは燈台等に併設することとしているので、この場合は1名のみを追加し、6名で燈台及びレーマーク等の運用、保守にあたるものとした。

また、無人方式で見廻り管理となるものは計上しなかった。

第7-1表 新規要員年次別必要数

区 分	個 所	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度	第5年度	計
デ ッ カ	シンガポール チ ョー	0	0	40	0	0	40
	マラッカ北 チ ョー	0	0	0	40	0	40
	マラッカ南 チ ョー	0	0	0	0	40	40
小 計		0	0	40	40	40	120
中波ビーコン		0	0	6	0	0	6
レーマーク		0	3	1	0	0	4
レーダビーコン		0	0	0	0	0	0
燈 台 等		0	10	10	0	0	20
小 計		0	13	17	0	0	30
合 計		0	13	57	40	40	150

#### 7-4 要員の養成計画

航行援助システムの機能を十分に発揮するためには、システムの良好な運用、保守が必要であって、そのための要員の養成計画は極めて重要な事柄である。

各種のシステムのうち、可視標識要員については従来から各国でその養成につとめて来たところであるが、整備計画に対応して従来の養成計画を更に充実させ、規模を拡大することが必要である。

電子航行援助システム、すなわちデッカ、中波ビーコン、レーマーク、レーダビーコンの要員については、次のとおりの研修を計画した。

なお対象は工業高校電子・通信工学科卒相当以上とし、研修内容には指導者研修的な性格をもたせ、後年次における研修は原則として各当事国の自主研修を主体とすることとした。

##### 7-4-1 デッカ研修

60日間の留学研修を計画した。

内訳は、座学80日間(175時間)、機器製造工場における実習10日間(56時間)、デッカ局における実習20日間(119時間)である。

1回の研修人員は16名とし、6回実施することとした。

#### 7-4-2 中波ビーコン、レーマーク、レーダビーコン研修

30日間の留学研修を計画した。

内訳は座学14日間(84時間)、機器製造工場における実習6日間(35時間)、それぞれの局における実習を10日間(56時間)とした。

#### 7-4-8 デッカ実習

各デッカチェーンの運用開始から2年間、運用、保守に関する専門家を1チェーンにつき1名を国外より招き、要員の指導にあたることとした。

### 7-5 運用、保守その他の経費

本計画による航行援助システムの運用、保守及び研修等に必要な経費の試算は次のとおりである。

#### 7-5-1 運用、保守に必要な経費

各施設の運用、保守に必要な経費の年額の概算は第7-2表のとおりであり、建設計画に対応した当初5か年間の年次別保守運用経費は第7-8表のとおりである。

算出の根拠は次に述べるとおりであり、内貨支弁とした。

##### (1) 給料

デッカ局、中波ビーコン局、レーマーク局、レーダビーコン局、及び燈台等(既設のもの及び無人個所を除く)の運用、保守にあたる要員の給料を計上した。

なお、局(所)長は月額120千円、局(所)員は1名あたり平均80千円とした。

##### (2) 建物の維持費

建物の補修に要する経費であり、1㎡あたり年間300円とした。

##### (3) 道路、棧橋の維持費

道路、棧橋の補修に要する経費であり、道路1mあたり年間800円、棧橋1か所あたり年間120千円とした。

##### (4) 敷地の保全費

局敷地の手入れに要する経費であり、1㎡あたり年間5円とした。

##### (5) 空中線、鉄塔の維持費

空中線、鉄塔等の建入れ、塗装費が主体であり、類似の実績を基に算出した。なお、建入れ、塗装は毎年実施する必要はないが、便宜上毎年に均等配分して計上した。

(6) 機器修繕費及び交換部品等の購入費

機器の修繕費，交換部品の購入に要する経費であり，類似の実績を基に算出した。

なお，新設する機器は，約3年間分相当の予備部品付としてあるので，その間の交換部品の購入は不要である。

第7-2表 年間運用・保守経費

単位 千円

チェーン名称	局名	人件費	建物修繕費	道路補修費	栈橋補修費	敷地保全費	鉄塔補修費	機器修繕費	燃料費	電力料	交換部品費	計
Singapore	P. Tekong	10,080	123	64	120	800	2,073	4,642	11,906	0	7,300	37,108
	Rimba	10,080	123	744	0	800	2,073	4,198	80	9,855	6,800	34,753
	P. Mas	10,080	123	0	120	800	2,073	4,198	11,906	0	6,800	36,100
	Teluk Dalam	10,080	123	0	0	800	2,073	4,198	11,906	0	6,800	35,980
	計	40,320	492	808	240	3,200	8,292	17,236	35,798	9,855	27,700	143,941
Malacca St. North	Morib	10,080	123	0	0	800	2,073	4,642	80	9,855	7,300	34,953
	Ujong Parmatang	10,080	123	0	0	800	2,073	4,198	80	9,855	6,800	34,009
	Sinaboi	10,080	123	480	120	800	2,073	4,198	11,906	0	6,800	36,580
	Batu Tengah	10,080	123	368	0	800	2,073	4,198	80	9,855	6,800	34,377
	計	40,320	492	848	120	3,200	8,292	17,236	12,146	29,565	27,700	139,919
Malacca St. South	Sungai Aiam	10,080	123	640	0	800	2,073	4,642	11,906	0	7,300	37,564
	Selat Panjang	10,080	123	320	120	800	2,073	4,198	11,906	0	6,800	36,420
	Bukit Kangkar	10,080	123	960	0	800	2,073	4,198	80	9,855	6,800	34,969
	Tg. Punak	10,080	123	104	120	800	2,073	4,198	11,906	0	6,800	36,204
	計	40,320	492	2,024	240	3,200	8,292	17,236	35,798	9,855	27,700	145,157
合 計		120,960	1,476	3,680	600	9,600	24,876	51,708	83,742	49,275	83,100	429,017

第7-3表 当初の5か年間の運用，保守経費

システム名	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度	第5年度	計
デッカ：マラッカ・シンガポール チェーン	0 円	0 円	148,941 円	288,860 円	429,017 円	856,818 円
中波ビーコン	0	0	6,940	6,940	6,940	20,820
レーマーク，レーダビーコン	0	8,480	12,240	12,240	12,240	45,200
燈台等	0	18,060	14,560	14,560	14,560	56,740
計	0	21,540	177,681	317,600	462,757	979,578

7-5-2 研修に必要な経費

デッカ留学研修，中波ビーコン等留学研修に必要な経費は第7-4表のとおりである。  
これらは外貨支弁とした。

第7-4表 研修に必要な経費（マラッカ・シンガポール海峡 計）  
（ロンボク・マカッサル海峡）

区分	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	計
デッカ研修	24,600 円	24,600 円	24,600 円	24,600 円	24,600 円	24,600 円	147,600 円
中波ビーコン 等 研 修	11,700	11,700	11,700	-	-	-	35,100
計	86,800	86,800	86,800	24,600	24,600	24,600	182,700

7-5-3 デッカ実習に必要な経費

運用，保守の専門家を国外から招き，各デッカチェーンに2年間配属するために必要な経費は第7-5表のとおりである。

これらは内貨支弁とした。

第7-5表 デッカ実習に必要な経費

区 分		運用開始 第1年度	第2年度	第3年度	第4年度	計
マラッカ シンガポール	シンガポール チェーン	19,750	19,750	0	0	89,500
	マラッカ北 チェーン	0	19,750	19,750	0	89,500
	マラッカ南 チェーン	0	0	19,750	19,750	89,500
合 計		19,750	89,500	89,500	19,750	118,500

# 第 8 章 經 濟 的 效 果



## 第8章 経済的効果

### 目 次

8-1	まえがき .....	8-1
8-2	海上交通の現状と将来予測の要約 .....	8-1
8-3	投資効果の一般的計測方法 .....	8-2
8-4	航行援助システムの設置効果 .....	8-3
8-4-1	効果の分析 .....	8-3
8-4-2	前提条件 .....	8-4
8-4-3	海難の防止効果 .....	8-7
8-4-4	運航能率の向上による効果 .....	8-10
8-4-5	漁業の操業能率の向上による効果 .....	8-11
8-4-6	効果の合計 .....	8-13
8-5	経済費用便益分析及び感度分析 .....	8-14
8-5-1	建設費及び維持運営費 .....	8-14
8-5-2	費用便益分析 .....	8-14
8-5-3	感度分析 .....	8-14
8-6	む す び .....	8-17

## 第8章 経済的効果

### 8-1 ま え が き

航行援助システムの役割りは、第一義的に船舶の航行安全である。

これまでの章においては、マラッカ・シンガポール海峡における航行の安全のために望まれる航行援助施設について技術的検討と評価を行ってきた。

これらの海峡においては電子航行援助施設は勿論のこと、可視標識についても整備が充分に行われているとは云い難い。

同海峡においてこれらの施設が適正に整備され、効果的に正常に運用されるならば、船位の測定を容易ならしめ、海難事故の防止、運航能率の向上、ひいては運航経費の節約や乗組員の過度の緊張の緩和などの効果をもたらすことが期待されよう。

間接的には漁業の振興、海洋開発などの分野でも有効に利用することが出来る。またこれらの航路の整備は、海運の活発化をもたらし、各種産業の発展に好影響を与え、さらにシステムの整備、運用の面からは、若干の雇用の増加、あるいは電子技術の向上などの波及効果も期待される。

しかしながら、一般的に上述のような設置効果が期待できるものの、効果のすべてを計量化することは非常に困難である。一般に航行援助システムは第一義的に航行の安全確保のための必要性に対応して設置されるものであって、従来からこの種の計量評価はなされていない。

とはいえ、一般にプロジェクトの計画段階において、そのプロジェクトのもたらす効果を予測することは重要であるので、本章においては、航行援助システムの設置効果について全般的に検討し、そのうち可能な部分については計量化を試みた。

しかし、これら計量化を試みた便益は、いうまでもなく総便益の一部であり、またデータ不足のため、得られた数値も絶対的な意味をもつものとは言えない。従ってこの数値のみからB/C比を求めることは本来妥当ではなく、更にこのB/C比のみから設置効果を評価することも適当ではない。

総合的な評価は、航行の安全確保の面からの、かかるシステムの必要性の認識と、計量化できない効果分を総合してなされるべきであろう。

### 8-2 海上交通の現状と将来予測の要約

海峡の将来船舶交通量予測は資料Dに詳しく述べている通りであるが、ここでは経済分析に必要な将来推定交通量のみをまとめて述べる。

海峡の現況船舶交通量は以下のように推定された。

《マラッカ・シンガポール海峡》

(隻/年)

区 分	1974年			1975年			1976年		
	三国関連	通 過	小 計	三国関連	通 過	小 計	三国関連	通 過	小 計
大型タンカー	—	508	508	—	528	528	—	549	549
一般タンカー	6,580	4,314	10,894	6,840	4,486	11,326	7,111	4,666	11,777
一般貨物船 その他	5,260	34,698	39,958	5,578	36,086	41,664	5,915	37,529	43,444
計	11,840	39,520	51,360	12,418	41,100	53,518	18,026	42,744	55,770

また、将来における海峡の船舶交通量は以下のように予測された。

《マラッカ・シンガポール海峡》

(隻/年)

区 分	年	1975	1980	1985	1990	2000	2010
大型タンカー		528	648	781	1,046	1,878	2,772
一般タンカー		11,326	13,768	17,262	20,885	29,975	41,056
三国関連		6,840	8,804	10,628	11,498	14,068	17,504
通 過		4,486	5,459	6,639	8,887	15,912	23,552
一般貨物船・その他		41,664	51,897	63,442	86,563	159,840	249,460
三国関連		5,578	7,480	10,035	15,077	31,848	60,008
通 過		36,086	48,917	53,407	71,486	127,997	189,452
合 計		53,518	65,803	81,485	107,994	191,188	290,516
三国関連		12,418	15,784	20,658	26,575	45,406	77,512
通 過		41,100	50,019	60,827	81,419	145,782	218,004

8-3 投資効果の計測方法

投資効果の計測の一般的な手法としては、費用便益分析による方法と、インパクトスタディによる方法とがある。前者は直接効果の計測に、後者は間接便益の計測に適したものであるが、いずれの場合でも基礎的なデータの収集が前提条件である。

インパクトスタディでは、前後比較法、地域比較法などの手法が用いられるが、これらの方法で得られるのは一次効果のみであって波及効果、はね返り効果は分析できない。

一般的にはそれぞれの手法の短所を補うために、費用便益分析、インパクトスタディを適宜併用することが多い。

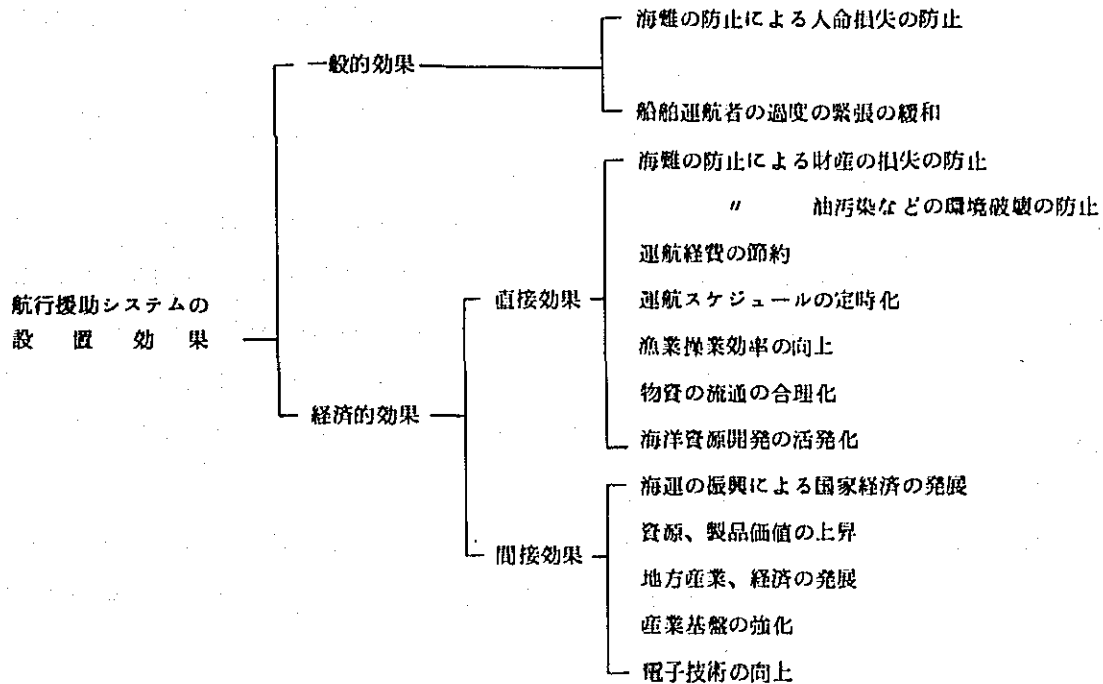
本件については、資料の収集が十分ではなく、また同種プロジェクトの実績データがないので、得られた資料を有効に利用して適切な手法を選択して、効果の計測につとめた。

## 8-4 航行援助システムの設置効果

### 8-4-1 効果の分布

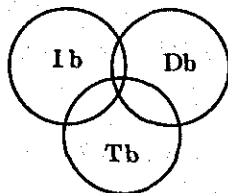
航行援助システムの設置効果は、以下の分類に示すように広い範囲に分布するとされている。

#### — 設置効果の分布 —



また、これらの効果は、次のような3グループに分類される。

設置効果（便益の概念）



$$\text{総効果} = I b + D b + T b$$

**I b 領域** 便益の計量化が不適當、もしくは不可能

（人命の損失防止  
回復できない環境破壊の防止）

**D b 領域** 便益の計量化が困難

（便益が極めて広い分野に分布し回帰評価が困難）  
（他の原因と相剋効果を生じ単独回帰評価が困難）

**T b 領域** 便益の計量化が可能

但し十分な基礎データが必要

本章で計量化を試みるものは、T b 領域範囲内であって、前表における直接効果の中の次の3項目である。

- 1) 海難の防止による財産の損失の防止
- 2) 運航経費の節約
- 3) 漁業操業効率の向上

#### 8-4-2 前提条件

計量化の可否に拘らず、かかるシステムが前述のような効果を十分に発揮するためには次のような前提条件が必要である。

第一には、システムの適切な運用管理が確保されることであり、そのためには、第5章、第7章に述べたような人員、機材が確保されなければならない。

第二には、各船舶におけるシステム利用設備（受信機）の装備予測である。もとより、大小すべての船舶がかかる船上設備を備えることが望ましいのは勿論であるが、現実には受信機の経費負担もあり、該当海域を通行する頻度の高い船舶から、そして大型船から、小型船へと順次普及するのが通常のパターンである。ここで、その普及度を予測することは極めて困難であるが、一応、日本における、かかるシステム設置時の普及パターンを参考データとして採用した。

第三には、船舶航行量の将来予測である。

現地調査等によって該当海域の交通の現状調査（主としてデータの収集）を行ったが、これらを基とし、経済成長度に応じた物流の増加等を勘案して、マラッカ・シンガポール海峡の将来交通量予測を行った。

なお、これらの検討に使用した資料は下記のとおりである。

#### — 資 料 名 —

1. "Angkutan Lautbarang Antar Pulau Tahun 1978 Di Indonesia"  
: Biro Pusat Statistik (インドネシア中央統計局)
2. "Interisland Seatransport, Republic of Indonesia, 1972"  
: Biro Pusat Statistik (インドネシア中央統計局)
3. "Report of Belawan Port Master Plan" : Direktorat Jenderal  
Perhubungan Laut (Directorate General of Sea Communications)
4. "Annual Report, 1974" : Port Master's Department, Singapore
5. "Press Release : Statistics on Ports of Singapore"  
: Port of Singapore Authority
6. "Cargo Loading and Unloading at Ports in Indonesia" 1970-1974  
: Biro Pusat Statistik, Jakarta-Indonesia (インドネシア中央統計局)
7. "Statistical Pocketbook of Indonesia, 1976"  
: Biro Pusat Statistik, Jakarta (インドネシア中央統計局)

8. "Statistical Pocketbook of Indonesia, 1972/1978"  
: Biro Pusat Statistik, Jakarta (インドネシア中央統計局)
9. "Statistical Year Book of Indonesia, 1975"  
: Biro Pusat Statistik, Jakarta (インドネシア中央統計局)
10. "インドネシア第Ⅱ次建設5年計画"  
: 財団法人 日本インドネシア協会
11. "Malaysia 1974, official year book"  
: Department of Information, Malaysia (マレーシア情報局)
12. "マレーシアの貿易と経済" : JETRO (日本貿易振興会)
13. "Annual Statistical Bulletin, SARAWAK 1975"  
: Department of Statistics, Malaysia Kuching, Sarawak (サラワク州  
統計局)
14. "Annual Bulletin of Statistics, SABAH 1974"  
: Department of Statistics, Malaysia Kota Kinabalu (サバ州統計局)
15. "Third Malaysia Plan 1976-1980"  
: Government of Malaysia
16. "Economic Report 1976/77" : Ministry of Finance, Malaysia  
(マレーシア大蔵省)
17. "Economic Survey of Singapore 1974"  
: Ministry of Finance, Republic of Singapore (シンガポール大蔵省)
18. "Economic Bulletin, December 1975"  
: Singapore International Chamber of Commerce  
(シンガポール国際商工会議所)
19. "Annual Report 1975-76"  
: Singapore Economic Development Board (シンガポール経済開発委員会)
20. "Report in Brief, Singapore Mass Transit Study, Phase 1"  
: Wilbur Smith and Associates, 1974
21. "Singapore '72" : Ministry of Culture, Singapore (シンガポール文化省)
22. "シンガポール" (改訂版) 1977年3月 : 日本貿易振興会 JETRO
23. "Tg. Priok Port Master Plan" Final Report, July 1975  
: Swan Wooster Engineering Company Ltd, Canada
24. "Marine Accidents Data"  
: Direktorat Jenderal Perhubungan Laut (Directorate General of  
Sea Communications)

25. "Marine Accidents Data"  
: Direktorat Jenderal Perhubungan Laut ( Directorate General of  
Sea Communications )
26. "The Economic Value of the United States Merchant Marine"  
: The transport center at Northwestern University
27. "Proyeksi Penduduk, Indonesia 1971-1981"  
: Biro Pusat Statistik, Jakarta ( インドネシア中央統計局 )
28. "Value of Marine Fishery Production by Province, 1972-1974"  
"Number of Fishing Boat by Category and Province, 1968-1974"  
"Marine Fishery Production by Province, 1968-1974"  
: PERIKANAN ( 農務省水産総局 )

### 8-4-3 海難の防止効果

海難は種々の悪条件が重なったときに発生するものであるが、航行援助システムはこれら悪条件を解消する極めて有効な手段であることは疑いない。すなわち、可視標識に加えて電子航行援助システムを導入した場合、まず自船の位置が悪視程時においても容易に、高精度でかつ連続的に求められることから海難の大きな部分を占める座礁の防止が期待できる。また、各船がかかるシステムの利用により船位を把握し、所定の航路を航行することが可能となることから衝突の防止にも有効である。

しかしながら、これら海難の減少効果は操船者の体験的認識は別として、計量化のためには多くの基礎データを必要とする。

計量化の手法としては、前後比較法、地域比較法のほかには海難分析による方法があるが、これは過去何年かの海難の実績を分析し、かかるシステムがあれば防止できたと考えられる事例を抽出することにより効果を推定するものであって、周囲条件を含め各種のデータがあれば相当確度の高い効果予測が期待できる。

今回の調査においては遺憾ながらデータ収集が不十分であったため確度の高い予測はできなかったが、入手した資料を基にして、主に海難分析によって効果の計量化につとめた。

インドネシア周辺海域で1976年1月～8月の8カ月間に発生した海難は212件（年換算318件）であり、このうち、一般に航行援助システムの有無に関係のある座礁は23件（10.8%）、衝突は12件（5.7%）であって、年間に換算すると夫々3.5件、1.8件、合計5.3件となる。（出典インドネシア海運総局）

これらを海域別に分類すると、

マラッカ・シンガポール海峡 16件（30%）

その他の海峡 87件（70%）

となり、航行船舶数（194年の実績から換算した1976年値）からみた海難発生率は

マ/シ海峡 16件 / 55,770隻 0.029%

となる。



また、別のデータ（出典インドネシア海運総局）によると、1976～77年の1年間におけるマノシ、ロノマ海域における海難は25件でこのうち座礁は6件（24%）、衝突は12件（48%）計18件（72%）となっている。

このうちマノシ海峡における発生件数は17件で、  
航行船舶数からみた海難発生率は

$$17 \text{ 件} / 55,770 \text{ 隻} \quad 0.030 \%$$

となる。

更に別の試算として、日本における海難データを引用すると、（出典福続海域における海上交通システム：運研センター）港湾、狭水道における座礁、衝突の発生率は航行船舶数に対し夫々0.01%、外洋に面し海峡においては夫々0.001%程度となっているので、これらの値を採用して試算すると

$$\text{マノシ海峡} \quad 55,770 \text{ (隻)} \times 0.02 \% = 11.2 \text{ (件)}$$

となる。

海難による損害額については、資料を入手できなかったので、同じく日本における実績データ（出典 前出、運研センター）を参考とすると、

	座礁1件	衝突1件
大型船（10,000 t～95,000 t）	20,000 千円	9,500 千円
小型船（500 t～1,000 t）	3,700 千円	8,000 千円

であり、これをトン当たりとすると、

大型船（平均 27,000 t / 隻として）	740 円 / t	350 円 / t
小型船（平均 750 t / 隻として）	4,930 円 / t	4,000 円 / t

となり、これらの値からタンカーの場合は550円/t / 1件、貨物船等の場合は、2,800円/t / 1件として試算に用いる。

これらの損害の軽減効果については、航行船舶数の伸び、電子航行援助システムの利用率（受信機の装備率）、及びシステムの利用による効果を勘案しなければならない。

海域別の航行船舶交通量は8-2に述べたように予測し、システムの利用率を大型タンカーを100%、その他外国船については90%、国内船については、1985年に3%、1986～1990年15%、1991年以降50%とし、更にシステム利用による効果を50%として、前述の日本における海難発生率及び損害単価を用いて、マノシ海峡における海難発生予測件数、海難防止予測件数等を求めると次のとおりである。

なお、航行船舶の外国船、国内船の割合は、シンガポール海峡における観測結果から、夫々88%、12%とした。

区 分		年				
		1980年	1985	1990	2000	2010
マ/シ海峡	海難発生予測件数	13.2	16.3	21.6	88.2	58.1
	海難防止予測件数	-	7.1	9.4	17	26.1

これらと交通量予測の際に推定されている将来各年次の平均トン数より、一件当りの軽減効果額は、次のようになる。

〈マラッカ/シンガポール海峡〉

区 分		年			
		1985	1990	2000	2010年
事故軽減便益 (US\$ 1,000)		762.9	1,046.9	1,985.5	2,998.0

なお上記海難には、まれに起り得る重大海難を含んでいない。重大海難は予測が極めて困難であるが、発生の可能性は否定できないので、本来は試算に加えるべきであろう。

過去10年間の世界の重大海難(10件)のうち判明しているものについてみると、1件あたり平均では死者22.6名、船体積荷等の損害48億円となっている。

しかし、油汚染などの二次災害については周囲の状況によりその程度に極端な差があるので、一概に損害額を推定することはできない。

この報告書ではひとまず重大海難、あるいは二次災害に関しては、システムの効果の計量化から除外した。

#### 8-4-4 運航能率の向上による効果

かかるシステムによる、船舶運航能率の向上は、視界不良時における速度低下の改善と、通常航行時の蛇行の補正の2面でまず考えられる。

スコール等の視界不良時には、船舶は通常、速度を落して航行するが、システムの利用により視界不良時でも通常の航行が可能となることを仮定して、この差を便益として試算する。

ここで、マノシ海峡を航行する船舶は、通峡中に1回、平均持続時間80分のスコールに遭その間速度(12ノット)を9ノットに減ずると仮定した。

なお、運航費と節約単価は次のとおり求めた。

一般船及び大型タンカーの運航費(ただし、港費用を除く)は、次の様に推定される。

##### a) 一般船(一般貨物船、一般大型タンカー)

米国の商船会社へのアンケートにより、一般船の航海費用を推定すると、速度別に次のように積算された。

30,000 Nautical Mile (55,560 km) / 18,500 ton 船舶

##### 経済航海費用(速度別)

速度(ノット)	1959年単価 (\$/トン)	1977年単価		
		30,000 NM \$/トン	10,000 km \$/トン	\$/トン/時間
10	16.07	54.82	9.77	0.0181
12	14.70	49.68	8.94	0.0199
14	14.00	47.32	8.52	0.0221
16	18.58	45.90	8.26	0.0245
18	18.58	45.90	8.26	0.0244
20	18.60	45.97	8.28	0.0307
22	18.84	46.78	8.42	0.0348

単位節約額については、次の様に計算される。

航行速度が12ノットであるとし、80分間天候悪化を受け、速度が9ノットに減ずるとする。

9ノットで航行する時の航海費用は、上の表から0.0167\$/ton/hrと推定した。従ってシステムによって受ける単位便益は、次の様に計算される。

$$(0.0167 \times 0.5 - 0.0199 \times 0.5 \times \frac{9}{12}) = 0.0008875 \$/\text{ton}$$

各年次の年間節約額は、次式で計算される。

$$[0.0008875 \$/\text{ton} \times (\text{平均トン数}) \times (\text{交通量}) \times (\text{装備率})]$$

b) 大型タンカー

大型タンカーについては、次のデータより、経済航海費用を735.3US\$時間と推定する。  
(対20万DWTタンカー)

28万DWT	926US\$/時
14万DWT	744US\$/時
20万DWT	865US\$/時
経済航海費用	$865 \times 0.85 = 735.3$ US\$/時

よって、各海峡における単位節約額は、30分間の悪天候により速度が12ノットから9ノットに減ずると考えると $\{0.5 - (0.5 \times \frac{9}{12})\}$ 時間の節約に対応したものであるため、91.9US\$/隻と推定される。

ただし、これ等の場合も基礎データは通常価格であったので、経済費用への換算率を0.85として計算した。また、速度変化による単位運航費の差は少ないと考えた。

以上の事から海峡における運航費節約便益は次のようになる。

〈マラッカ/シンガポール海峡〉

(1,000 US\$)

年	1980	1985	1990	2000	2010
便 益	823.5	1,021.3	1,380.5	2,328.2	3,500.2

また、かかるシステムの利用により、推測航法による蛇行が補正され、これによって生じる運航費節約便益について考察すると、まず、マ/シ海峡においては、ある程度の可視標識が設置されており、蛇行の程度は比較的少いと想定される。しかし一般的に蛇行の程度の熟練度その他の条件によって大きく変化するものであって、具体的資料が不足であることから今回はとりあげないこととした。

8-4-5 漁業の操業能率の向上による効果

ここで対象としたのは、資料の都合上インドネシア国のみであって、実際にはマレーシア、シンガポール各国の漁業への効果も無視することはできない。

インドネシアの漁業の現状を見ると、特に海面漁業においては、設備、生産量ともに必ずし

も高い水準にあるとは言えない。

インドネシアに於ける海面漁業の実績は1974年に、水産総局統計によれば949千トンの漁獲量で、1,317億Rp(317.4百万US\$)の漁獲高を示している。

この漁獲高のうち、動力船によるものがどの位かは不明であるが、保有動力船隻の比率は270.173隻の総漁船数(水産総局統計1974年)に対し、4.8%の13,009隻である。

漁獲高については、現在35%が動力船のものであるとされているが、将来については、動力船の比率が高まっていくのは容易に推定されるので、動力船の漁獲高の割合を次の様に推定する。

1975	1980	1985	1990	2000	2010年
85%	40%	45%	50%	70%	70%

又、将来の漁獲量については、5年間で30%増産を計画している。これは、年率5.4%の成長率である。本報告書に於いては、これを勘案して次の成長率を採用するものとする。

将来漁獲量成長率	(対1975年率)	
1975~1980	5.4% 1年	(1.301)
1980~1985	4.3 "	(1.606)
1985~1990	3.4 "	(1.898)
1990~2000	2.7 "	(2.477)
2000~2010	2.2 "	(3.079)

#### 動力船による推定年間漁獲高

区 分 \ 年	1975	1980	1985	1990	2000	2010
全漁獲量(千トン)	1,000	1,800	1,600	1,900	2,480	3,060
動力船による漁獲量(千トン)	850	520	720	950	1,740	2,160
動力船による漁獲高(百万US\$)	117.1	178.9	240.8	317.7	582.0	722.4

漁船(動力船)の受信機装備率は次の様に想定する。

~1990	3%
1991~2000	10%
2001~	30%

又、“システム”利用による操業能率の向上は、日本に於いては12~15%程度とされているが、本報告書に於ては6%を採用すると、効果の比率は、次の様に推定される。

年	1985	1990	2000	2010
(%)	0.18%	0.18%	0.6%	1.8%

又、マラッカ・シンガポール海峡付近の漁場での漁獲高は、全体の40%を示しており、(水産総局統計)、この比率は将来とも同じとする。

よって海峡に於ける漁業への効果は、次の様に推定される。

マラッカ/シンガポール海峡

(1,000 US\$)

1980	1985	1990	2000	2010年
125.2	178.8	228.7	1,896.8	5,201.8

#### 8-4-6 効果の合計

8-4-8-8-4-5でそれぞれ求められた効果は次のように要約される。

(マラッカ/シンガポール海峡)

(単位: US\$ 1,000)

区 分 \ 年	1985	1990	2000	2010
事故軽減便益	792.9	1,046.9	1,985.5	2,998.0
運航費節約便益	1,021.8	1,880.5	2,328.2	3,500.2
漁業からの便益	178.8	228.7	1,896.8	5,201.8
合 計	1,987.5	2,606.1	5,660.5	11,699.5

## 8-5 経済費用便益分析及び感度分析

### 8-5-1 建設費及び維持運営費

第5章に述べられているように、システムの建設費は1977年価格（US\$1=¥280換算）で25,248.7千ドルと試算されている。

一方維持運営費は1985年の開始から毎年1,404.8千ドルと試算された。また、運用開始から15年の後に海峡のシステムの機器を交換することとし、2,000年に12,189.1千ドルを維持費の中に加えた。

本報告書ではシステム利用の為の受信機装備費用は考慮されていない。

尚、建設の経済費用分析に際しては、費用の内貨分は経済費用への換算の為、その85%で算定した。

### 8-5-2 費用便益分析

本報告書で使用した割引率は8%、10%及び15%であり、各年の費用及び便益は添付の“費用便益分析表”に示す。

プロジェクトの耐用年数を80年として費用・便益比を算定すると次のとおりである。

（マラッカ/シンガポール海峡）

（単位：US\$1,000）

割引率	費用	便益	純現在価値	費用・便益比
8%	29,028.2	29,489.0	460.8	1.016
10%	24,229.0	19,900.1	-4,828.9	0.821
15%	16,659.8	8,455.2	-8,204.1	0.508

IRR=8.15%

### 8-5-3 感度分析

感度分析は海峡別に次の4つのケースについて検討した。

- 1) 建設費が10%増加した場合
- 2) 建設費が10%減少した場合
- 3) 運航能率の向上による便益が10%低い場合
- 4) プロジェクトの建設時期を5年遅らせた場合

以上の結果を費用・便益比で表示すると次のようになる。

(US\$ 1,000)

海峡	割引率	建設費 10%増加	建設費 10%減少	運航費節約 10%減少	建設時期 5年遅延
マ/シ	8%	0.928	1.126	0.975	1.417
	10%	0.746	0.911	0.787	1.118
	15%	0.461	0.563	0.485	0.806



《マラッカ・シンガポール海峡》費用・便益分析表

( US\$ 1,000 )

	費用			便益					8%割引率		10%割引率		15%割引率	
	建設費	維持運営費	合計	事故軽減	運航費節約	小計	漁業	合計	費用	便益	費用	便益	費用	便益
1980	324.0		324.0						257.2		243.4		213.0	
1981	5,351.4		5,351.4						3,933.4		3,655.0		3,059.6	
1982	8,513.1	65.4	8,578.5						5,838.4		5,326.6		4,265.0	
1983	7,325.1	539.4	7,864.5						4,956.0		4,439.3		3,400.0	
1984	3,730.1	964.1	4,694.2						2,739.0		2,408.9		1,764.7	
1985		1,404.8	1,404.8	792.9	1,021.3	1,814.2	173.3	1,987.5	759.0	1,073.8	655.4	927.2	459.2	649.8
1986		1,404.8	1,404.8	843.7	1,083.1	1,926.8	184.4	2,111.2	702.8	1,056.1	595.8	895.4	399.3	600.1
1987		1,404.8	1,404.8	894.5	1,145.0	2,039.5	195.5	2,235.0	650.7	1,035.0	541.6	861.7	347.2	552.4
1988		1,404.8	1,404.8	945.3	1,206.8	2,152.1	206.6	2,358.7	602.5	1,011.6	492.4	826.7	302.0	507.0
1989		1,404.8	1,404.8	996.1	1,268.7	2,264.8	217.6	2,482.4	557.9	985.8	447.6	791.0	262.6	464.0
1990		1,404.8	1,404.8	1,046.9	1,330.5	2,377.4	228.7	2,606.1	516.5	958.3	406.9	754.9	228.3	417.6
1991		1,404.8	1,404.8	1,135.8	1,430.2	2,566.0	345.5	2,911.5	473.3	991.3	369.9	766.7	198.5	411.5
1992		1,404.8	1,404.8	1,224.6	1,530.1	2,754.7	462.4	3,217.1	442.9	1,014.2	336.3	770.2	172.6	395.3
1993		1,404.8	1,404.8	1,313.5	1,629.8	2,943.3	579.1	3,522.4	410.1	1,023.2	305.7	766.6	150.1	376.4
1994		1,404.8	1,404.8	1,402.3	1,729.6	3,131.9	695.9	3,827.8	379.7	1,034.5	277.9	757.3	130.5	355.7
1995		1,404.8	1,404.8	1,491.2	1,829.4	3,320.6	812.8	4,133.4	351.6	1,034.4	252.6	743.4	113.5	334.0
1996		1,404.8	1,404.8	1,580.1	1,929.1	3,509.2	929.6	4,438.8	325.5	1,023.5	229.6	725.8	98.7	311.9
1997		1,404.8	1,404.8	1,668.9	2,028.9	3,697.8	1,046.4	4,744.2	301.4	1,017.9	208.7	705.2	85.8	289.8
1998		1,404.8	1,404.8	1,757.8	2,128.6	3,886.4	1,163.2	5,049.6	279.1	1,003.1	189.7	682.4	74.6	268.3
1999		1,404.8	1,404.8	1,846.6	2,228.5	4,075.1	1,280.0	5,355.1	258.4	985.0	172.5	657.9	64.9	247.4
2000		13,593.9	13,593.9	1,935.5	2,328.2	4,263.7	1,396.8	5,660.5	2,315.3	964.1	1,518.1	632.2	56.4	227.4
2001		1,404.8	1,404.8	2,041.8	2,445.4	4,487.2	1,777.3	6,264.5	221.5	987.9	142.5	636.0	49.1	218.9
2002		1,404.8	1,404.8	2,148.0	2,562.6	4,710.6	2,157.7	6,868.3	205.1	1,002.9	129.5	633.6	42.7	208.6
2003		1,404.8	1,404.8	2,254.3	2,679.8	4,934.1	2,538.1	7,472.2	189.9	1,010.3	117.7	626.9	37.1	197.3
2004		1,404.8	1,404.8	2,360.5	2,797.0	5,157.5	2,918.6	8,076.1	175.9	1,011.0	107.0	616.0	32.3	185.5
2005		1,404.8	1,404.8	2,466.8	2,914.2	5,381.0	3,299.0	8,680.0	162.8	1,006.0	97.3	601.9	28.1	173.4
2006		1,404.8	1,404.8	2,573.0	3,031.4	5,604.4	3,679.5	9,283.9	150.8	996.4	88.5	585.3	24.4	161.2
2007		1,404.8	1,404.8	2,679.3	3,148.6	5,827.9	4,060.0	9,887.9	139.6	982.6	80.5	566.7	21.2	149.3
2008		1,404.8	1,404.8	2,785.5	3,265.8	6,051.3	4,440.4	10,491.7	129.3	965.4	73.2	546.7	18.4	137.8
2009		1,404.8	1,404.8	2,891.8	3,383.0	6,274.8	4,820.8	11,095.6	119.7	945.4	66.5	525.5	16.0	126.8
2010		1,404.8	1,404.8	2,998.0	3,500.2	6,498.2	5,201.3	11,699.5	110.8	923.0	60.5	503.7	14.0	116.2
2011		1,404.8	1,404.8	3,104.3	3,617.4	6,721.7	5,581.7	12,303.4	102.6	898.7	55.0	481.6	12.1	106.2
2012		1,404.8	1,404.8	3,210.5	3,734.6	6,945.1	5,962.2	12,907.3	95.0	873.0	50.0	459.3	10.5	97.0
2013		1,404.8	1,404.8	3,316.8	3,851.8	7,168.6	6,342.6	13,511.2	88.0	846.1	45.5	437.2	9.2	88.2
2014		1,404.8	1,404.8	3,423.0	3,969.0	7,392.0	6,723.1	14,115.1	81.5	818.5	41.4	415.1	8.0	80.2
	25,243.7	55,902.0	81,145.7	59,129.3	70,748.6	129,877.9	69,420.1	199,298.0	29,028.2	29,489.0	24,229.0	19,900.1	16,659.3	8,455.2

## 8-6 む す び

航行援助システムの設置効果は、前述のように広い分野に分布し、かつ他の要因と相乗的に働くので、効果のすべてを回帰分析することは困難である。

本章で計量化を試みた便益は、総効果の一部であり、またこれらも計量化に際して多くの仮定を置いているので、得られた値が絶対的な意味を持つとは云い難い。

しかしながら、本来この種の検討評価は必要なことであり、得られた値も相対値として有意義なものといえよう。

問題は、計量化の対象にならない効果、すなわち航行安全確保の面から航行援助システムの必要性をどのように認識し、計量できない便益をどのように評価するかであって、総合的な評価は、その国の海上安全対策あるいは漁業政策、技術開発政策策定上の観点からなされるべきであろう。

## 資 料

A：双曲線航法

B：支線式鉄塔の構造解析

C：雑音によるデッカーサービスエリアの限界

D：マラッカ/シンガポール海峡の現況交通量と将来交通量

## 1. 双曲線航法

## 1-1 概要

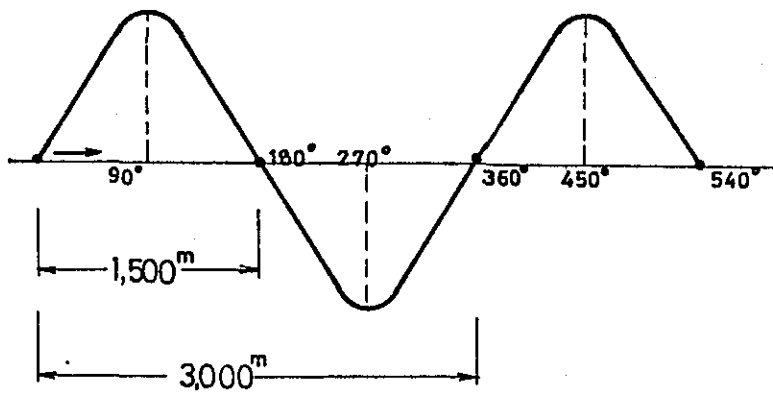
2つの送信局が、ある一定の時間関係にしたがって、定められた方式の電波を発射し、利用者がこれら2つの送信局までの距離の差を測定することによって、自己の位置を知る航行方式を、“双曲線航法”と呼んでいる。この“双曲線航法”では、ある一定の距離の差を与える点の軌跡は、一本の双曲線を形成するので利用者は、2組の送信局を選んで、2本の双曲線<これを“位置の線”と言う>を決定し、これら双曲線の交点として自己の位置を決定する。

デッカ、ロランA、ロランC、オメガ等は、双曲線航法の代表的なものである。

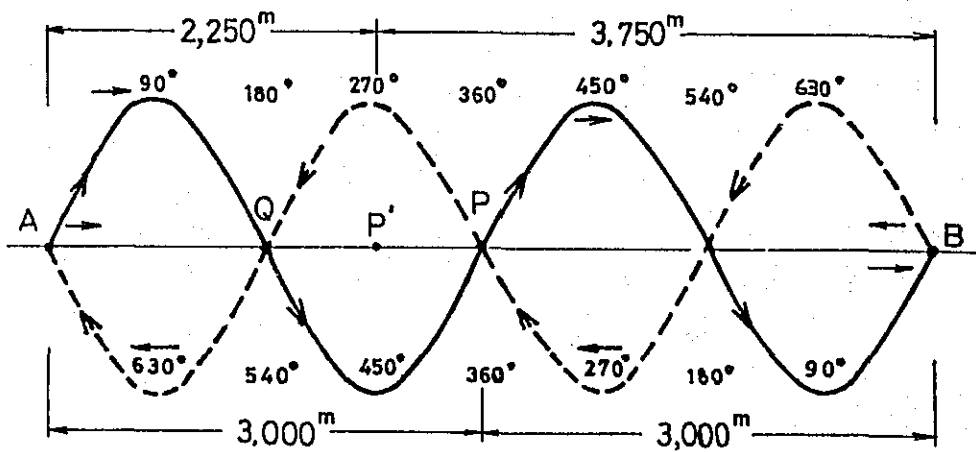
今、かりに、送信局から発射される電波の周波数を100 KHz、電波の伝搬速度を $3 \times 10^8$  m（実際には、この伝搬速度は、伝搬路の状態によって変化する）とすると、この電波の波長は、3000 mとなるから、この場合、100 KHzの電波は、1サイクルの間に3000 m伝搬する。位相角は、1サイクルの間に $0^\circ$ から $360^\circ$ まで変化するから、100 KHzの電波は、 $360^\circ$ 位相が変化する間に、3000 m伝搬することになる。1-1図はその様子を示したものである。この様に、電波の周波数と伝搬速度が与えられれば、距離と電波の波長又は位相に置き換えることが出来る。2つの送信局からの距離の差は送信局が発射した電波の位相の差として測ることが出来る。1-2図のA、Bの2点から、同一周波数で、同一時刻における電波の位相が同一になるようにして（位相同期と言う）、連続波を発射したとすると、A、B点から等距離にある点Pでは、両局からの電波の位相は、全く同一であるから位相差は零であり、距離差のないことを示している。しかし、この図でも分かるように、位相差が零になる点は、このP点の他にも多数存在するので、何らかの方法によって、求める1個の点を選び出さねばならない。（この方法については、後に“レーン識別”の項で述べる。）

1-1図で、P点がP'点に移動したとすると、A点からの電波の位相は、 $270^\circ$ であり、B点からの電波の位相は $90^\circ$ （ $450^\circ$ ）であり、この位相差は、 $180^\circ$ であるから、距離の差は1500 mであることが知れる。さらにQ点においては位相差が $360^\circ$ であるから、距離の差は3000 mである。

1-1 図 位相と距離



1-2 図 距離と位相差



実線 : A局  
破線 : B局

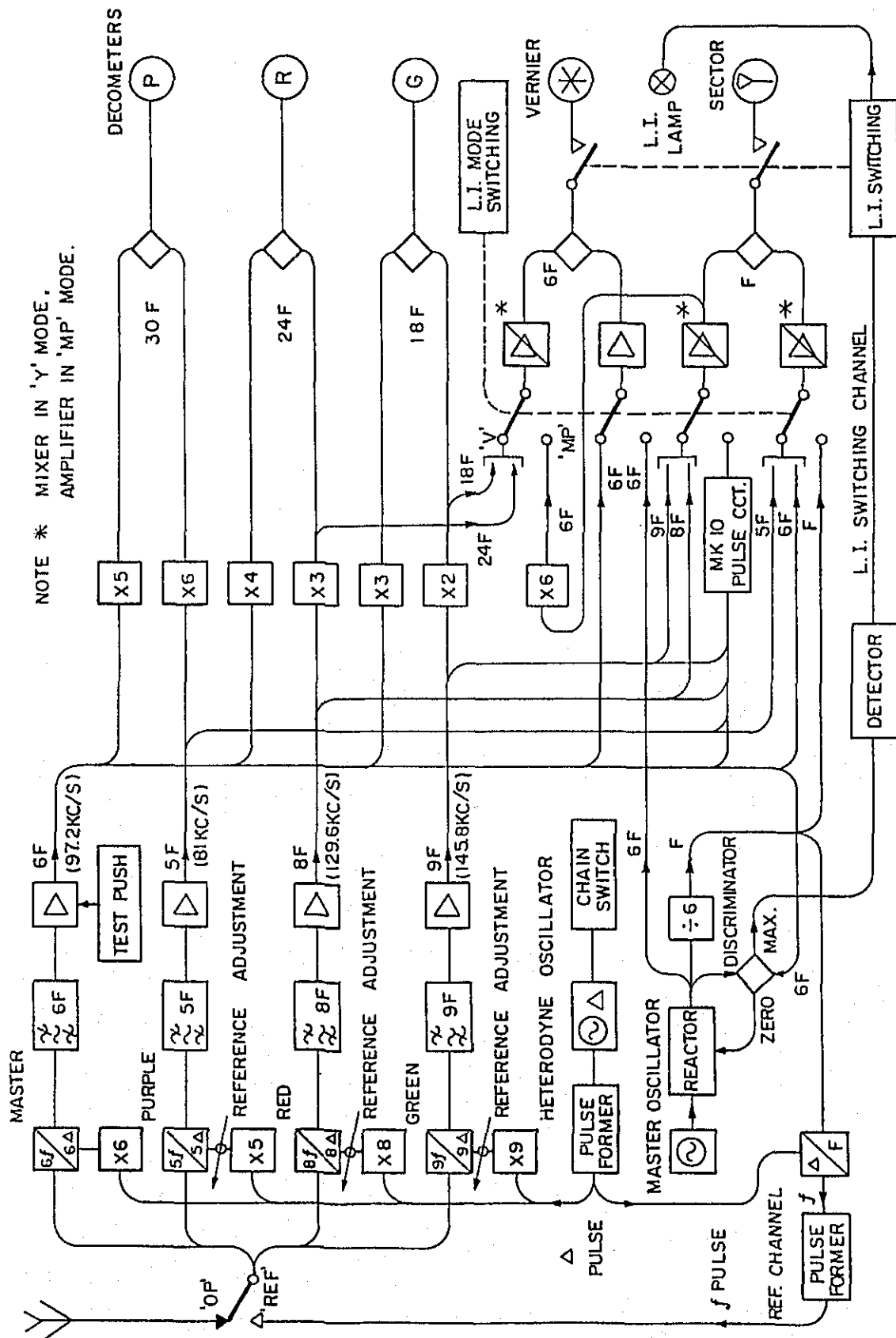
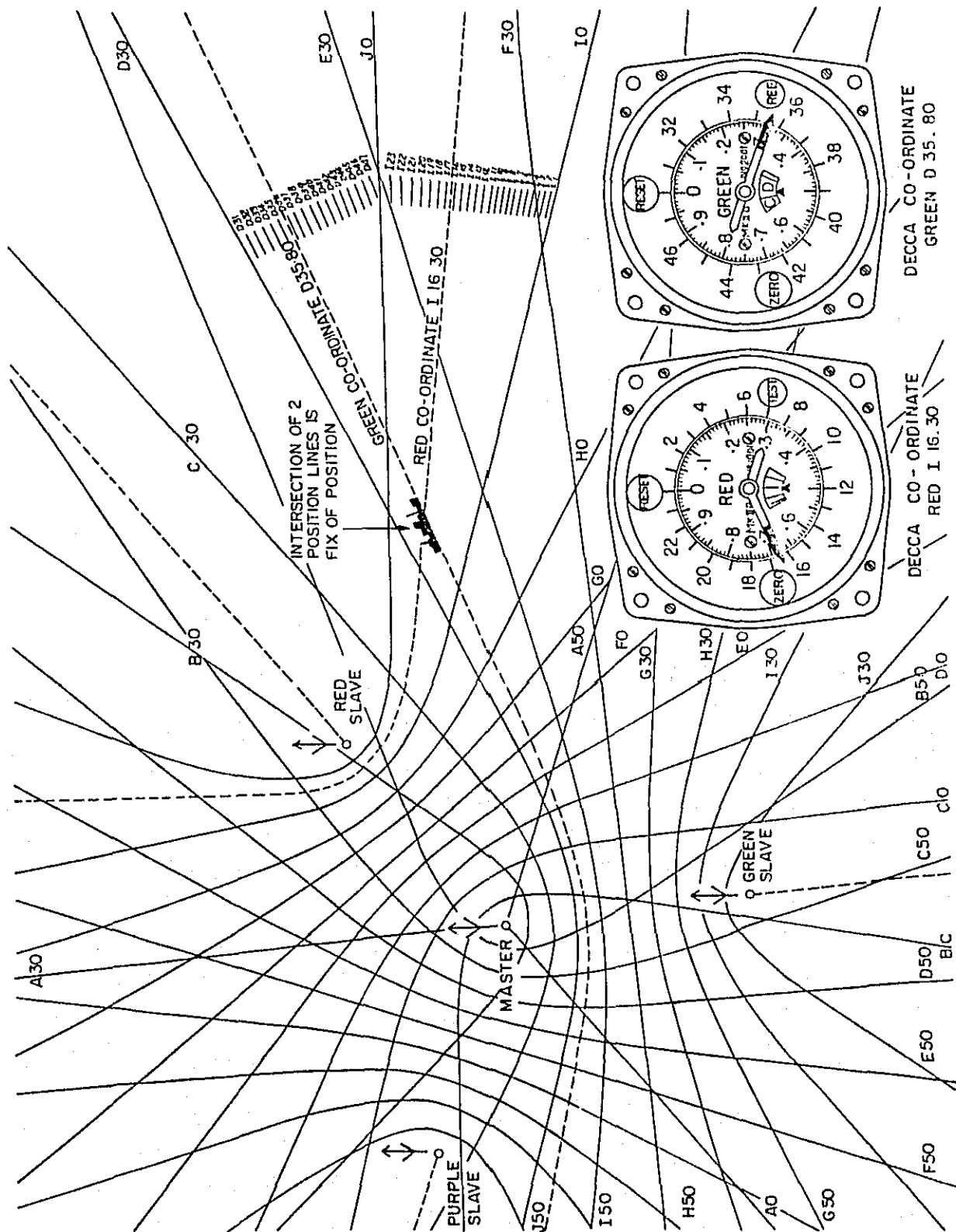


Fig. 1-3 デツカ受信機の簡略系統図



1-4 図 デツカチェーンパターン 図

1-4図は、1つのチェーンにより作り出される位置線のパターンを示す図であり、図上に示された位置にある船上で得られる赤と緑のデコメーターの値を示している。各パターンのレーンは、ゾーンに分類され、ゾーンは、アルファベット文字で識別されている。一方、レーンの方は、パターン相互間の間違いを避けるため、番号が付けてあり、1ゾーンにつきそれぞれ、24本の赤レーン、18本の緑レーン及び30本の紫レーンがある。各レーンは、赤局については0~24、緑局は30~47そして紫レーンについては50~79というように番号が付けてある。ゾーンは、各パターンについて同じ幅をもっており(基線上で約10Km)、それらの幅は、基本周波数 $f$ の位相比較周波数に対応するようになっている。各デコメーターでは、基本位相計が1レーンにつき1回転する指針を働かせ、その次のレーン指針は、1ゾーンにつき1回転するように適切に歯車で組み合わせられた指針により数えられる。ゾーンの文字はダイヤルで表示され、デコメーターの中心より下にある窓より見ることができ、これも歯車で駆動されている。

デッカレーン識別により、航海に出るときとか有効範囲に入る時、船の位置がゾーン幅の半分以内にあることを知れば充分であり、その後は、LIメーターとデコメーターで正確な位置を得ることができる。上記のことより、デコメーター上のレーンとゾーンの表示器を時計の針を調整する要領で設定すれば、受信が途切れない限り、そのパターン内での船の動きは連続的に記録され、その値は常時読み取ったり、デツカチャート上にプロットすることが出来る。

## 1-2 デッカナビゲーターシステム

### 1-2-1 デッカシステムの原理

受信機中の周波数選倍器で各共通周波数を作り出せるような2つの周波数の値を選ぶことにより、主局と従局から送信される信号を等しい周波数に変換することが出来る。よって、例えば、赤パターンでは、主従局からの信号は、共通周波数 $24f$ に選倍される。なおここで $f$ は約14KHzの送信されない基本周波数である。そして、それらの位相は、この共通周波数で比較される。主局は $6f$ 信号、従局は $8f$ 信号を送信しそれぞれ4倍及び3倍の選倍器に通される、つまり、幾何学的には、デッカシステムは、あたかも $24f$ の共通周波数が2箇所から送信されているように振舞う。紫及び緑パターンは1-1表に示されるように別の周波数と選倍の倍率を使って同様の方法で行われる。受信機の基本的な構成は1-3図に示されている。

大部分のデッカチェーンは、主局を中心にして3局の従局をもち、3つの双曲線パターンを作りだしており、実際には、利用者は、最も良い交角を得られる2つの線を選ぶことで十分で3つの線を使用することはない。

1-1表は、また、基線上における典型的なレーン幅を示している。レーンとは、同じ位相差を持つ隣りあった2つの双曲線の位置線で囲まれた領域に与えられた名前であり、よって、レーンを横切る場合、受信機では位相差が完全に1回転する。



実際には、1レーンを100分の1に分割している。それは1番狭いレーン幅の基線上では5メートルのオーダーの変化分に相当する。

1-2-2 デッカチャート

デッカの位置線はチャート上では、赤色、緑色及び紫色で描かれており、デコメータの番号に合わせて番号がつけられている。つまり1-4図に示されるように各ゾーンの中のレーンは、赤については0~23、緑については30~47、紫については50~79の番号がつけられている。長さの異なる数字のついた透明のスケールがレーン内で端数を内挿するために出されている。

非常に大きな縮尺のチャートでは、レーンはさらに大きな値、例えば0.5レーン毎に分割されている。ゾーンとゾーンの境界線は、普通のレーンより太く印刷されており、A~Jの文字がつけられている。10以上のゾーンを含む場合にはJのあとにA、B等が続く。

1-1表 送信及び比較周波数の1例

( $f = 14.16 \text{ KHz}$ )

送信局	倍数	周波数 KHz	波長 m
送信周波数			
主局 .....	6f	85.000	3,521
赤局 .....	8f	113.333	2,640
緑局 .....	9f	127.500	2,347
紫局 .....	5f	70.833	4,225
比較周波数			
赤 .....	24f	340.000	880
緑 .....	18f	255.000	1,174
紫 .....	30f	425.000	704
基線上のレーン幅 (伝搬速度: 299250 Km/s)			
	metres		yards
赤 .....	440.074		481.28
緑 .....	586.765		641.70
紫 .....	352.059		385.02

### 1-2-3 レーン識別

デッカシステムにおけるデッカ受信機の動作は、主局とある特定の従局の1組の信号の間の位相差を、正確に測定して、その位相差を指示器(デコメータと言う)に表示することである。デコメータは主局-赤従局・主局-緑従局・主局-紫従局の組合せについてそれぞれ1つあり、赤・緑・紫デコメータと呼ばれる。

デコメータは、送信局の有効範囲にある限り、受信機のスイッチを入れると、直ちに、1つのレーンの巾を100等分して、位置を自動的に指示する。主局と1つの従局が作り出すデッカパターンには、多くのレーンがあり、受信機がこのパターンの中でレーンを横切る毎に、デコメータの指針は、レーンの数を自動的に記録する。通常の使用状態では、デコメータを始動する前に、正確にゾーンとレーンの値を、前もって合せて置けば、機器が動作している間は常時、デコメータは、正しい値を示し続ける。航海中に、機器の動作が何等かの理由で中断された場合には、デコメータは正しい値を示さなくなるので、デコメータの修正を行う必要が生ずる。この様に、航海中にデコメータの修正を行うことを、レーン識別と呼んでいる。

すなわち、レーン識別は

- (1) 最初の位置に、ゾーン・レーンの値を合せる。
  - (2) 何等かの原因で、サービスが中断された時に、デコメータの補正をする。
- このために必要である。

デッカシステムでは、ゾーンの間隔は充分に離れており(基線に沿って約10 km以上)航海者が、ゾーンの識別を特に必要とすることはないとしており、航海用デッカ受信機には、ゾーンを識別するための機能はついていない。

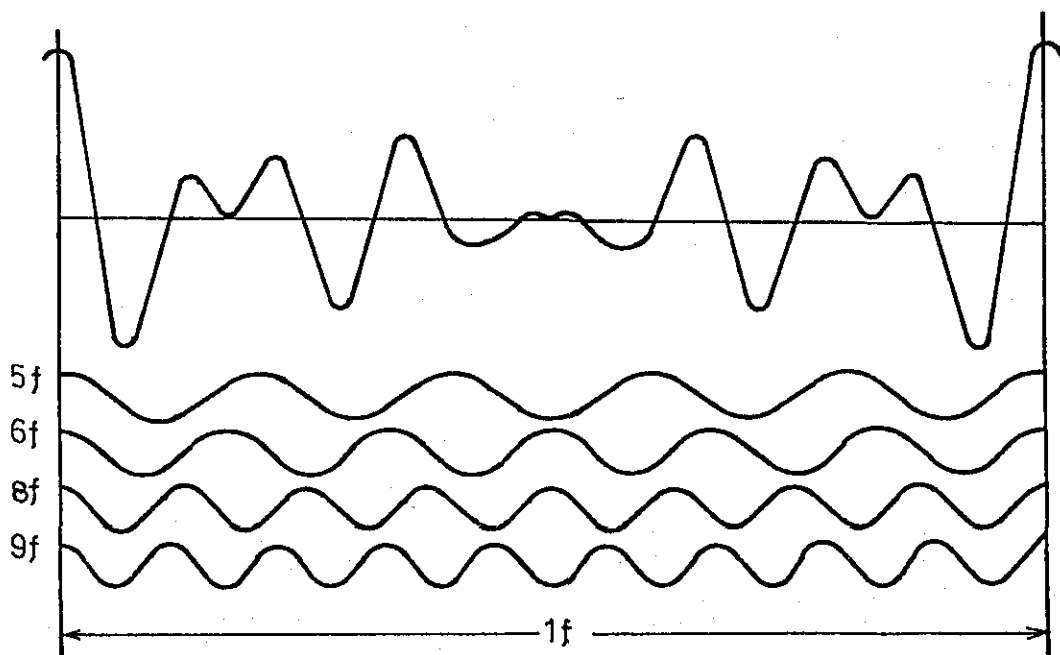
しかし、レーンの間隔はせまいので、どのレーンに位置しているかを正確に知ることは、絶対に必要である。レーン識別を行うことは、測定者がゾーンの中のどの点に位置しているかを知ること以外にない。前述したように、ゾーンと言うのは、基本周波数1f(約14 KHz)の、隣り合った位相差零の点の間隔であるから、主局と1つの従局からの信号の1fについて位相比較を行ない、その値を指示器上に示すことが出来れば、レーン識別を行なうことが出来る。

マルチパルスシステムは、自動レーン設定と、航空機用受信機に対して、ゾーン識別を与えることが出来る最新の送信方式である。また、レーン識別の空間波による干渉を小さくするように、考慮した方法であり4局から順番に、各局が5f、6f、8f、9fの4波を同時に短時間発射する。1局が4波を発射している時には、他の3局は電波の発射を停止する。このようにレーン識別のために各局から順番に4波を発射することによって、1fパルスを生じ、この1fパルスを利用することがMark 10送信方式の特長である。

主局から送信されたMark 10送信方式によるレーン識別信号は、主局に引き続いて送信

される従局のMark 10 識別信号と位相比較を行なうために、受信機内部に記憶される。4つの識別用周波数は送信局で注意深く位相を合せられ、受信機の中で必要な $f$ 信号として取り出される。この $1f$ 信号は、1-5図に示すように、大振幅のパルスとなるので、他のものとはっきり区別することが出来る。このMark 10 送信方式を“マルチパルス”方式と称している。

1-5図 Mark 10 方式の識別パルス

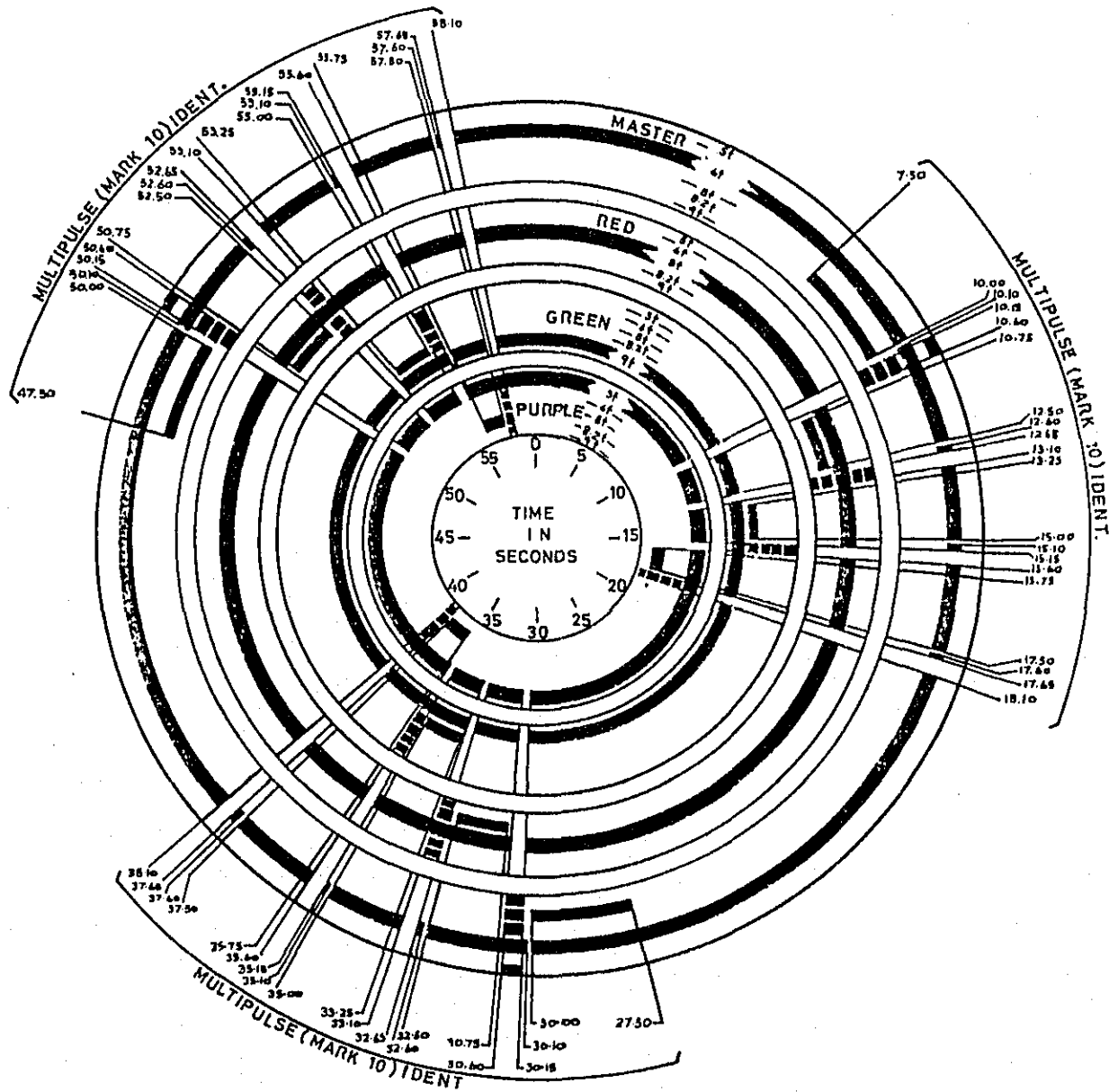


この主局からの送信波の合成パルス（これは受信機内に1時記憶される）と従局の送信波の合成パルス（これも $1f$ である）の位相を比較することによって、受信機のレーン識別機構を動作させて、レーン識別を行う。この $1f$ の振巾は、各信号が相当大きな位相偏移を生じても、他の周波数成分の振巾と同じになることはなく、空間波と地表波の振巾比が、50パーセントになるまでは、等振巾の不正パルスを生ずることはない。

1-6図にMark 10 方式のタイムシーケンスを示しているが、これによると、Mark 10 方式のマルチパルス方式の発射は、次の様に行われる。

- (1) 毎分10秒から100msの間、主局は電波発射を休止する。
- (2) 毎分10・15秒から450msの間、主局が $5f \cdot 6f \cdot 8f$ および $9f$ の4波を同時に発射し、この間、他の3局は休止する。
- (3) 12.5秒から100msの間、主局は休止する。

- (4) 12.65秒から450msの間、赤従局のみが5f、6f、8fおよび9fの4波を同時に発射し、他の3局は休止する。
- (5) 15秒から100msの間、主局は休止する。
- (6) 15.15秒から450msの間、緑従局のみが5f、6f、8fおよび9fを発射し、他の3局は休止する。
- (7) 17.50秒から100msの間、主局が休止する。
- (8) 17.65秒から450msの間、紫従局のみが5f、6f、8fおよび9fを発射し、他の3局は休止する。
- (9) 上記以外の時間は、通常の電波発射を行う。
- (10) 毎分30秒および50秒からI)~IX)と同じ時間間隔で電波発射を行う。



1-6 図 60秒送信サイクル(4局構成チェーン)

#### 1-2-4 周波数チャンネル

デッカシステムのための電波の割当は国際電気電信条約下の第3地域では、70～90 KHz及び110～130 KHzの周波数帯が認められている。

これに基づき、デッカシステムでは、1-2表及び1-3表に示す基準により、63個の周波数チャンネルが用意されている。

1-2表 デツカチエーン割当周波数表 (kHz)

Nominal frequency (B) and 'half frequency' (E) groups

Decca Frequency Code	Master 6f	L.I. Signalling 6f + 60c/s	6f - 60c/s	Red 8f	Green 9f	Purple 5f	Orange 8.2f
0 B	84.105	84.165	84.045	112.140	126.1575	70.0875	114.9435
0 E	84.195	84.255	84.135	112.260	126.2925	70.1625	115.0665
1 B	84.280	84.340	84.220	112.373	126.420	70.233	115.183
1 E	84.370	84.430	84.310	112.493	126.555	70.308	115.306
2 B	84.460	84.520	84.400	112.613	126.690	70.383	115.429
2 E	84.550	84.610	84.490	112.733	126.825	70.458	115.552
3 B	84.645	84.705	84.585	112.860	126.9675	70.5375	115.6815
3 E	84.735	84.795	84.675	112.980	127.1025	70.6125	115.8045
4 B	84.825	84.885	84.765	113.100	127.2375	70.6875	115.9275
4 E	84.915	84.975	84.855	113.220	127.3725	70.7625	116.0505
5 B	85.000	85.060	84.940	113.333	127.500	70.833	116.167
5 E	85.090	85.150	85.030	113.453	127.635	70.908	116.290
6 B	85.180	85.240	85.120	113.573	127.770	70.983	116.413
6 E	85.270	85.330	85.210	113.693	127.905	71.058	116.536
7 B	85.365	85.425	85.305	113.820	128.0475	71.1375	116.6655
7 E	85.455	85.515	85.395	113.940	128.1825	71.2125	116.7885
8 B	85.545	85.605	85.485	114.060	128.3175	71.2875	116.9115
8 E	85.635	85.695	85.575	114.180	128.4525	71.3625	117.0345
9 B	85.720	85.780	85.660	114.293	128.580	71.433	117.151
9 E	85.810	85.870	85.750	114.413	128.715	71.508	117.274
10 B	85.900	85.960	85.840	114.533	128.850	71.583	117.397

1-3 表 デツカチエーン割当周波数の細分表

Showing relationship of A-B-C-D-E-F spot frequencies (in kHz/s)  
for one complete numerical group

Decca Frequency Code	Master 6f	L.I. Signalling 6f + 60c/s	Red 8f	Green 9f	Purple 5f	Orange 8.2f
5 A	84.995	85.055	113.327	127.4925	70.829	116.159
5 B	85.000	85.060	113.333	127.500	70.833	116.167
5 C	85.005	85.065	113.340	127.5075	70.837	116.1735
5 D	85.085	85.145	113.447	127.6275	70.904	116.283
5 E	85.090	85.150	113.453	127.635	70.908	116.290
5 F	85.095	85.155	113.460	127.6425	70.912	116.2965



#### 1-2-5 有効範囲

デッカシステムの有効範囲は

- (1) 受信点における信号対雑音比による制限
- (2) 夜間、空間波妨害による制限

の両者により定まる。この詳細記述は別添資料Cに示す。

本報告書による輻射電力200W（送信機出力1.2KW、110メートル高さの傘型空中線使用）で東南アジア地域に建設されたデッカチェーンの有効範囲は昼夜間共400Kmである。

## 1-3 デッカ送信装置の動作説明

### 1-3-1 位相制御器

位相制御器には主局用位相制御器と従局用位相制御器の2種類がある。それぞれの動作系統を5-4-19図、5-4-20図に示す。

主局用位相制御器はチェーンの周波数基準となる信号を作るもので、現用架の主発振部の発振器がこれを受けもつ。すなわち、現用架の周波数発振器の発振周波数を周波数シンセサイザにより $0.2f$ まで分周し、各波送信駆動部を励振する。さらに送信機を経て空中線より電波を発射する。この空中線電流は送信駆動部に帰還して、空中線電流の位相と $0.2f$ 信号の位相が一致するよう制御する。一方帰還信号の一部は予備架の送信駆動部にも印加し、その架の $0.2f$ 信号の位相を現用架の位相に一致させるよう制御する。送信駆動部の出力信号は時間信号発生部のMark-10送信方式のタイムスケジュールに合致した信号により送信駆動部のスイッチ回路でスイッチした波形である。

一方、従局用制御器は自局の発射信号の位相が常に主局電波の位相に合致するよう $6f$ 受信部によって監視し、誤差信号によって制御している。またタイムスケジュールもその基準点が主局と一致しなければならないので、 $8.2f$ 受信部出力の零時間信号で修正する。その他の動作は主局位相制御器とまったく同一な動作をする。

### 1-3-2 監視切換装置

監視切換装置は、送信装置の動作状態を常に監視し、前述の3台の位相制御器のサービスビリティの格付けを行ない、発射電波に異常を認めたときには直ちにサービスビリティの高い位相制御器に自動切換を行うものである。本装置の系統を5-4-21図に示す。

3台の位相制御器からの位相同期異常、主発振器動作異常、時間同期異常を故障率検出器に入力し、時間に対する故障発生率を計算する。この出力を自動選別器に入力し、選別信号を切換制御部に導く。切換制御部からの命令により切換信号を位相制御器に送出し切換える。切換制御は自動又は手動により行なえるが、手動切換とした時は、テストキーにより擬似アラームを出し、自動選別の動作試験を行うことができる。自動選別による位相制御器の動作状態は表示部で監視できる。

従局においては、基本となる $1f$ 、 $0.2f$ の周波数における主従局間の位相同期を監視する受信機を有する。この受信機はスーパーヘテロダイン方式で、同期監視はデコメータの指示により行う。

これらの位相同期が外れた場合は、中央監視装置からの遠隔操作により同期制御が行なわれる。

以下に本装置の機能の概略を記述する。

- a) 位相制御器の正常動作時には位相制御器を $\#1$ 、 $\#2$ 、 $\#3$ の順序で24時間ごとに切換える。
- b) 発射電波の振幅、位相、時間と各位相制御器及び自動監視切換系のそれらとを比較し、

各位相制御器の時間に対する故障の割合によってサービサビリティを次の4段階に分類する。

#### OK, DUBIOUS, SUSPECT, NO VOTE

NO VOTEは、4分間に1回以上の故障を検出した場合で、運用不可とする。

- c) 従局においては、アンチスタチック回路によって、主局の故障、伝搬上の障害など、従局外における要因による異常を判別し、受信系の異常時の切換を制限している。
- d) 切換操作を手動として、自動切換系を切り離し、動作をシュミレートしてチェックすることができる。

#### 1-3-3 送信機

送信機は同一機能を有する5架で構成し、各架はそれぞれ周波数が異なる。送信機の系統を5-4-22図に示す。

送信機の前置入力混合部では3架の制御器からの入力を現用に指定された架の分のみゲートを開いて4つの励振ユニットに分配して印加し、増幅して結合トランスで8つに分割し、12個の電力増幅ユニットを励振する。電力増幅ユニットの出力はそれぞれ100Wであり、出力変成部で合成し、1.2KW出力とする。出力変成部にはトランスのタップ切換があり、必要に応じて半電力、低電力出力で運転できるようになっている。送風部の故障時には、自動的に半電力にして運転するようになっている。また出力電圧は励振ユニットに帰還し、AGC動作を行わせ、出力変動を軽減している。送風ユニットには、励振ユニット、PAユニット及びファンモータの故障検出回路も組込まれておりこれらの異常表示もこのパネルで行なうと共に遠隔監視用信号を出力し必要な制御を促す機能を有している。

#### 1-3-4 コイル舎装置

コイル舎装置は送信機から送られてくる5波の電力を互いに干渉することなく、しかも能率よく空中線に給電するための装置である。

送信機からの5波の電力は、通常200~300m離れたコイル舎装置にフィーダ(同軸ケーブル)を通して供給する。この電力はまずフィーダコレクタユニットに供給し、フィーダによる電氣的遅延角を5波一定( $\lambda/4$ )にした後、A.T.A.M.装置を介して各周波数ごとに独立した整合器に入力する。これらの高周波信号は整合器による空中線同調部のインピーダンスの整合により能率よく空中線同調部に供給され、空中線より5波が発射される。

A.T.A.M.装置は、天候などの変化にもとずく空中線インピーダンスの変化に対し送信機からみた負荷インピーダンスの位相及び絶対値の変化を検出し、空中線同調機構及び整合器を駆動して自動的に最適負荷にするものである。

空中線同調部のリターンはフェージンググループユニット及び空中線電流計を介して接地される。フェージンググループにより検出した信号のひとつは位相制御器に帰還し位相制御を行い、もう一つの信号は切換装置に送り、空中線電流の監視を行う。

### 1-3-5 中央監視装置

有人局の場合、中央監視装置は主局に設置し各局の発射電波の位相及びレベルの監視を行う他、主局及び各従局の機器の動作状況を監視し正常な電波発射を行うために必要な遠隔制御を行うものである。

運用卓は、その機能上、各局の発射電波を監視するモニタ部、各局の機器動作を監視、制御する制御部からなる。また主局、及び従局の発射電波は主局から十数km離れたモニタサイトで受信し、信号を符号化して、UHFリンクを介して主局へ伝送し運用卓のモニタ部で監視する。

システムの総合動作における主要な動作状況を記録し、チェーン動作の全体的な分析及び各局の詳細な故障診断を行うためデータ記録器を備えている。

## 2. ロランCシステムの概要

### 2-1 ロランC送信装置

#### 2-1-1 ロランCシステムの原理

ロランは、数多くの送信局から発射されたパルス信号の到着時間差を測定する原理で運用される電子測位システムの一つである。一対のロラン送信局は、その間隔に対応して、一群の位置線を作り出す。これら位置線言い換えれば時間差の等しい線は双曲線であり、よってこの種のシステムは双曲線航法システムと呼ばれる。ロランという名称は、LONg RANge Navigation の各大文字をとって名付けられたものである。

ロランAは、約2000KHzの周波数で運用する標準ロランシステムである。送信されたパルスの包絡線を合わせることにより時間差を読むものである。

ロランCは理論的にはロランAの延長である。つまりロランAとCの間で大きく違う点は、送信周波数と時間差の測定方法である。

長波の安定した伝搬特性及び長距離の利点を利用するため国際的に割当てられている90～110KHzの周波数帯が長距離電波航法システム用に選ばれた。

時間差の測定は、パルスの包絡線及び包絡線内の搬送波の位相の両方を使って行われ、包絡線の整合により大まかな時間差の読みを得、またサイクル整合で精密な時間差を読みとる。

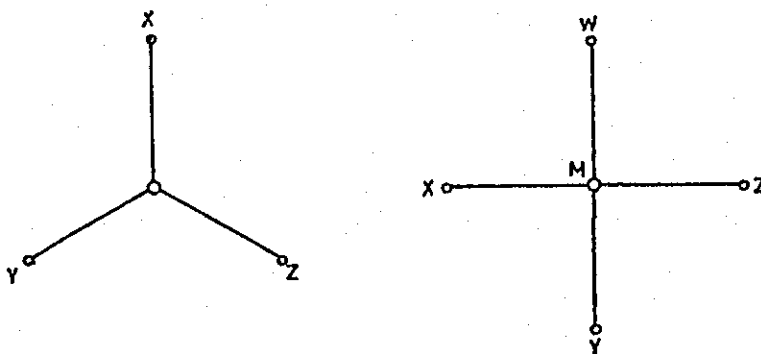
前述のロランAシステムに比べてロランCが大きな有効範囲と高い精度をもっているのはこの精密な読みとより長い基線長のためである。

#### (1) 送信局の構成

ロランCチェーンは1つの主局、2つ以上の従局、それとシステム監視局とからなる。

2-1図に代表的な配置を示す。

2-1図 ロランC局の配置

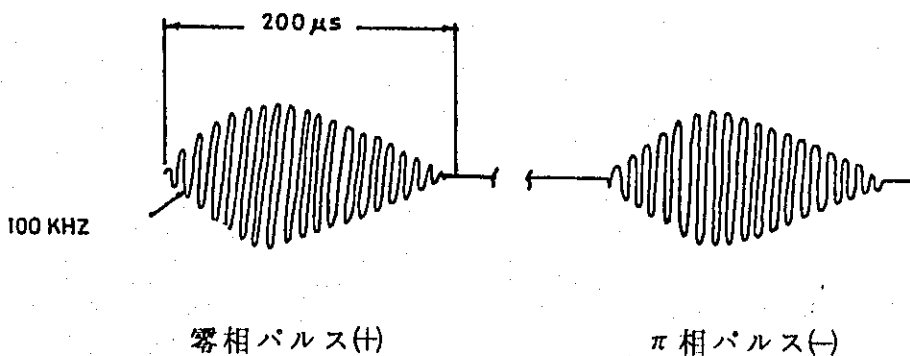


必要とされる範囲内で主従局からの信号が受信できるように送信局は配置される。簡便のため主局はM、従局はW、X、YまたはZという文字で示される。よってある主従局とそれによって作られる時間差は両局の文字または、単に従局だけで参照できるようになっている（たとえばMX時間差または時間差X）。

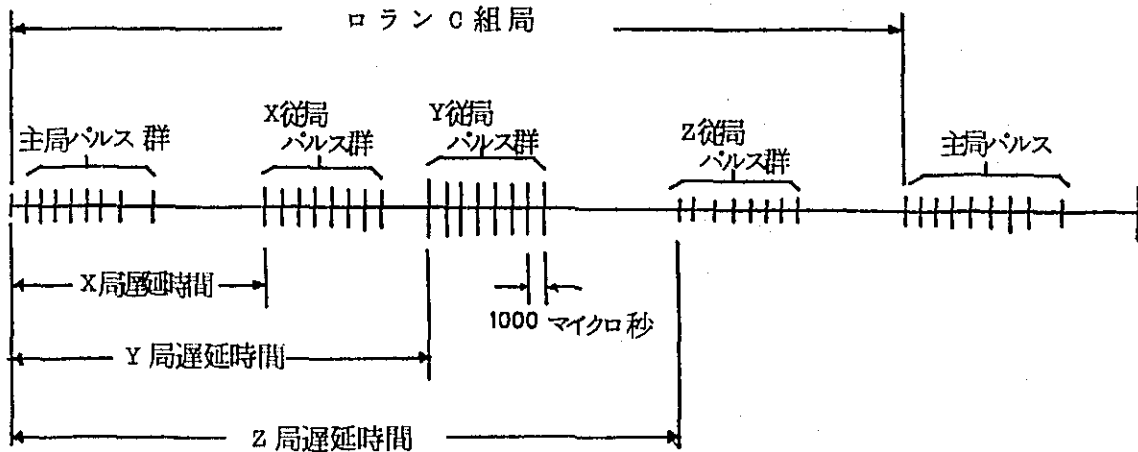
(2) 電波の発射方法

ロランCチェーンの送信局は、ある一定の繰返し周期(GRI)で一群のパルスを送信しており、各パルスは100KHzの搬送波を持ち、2-2図で示された形のパルスである。各チェーン毎には、各局からのパルス群が送信される時間(主局は10,000マイクロ秒、従局は8,000マイクロ秒)と有効範囲内で時間的に2局以上の信号が重ならないような各パルス群間の時間を含む十分な長さの最少繰返し周期が選ばれている。(2-3図を参照)よって主局からの到達時間を基準にして考えれば、従局は符号遅延と呼ばれるある特定の時間だけ送信を遅らしている。従って最少繰返し周期は局の数と局間距離に直接関係をもっている。あるチェーンの繰返し周期は、他のチェーンとお互いに混信(クロスレート)を起さないよう選ばれる。繰返し周期の値は2-1表に掲げてある。繰返し周期は、主局のパルス群の第1パルスの立ち上りで決められ、その周期に一群のパルスを各局は送信している。主局のパルス群は1000マイクロ秒離れた8つのパルスと最後のパルスより2000マイクロ秒離れた9つ目のパルスからなり、従局のパルス群は1000マイクロ秒離れた8つのパルスからなる。

2-2図 パルス波形



2-3 図 ロランCパルス繰り返し周期の例



また各パルスには2-2図に示すように零相パルスと $\pi$ 相パルスとがあり、これを組み合わせて2-3図のような送信をしている。この位相コードは受信機における主局と従局の判別、主局の自動搜索、主局への自動同期等をするために使われる。位相コードの例を2-4図に、またパルス繰り返し周期を2-1表に示す。

2-4 図 ロランCパルスの位相コード

組み合わせ	局	
	主 局	従 局
A	++--+-+ - +	+++++--+
B	+--++++ -	+--+++--

2-1 表 ロランCのパルス繰り返し周期

特殊 繰返し 周期	基本繰返し周期 $\mu s$					
	SS	SL	SH	S	L	H
0	100,000	80,000	60,000	50,000	40,000	30,000
1	99,900	79,900	59,900	49,900	39,900	29,900
2	99,800	79,800	59,800	49,800	39,800	29,800
3	99,700	79,700	59,700	49,700	39,700	29,700
4	99,600	79,600	59,600	49,600	39,600	29,600
5	99,500	79,500	59,500	49,500	39,500	29,500
6	99,400	79,400	59,400	49,400	39,400	29,400
7	99,300	79,300	59,300	49,300	39,300	29,300

### (3) ロランC送信局設備

2-5 図はロランC送信局の機器構成を示している。周波数標準発振器としてセシウム発振器を用い、ロランCの標準繰返しパルスを発生するため、ロランCタイマに基準となる信号を供給する。

このタイマー出力からのトリガーパルスにより、パルス発生器(P GEN)が駆動され標準のロランCパルス信号が得られる。

パルス発生器(P GEN)はロランC標準パルスの最初の立ち上がり時間の中で80 $\mu$ sの8サイクル分だけ振幅を手動で自由に調整することができ、また送信機駆動パルス全体のレベルも変えることが出来る。

送信機はP GENの出力をうけて高周波エネルギーを直線的に電力増幅するもので、最終段では所定の出力までに増幅して空中線に供給する。

この送信機は現用と待機の2系統からなり送信機自動制御装置(TAC)により、現用機に何らかの障害が発生した時は自動的に待機側送信機に切り替えられる。

空中線結合器には空中線と送信機の整合をとる負荷線輪等がある。また現用、待機の送信機は切換スイッチによりそれぞれ空中線側又は疑似負荷に随時切り替えられるようになっている。

空中線に供給された出力の一部はピックアップされ、さきのTAC、あるいは、パルス監視装置に導かれ出力波形の監視及び必要なパラメータの測定が行われ、表示部に送信機の動作状態が表示されている。

ロランCではシステムの正常な運用を図るために、主局及び従局の送信波形を監視する監視局があり、送信局に異常が認められると、監視局は監視制御用テレタイプにより直接送信局を制御し、システムの正常化を図っている。

遠隔監視装置入出力部はこれらの機能を果たすものである。また、従局は主局に同期するとともに決められた符号遅延時間に維持することが必要なので、主局の信号を時間監視受信機で受信して、自局のロランタイマの設定を行うほか、主局の発射する利用不能信号を検知し警報信号を発生する。

#### 2-1-2 送信装置の概要と特長

- (1) 2系統の独立方式： 待機状態にある送信機は現用機に障害が発生した場合に自動的に現用状態に切り替えられる。
- (2) 終段電力増幅部は強制水冷方式を採用している。
- (3) 高圧電源用整流器はシリコン制御整流素子を使用している。
- (4) 電力増幅部を除きロランC装置は全固体化されており次の機能を有する。
  - 1) 送信波形及び振幅の調整
  - 2) 送信機の自動切り替え



3) 警報の集中表示

4) 波形の解析

5) 電源、送信装置、利用不能信号の送出等運用に関する重要事項の集中遠隔制御

### 2-1-3 送信装置の構成

送信装置の構成は2-2表のとおりである。

2-2表 ロランC送信装置の構成

機器区分	主局	従局 (各局当り)	監視局	記 事
送信機	2式	2式	—	
空中線結合器	1式	1式	—	
疑似空中線	1式	1式	—	
周波数基準架	1式	1式	—	セシウム発振器3台で1式
ロランタイマ架	1式	1式	—	パルス判定部、パルス発生器等
送信機制御架	1式	1式	—	
予備架	1式	1式	—	信号受信部、時間差測定部等
記録架	1式	1式	—	
遠隔監視用入出力部	1式	1式	1式	
テレタイプ	1式	1式	1式	
監視局装置	—	—	1式	

システムの概要、構成機器の外観及び系統図を2-5図～2-12図に示す。

### 2-1-4 送信装置の主要定格

送信周波数 100KHz  
帯域幅 20KHz (90~110KHz)  
電波の形式 パルス  
輻射電力 400KW (尖頭値)

### 2-1-5 セシウム発振器

ロランC送信局の周波数(位相)基準となるもので次のとおり構成される。

- (1) セシウム発振器 3台
- (2) 位相マイクロステッパ
- (3) 位相調整装置
- (4) 分配増幅器
- (5) 位相記録装置

2-1-6 ロランタイマ

ロランC装置の一番重要なG. R. I.等が発生する部分で、次のとおり構成される。

- (1) ロランタイマ 2台
- (2) タイマ切換部 1式
- (3) 電源部

2-1-7 送信機制御装置

ロランタイマからのトリが一信号により送信機制御装置内のパルス発生器で送信機を駆動するための標準ロラン信号を作るほか、送信機出力波形の監視及び現用送信機故障時に待機送信機に切り替える機能を有する。

この装置の主要動作項目は次のとおりである。

(1) パルス発生器(P GEN)

- 1) ロランタイマからのタイミングパルスにより送信機を駆動するための波形信号の発生
- 2) 標準パルス波形 ( $t^2 \exp(-2t/65)$ ) の発生
- 3) 送信パルス波形歪の補正

(2) 送信機自動制御装置(TAC)

実際に発射される波形を監視して現用機が故障の時自動的に待機送信機に切り替える制御器である。

(3) パルス監視装置

- 1) 正確なパルス波形と振幅の測定
- 2) 最初のパルスのECDの測定
- 3) 標準のパルスエンベロープ ( $t^2 \exp(-2t/65)$ ) の比較用標準波形を作りオシロスコープでの波形観測に供する。

(4) 送信機制御装置の構成は2-3表のとおりである。

2-3表 送信機制御装置構成表

機器区分	数 量		記 事
	主 局	従 局 (各局当り)	
緊急停止操作盤	1式	1式	
送信機自動制御盤	1式	1式	
パルス監視装置	1式	1式	
パルス発生器 #1	1式	1式	
#2	1式	1式	

### 2-1-8 予備架

送信装置の動作状況表示、警報部と各従局の補正値を設定するための時間監視受信機が組みこまれている。

各項に予備架の主要動作項目を述べる。

#### (1) 動作状況表示警報部(SAU)

普段正常に動作している時は緑色のランプのみ表われている。

異常の場合はその個所を示す故障の文字が赤字で示されるとともに緊急用ブザーが鳴る。

つまり赤色表示は何らかの故障状態にあることを示す。

#### (2) 時間監視受信機

1) 主局への同期と隣局の補正値を設定するための制御用受信機である。

2) 主局の利用不能信号を検知し警報信号を発する。

3) 他の一対の主局と従局の運用状態を監視する機能を有する。

### 2-1-9 予備架の構成

2-4表により構成される。

2-4表 予備架構成表

機器区分	数量		記 事
	主 局	従 局 (各局当り)	
時間監視受信機	—	1式	
動作状況表示警報部	1式	1式	
デジタル式電圧計	1式	1式	
シンクロスコープ	1式	1式	

### 2-1-10 遠隔監視用入出力部

ロランC監視局からテレタイプ回線により、この遠隔監視用入出力部を經由してロランC自動復帰装置(LRE)が制御される。この装置での主要動作項目を次に述べる。

- (1) 遠隔制御により自局の位相制御を行うための入出力
- (2) 主従局に対する利用不能信号送出の指令及び停止
- (3) 送信局当直者への自動呼出し及び指令

### 2-1-11 送信機の主要動作項目

(1) 625フィート頂部負荷付塔空中線に対し瞬間最大電流700アンペアを給電し、瞬間最大輻射電力400キロワットを得る。

(2) 中間周波増幅段で増幅された高周波信号はカソードホロワで引出され最終段を充分励振する。

最終段電力増幅部はB級直線増幅器として動作し、発熱が多いため電子管は陽極を強制水冷される。

(3) 各段は標準のロランCパルス信号を歪なく増幅できるように十分帯域幅がとられている。

(4) 送信機出力の立ち上がり波形は、空中線系回路のQが高いため通常なまるのでパルス発生器からの送信機入力はあらかじめ補正して給電される。

### 2-1-12 送信機の構成

2-5表のとおり構成される。

2-5表 送信機の構成表

機 器 区 分	数 量		記 事
	主 局	従 局 (各局当り)	
前段電力増幅器	2台	2台	
第1、第2中間増幅器	2台	2台	
終段電力増幅器	2台	2台	
電 源 部	2台	2台	AC. 208V : 225KVA AC. 460V : 300KVA

### 2-1-13 空中線結合器

空中線結合器の主要部は、空中線と送信機との整合をとるための延長線輪部であり要目は次のとおりである。

(1) 空中線基部インピーダンスを送信機出力側の給電線インピーダンスと整合をとるために空中線整合用延長線輪回路網が設けられている。

(2) 送信機自動制御装置(TAC)回路の入力信号及び空中線電流を測定するための空中線電流測定用変流器を空中線回路の接地側に設けてある。

(3) 第1、第2各送信機を現用と待機、つまり空中線側と疑似空中線側に切替えるための真空スイッチがある。

### 2-1-14 空中線結合器の構成

2-6表のとおりである。

2-6表 空中線結合器の構成表

機器区分	数量		記 事
	主 局	従 局 (各局当り)	
延長線輪	1式	1式	
測定用変流器	1式	1式	
空中線切換用真空スイッチ	1式	1式	

2-1-15 疑似空中線

疑似空中線は待機状態にある送信機を調整する場合、空中線の疑似負荷として用いられる。この装置の要目は次のとおりである。

- (1) 待機状態にある送信機に接続し、定格連続全負荷で試験運転できる。発熱量が大きいため強制空冷方式を採用している。
- (2) 抵抗体は無誘導抵抗器を直並列に接続し疑似空中線の入力端では空中線基部抵抗と等価な値となっている。

2-1-16 疑似空中線の構成

次のとおり構成される。

2-7表 ロランC送信局疑似空中線構成表

機器区分	数量		記 事
	主 局	従 局 (各局当り)	
無誘導抵抗	1式	1式	
冷却用電気扇	1式	1式	

参 考 文 献

1. G. R. Goodman & R. P. Quitt "Loran C Replacement Equipment (LRE)" Navigation, Vol. 23, No 3, P208 (Fall 1976)
2. H. T. Sherman & V. L. Johnson "The Loran C Ground Station" Navigation, Vol. 23, No 4, P349. (Winter 1976~77)

## 2-2 ロランC送信用電源装置

### 2-2-1 概 要

本装置は、ロランC局の送信設備及びその付帯設備に電力を供給するための設備である。

#### (1) 準拠規格

- 1) J I S 日本工業規格
- 2) J E C 日本電気規格調査会標準規格
- 3) J E M 日本電機工業会標準規格

#### (2) 環境条件

- 1) 周囲温度 : 10~45℃
- 2) 相対湿度 : 40~95%

### 2-2-2 構 成

本装置は、次の機器により構成され、その系統図は2-13図のとおり、また回路図は、2-14~2-15図のとおりである。

なお、次に示す各機器の台数はロランC局1局についての値である。

#### (1) 発動発電機 3台 (2-18図)

1台の発動発電機は、次の機器により構成される。

- 1-交流発電機
- 1-ディゼル発動機

#### (2) 発動発電機の付属機器 1式

#### (3) 制御盤 1式 (2-16図)

制御盤は8面構成でその内訳は次の通りである。

- 3-発電機盤
- 3-自動始動盤
- 1-自動切換盤
- 1-直流電源盤

#### (4) 分電盤 1式 (2-17図)

#### (5) 予備品、保守工具 1式

### 2-2-3 機能及び定格

#### (1) 発動発電機の定格

##### 1) 交流発電機

- |      |   |        |
|------|---|--------|
| 保護形式 | : | 開放保護形  |
| 励磁方式 | : | ブラシレス  |
| 出力   | : | 300KVA |
| 電圧   | : | 200V   |

周波数	:	50Hz
相数	:	3
回転数	:	1000rpm
極数	:	6
効率	:	0.8(遅れ)
定格	:	連続
絶縁種別	:	F種

2) ディーゼル発動機

形式	:	4サイクル
出力	:	450PS
回転数	:	1000rpm
気筒数	:	6
始動方式	:	高圧空気始動
冷却方式	:	ラジエータによる水冷却
燃料	:	A重油又は、2号軽油
燃料消費率	:	195gr/ps/hr

(2) 発動発電機制御盤

- 1) 盤形式 : 閉鎖自立型
- 2) 盤機能

各盤の機能は次のとおりである。

- a) 発電機盤 : 出力のON-OFF  
 : 出力電圧の自動調整  
 : 出力の表示及び保護
- b) 自動始動盤 : 発動機の始動-停止その他の制御を行う。
- c) 自動切換盤 : 3台の発動発電機相互間の自動切換を行う。
- d) 直流電源盤 : 本装置の制御電源用として蓄電池及び充電器を内蔵している。

(3) 分電盤

- 1) 盤形式 : 閉鎖自立型
- 2) 盤機能 : 切換盤は発電機からの出力を受け各負荷へ電力を供給する。

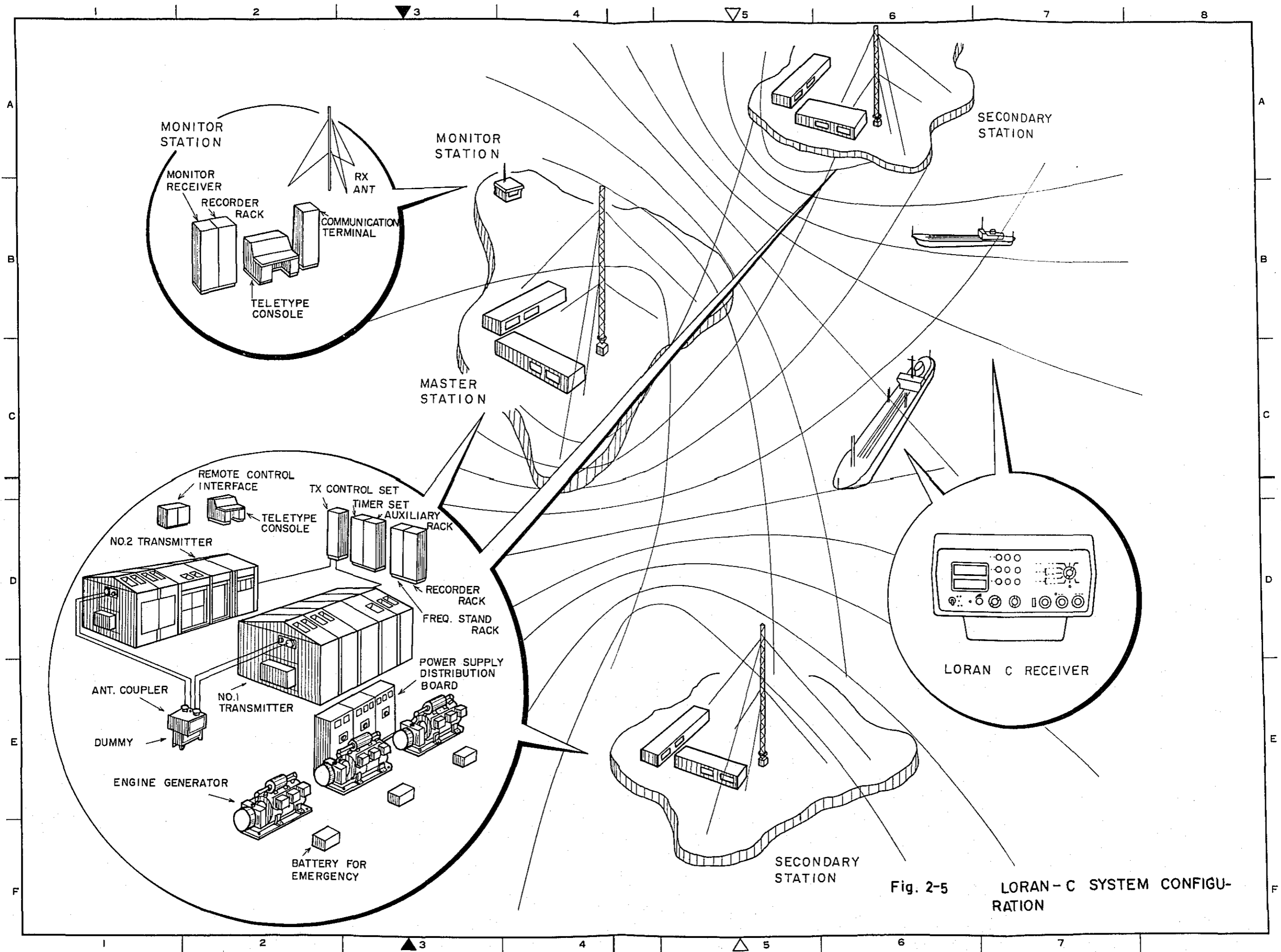


Fig. 2-5

LORAN-C SYSTEM CONFIGURATION



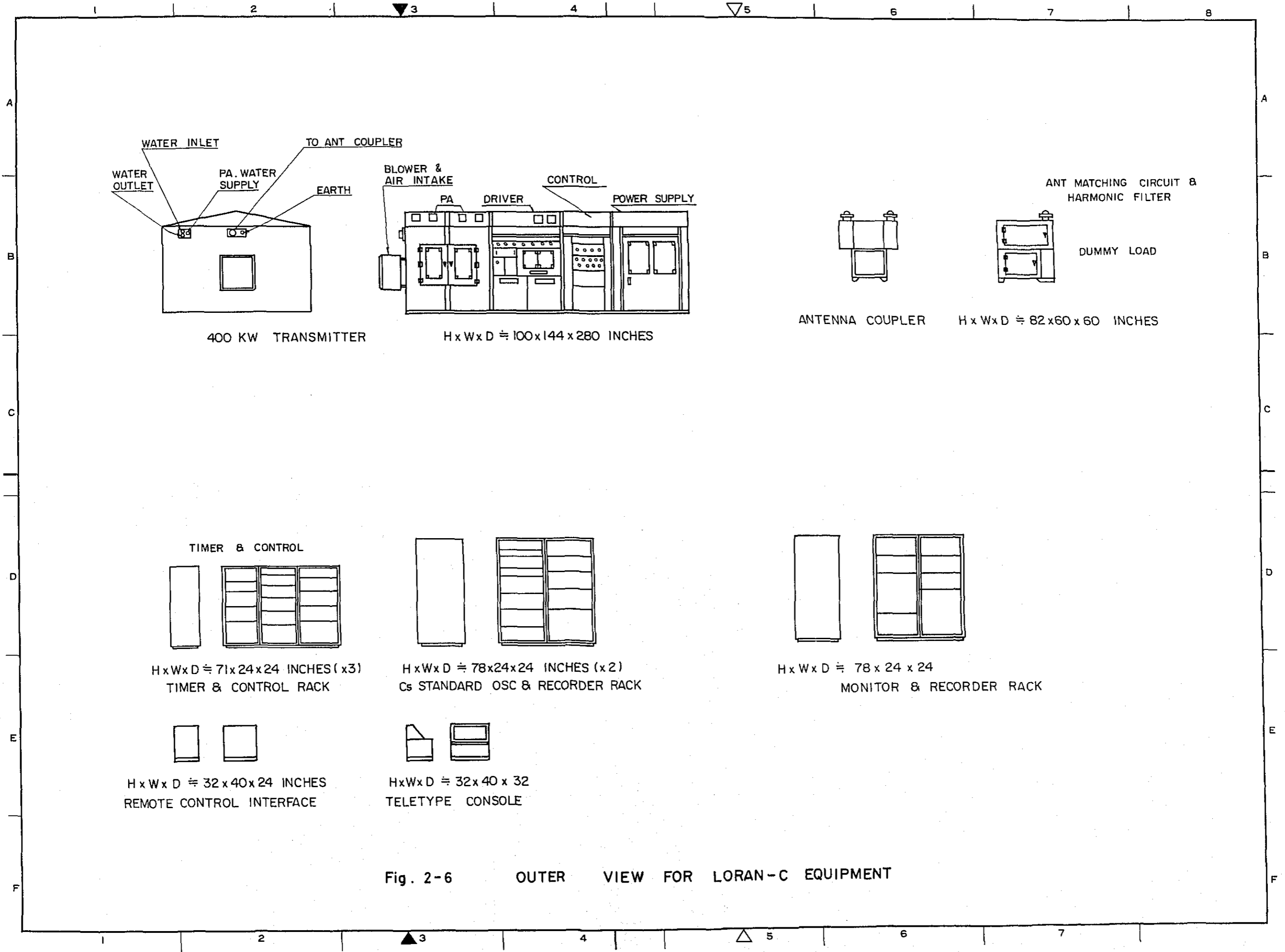
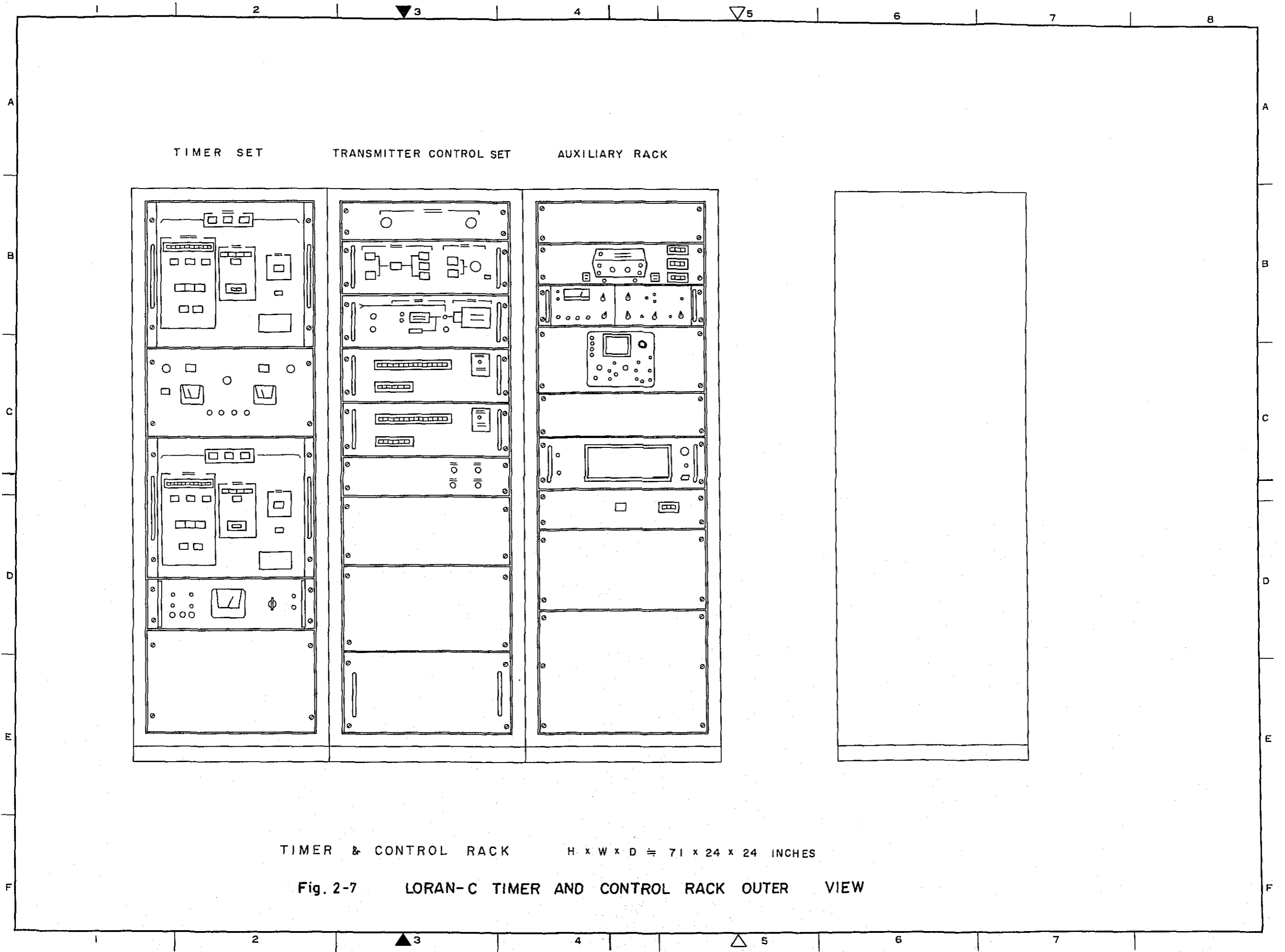


Fig. 2-6 OUTER VIEW FOR LORAN-C EQUIPMENT



TIMER SET

TRANSMITTER CONTROL SET

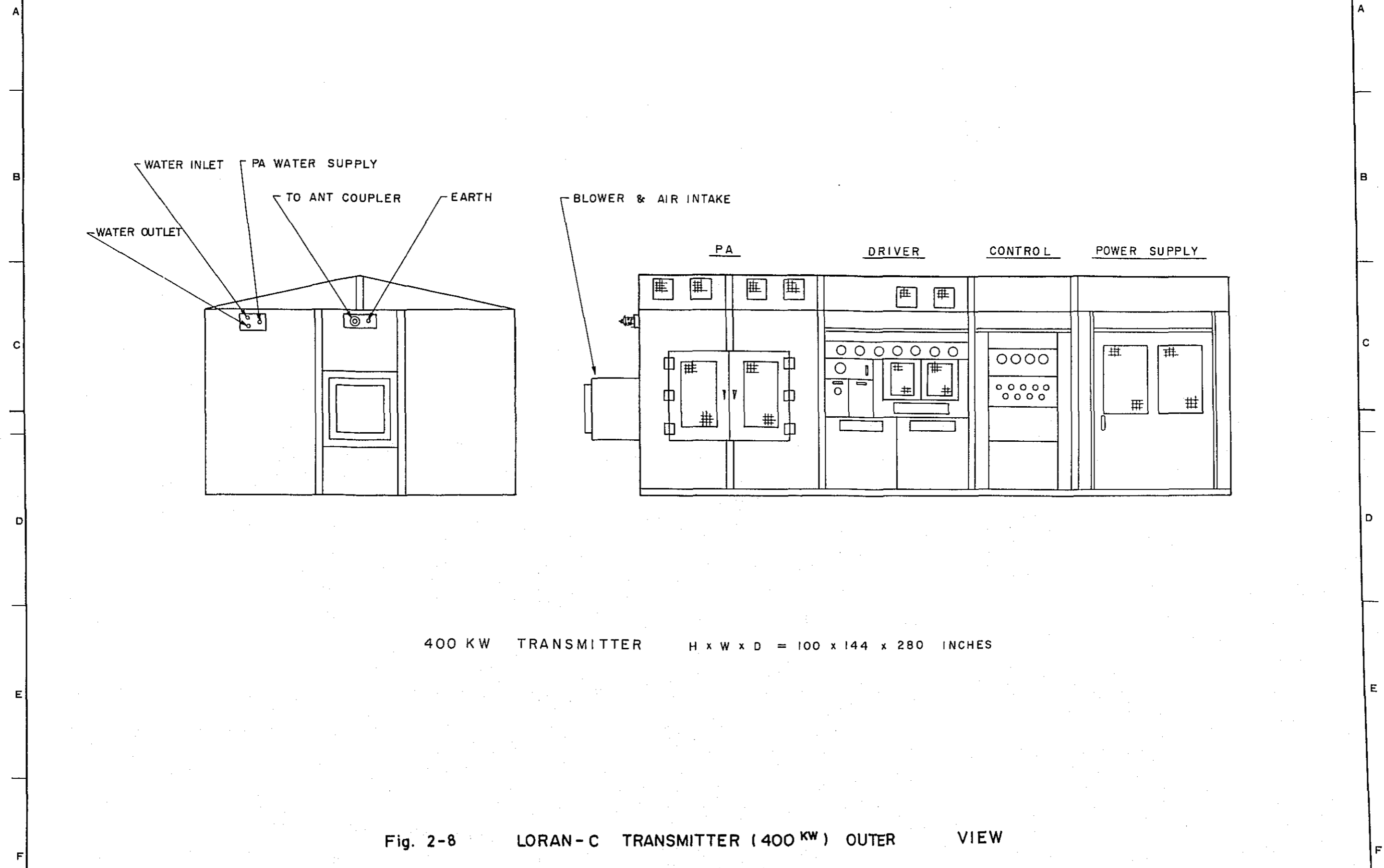
AUXILIARY RACK

TIMER & CONTROL RACK

H x W x D = 71 x 24 x 24 INCHES

Fig. 2-7 LORAN-C TIMER AND CONTROL RACK OUTER VIEW

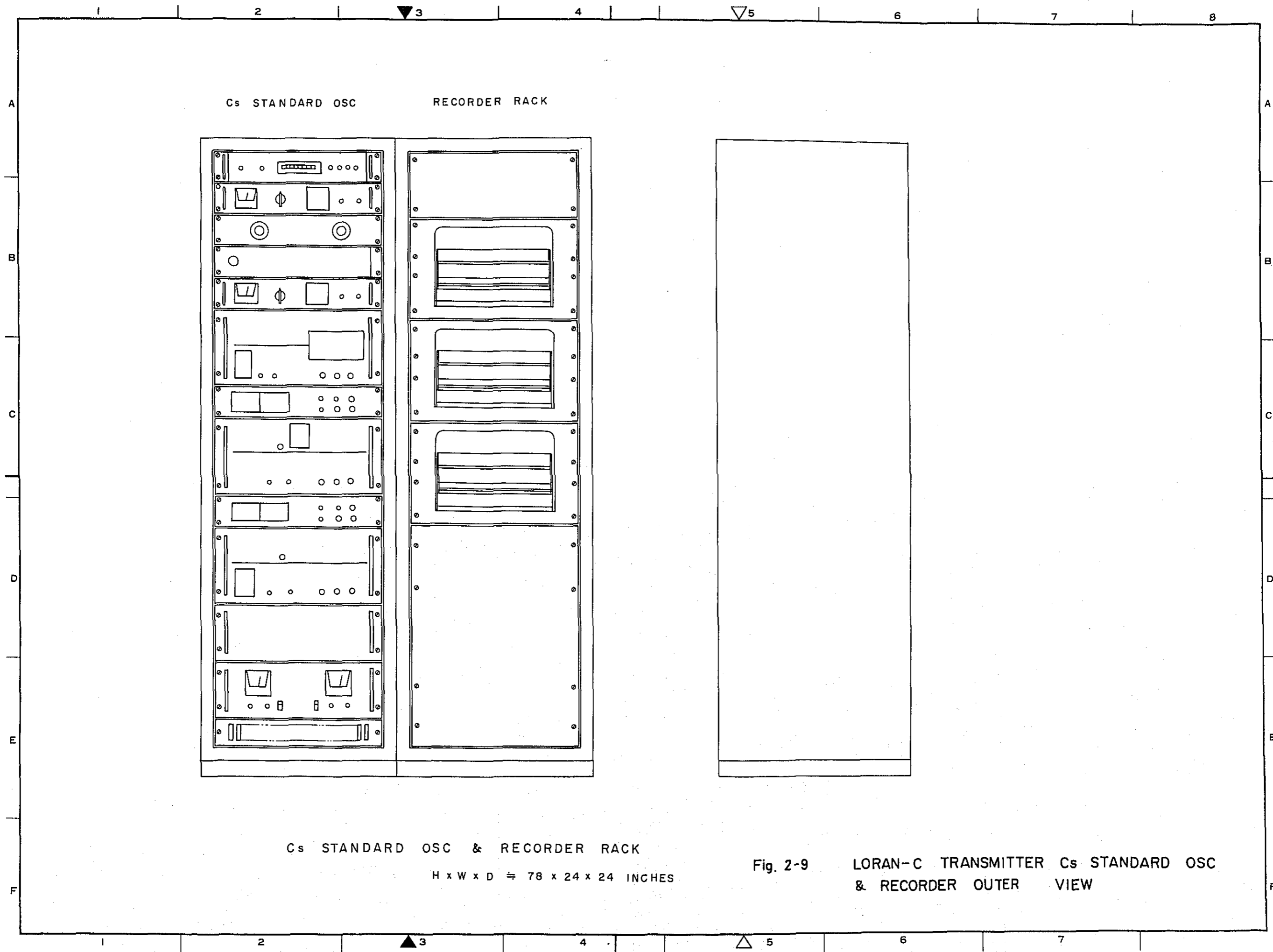
1 2 3 4 5 6 7 8

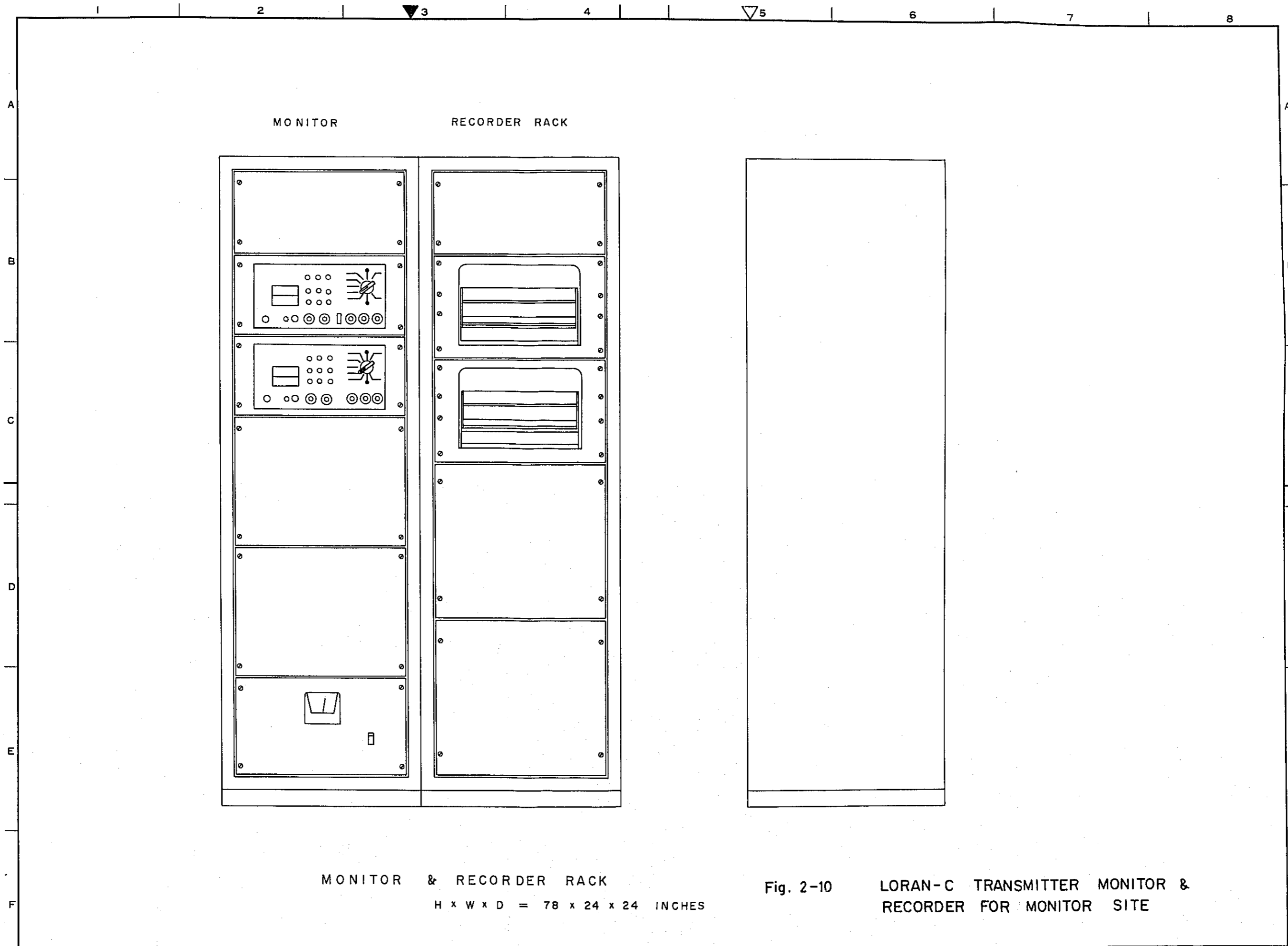


400 KW TRANSMITTER H x W x D = 100 x 144 x 280 INCHES

Fig. 2-8 LORAN-C TRANSMITTER (400 KW) OUTER VIEW

1 2 3 4 5 6 7





MONITOR

RECORDER RACK

MONITOR & RECORDER RACK

H x W x D = 78 x 24 x 24 INCHES

Fig. 2-10

LORAN-C TRANSMITTER MONITOR &  
RECORDER FOR MONITOR SITE

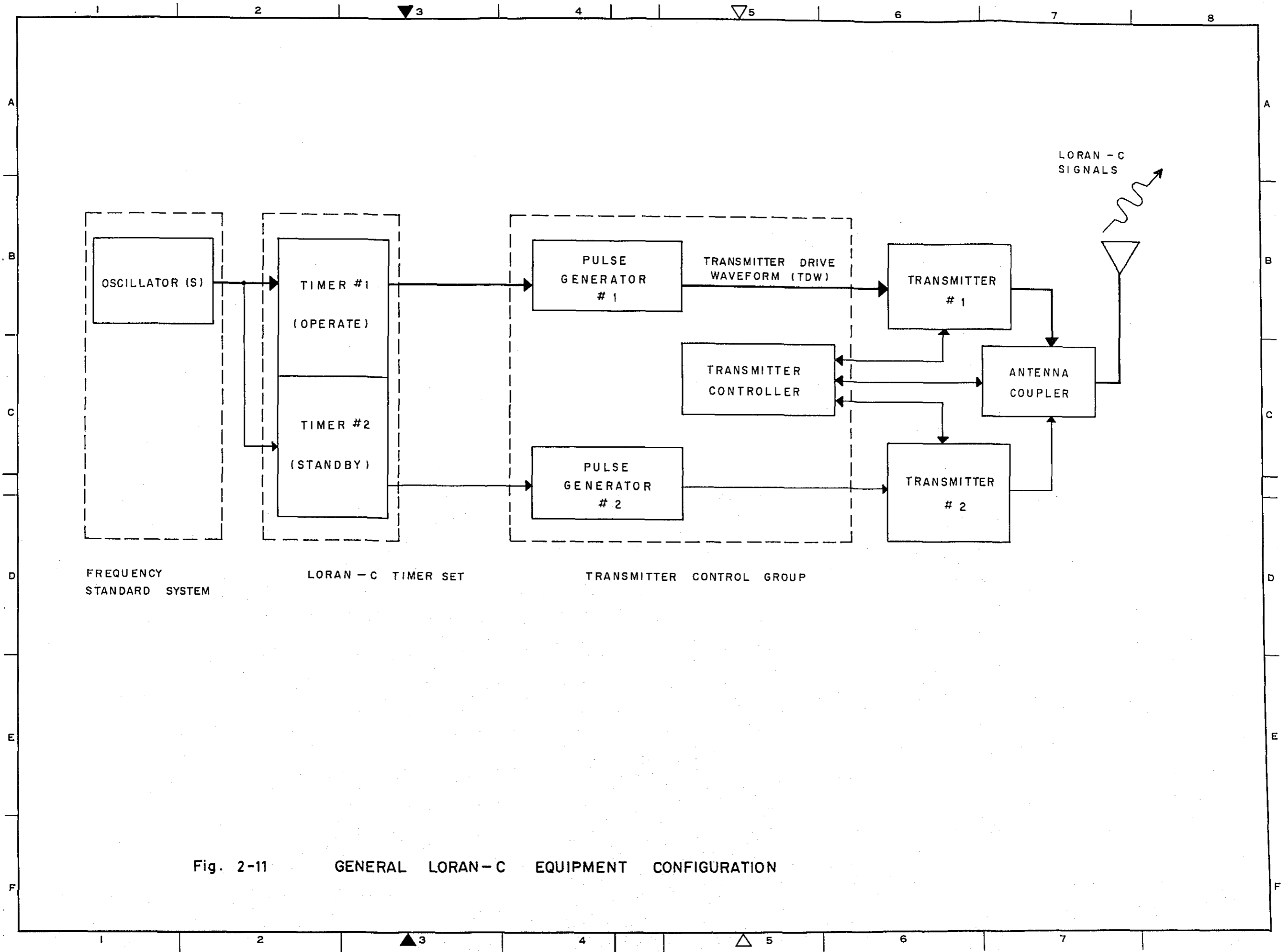


Fig. 2-11 GENERAL LORAN-C EQUIPMENT CONFIGURATION

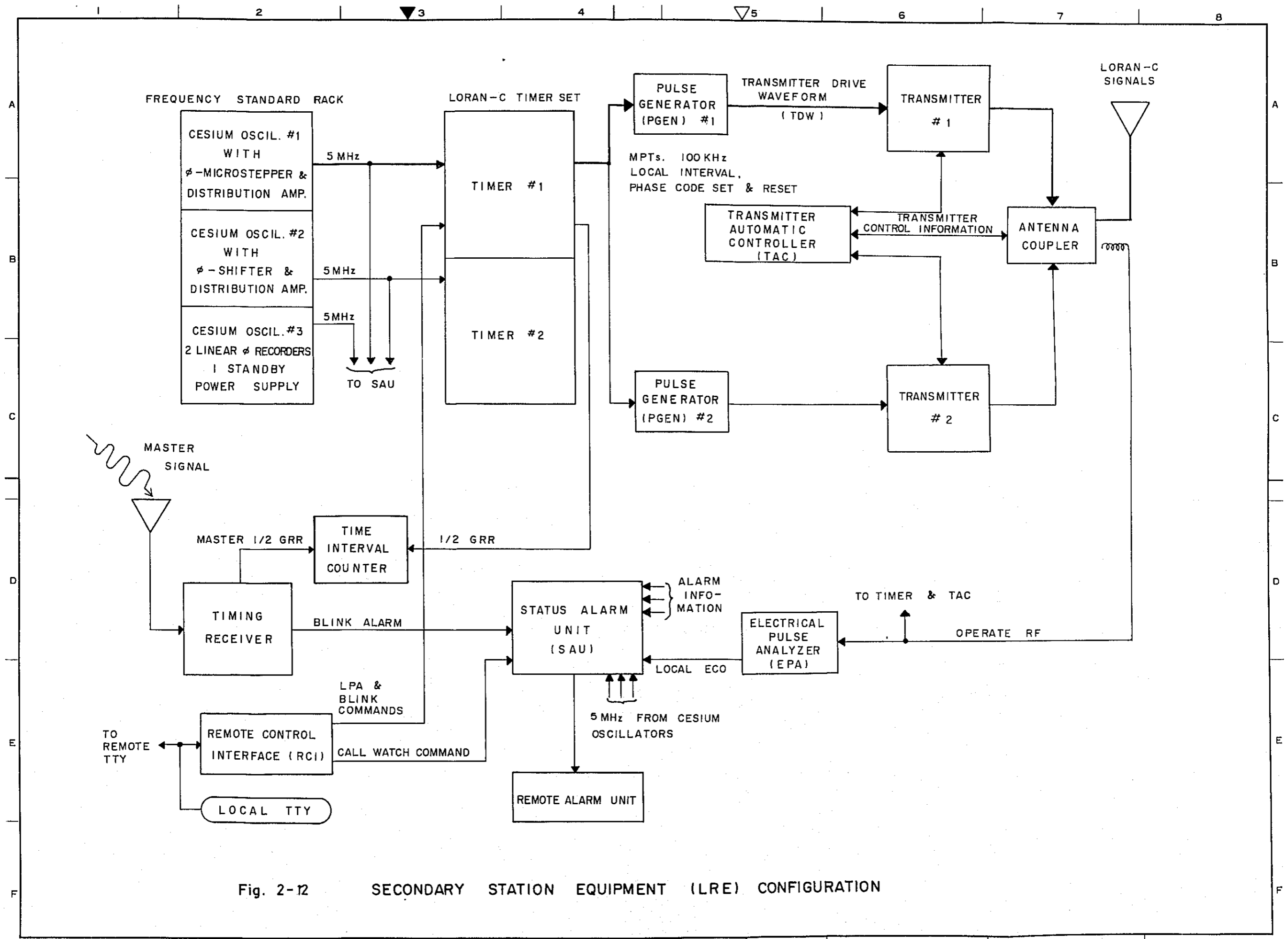


Fig. 2-12 SECONDARY STATION EQUIPMENT (LRE) CONFIGURATION

### 2-3 ロランC受信機

現在一般(民需)用のロランC受信機は多種多様であるが、安価なものはパルス包絡線のみ利用する方式のもので測定精度はロランAのそれを超えない。

ロランC本来の利用方法。つまりパルスに含まれる搬送波の整合による測定を行う受信機は比較的高価である。更に性能の秀れた軍用の受信機は極めて高価であり10万ドルに達している。

前者はもちろん後者についてもその分類は混とんとして基準がなく、受信機相互間の相違が大きい。現状ではこれらを完全に統制し、標準化することは極めて困難である。

2-8表に民需用高級ロランC受信機の代表例を、また2-9表に代表的性能の比較例を示す。

この中でも判るように受信機が安定するまでの所要時間だけを例にとっても相当の開きがある。またNTIS(National Technical Information Service)の資料では通常17分のウォームアップ後正確な選択が出来たと報告されているものもある。

2-8表 民需用高級ロランC受信機の代表例

製造業者名及び型名	操作の別	双曲線の表示方法	価 格	記 事
EPSCO 4010-60	半 自 動	1組づつ表示	\$ 4500	
SIMRAD LC-201	"	"	\$ 3595	
SIMRAD LC-201	自 動	2組同時表示	\$ 4650	
MICROLOGIC ML-200	"	"	\$ 4195	
DECCA DL-91	"	"	\$ 4995	
TELEDYNE 601	"	1組づつ表示	\$ 4750	



2-9表 民需用高級ロラン受信機の性能比較例

区分	受信機名	INTERNAV 204	DECCA DL-91	MICROLOGIC ML-200
地上波利用区域		1200 NM	1000 NM	1400 哩
空間波利用区域		2500 NM	特に区別がない	2800 哩
対局選択所要時間		30 秒	S/N 0 dB時 30 秒 S/N -6 dB時 90 秒	10 dB時 30 秒 -8 dB時 90 秒
受信機が安定するのに必要な時間		5 分	S/N 0 dB時 400 秒 S/N -6 dB時 600 秒	10 dB時 200 秒 -8 dB時 800 秒
妨害波除去フィルター		2 系統組込	70~130KHz間の2波及び外部に4波分組込み可能	65~155KHzの間に4波抑圧26 dB
高周波選択性		6~7KHz走査 26KHz追従	5KHz 走査 23KHz 追従	3KHz 走査 16KHz 追従

#### 2-4 ロランCシステムの信頼性について

ロランCシステムは、広い海域をカバーする航行援助システムとしてみた場合、極めて有益であるが、現システムをそのまま狭海域高精度航行援助システムとして使用するには、信頼性の面で若干の問題点がある。

システム信頼度を左右する要素としては、電波伝搬路、送信装置、受信装置に起因する事項に大別することが出来る。そしていずれの要素についても、バランスがとれていることが望ましい。

このうちの一要素だけ、例えば受信装置のみを改善してみて、それ自体を理想状態に近づけることができたとしても、他の二要素による信頼度低下が支配的であれば意味がない。ここでは、この分類要因にしたがって信頼性を検討する。

##### 2-4-1 伝搬路

###### (1) 基線長

伝搬路の安定性はシステム精度を決める要因の一つである。デッカシステムの場合は、目的の海峡に適したできるだけ短い基線を採用しているが、ロランCの場合は長距離用に適したシステムであり、経済的見地から基線を短かくする事は適当ではなく、長基線であるが故に電波のかく乱を受ける度合は、短基線の場合より当然大きい。

特に基線が、1000Kmを越すとこの危険性は増大する。カナダのコーストガード、C.B. Jeffery氏は、米国東海岸の送信局を受信した時、陸上、海上の混合伝搬路では、300哩程度離れた地点で既に1サイクルジャンピングが観測されたことを報告している。(1サ

イクルのジャンプ 10 us . これは基線上 1500 m に相当する誤差となる )

又、NTIS (National Technical Information Service) のレポートによると伝搬路の相違により ECD (Envelope to cycle difference) が  $\pm 2.5$  us 変化する場合があるとしており、更に空間波の影響を加え  $\pm 3$  us まで変化することを示している。

ロラン C の場合、このように不安定な ECD が、高い絶対精度 ( 地理的精度 ) が得難い要因の一つになっている。

#### (2) 衝撃性雑音

ロラン C の占有帯域幅は 20 KHz と広帯域のため、通常外来雑音の影響を受けやすい。LF 帯において広いエネルギー分布をもつ落雷性インパルス性雑音に対しては、バンド幅の広い受信方式はそれだけ不利である。

これは、雷の多い熱帯地方において特に重要な問題である。

#### (3) 誘導雑音

サイクルマッチングシステムでは、受信機付近の各種雑音源の影響を大きくうける。そして蛍光灯、船内発電機、レーダー、魚群探知機等から生じた雑音が、すべて干渉の原因となる。

#### (4) クロスチェーンの干渉

米国コーストガードのロラン C の専門家 D. A. Feldman 氏他の研究によれば、現行チェーン相互間に干渉があり、例えば南カリフォルニアチェーンは、ベーリング海チェーンからの干渉を強く受けている。

この現象は、今後ロラン C チェーンの増加とともにますます表われ、早急に対策を必要とすることを警告している。

干渉対策としては、単にトラッキングレートのみの変更では不十分で PCF (Phase Code Function) と GRI (Group Repetition Interval) を改変する必要があるとされている。

### 2-4-2 送信装置

#### (1) 大電力局の信頼度

ロラン C の出力は、デッカのそれにくらべて 2 桁 ~ 3 桁以上大きいので、送信機の最終増幅段を全固体化することが困難であり、そしてこれが信頼性向上を阻害する大きな要因となっている。ちなみに全固体化された日本のデッカチェーンの平均運用時間率は 99.97 % である。ロラン C の場合の過去のデータはこれより低い値を示している。

すでに公表されている最新のロラン C 局における MTBF (Mean Time Between Failure), MTTR (Mean Time To Repair) は、次の通りである。

システム名	年度	MTBF (時間)			MTTR (分)			備 考
		最大	最小	平均	最大	最小	平均	
ロランC	74	805	180	340	100	60	68	チェーン当り
	75	1,913	180	366	510	60	134	チェーン当り

\*注 引用文献 "LF/VLF NAVAIID SIGNAL RELIABILITY IN AIRBORNE APPLICATIONS" (Navigation, 1976 Fall Vol.23, No.3)

上表では予定外の欠射のみを対象とし、定期保守のための欠射は含んでおらず、74年と75年分についてMTBFとMTTRが表わされている。

平均2週間に1回は事故が発生していることが判る。またロランCは空中線基部電流が尖頭値で数百アンペアに達し基部電圧が上昇する。このためコロナ放電に対する対策が重要になる。

## (2) 輻射電力のパルス波形

一般に長波帯における送信アンテナ高は、使用波長にくらべて短いため輻射抵抗が極めて低く、Qが大きく狭帯域となりがちで、ロランCのようにパルス伝送の場合は、それに適合した整合回路が必要である。

この場合、空中線系は接地抵抗、碍子の誘電体損失等の変動により空中線のQ、帯域幅及びアンテナの諸定数が変動するため、天候気象条件の影響を受けやすい。特に熱帯特有のスコール等天候の激変が、毎日のようにおこる熱帯地域では重大な問題となる。

即ち、輻射パルスの帯域幅の変動とともにパルス立上り時間の変化が生じる。輻射されたパルスの立上り時間を揃えるためには、空中線系のみならず、送信システム全系での工夫が必要で、高精度に保つことは困難である。

## (3) ECD (Envelope to Cycle Difference) の制御

米国防海岸ガードからの資料によれば、送信波の位相基準となるECDの許容値として±5usの幅を許している。

パルス送信方式が採用されているためにロラン方式は、デッカ方式に比較して広い周波数帯域の占有が要求され、この事は長距離伝搬において重大な問題が提起される。

換言すれば電波伝搬での大地の影響は周波数により差がある。

それ故、伝搬特性は広い周波数帯域の全域に亘り同一とすることは出来ない。

したがって送信点から発射されたパルス波形は、正確に受信点に伝送されないため、ECD異常となってあらわれる。これはシステム的な問題であり、簡単に解決できると思われぬ。

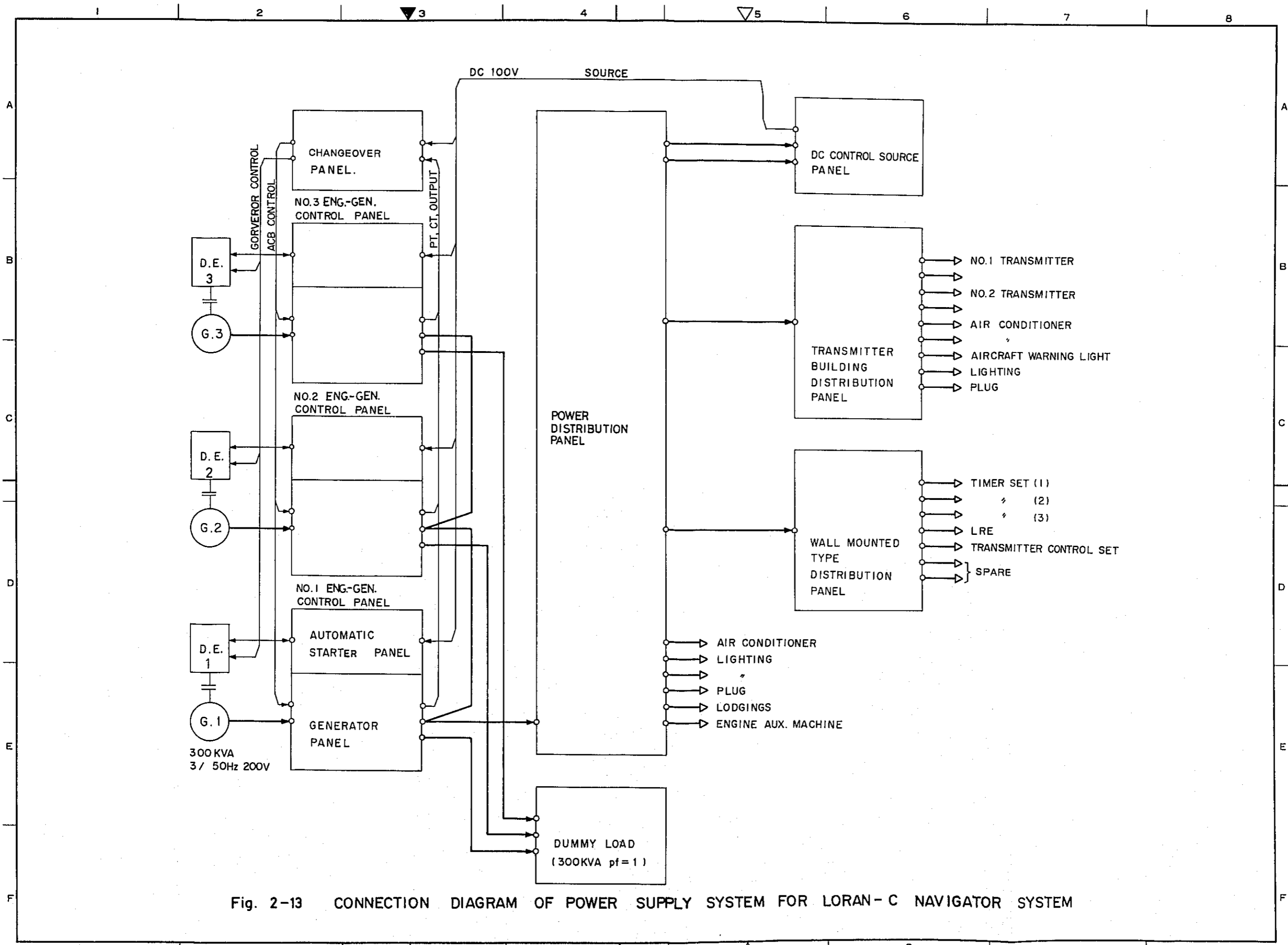


Fig. 2-13 CONNECTION DIAGRAM OF POWER SUPPLY SYSTEM FOR LORAN-C NAVIGATOR SYSTEM

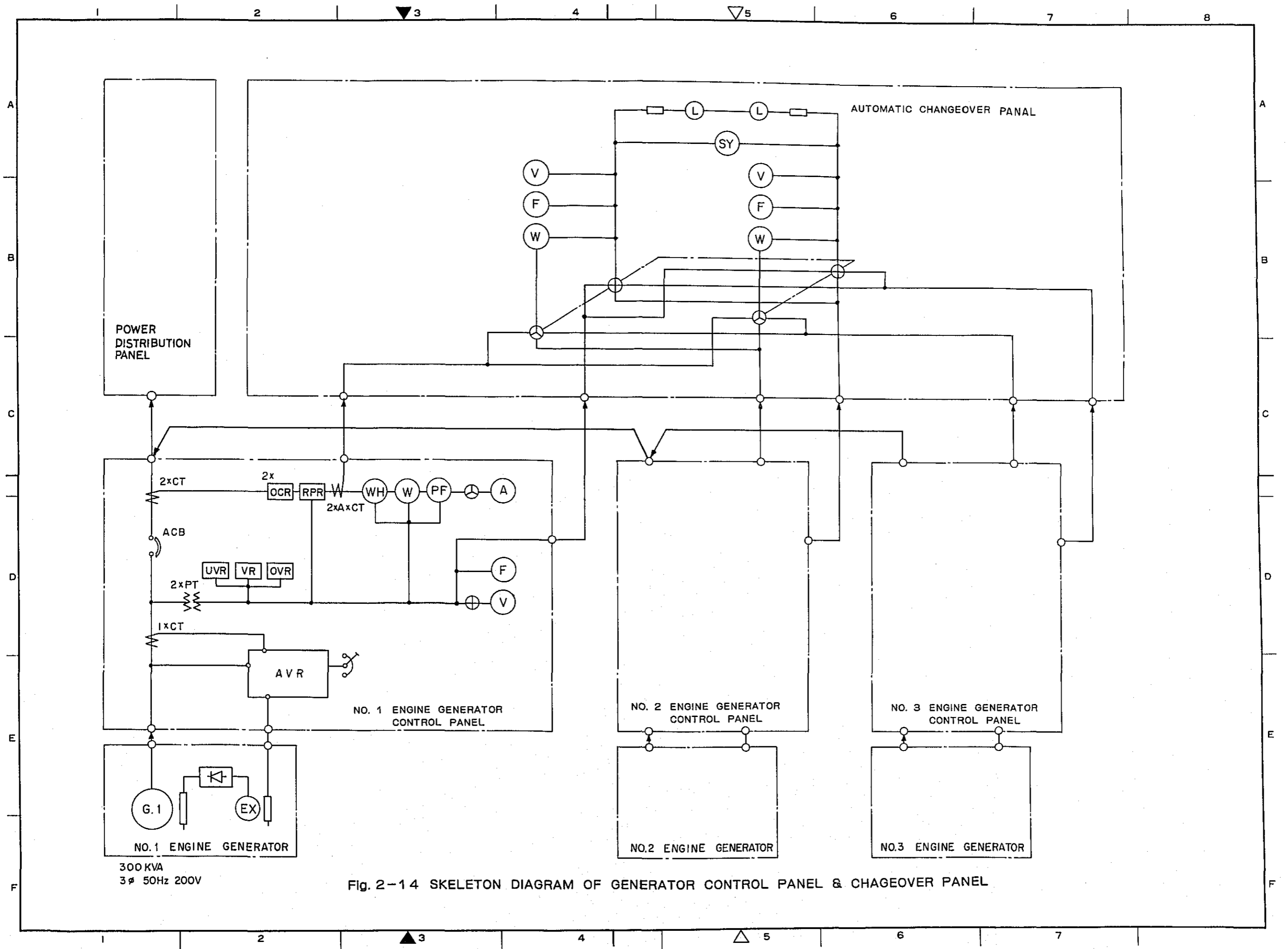


Fig. 2-14 SKELETON DIAGRAM OF GENERATOR CONTROL PANEL & CHAGEOVER PANEL

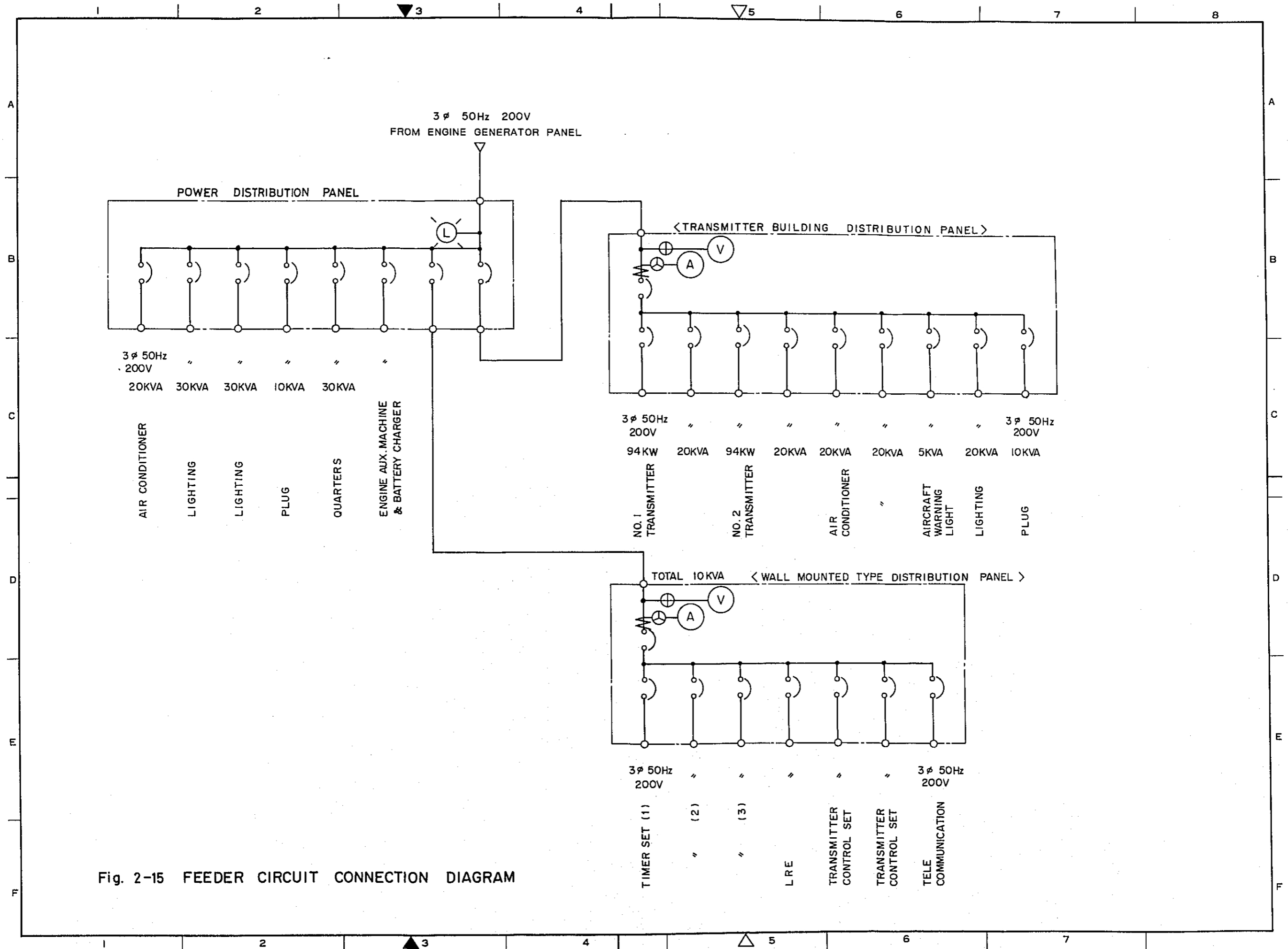
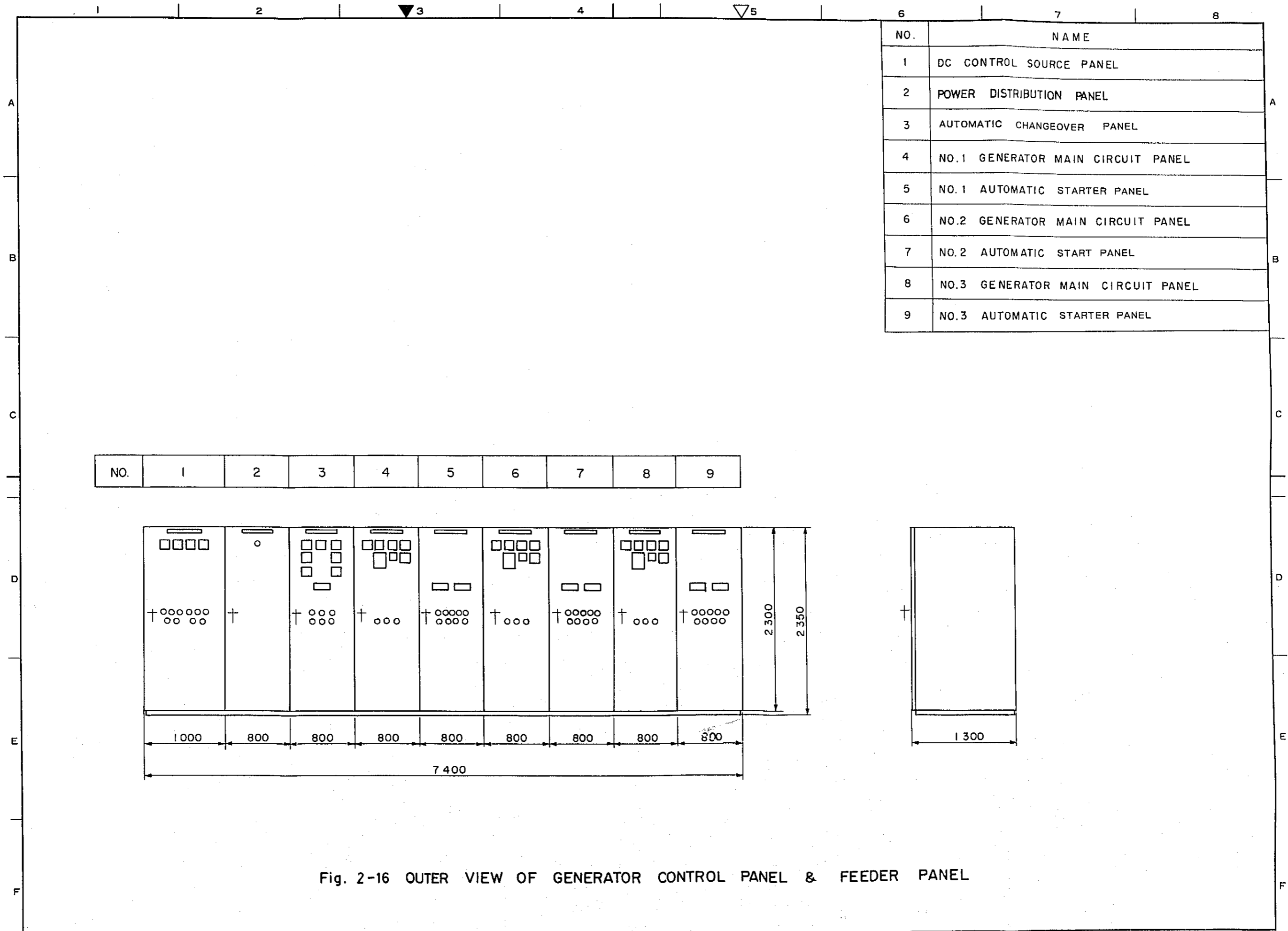


Fig. 2-15 FEEDER CIRCUIT CONNECTION DIAGRAM



NO.	NAME
1	DC CONTROL SOURCE PANEL
2	POWER DISTRIBUTION PANEL
3	AUTOMATIC CHANGEOVER PANEL
4	NO.1 GENERATOR MAIN CIRCUIT PANEL
5	NO.1 AUTOMATIC STARTER PANEL
6	NO.2 GENERATOR MAIN CIRCUIT PANEL
7	NO.2 AUTOMATIC START PANEL
8	NO.3 GENERATOR MAIN CIRCUIT PANEL
9	NO.3 AUTOMATIC STARTER PANEL

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9

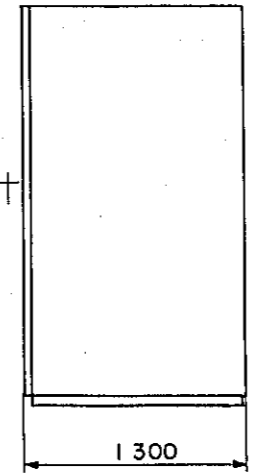
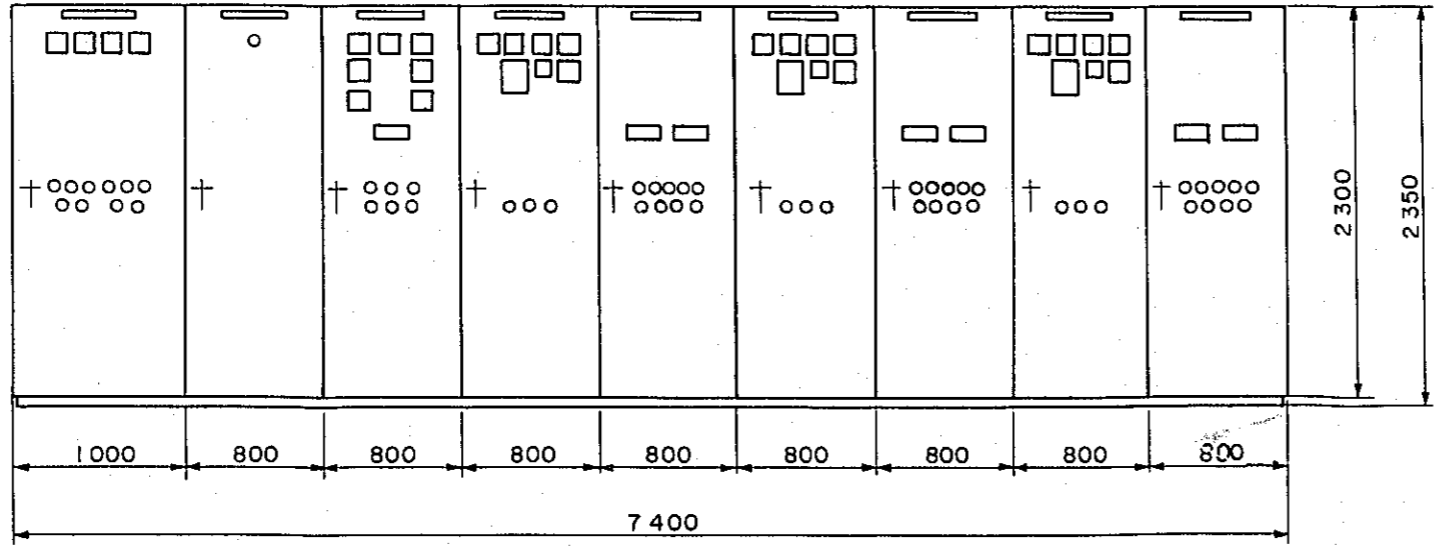


Fig. 2-16 OUTER VIEW OF GENERATOR CONTROL PANEL & FEEDER PANEL

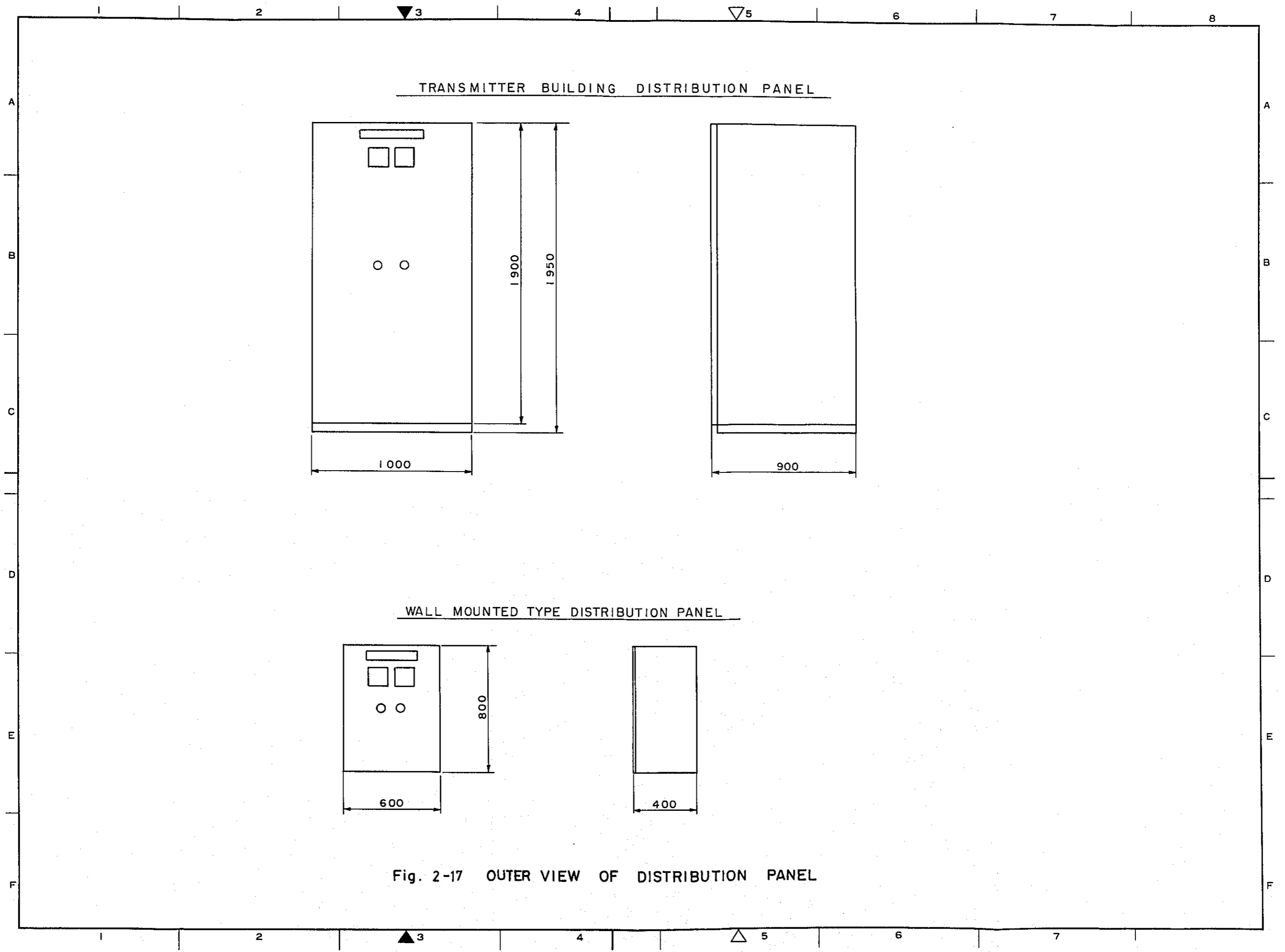


Fig. 2-17 OUTER VIEW OF DISTRIBUTION PANEL



DIESEL ENGINE		A.C. GENERATOR	
TYPE	4 - CYCLES	TYPE	SYNCHRONOUS
NO. OF CYL	6	PHASE	3 $\phi$
BORE	180 m/m	VOLTAGE	200 V
STROKE	230 m/m	CURRENT	866 A
REVOLUTION	1 000 r.p.m.	REVOLUTION	1 000 r.p.m.
B. H. P.	450 P.S.	OUT PUT	300 KVA
B. M. E. P.	11.54 $\text{Kg/cm}^2$	POWER FACTOR.	80 %
MAX. PRESS.	115 $\text{Kg/cm}^2$	CYCLE	50 Hz
PISTON SPEED	9.2 m/s	NO. OF POLES	6
STARTING	COMP. AIR	EXCITING	
COOLING	WATER	RATING	CONTINUITY
WEIGHT	5 450 Kg	WEIGHT	2000Kg

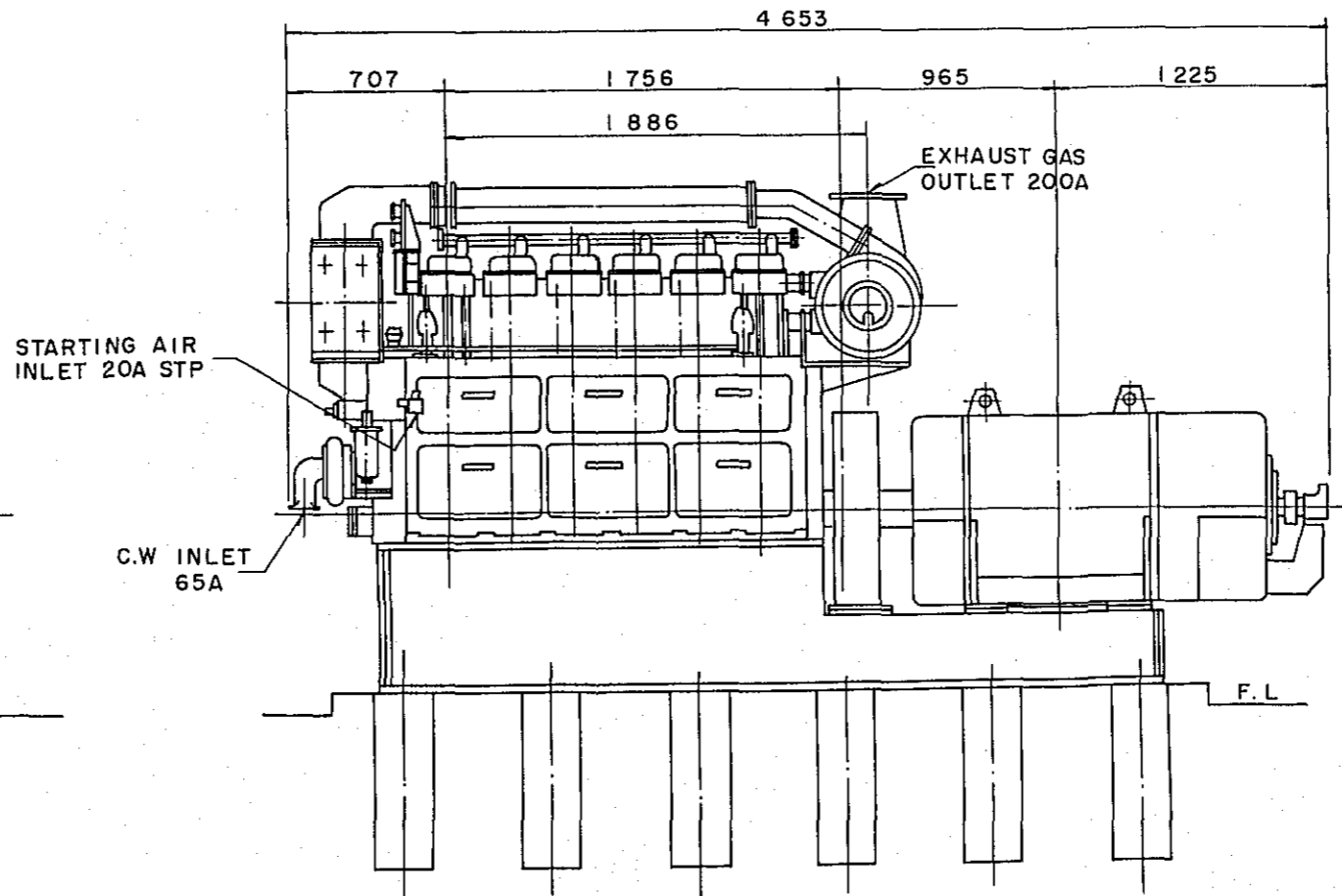
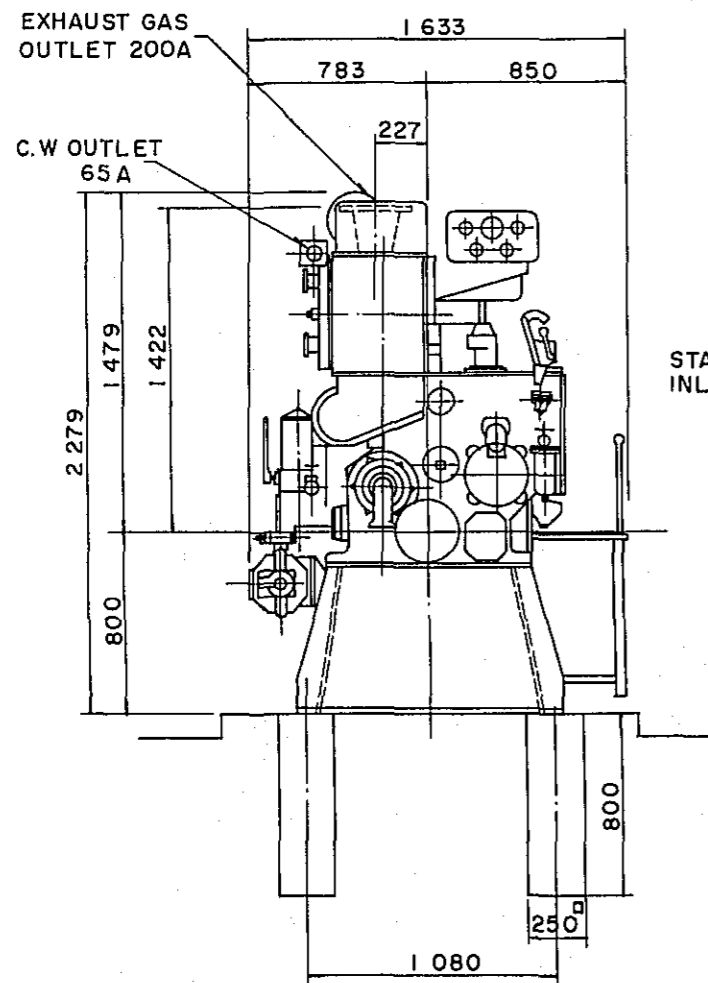
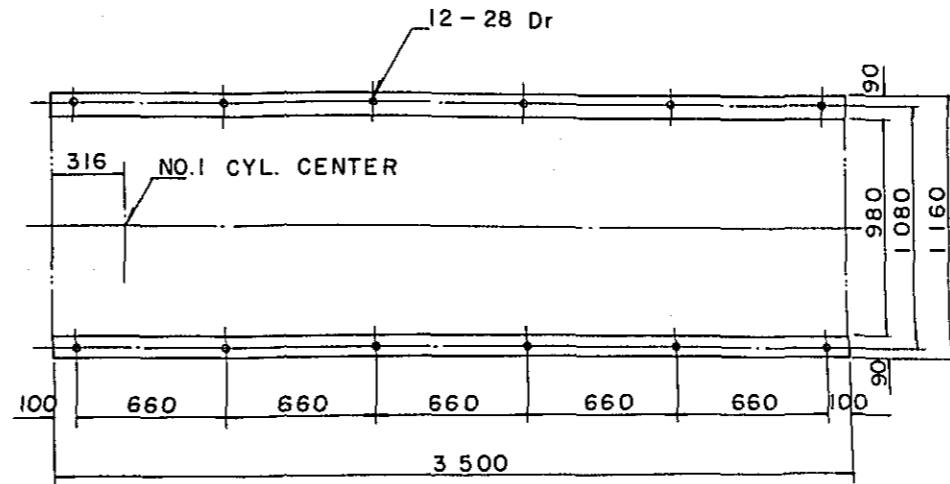
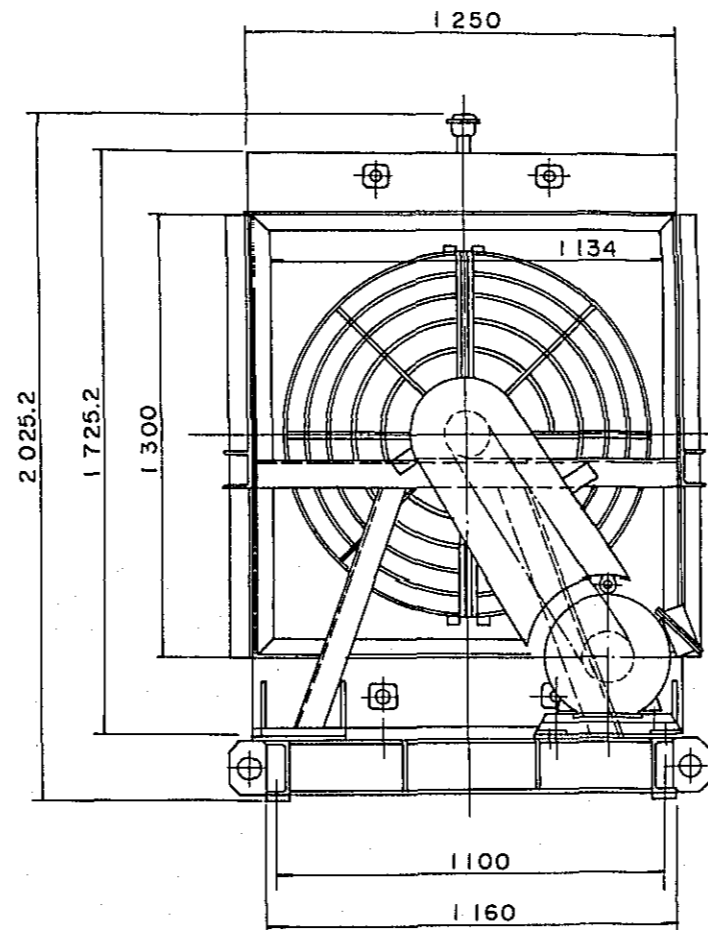
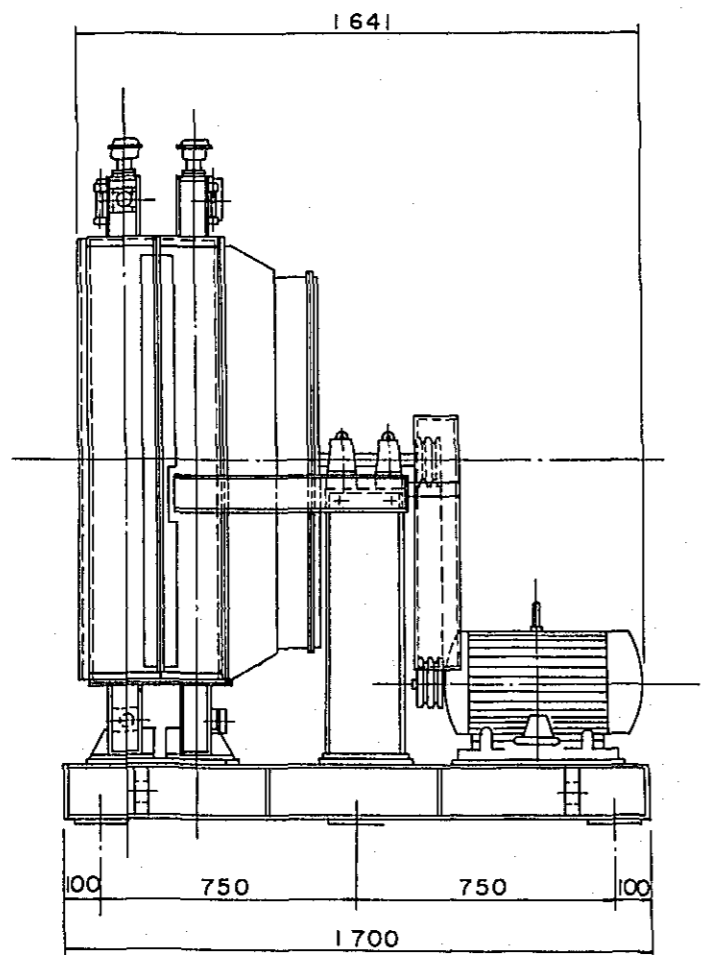
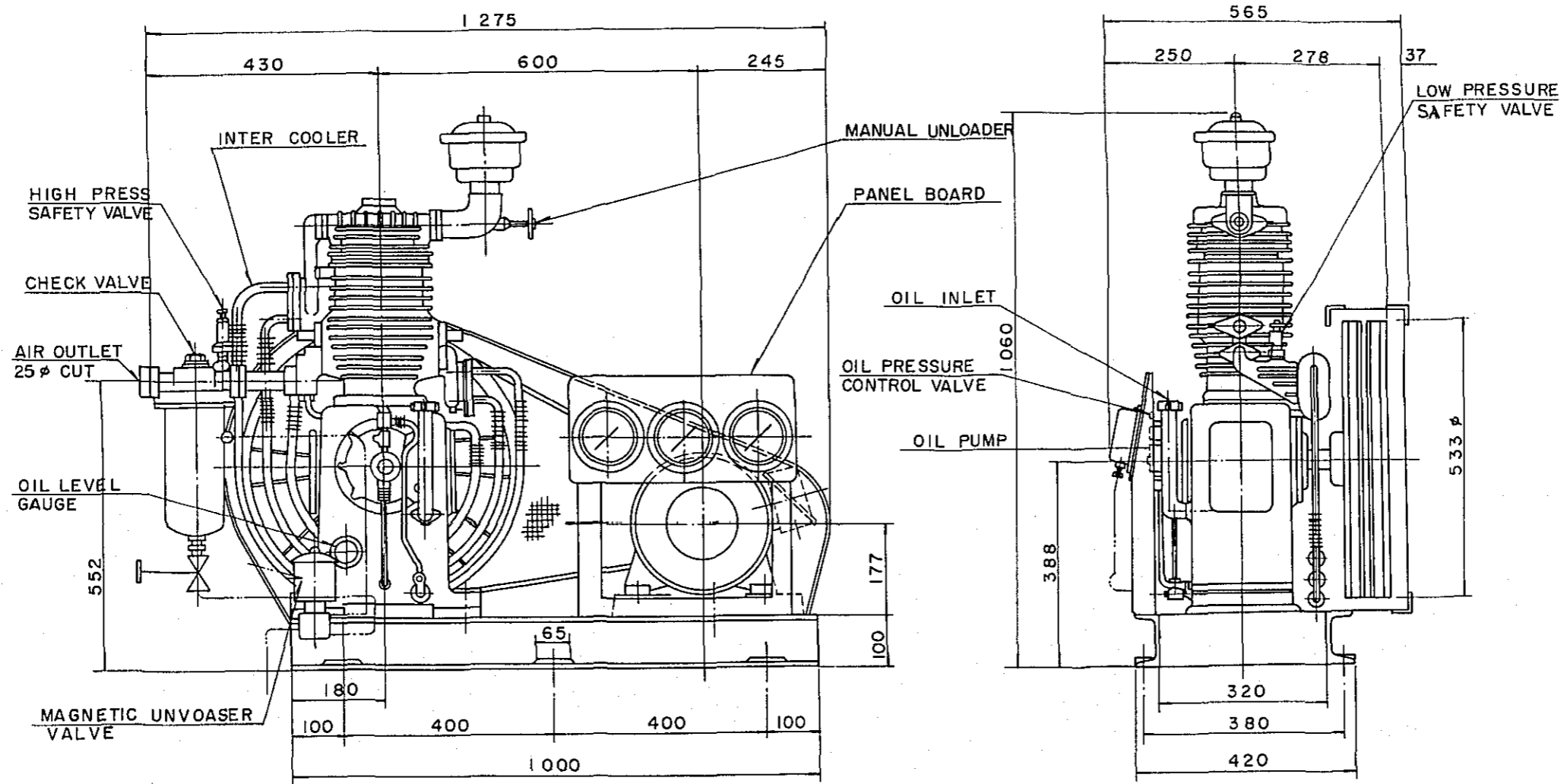


Fig. 2-18A OUTER VIEW OF ENGINE - GENERATOR



	JACKET COOLER	WATER COOLER	FAN & MOTOR	
RADIATION AREA	124.43 m <sup>2</sup>	66.47 m <sup>2</sup>	OUTER DIA.	1016 $\phi$ mm
FIN	98.61 m <sup>2</sup>	49.27 m <sup>2</sup>	AIR FLOW RATE	680 m <sup>3</sup> /min
TUBE	25.82 m <sup>2</sup>	17.20 m <sup>2</sup>	REVOLUTION	1355 RPM
			MOTOR OUT PUT	18.5 KW

Fig. 2-18B RADIATOR FOR ENGINE GENERATOR



AIR COMPRESSOR		A · C MOTOR	
TYPE	AIR COOLER DOUBLE STAGE COMPRESSION	OUT PUT	5.5 kw
BORE	HIGH PRESS 107.95 mm LOW PRESS 127 mm	NO. OF POLE	4 P
STROKE	101.6 mm	CYCLE	50 Hz
PRESS	30 kg/cm <sup>2</sup>	REVOLUTION	1500 RPM
REVOLUTION	620 RPM		
CAPACITY	47.7 M <sup>3</sup> /Hr		

Fig. 2-18C AIR COMPRESSOR

SPECIFICATIONS		
MAX. OPERATING PRESS.	30	Kg/cm <sup>2</sup>
DESIGN PRESS	32	Kg/cm <sup>2</sup>
SAFETY VALVE	32	Kg/cm <sup>2</sup>
HYDROLIC TEST		
BOTTLE	48	Kg/cm <sup>2</sup>
HEADER	64	Kg/cm <sup>2</sup>
PRESSURE SWITCH SET PRESS.		
AUTO-CHARGE	22	$\frac{ON}{OFF}$ 30 Kg/cm <sup>2</sup>
ALARM	18	Kg/cm <sup>2</sup>

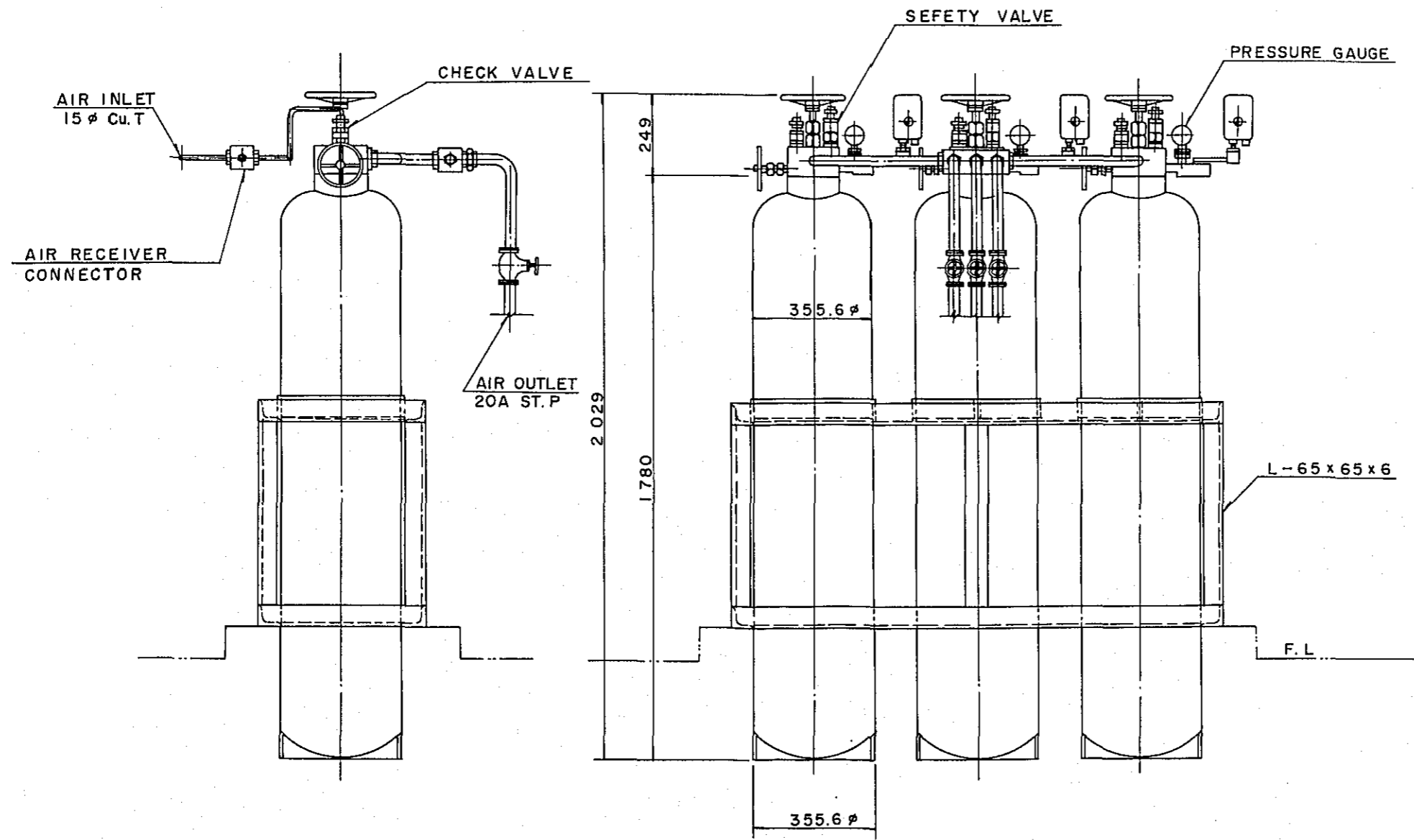
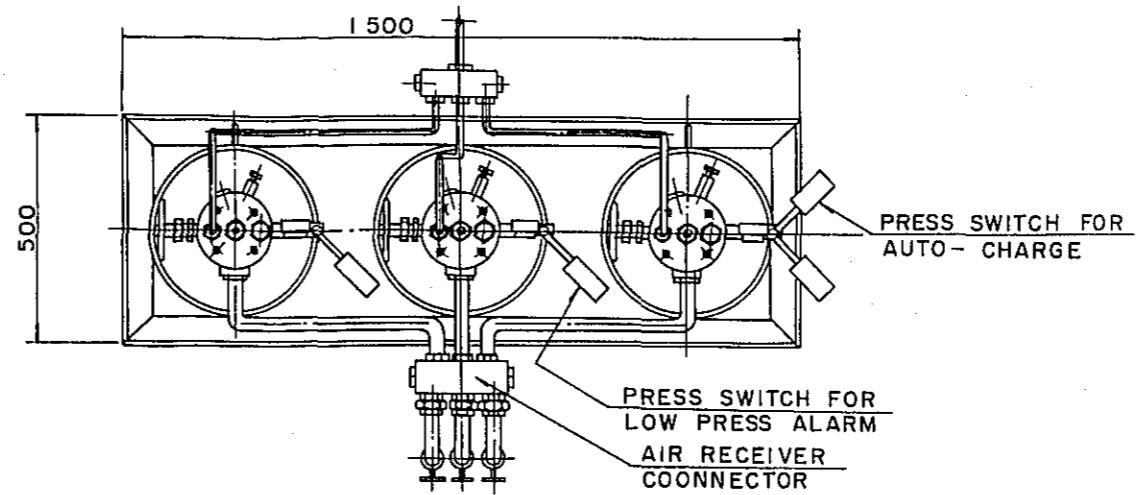


Fig. 2-18D (3-1500) AIR TANK

### 3. デッカシステム及びロランシステムの精度

#### 3-1 デッカシステムの精度

##### 3-1-1 概 要

デッカシステムにおける誤差は、大別して電波伝搬の状態の変化によって生ずる誤差と、システム固有の誤差の2つに分けられる。

前者は主として電波伝搬経路の大気の時間的变化により起るランダムな誤差であり、後者は送信局の配置、機器の性能等によって決まる誤差で、その値は努力によって小さくすることが可能である。

##### 3-1-2 ランダム誤差

ランダム誤差は電波伝搬経路の大気状況の時間的变化、デッカシステム機器の短時間に起る変化、数値の読取り誤差のような原因で起る。

このうち、いちばんデッカシステムの誤差の原因として大きいものは電波伝搬経路の大気状況の時間的变化であり、とくに夜間においてこの影響が大きい。

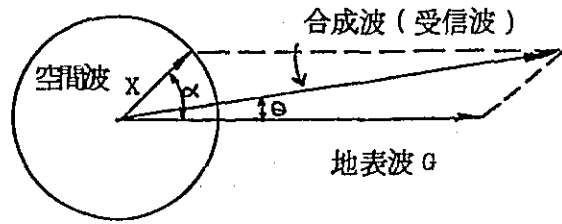
デッカシステムでは主局及び従局から、同期した電波が一定の位相関係を保って受信点に到来することが必要である。

電波の伝搬状態を考察すると、昼間は地球の表面に沿って伝わる地表波が大部分で空間に向って放射された電波(空間波)の反射エネルギーは極めて小さく(上空70KmにおけるE層での反射率2%程度)、従って無視することが出来る程度であるので位相偏移も小さく、伝搬状態による誤差は大して問題とならない。しかし夜間は上空約100Kmの高さのE層、約200~400Kmの高さのF層と呼ばれる電離層の活動が大きく、空間に向って放射された電波は電離層内を伝わっていく間に屈折、自至、反射されて地表に戻ってくる(上空95Kmにおける反射率は、約25%(500Km離点で))。

これは電離層が自由電子と正負のイオン層で成り立っているため、その性質が不安定であり反射の程度が時々刻々変化するので地上へ戻って来た空間波の位相と振幅は時々刻々変化している。

デッカシステムでは持続波方式であるためにパルス電波を使用したロランCシステムと異なって空間波と地表波とを区別して利用することが出来ない。したがって受信点の空間波の勢力が強くなると地表波に空間波が混入して、この合成波の振幅、及び位相が変動し測定位置に誤差を生ずるようになる。

(1) 空間波による誤差



3-1 図

地表波に空間波が混入することによって生ずる受信電波の位相の変動は次のようにして求められる。

3-1 図において

- G : 地表波の電界強度
- S : 空間波の電界強度の自乗平均 (R.M.S) 値
- X : S の瞬時値
- $\theta$  : 合成波と地表波の位相角 (ラジアン)
- $\theta_1$  :  $\theta$  の瞬時値 (ラジアン)
- $\alpha$  : 空間波と地表波の位相角

とする。ここで  $X \ll G$  であって  $(X/G) \rightarrow 0$  であれば

$$\sin \theta_1 \rightarrow \theta_1 \approx \frac{X \cdot \sin \alpha}{G}$$

これをサイクルで表わせば

$$\frac{X \cdot \sin \alpha}{2\pi \cdot G}$$

となる。

$\alpha$  のすべての値についてその生ずる確率は等しいと考えられるので空間波 S の混入による  $\theta_1$  の自乗平均値を  $\sigma$  とすると

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \frac{\sum \theta_1^2}{n} \\ &= \frac{1}{n} \sum \left( \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{G} \cdot X \sin \alpha \right)^2 \end{aligned}$$

X の自乗平均値は S であり、また  $\sin \alpha$  の自乗平均値は  $1/\sqrt{2}$  であるから

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{S}{G} \approx \frac{1}{9} \cdot \frac{S}{G} \quad (\text{サイクル}) \dots\dots\dots 3-1$$

が得られる。

したがって送信局と受信点間の同期誤差の自乗平均値  $\sigma$  を 0.01 サイクルに押えると  $S/G = 0.09$  が得られる。これは空間波の強度は地表波の強度に対して -21 db 以下にすることを示している。

(2) レーン誤差

デッカ受信機では主局及び従局からの電波を受信し、内部で比較周波数まで逡倍して位相を比較し、位相差をデコメータに表示している。

この両局からの電波が空間波による位相変動を受けておれば、これを逡倍して位相比較した結果はデコメータにおけるレーン誤差となり、これが測位の誤差となる。

地表波と空間波との合成信号の位相角が  $\theta_1$ 、地表波の位相角が  $\theta_2$  である 2 つの信号をそれぞれ a, b 逡倍して位相比較を行なったときその結果の位相差  $\theta_x$  は

$$\theta_x = a \cdot \theta_1 - b \cdot \theta_2$$

よって位相誤差  $\sigma_x$  は

$$\begin{aligned} \sigma_x^2 &= \frac{1}{n} \sum \theta_x^2 = \frac{1}{n} \sum (a \theta_1 - b \theta_2)^2 \\ &= \frac{1}{n} \{ \sum a^2 \theta_1^2 + \sum b^2 \theta_2^2 - \sum 2ab \theta_1 \theta_2 \} \end{aligned}$$

となる。ここで  $\theta_1, \theta_2$  は任意に変化し、その値はすべて同じ確率で生ずると考えられるので

$$\sum a \theta_1 \cdot b \theta_2 = 0$$

となり

$$\sigma_x^2 = a^2 \sigma_1^2 + b^2 \sigma_2^2$$

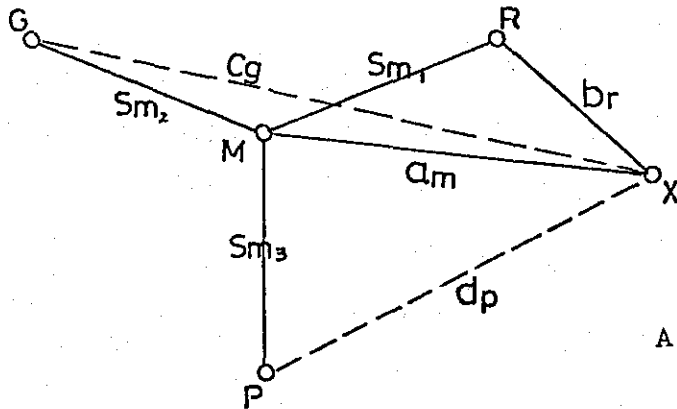
但し  $\sigma_1$  :  $\theta_1$  の自乗平均値

$\sigma_2$  :  $\theta_2$  の自乗平均値

となる。

(3) 空間波誤差理論のデッカチェーンに対する適用

デッカシステムでは主局及び従局が倍数関係を持った異なる周波数の電波を発射しているため、空間波誤差を考える場合、周波数関係の修正が必要である。



- M : 主局
- R : 赤従局
- G : 緑従局
- P : 紫従局
- X : 受信点

例えば赤パターンについてみると、受信点Xにおける誤差は次に示す位相偏差によるものと仮定される。

$S_{m_1}$  : 主従局同期経路における主局周波数(6f)の位相偏移

$b_r$  : 赤従局 — 受信点間経路における赤従局周波数(8f)の位相偏移

$a_m$  : 主局 — 受信点間経路における主局周波数(6f)の位相偏移

主従局伝搬経路における主局信号の位相偏移が $S_{m_1}$ サイクルのとき、従局の制御用受信機の比較周波数では4倍の位相偏移量に変換される。これは更に赤従局周波数に変換される際、位相偏移量は $\frac{1}{3}$ 倍の変換を受ける。

従って赤従局の信号の位相は $\frac{4}{3} S_{m_1}$ の位相偏移がある。更に信号が受信点Xに到着するまでには $b_r$ の位相偏移を受ける。それ故、X点における赤信号の位相偏移は

$( b_r + \frac{4}{3} S_{m_1} )$  サイクルである。

一方MXの経路により受信点に到達した主局信号は $a_m$ の位相偏移を受けている。受信点における主局及び従局信号を受信機に取り入れ比較周波数に変換した時点での赤デコーダの位相偏移 $\theta_R$ は次式で示される。

$$\begin{aligned} \theta_R &= 4a_m - 3(b_r + \frac{4}{3} S_{m_1}) \\ &= 4a_m - 3b_r - 4S_{m_1} \quad \text{サイクル又はレーン} \quad \dots\dots\dots 3-2 \end{aligned}$$

$\theta_R$ の観測値が多数得られた場合、 $\theta_R$ の分散として次式が得られる。

$$\begin{aligned} \sigma_R^2 &= \frac{\sum_{i=1}^N \theta_{Ri}^2}{N} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^N (4a_{mi} - 3b_{ri} - 4S_{m_1})^2}{N} \quad \dots\dots\dots 3-3 \end{aligned}$$

但し N : 観測値の数

$a_m$ 及び $b_r$ は明らかに独立なものであり、零を平均値とするランダム分布をとるので位相誤差に対しては無相関である。

従って大きな観測値のもとでは $a_m$ 及び $b_r$ のクロス積の項は零と見做すことが出来る。従って $\sigma_R$ は次式のとおり書き表わされる。

$$\sigma_R^2 = 16\sigma_{a_m}^2 + 9\sigma_{b_r}^2 + 16S_{m_1}^2 + (0.012)^2 \quad \dots\dots\dots 3-4$$

なお0.012は従局における自動同期誤差及び受信機の追従誤差として見込んだ量である。

同様緑パターンでは

$$\begin{aligned} \theta_G &= 3a_m - 2 \left( \frac{3}{2} S_{m_2} + C_g \right) \\ \sigma_G^2 &= 9\sigma_{a_m}^2 + 9\sigma_{S_{m_2}}^2 + 4\sigma_{C_g}^2 + (0.009)^2 \quad \dots\dots\dots 3-5 \end{aligned}$$



案局では

$$\theta_p = 5a_m - 6 \left( \frac{5}{6} S_{m_3} + d_p \right)$$

$$\sigma_{\theta_p}^2 = 25\sigma_{a_m}^2 + 25\sigma_{S_{m_3}}^2 + 36\sigma_{d_p}^2 + (0.015)^2 \dots\dots\dots 3-6$$

が得られる。

### 3-1-3 システム誤差

デッカシステムを利用して位相差を測定し、その測定値の平均値から求めた位置が、実際の位置と相違する場合、システム誤差があるという。

システム誤差には以下に示す各種のものがある。

#### (1) 電波伝搬速度による誤差

電波伝搬速度は伝搬路の大地の導電率により異なりおおよそ次に示す値をとる。

真 空 中	299,792 Km/sec
海 上	299,650
淡 水 上	299,250
耕 地	299,400
山 岳 地	298,800

また送信点と受信点間の伝搬経路は通常単一の性状のものではなく、導電率の異なる部分、部分を通過するのが一般である。

即ち正確な位置を計算するためには、チャートの計算は伝搬速度を導電率の階級区分毎に仮定し、伝搬路を前記の区分で夫々の距離を求め、各々の位相値の積分値によって行のが最良である。

デッカシステムにおけるチャート計算は伝搬路を海上及び陸上の2種、更には陸上を導電率の大小に応じて細分し、これに適合する伝搬速度を当てはめて計算している。これと同時に基線長が比較的短いので誤差の累積も小さく良好な結果を得ている。

一方ロランCにおけるチャート計算は単一の伝搬路として計算がなされており、局間距離の大きいことによる累積誤差の増大も手伝い誤差が大きい。

#### (2) 主、従局の発射電波の周波数安定度と誤差

主、従局の発射電波の周波数偏差は位置の線の偏差としてあらわれ、システム誤差となる。

この周波数偏差 $\Delta f$ による偏差 $\delta$ (m)は、受信点までの距離をD(m)とすれば

$$\delta = \frac{\lambda}{C} \cdot D \cdot \Delta f$$

但し C : 電波の伝搬速度

$\lambda$  : 波長

で示される。

次項で述べるように、本システムでは高精度の周波数発振器を持っているので本項の誤

差は無視することが出来る。

(3) 主従局間の位相同期による誤差

デッカシステムでは主局からの地表波(6f)を従局で受信し、この電波に同期させて従局は電波を発射しているため、この同期に誤差があると位置決定の誤差となる。また夜間、主局からの電波に空間波が混入して位相の変動を受けると主従局間の正常な位相関係が保たれなくなり位置決定の誤差となる。

主従局間の同期は主局の発射する6fによって行なわれるが、このときの同期誤差は利用者の受信機のデコメータで0.01レーン以内、即ち比較周波数で0.01ヘルツ以内に抑えているので6fでは0.002ヘルツ以内に抑えられている。

(4) 位置の線の幾何学的精度

1) 偏 移 誤 差

デッカでは位置の線の密度の高いところほどデコメータの指示誤差が及ぼす位置の線の偏移誤差は小さい。

即ち偏移誤差は基線上が最小で基線を離れるに従って誤差は大きくなる。

基線上における1レーンの幅をW、測定点から測った主従局間の夾角をφ、レーン測定値の誤差をΔℓとすると、その点における偏移誤差ΔSは次の式であらわすことができる。

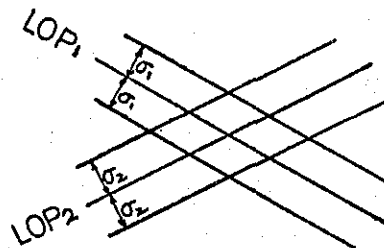
$$\Delta S = \Delta \ell \cdot W \cdot \operatorname{cosec} \frac{\varphi}{2} \quad \dots\dots\dots 3-7$$

この式であきらかなように夾角φが零になる地点、即ち基線延長線上では偏移誤差は無窮大となり利用不能であり、基線上ではφが180度となり誤差は最小になる。

2) 交角による誤差

位置の線の精度を考えると、それにはデコメータの読取値に含まれるランダム誤差及び前項で述べた測定点の位置によって決まる偏移誤差があるので位置の線の両側に誤差帯を考慮することができる。

2つのデコメータの読取値で位置の線の交点として求めた位置は3-2図に示すようにこの誤差帯の重なった平行四辺形の中にある。



3-2 図

しかし誤差をこのような平行四辺形で表わすのは不便であるので、誤差円により表わすのが一般である。

いま測定船位と真の船位との距離差を  $d$  とし、 $d$  の標準偏差を  $\sigma_d$  とする。これを位置の線の測定値の標準偏差  $\sigma_1, \sigma_2$  と位置の線の交角  $\theta$  で表わすと、 $\sigma_d$  は

$$\sigma_d = \operatorname{cosec} \theta \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

により表わせる。

距離で表わした誤差円（68%円形誤差界）の半径  $R$  は次式で示される。

$$R = \operatorname{cosec} \theta \sqrt{(\sigma_1 \cdot W_1 \cdot \operatorname{cosec} \frac{\varphi_1}{2})^2 + (\sigma_2 \cdot W_2 \cdot \operatorname{cosec} \frac{\varphi_2}{2})^2} \quad \dots\dots\dots 3-8$$

ここに  $W_1$ : LOP<sub>1</sub> の基線上1レーンの幅

$\varphi_1$ : 測点からみた主従局間の夾角

### 3-1-4 低緯度地帯におけるデッカシステムの精度予測

長波帯の電波の夜間伝搬は地球の磁界及び緯度効果による影響を受ける。長波帯の電波を利用するデッカシステムではシステムの正常な運用を確立するためデッカ社及びデッカシステムを持つ固々の機関により伝搬データの収集が行なわれ、その結果が公表されている。

今回我々が行ったマラッカ及びシンガポール海峡並びにロンボック及びマカッサル海峡等の低緯度地帯におけるシステム精度の予測データは、これ等の現実のデータを基礎とし以下の条件のもとでコンピュータにより自動作成させたものである。

(1) 夜間のランダム位相誤差の標準偏差曲線として3-3図の曲線を用いた。

これは3-4図に示す距離対空間波強度曲線（日本のデッカ局における実測データ）

(6f) を緯度効果を加味してスライド加算し、これをもとに作成したものである。

(2) 同曲線において次に示す周波数特性を付加した。

5f      + 1.5 db (1.189 倍)

6f      }      そのまま

8f

9f      - 0.5 db (0.944 倍)

(3) 位置決定の誤差を計算する場合の位置の線の相関係数  $r$  を夜間 0.75、昼間 0 とした。

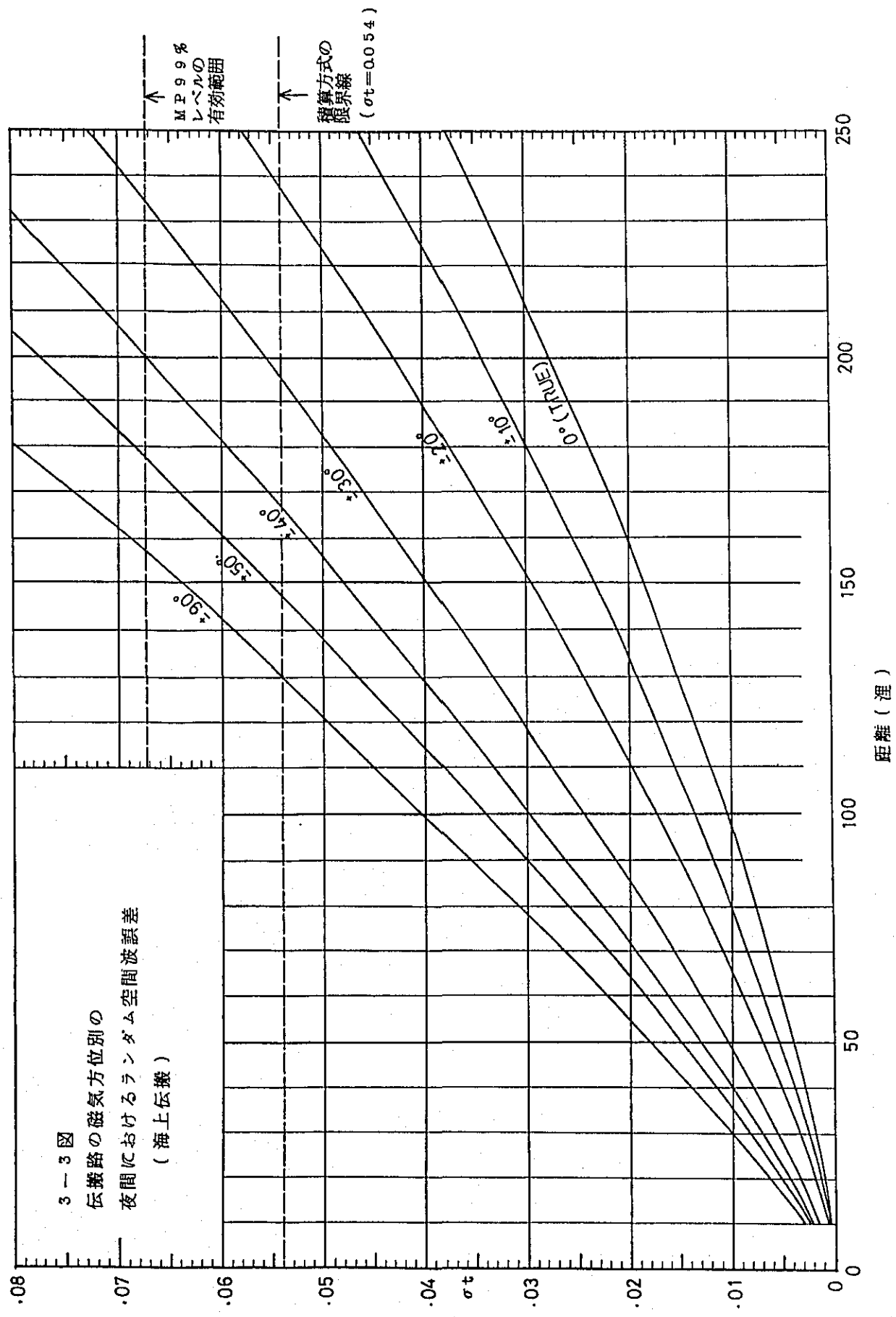
(4) デコメータ上に表われる固定誤差として次の値を加えた。

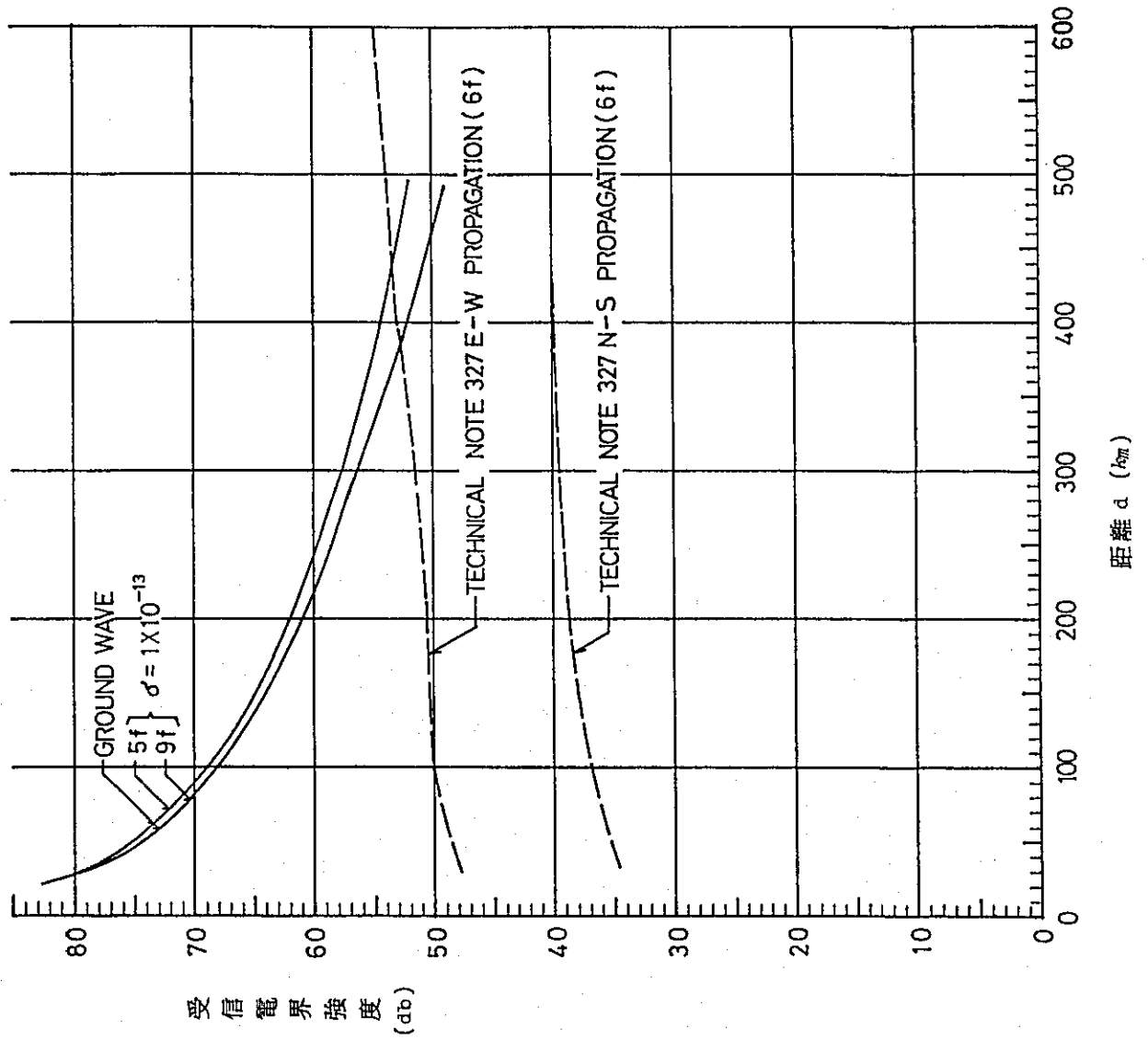
赤パターン      0.012 レーン

緑パターン      0.009

紫パターン      0.015

(5) 位相誤差の昼間値は3-4図の0°の曲線より-9 db (1/2.83) 低い値を与えた。





3-4 図 各種計算法による空間波強度の比較

### 3-2 ロランCシステムの精度

#### 3-2-1 概要

ロランCシステムのもつ誤差の基本的事項は前記のデッカシステムの場合と同様である。ただロランCシステムはパルスを用いる方式であるため、その立上り3サイクル目を利用することにより地表波と空間波の選別が可能である。しかし90~110KHzの周波数帯の1チャンネルに世界中の送信局が混在するので特に夜間においては、これらの局が相互に信号をたたき合うチャンスが多く、この傾向は今後益々増加する。これは極めて大きな雑音と同様に評価され受信機の表示に時間的变化をもたらす。誤差計算ではこの様なことは全く無視し理想的な状態で評価している。

#### 3-2-2 低緯度地帯におけるロランシステムの精度予測

比較の対象としたロランCシステムの精度予測データは、以下に述べる条件をあてはめコンピュータにより自動作図したものである。

##### a) 信号対雑音比 (S/N) と受信信号の標準偏差 ( $\sigma_{DT}$ ) の関係

ロランC受信機に使われているⅡ次形サーボの雑音による時間変動はNTIS(National Technical Information Service) レポートによれば次式で表わされる。

$$\sigma = 1.25 \left( \frac{N}{S} \right) \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot Ka^{\frac{1}{4}} \quad \dots\dots\dots 3-9$$

但し  $\sigma$  : r.m.s. 誤差 ( $\mu s$ )

N/S : サンプラーの入力点における r.m.s. 雑音と信号比

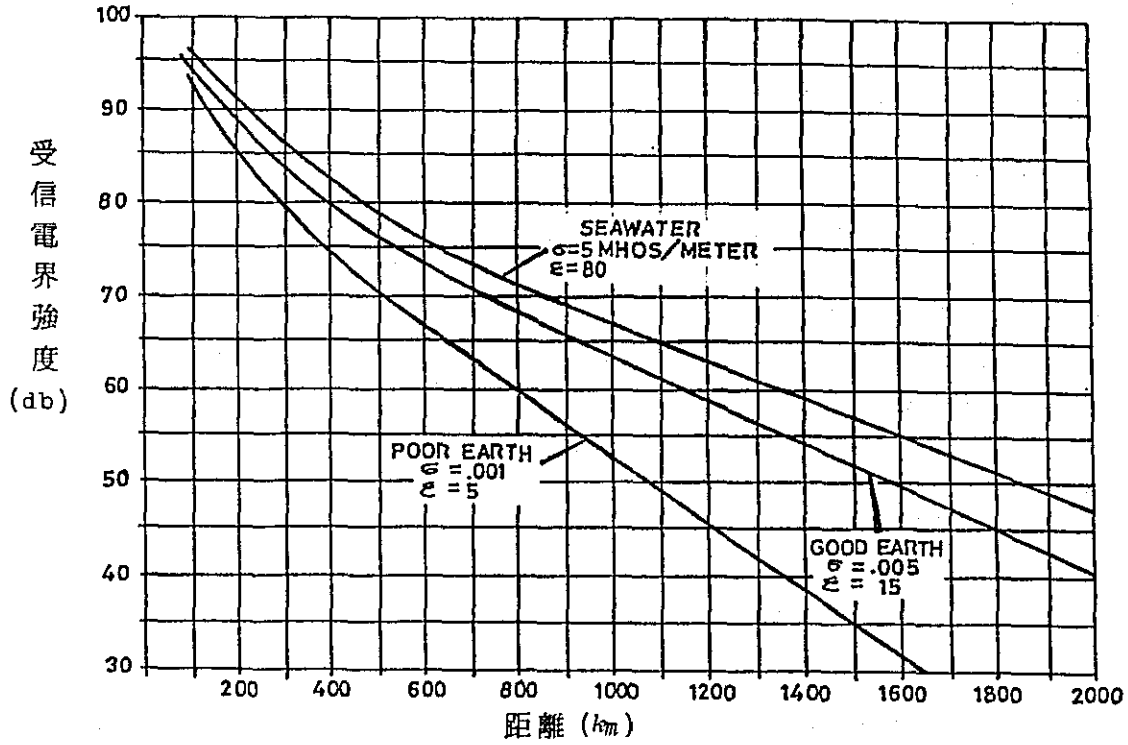
n : 1秒間当りのサンプリング数  
(通常ロランCチェーンの場合 80)

Ka : サーボループの加速定数  
(NTISレポートによればITT社製で  $Ka = 0.08 \text{ rad/sec}^2$ )

##### b) 距離と電界強度の関係

ITT社の資料によればロラン波の電界強度(放射電力400kwの送信局からのサンプリング点(3サイクル目)の電界強度)は3-5図のとおりであるという。

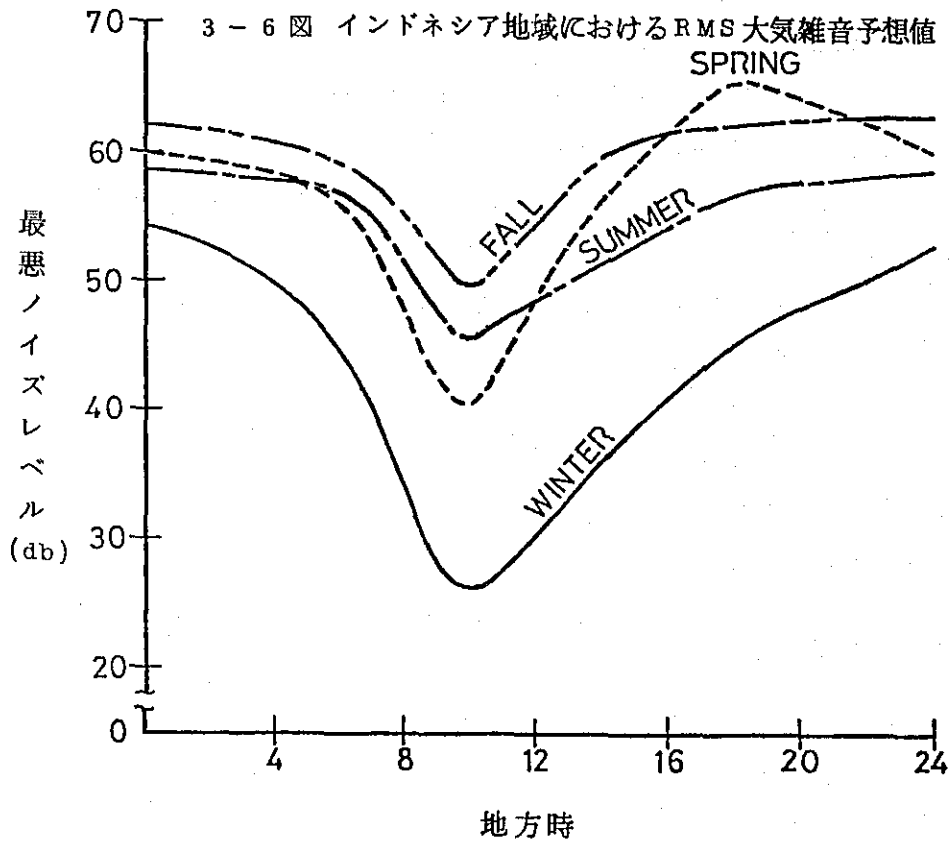
3-5図 地表波電界強度 (90-110kHz, 400kW)



計算においては  $\sigma = 0.005 \text{ mU}$ ,  $\epsilon = 15$  (陸上伝搬) の曲線を使用する。

c) 東南アジアにおける雑音

東南アジアの大気雑音レベルは CCIR 322 の引用によれば最悪値を M とすると、帯域幅 20KHz のとき  $M = 62 \text{ db}$  と考えられる。



d) 他の誤差要因その他

- i) 従局の同期誤差の標準偏差値  $0.04 \mu\text{s}$
- ii) 受信機ハードウェア上の誤差  $0.2 \mu\text{s}$

$0.2 \mu\text{s}$ 以下の分解能を持つ受信機は軍用受信機に限られる。一般型受信機は  $0.2 \mu\text{s}$ である。

iii) 雑音の改善

リミッタによる雑音抑圧による改善度は0と見做した。

e) サンプルング点における  $S/N$

サンプラー入力点における  $S/N$ は次式で示される。

$$(S/N)_{\text{db}} = E - M + L \text{ (db)} \quad \dots\dots\dots 3-10$$

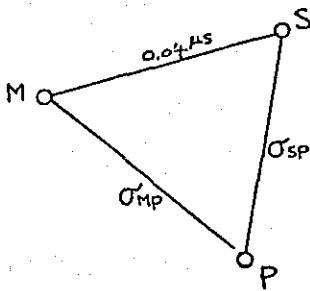
- 但し E: 信号の電界強度 (db)
- M: 雑音レベル (db)
- L: リミッタによる改善分 (db)

f) 送信点から受信点への伝搬路の雑音により受信機に発生する時間変化

標記の時間変化は a)~ e) の関係を用いることにより次式で表わすことが出来る。

$$\begin{aligned} \sigma_d &= 1.25 \left( \frac{N}{S} \right) \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot Ka^{\frac{1}{4}} \\ &= 1.25 \times \frac{1}{10 \left( \frac{E-M+L}{20} \right)} \times \frac{1}{\sqrt{80}} \times 0.08^{\frac{1}{4}} \quad \dots\dots\dots 3-11 \end{aligned}$$

g) 位置の線の安定性



- M: 主局
- S: 従局
- P: 受信点

a) ~ h) の結果により各点間の時間変動の標準偏差は図示のとおりとなる。

この結果、位置の線の誤差は次式で示される。

$$\sigma_l = \sqrt{\sigma_{MP}^2 + 0.04^2 + \sigma_{SP}^2 + R^2} \quad \dots\dots\dots 3-12$$

ここで、Rの値は受信機のハードウェア上の誤差 (LOPの分解能も含む) で  $0.2 \mu\text{s}$ を



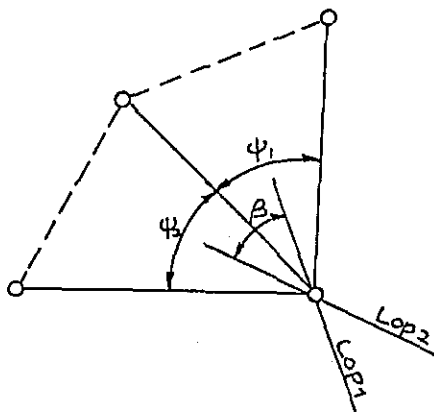
与える。

i : 組局の別

h) 誤差円の算定

誤差円 (68% 確率) d r . m . s は次式で表わすことが出来る。

$$d r . m . s = \frac{150}{\sin\left(\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)} \sqrt{\left(\frac{\sigma_1}{\sin\frac{\varphi_1}{2}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_2}{\sin\frac{\varphi_2}{2}}\right)^2} \dots\dots\dots 3-13$$



M : 主局

S<sub>1</sub> : 従局 1

S<sub>2</sub> : 従局 2

β : 位置の線間の角 =  $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$

i) ロラン C の精度の受信例

3-11 式はロラン C が他からの干渉なしに、理想的に運用される場合のものを示している。

実際の場合、特に夜間においてはロラン C システムは単一のチャンネルで運用されるが故に、各局相互の信号による干渉が大きくなる。このことは S/N の悪化及び信号のサンプリング数の低下に連なり、大きな時間変化を示す。

次に日本におけるロラン C の受信例を述べる。

例 1 (3-7 図) 及び例 2 (3-8 図) は次表に示す条件のもとでの受信 LOP 値の約 3~4 時間に亘るリサーチである。

3-1表 ロランC信号の受信例

	例 1	例 2
受信チェーン		
LOP 1	SS3-X	SS3-X
LOP 2	SS3-Y	SS3-W
送信局から受信点までの距離		
主局	1300Km	1300Km
従局 1	1200	1200
従局 2	1200	2200
リサーチ図	5-1-13図	5-1-14図
LOPの変動		
LOP 1	0.75 $\mu$ s P-P	0.62
LOP 2	0.75 $\mu$ s P-P	7.63
受信点	明石市/日本	
	北緯 34° 46'	
	東経 134° 56'	
受信機	DL91型ロランC受信機 (デッカ社製)	

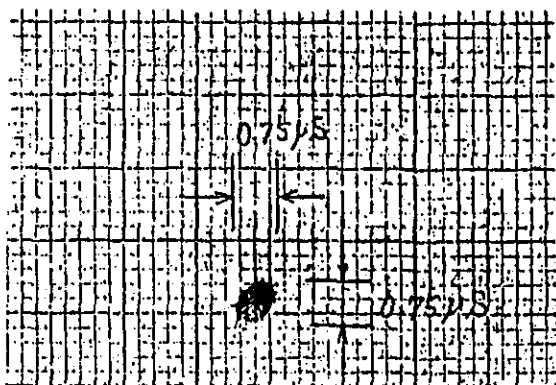
例1は受信点が主従局共に750 哩以内のものを示し、例2は従局が750 哩を超えたものの例である。

例1はSS3チェーン内の最良受信領域内のものであるがピーク — ピーク 0.75  $\mu$ s の時間変動を示し、理論値とは相違した大きな変動を示している。

3-7 図

ロランC受信データ (SS-3)  
(DL91 MK2型 受信機)

52. 3. 18



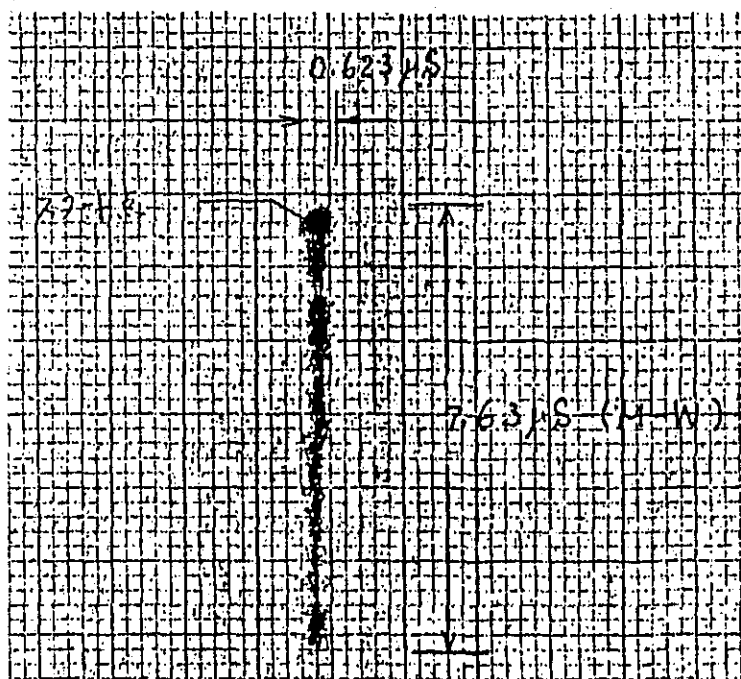
測定時刻 8:45~20:37  
X軸 (LOP1) M-X (十勝太)  
Y軸 (LOP2) M-Y (沖 縄)  
スケール 8cm/10 μs

LOP1 中心値 36412.0 μs  
LOP2 " 58594.4 μs  
受信点  $\phi \approx 34^{\circ}46.056' N$   
 $\lambda \approx 134^{\circ}56.209' E$   
(富士通明石工場)

3-8 図

ロランC受信データ (SS-3)  
(DL91 MK2型 受信機)

52. 3. 25



測定時刻 10:30~16:20  
X軸 (LOP1) M-X (十勝太)  
Y軸 (LOP2) M-W (マーカス島)  
スケール 8cm/10 μs

スタート点  
LOP1 = 36411.8 μs  
LOP2 = 18366.8 μs

受信点  $\phi \approx 34^{\circ}46.056' N$   
 $\lambda \approx 134^{\circ}56.209' E$   
(富士通明石工場)

## 資料 B 支線式鉄塔の構造解析

### 1-1 概 要

本文は風荷重をうける支線式鉄塔の電算機による解法に適した解析方法を述べたものである。

この解法は支線の非線型なバネ定数・支線の抗力と揚力の効果及び支線位置で生じた外力モーメントと同時に塔体の変形によって生じる二次的な効力を含んでいる。支線上の氷雪荷重とガイシの荷重あるいはその両方の荷重をも解析できる。

### 1-2 基本仮定

解析に際し次の仮定を設ける。

- a) 塔体に作用する風荷重は既知であり、各支線間で一定とする。
- b) 塔体の断面二次モーメントは各支線間で一定とする。
- c) 各区間の塔体の死荷重は集中とし、但し BEEM-COLUMNのみ各端部に 1/2 とする。
- d) 支線は風或いは風と氷雪の組合せの一樣の荷重をうける。
- e) 支線に作用する風の速度はその平均高さの速度である。
- f) 支線の曲線は全ての荷重条件で放物線である。
- g) 支線に対する抗力、揚力係数は(11)式による。
- h) 風は地面に平行に吹いている。

### 1-3 無風状態にある支線

1 図は無風で常温  $t_0$  の時の支線を示す。

支線の総重量を  $W$  (ton) とすると、その近似的長さ  $L$  (cm) は次式で与えられる。

$$L = a \left( \sec \omega + \frac{W^2}{24 H^2 \sec^3 \omega} \right) \quad (1)$$

ここで  $H$  は支線張力の水平成分である。

建方時の錨塊部における張力  $T_2$  は既知で  $H$  は次のように計算される。

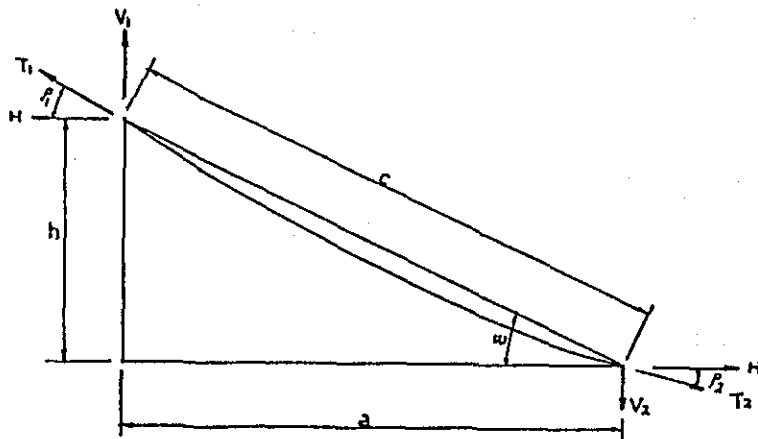
$$H = \frac{\sec \omega}{2} \left[ W \sin \omega + \sqrt{4 T_2^2 - W^2 \sec^2 \omega} \right] \quad (2)$$

$$\tan \rho_1 = \tan \omega + \frac{W}{2H} \quad (3a)$$

$$\tan \rho_2 = \tan \omega - \frac{W}{2H} \quad (3b)$$

$$\Delta g = \frac{H \cdot a}{A_g \cdot E_g} \left( \sec^2 \omega + \frac{W^2}{12H} \right) \quad (3c)$$

ここで  $\Delta g$  は支線の伸び (cm)、 $A_g$  は支線の鋼のみの断面積 (cm<sup>2</sup>)、 $E_g$  は支線の弾性係数。



1 図 直角方向の支線立面

無応力時の常温での支線の長さは

$$L_0 = L - \Delta g \quad (4)$$

$t$  (°C) における無応力時の支線長  $L_t$  は

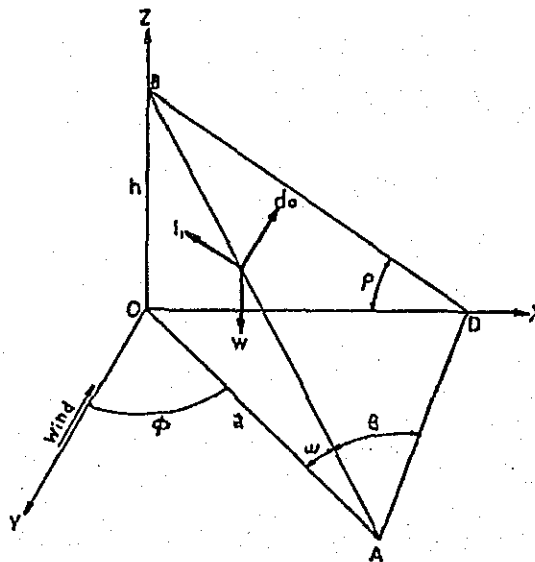
$$L_t = L_0 [1.0 + 0.0000125 (t - t_0)] \quad (5)$$

#### 1-4 有風時の支線

2 図は支線に作用する力を示す。

支線の力の水平面への投影は風向と  $\phi$  の角度をなす。

点 B は塔体への取付け位置を表わし、この場合移動しないものとする。力の正方向は 2 図に示されている。



2 図 支線の荷重

総重量  $W$  は下向鉛直に作用し、総抗力  $d_0$  は  $y$  軸に平行、揚力  $\ell_1$  は  $BD$  に平行で  $d_0$  に直交する。  
 $\theta$  は支線と風向との真の夾角で次式で与えられる。

$$\cos \theta = \cos \phi \cos w \quad (6)$$

$\ell$ 、 $\ell h$  をそれぞれ揚力  $\ell_1$  の  $Z$ 、 $X$  方向成分とすると

$$\ell = \ell_1 \sin \rho \quad (7a)$$

$$\ell h = \ell_1 \cos \rho \quad (7b)$$

ここで

$$\sin \rho = \frac{\sin \omega}{\sin \theta} \quad (8a)$$

$$\cos \rho = \frac{\sin \phi \cdot \cos \omega}{\sin \theta} \quad (8b)$$

速度圧は次式で与えられるとする

$$V_p = 0.625 V^2 \times 10^{-6} \quad (9)$$

総抗力  $d_0$  と揚力  $\ell_1$  は近似的に

$$d_0 = 2.133 (C \cdot d \cdot V^2) \cdot C_D \cdot 10^{-7} \quad (10a)$$

$$\ell_1 = 2.133 (C \cdot d \cdot V^2) \cdot C_L \cdot 10^{-7} \quad (10b)$$

ここで  $C$  : 支線の長さ  $d$  : 支線の径  $V$  : 風速  $C_D$  : 抗力係数  $C_L$  : 揚力係数

$\phi$  が第 1 或いは第 4 象限にあるとき  $\ell_1$  は負である。

しかし  $\ell_1$  の符号は  $\cos \phi$  と反対である。

$C_D$  と  $C_L$  の値を、次の様な多項式で表わす。

$$C_D = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4 \quad (11)$$

$$C_L = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + b_3 x^3 + b_4 x^4$$

但し  $x = |\cos \theta|$

$x \leq 0.575$  に対して

$$a_0 = 1.18457 \quad a_1 = 0.07816 \quad a_2 = -1.51543 \quad a_3 = -1.73395 \quad a_4 = 2.5665$$

$$b_0 = 0.00008 \quad b_1 = 1.45668 \quad b_2 = -2.73481 \quad b_3 = 5.36663 \quad b_4 = -4.75092$$

$x > 0.575$  に対して

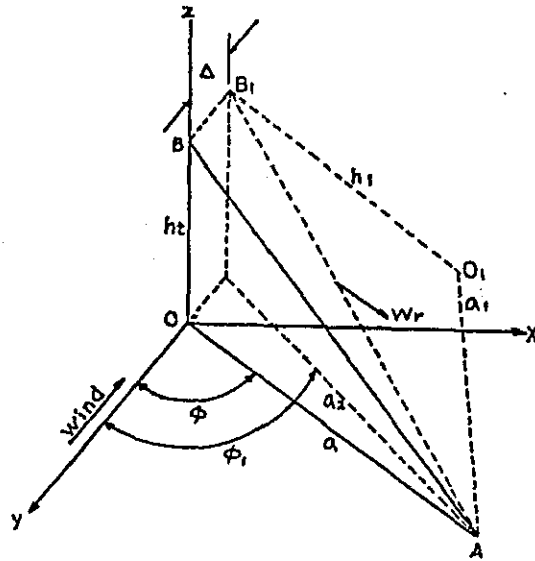
$$a_0 = 1.20931 \quad a_1 = -0.08774 \quad a_2 = -1.33619 \quad a_3 = -0.82684 \quad a_4 = 1.06662$$

$$b_0 = 1.40075 \quad b_1 = -4.20644 \quad b_2 = 6.00561 \quad b_3 = -2.24738 \quad b_4 = -0.94991$$

3 図において塔体は、風向に支線の取付点において  $\Delta$  だけ変形している。

風荷重により、支線は作用する全ての力の合力  $Wr$  を含む新しい面内にある。この面は 3 図に於いて角  $B_1 O_1 A$  によって表わされる。

支線は  $Wr$  に平行な  $B_1 O_1$   $Wr$  に直角な  $O_1 A$  との面内の放物線と仮定する。



3 図 支線の変位

$W_r$  は次式で与えられる。

$$W_r = \sqrt{\ell h^2 + d_0^2 + (W - \ell)^2} \quad (12)$$

$$a_2 = \sqrt{(a \sin \phi)^2 + (a \cos \phi + \Delta)^2} \quad (13a)$$

$$\sin \phi_1 = \frac{a \sin \phi}{a_2} \quad (13b)$$

$$\cos \phi_1 = \frac{a \cos \phi + \Delta}{a_2} \quad (13c)$$

次の様に表示することが出来る。

$$h_1 = \frac{(W - h)h_t - a_2 (\ell_k \sin \phi + d_0 \cos \phi_1)}{W_r} \quad (14a)$$

$$a_1 = \sqrt{a_2^2 + h_t^2 - h_1^2} \quad (14b)$$

$$\tan \omega_1 = \frac{h_1}{a_1} \quad (14c)$$

ここで  $h_t$  は温度  $t$  に於ける支線の高さ

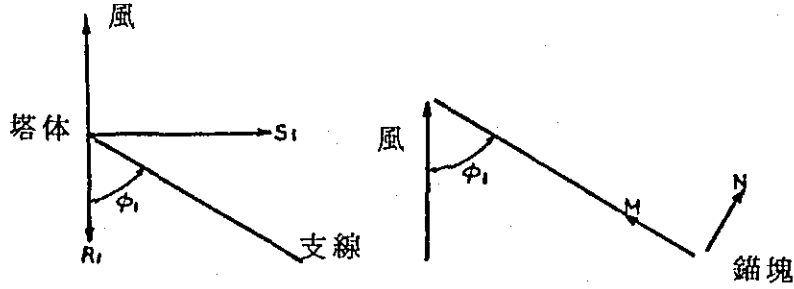
$h_t$  は鋼構造に対して

$$h_t = h [1.0 + 0.0000125 (t - t_0)] \quad (15)$$

$B_i O_i$  と  $O_i A$  の方向余弦は

$$\begin{array}{l}
 \text{B}_1 \text{ O}_1 \qquad \qquad \qquad \text{O}_1 \text{ A} \\
 \left. \begin{array}{l}
 \cos \alpha_1 = \frac{\ell h}{W_r} \\
 \cos \beta_1 = \frac{d_0}{W_r} \\
 \cos \gamma_1 = -\frac{W-\ell}{W_r}
 \end{array} \right\} \begin{array}{l}
 \cos \alpha_2 = -\tan \omega_1 \cdot \cos \alpha_1 + \frac{a_2}{a_1} \sin \phi_1 \\
 \cos \beta_2 = -\tan \omega_1 \cdot \cos \beta_1 + \frac{a_2}{a_1} \cos \phi_1 \\
 \cos \gamma_2 = -\tan \omega_1 \cdot \cos \gamma_1 - \frac{h t}{a_1}
 \end{array} \quad (16)
 \end{array}$$

4 図は風荷重をうける支線によって生じる塔体での力を、5 図は錨塊位置での力を示す。



4 図 鉄塔に働く支線力

5 図 錨塊部に働く支線力

塔体側において支線によって生じる鉛直力は  $Z_1$  であり、支線張力は  $T_2$  である。

錨塊側においては鉛直引き抜き力は  $Z_2$ 、支線張力は  $T_1$  である。

$H_1$  が 1 図の  $H$  に対比して、3 図の支線張力とすると、次の様に表わすことができる。

$$\tan \rho_1' = \tan \omega_1 + \frac{W_r}{2H_1} \quad (17a)$$

$$\tan \rho_2' = \tan \omega_1 - \frac{W_r}{2H_1} \quad (17b)$$

$$V_1' = H_1 \tan \rho_1' \quad (17c)$$

$$V_2' = H_1 \tan \rho_2' \quad (17d)$$

$$T_3 = H_1 \sec \rho_1' \quad (17e)$$

$$T_4 = H_1 \sec \rho_2' \quad (17f)$$

$$R_1 = H_1 \cos \beta_2 + V_1' \cos \beta_1 \quad (17g)$$

$$S_1 = H_1 \cos \alpha_2 + V_1' \cos \alpha_1 \quad (17h)$$

$$Z_1 = H_1 \cos \gamma_2 - V_1' \cos \gamma_1 \quad (17i)$$

$$M = H_1 (\sin \phi_1 \cdot \cos \alpha_2 + \cos \phi_1 \cos \beta_2) + V_2' (\sin \phi_1 \cos \alpha_1 + \cos \phi_1 \cos \beta_1) \quad (17j)$$

$$N = H_1 (\sin \phi_1 \cos \beta_2 - \cos \phi_1 \cos \alpha_2) + V_2' (\sin \phi_1 \cos \beta_1 - \cos \phi_1 \cos \alpha_1) \quad (17k)$$

$$Z_2 = -H_1 \cos \gamma_2 - V_2' \cos \gamma_1 \quad (17l)$$

$V_1'$  は  $W_r$  に平行で、 $H_1$  は  $W_r$  に直角である。



塔体変位  $\Delta$ 、温度  $t$  における  $H_1$  の値は次の様な試行によって決められる。

1.  $H_1$  の値を仮定する。
2. 次式を計算する。

$$L_1 = a_1 \sec \omega_1 + \frac{Wr^2}{24H_1^2 \sec^3 \omega_1} \quad (18)$$

$$3. \quad \Delta g' = \frac{H_1 a_1}{Ag \cdot Eg} \left( \sec^2 \omega_1 + \frac{Wr^2}{12H_1^2} \right) \quad (19a)$$

$$4. \quad Lt' = L_1 - \Delta g' \quad (19b)$$

5. 式 (19b) で与えられる  $Lt'$  と式 (5) で与えられる値を比較する。

無応力時の支線の長さは変化しないから。

$Lt'$  と式 (5) の値は一致するはずである。値が一致しないときは  $H_1$  の新しい値を仮定し満足する一致が得られる迄繰返す。

$H_1$  の値が決定したら塔体及び錨塊に於ける力及び支線張力を式 (17c) から (17f) を適用して計算する。

あるレベルでの全ての支線について同様の操作をする。

各支線に対する塔体における力を決定後、合力はその重ね合せによって得られる。

$$R = \sum R_i \quad (20)$$

$$Z = \sum Z_i \quad (21)$$

$R$  は風向きと反対方向の支線反力、 $Z$  は塔体における支線によって生ずる下向き鉛直荷重  $Z_i$  の合力  $Z$  が塔体軸に対し、偏心しているとき、外力モーメント  $\bar{M}$  が支線レベルで発生する。

$e$  を塔体軸に対する荷重  $Z_i$  の偏心距離とすると

$$\bar{M} = \sum Z_i \cdot e \quad (22)$$

塔体の風上側が圧縮になる時  $\bar{M}$  は正とする。従って風上側の支線は正の  $e$  の値を風下側の支線は負の値をとる。

6 図は塔体の変位  $\Delta$  に対する  $R$  の値をプロットしたものである。

$R$  の値の変化が  $\Delta$  の微小の区間において線形であるとすれば

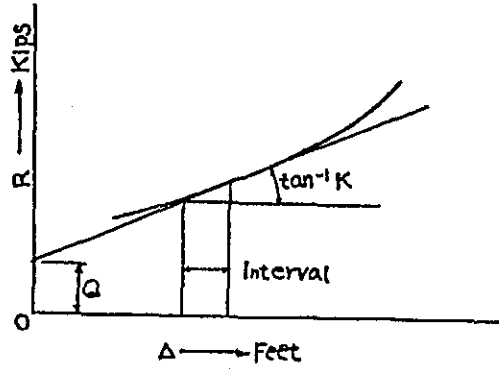
$$R = K \cdot \Delta + Q \quad (23)$$

この様に  $\Delta$  の各値に関する定数  $K$  と  $Q$  はその区間に対する  $R$  の値を定義する。 $R-\Delta$  曲線の傾斜が非線形であるから  $K$  と  $Q$  の値は  $\Delta$  により変化する。

同様に

$$\bar{M} = B \cdot \Delta + E \quad (24)$$

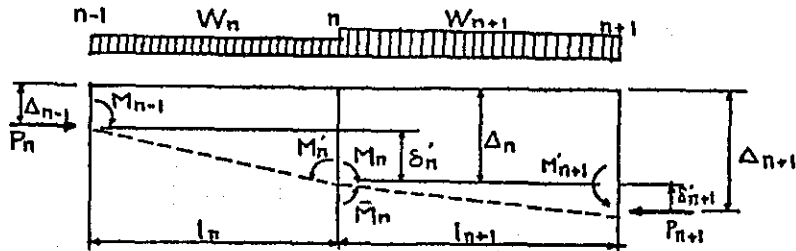
$$Z = O \cdot \Delta + J \quad (25)$$



6 図 支線の R-Δ 曲線

1-5 塔体の解析

7 図は多段支線鉄塔の 2 スパンに作用する力を示している。



7 図 塔体 2 径間連続梁に働く諸力

$W_n, W_{n+1}$  は等分布の風荷重

$M_{n-1}, M'_n, M_{n+1}$  は内部抵抗モーメント

$\bar{M}_n$  は支線によって生じる外力モーメント

$P_{n+1}, P_n$  は支線レベル  $n+1, n$  における鉛直荷重  $Z$  を含む全ての力の合計

7 図は荷重とモーメントの正方向が示されている。

接合部  $n$  における連続性から次の関係になる。

$$M'_n \frac{\ell_n}{3EI_n} \Psi(U_n) + M_{n-1} \frac{\ell_n}{6EI_n} \Phi(U_n) + W_n \frac{\ell_n^2}{24EI_n} X(U_n) - \frac{\delta'}{\ell_n} + M_n \frac{\ell_{n+1}}{3EI_{n+1}} \Psi(U_{n+1}) + M'_{n+1} \frac{\ell_{n+1}}{6EI_{n+1}} \Phi(U_{n+1}) + W_{n+1} \frac{\ell_{n+1}^2}{24EI_{n+1}} X(U_{n+1}) + \frac{\delta'_{n+1}}{\ell_{n+1}} = 0 \quad (26)$$

ここで  $I_n, I_{n+1}$  はスパン  $n, n+1$  の塔体の断面二次モーメント、 $E$  は弾性係数。

$$u = \frac{\ell}{2} \sqrt{\frac{P}{EI}} \quad (27)$$

$$\Phi(u) = \frac{3}{u} \left( \frac{1}{\sin 2u} - \frac{1}{2u} \right) \quad (28)$$

$$\Psi(u) = \frac{3}{2u} \left( \frac{1}{2u} - \frac{1}{\tan 2u} \right) \quad (29)$$

$$X(u) = \frac{3(\tan U - U)}{U^3} \quad (30)$$

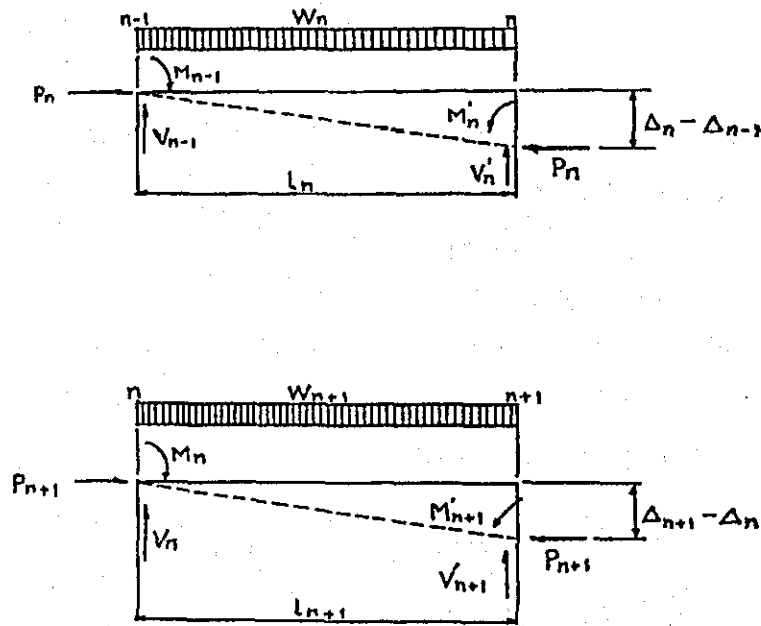
$$\left. \begin{aligned} Mn' &= Mn + \bar{Mn} \\ Mn'+1 &= Mn+1 + \bar{Mn+1} \\ \delta n' &= \Delta n - \Delta n-1 \\ \delta n'+1 &= \Delta n+1 - \Delta n \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

であるから式(26)をかき変えると

$$\begin{aligned} &4Mn-1 \frac{\ell n}{In} \Phi(un) + 8Mn \left[ \frac{\ell n}{In} \Psi(un) + \frac{\ell n+1}{In+1} \Psi(un+1) \right] + 4(Mn+1 + \bar{Mn+1}) \frac{\ell n+1}{In+1} \Phi(un+1) \\ &+ 8\bar{Mn} \frac{\ell n}{In} \Psi(un) + Wn \frac{\ell n^2}{In} X(un) + Wn+1 \frac{\ell n+1^2}{In+1} X(un+1) = 24E \left[ \frac{\Delta n - \Delta n-1}{\ell n} - \frac{\Delta n+1 - \Delta n}{\ell n+1} \right] \quad (32) \end{aligned}$$

となり典型的な連続式である。

8図は7図の各スパンの部分を示す。



8図 連続梁の単径間部に働く諸力

力の釣合いから、 $V_n'$ と $V_n$ は次式によって与えられる。

$$\left. \begin{aligned} V_n' &= \frac{W_n}{2} + \frac{M_{n-1} - M_n'}{\ell_n} + \frac{P_n}{\ell_n} (\Delta_n - \Delta_{n-1}) \\ V_n &= \frac{W_{n+1}}{2} + \frac{M_n' - M_n}{\ell_{n+1}} - \frac{P_{n+1}}{\ell_{n+1}} (\Delta_{n+1} - \Delta_n) \end{aligned} \right\} \quad (33)$$

$R_n = V_n' + V_n$ であり式(32)から  $R_n$  は次式で与えられる。

$$R_n = \frac{1}{2} (W_n + W_{n+1}) + \frac{M_{n-1}}{\ell_n} - M_n \left( \frac{1}{\ell_n} + \frac{1}{\ell_{n+1}} \right) + \frac{M_{n+1}}{\ell_{n+1}} - \frac{\bar{M}_n}{\ell_n} + \frac{\bar{M}_{n+1}}{\ell_{n+1}} + \frac{P_n}{\ell_n} (\Delta_n - \Delta_{n-1}) - \frac{P_{n+1}}{\ell_{n+1}} (\Delta_{n+1} - \Delta_n) \quad (34)$$

m スパンの塔体に対して式(32)、(34)は最後のスパンでは次の様にする。

支点1では連続であるから式(32)は

$$4M_0 \frac{\ell_1}{I_1} \Phi(u_1) + 8M_1 \left[ \frac{\ell_1}{I_1} \Psi(u_1) + \frac{\ell_2}{I_2} \Psi(u_2) \right] + 4(M_2 + \bar{M}_2) \frac{\ell_2}{I_2} \Phi(u_2) + 8\bar{M}_1 \frac{\ell_1}{I_1} \Psi(u_1) + W_1 \frac{\ell_1^2}{I_1} X(u_1) + W_2 \frac{\ell_2}{I_2} X(u_2) = 24E \left[ \frac{\Delta_1}{\ell_1} - \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{\ell_2} \right] \quad (35)$$

支持点  $m-1$  では  $M_{m-1}$  項が省略される。

最初の支持点での反力に対して式(34)は

$$R_1 = \frac{1}{2} (W_1 + W_2) + \frac{M_0}{\ell_1} - M_1 \left( \frac{1}{\ell_1} + \frac{1}{\ell_2} \right) + \frac{M_2}{\ell_2} - \frac{\bar{M}_1}{\ell_1} + \frac{\bar{M}_2}{\ell_2} + \frac{P_1}{\ell_1} \Delta_1 - \frac{P_2}{\ell_2} (\Delta_2 - \Delta_1) \quad (36)$$

m 点での反力に対して

$$R_m = \frac{1}{2} (W_m) + \frac{M_{m-1}}{\ell_m} - \frac{\bar{M}_m}{\ell_m} + \frac{P_m}{\ell_m} (\Delta_m - \Delta_{m-1}) \quad (37)$$

塔体の柱脚がピンの場合上式で  $M_0 = 0$

固定の場合はたわみ角は0であるから

$$M_0 = \frac{\ell_1}{3EI_1} \Psi(u_1) + M_1 \frac{\ell_1}{6EI_1} \Phi(u_1) + W_1 \frac{\ell_1^2}{24EI_1} X(u_1) + \frac{\Delta_1}{\ell_1} = 0 \quad (38a)$$

$$\text{或いは } 8M_0 + \frac{\ell_1}{I_1} \Psi(u_1) + 4(M_1 + \bar{M}_1) \frac{\ell_1}{I_1} \Phi(u_1) + W_1 \frac{\ell_1^2}{I_1} X(u_1) + 24E \frac{\Delta_1}{\ell_1} = 0 \quad (38b)$$

m 個の支線レベルであると柱脚固定の場合  $2m$  個、柱脚ピンの場合  $2m-1$  個の連立方程式となる。この式のうち未知数は  $M_0, M_1, \dots, M_{m-1}$  と  $R_1, R_2, \dots, R_m$ 、及び変形  $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_m$  である。

未知数は柱脚固定に対して  $3m$  個、柱脚ピンに対して  $3m-1$  個であるが定数  $K, Q, B, E, Q, J$  を使用すれば  $\Delta$  は除かれる。従って未知数と方程式の数が同じになる。

式(23)、(24)、(25)から

$$\left. \begin{aligned} \Delta_1 &= \frac{R_1 - Q_1}{K_1} & \bar{M}_1 &= \frac{B_1}{K_1} (R_1 - Q_1) + E_1 \\ \Delta_2 &= \frac{R_1 - Q_1}{K_2} & \bar{M}_2 &= \frac{B_2}{K_2} (R_2 - Q_2) + E_2 \end{aligned} \right\} \quad (39)$$

式(39)と(31)から一般連続式(32)は

$$\begin{aligned}
& 4M_{n-1} \frac{\ell_n}{I_n} \phi(u_n) + 8M_n \left[ \frac{\ell_n}{I_n} \psi(u_n) - \frac{\ell_{n+1}}{I_{n+1}} \psi(u_{n+1}) \right] \\
& + 4 \frac{\ell_{n+1}}{I_{n+1}} \phi(u_{n+1}) \left[ M_{n+1} + \frac{B_{n+1}}{K_{n+1}} (R_{n+1} - Q_{n+1}) + E_{n+1} \right] \\
& + 8 \frac{\ell_n}{I_n} \psi(u_n) \left[ \frac{B_n}{K_n} (R_n - Q_n) + E_n \right] + W_n \frac{\ell_n^2}{I_n} X(u_n) + W_{n+1} \frac{\ell_{n+1}^2}{I_{n+1}} X(u_{n+1}) \\
& = 24E \left\{ \left( \frac{1}{\ell_n} + \frac{1}{\ell_{n+1}} \right) \left( \frac{R_n - Q_n}{K_n} \right) - \frac{1}{\ell_n} \left( \frac{R_{n-1} - Q_{n-1}}{K_{n-1}} \right) - \frac{1}{\ell_{n+1}} \left( \frac{R_{n+1} - Q_{n+1}}{K_{n+1}} \right) \right\} \quad (40)
\end{aligned}$$

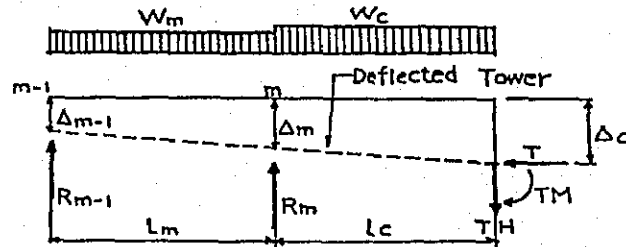
となり反力の式(34)は

$$\begin{aligned}
R_n &= \frac{1}{2} (W_n + W_{n+1}) - M_n \left( \frac{1}{\ell_n} + \frac{1}{\ell_{n+1}} \right) + \frac{M_{n-1}}{\ell_n} + \frac{M_{n+1}}{\ell_{n+1}} \\
& - \frac{1}{\ell_n} \left[ \frac{B_n}{K_n} (R_n - Q_n) + E_n \right] + \frac{1}{\ell_{n+1}} \left[ \frac{B_{n+1}}{K_{n+1}} (R_{n+1} - Q_{n+1}) + E_{n+1} \right] \\
& + \left[ \frac{P_n}{\ell_n} + \frac{P_{n+1}}{\ell_{n+1}} \right] \left[ \frac{R_n - Q_n}{K_n} \right] - \frac{P_n}{\ell_n} \left[ \frac{R_{n-1} - Q_{n-1}}{K_{n-1}} \right] - \frac{P_{n+1}}{\ell_{n+1}} \left[ \frac{R_{n+1} - Q_{n+1}}{K_{n+1}} \right] \quad (41)
\end{aligned}$$

多くの場合、最上支線レベルから上は片持ちになって、付加荷重を与える。9図の如くm番目の支線レベルより上に片持ちが有るとき、スパン $\ell_c$ の力Tにより生ずるモーメントの効果を無視すると、 $\Delta_c$ の値は次式で与えられる。

$$\Delta_c = \Delta_m + \frac{1}{E I_c} \left[ \frac{T H \cdot \ell_c^3}{3} + \frac{W_c \cdot \ell_c^3}{8} + \frac{T M \cdot \ell_c^2}{2} \right] - \ell_c \cdot \theta_m \quad (42)$$

ここで $\theta_m$ はm点での角変化、 $I_c$ は片持ちスパンの断面二次モーメント



9図 片持部分に働く諸力

通常 $\theta_m$ は微小で0と考えると式(42)は

$$\Delta_c = \Delta_m + \xi \quad (43)$$

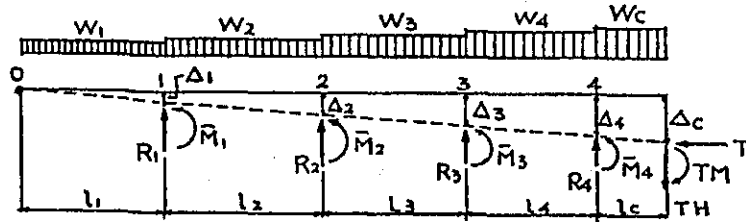
$$\xi = \frac{\ell_c^2}{24 E I_c} \left[ \ell_c (8 \cdot T H + 3 W_c) + 12 \cdot T M \right] \quad (44)$$

mにおける片持ちのモーメントGは

$$G = Wc \frac{\ell_c}{2} + TH \cdot \ell_c + TM + \xi (T + 0.5 Dc) \quad (45)$$

Dcは片持ち部の総重量

10図に示された様な例の場合、柱脚ピンで Pull off のある持出の4スパン鉄柱に対する式は次の様である。



10図 片持部分付4径間連続梁に働く諸力

$$R_1 = \frac{1}{2}(W_1 + W_2) - M_1 \left( \frac{1}{\ell_1} + \frac{1}{\ell_2} \right) + \frac{M_2}{\ell_2} - \frac{1}{\ell_1} \left[ \frac{B_1}{K_1} (R_1 - Q_1) + E_1 \right] + \frac{\ell}{\ell_2} \left[ \frac{B_2}{K_2} (R_2 - Q_2) + E_2 \right] + \left( \frac{P_1}{\ell_1} + \frac{P_2}{\ell_1} \right) \left( \frac{R_1 - Q_1}{K_1} \right) - \frac{P_2}{\ell_2} \left( \frac{R_2 - Q_2}{K_2} \right) \quad (46)$$

$$R_2 = \frac{1}{2}(W_2 + W_3) - M_2 \left( \frac{1}{\ell_2} + \frac{1}{\ell_3} \right) + \frac{M_1}{\ell_2} + \frac{M_3}{\ell_3} - \frac{1}{\ell_2} \left[ \frac{B_2}{K_2} (R_2 - Q_2) + E_2 \right] + \frac{1}{\ell_3} \left[ \frac{B_3}{K_3} (R_3 - Q_3) + E_3 \right] + \left( \frac{P_2}{\ell_2} + \frac{P_3}{\ell_3} \right) \left( \frac{R_2 - Q_2}{K_2} \right) - \frac{P_2}{\ell_2} \left( \frac{R_1 - Q_1}{K_1} \right) - \frac{P_3}{\ell_3} \left( \frac{R_3 - Q_3}{K_3} \right) \quad (47)$$

$$R_3 = \frac{1}{2}(W_3 + W_4) - M_3 \left( \frac{1}{\ell_3} + \frac{1}{\ell_4} \right) + \frac{M_2}{\ell_3} - \frac{G}{\ell_4} - \frac{1}{\ell_3} \left[ \frac{B_3}{K_3} (R_3 - Q_3) + E_3 \right] + \frac{1}{\ell_4} \left[ \frac{B_4}{K_4} (R_4 - Q_4) + E_4 \right] + \left( \frac{P_3}{\ell_3} + \frac{P_4}{\ell_4} \right) \left( \frac{R_3 - Q_3}{K_3} \right) - \frac{P_3}{\ell_3} \left( \frac{R_2 - Q_2}{K_2} \right) - \frac{P_4}{\ell_4} \left( \frac{R_4 - Q_4}{K_4} \right) \quad (48)$$

$$R_4 = \frac{W_4}{2} + Wc + TH + \frac{M_3 + G}{\ell_4} - \frac{1}{\ell_4} \left[ \frac{B_4}{K_4} (R_4 - Q_4) + E_4 \right] + \frac{P_4}{\ell_4} \left( \frac{R_4 - Q_4}{K_4} - \frac{R_3 - Q_3}{K_3} \right) \quad (49)$$

$$8 M_1 \left[ \frac{\ell_1}{I_1} \psi(U_1) + \frac{\ell_2}{I_2} \psi(U_2) \right] + 4 \frac{\ell_2}{I_2} \phi(U_2) \left[ M_2 + \frac{B_2}{K_2} (R_2 - Q_2) \right] + E_2 + 8 \frac{\ell_1}{I_1} \psi(U_1) \left[ \frac{B_1}{K_1} (R_1 - Q_1) + E_1 \right] + W_1 \frac{\ell_1^2}{I_1} X(U_1) + W_2 \frac{\ell_2^2}{I_1} X(U_2) = 24 E \left\{ \left( \frac{1}{\ell_1} + \frac{1}{\ell_2} \right) \left( \frac{R_1 - Q_1}{K_1} \right) - \frac{1}{\ell_2} \left( \frac{R_2 - Q_2}{K_2} \right) \right\} \quad (50)$$

$$\begin{aligned}
& 4 M_1 \frac{\ell_2}{I_2} \phi(U_2) + 8 M_2 \left[ -\frac{\ell_2}{I_2} \psi(U_2) + \frac{\ell_3}{I_3} \psi(U_3) \right] + 4 \frac{\ell_3}{I_3} \phi(U_3) \left[ M_3 + \frac{B_3}{K_3} (R_3 - Q_3) + E_3 \right] \\
& + 8 \frac{\ell_2}{I_2} \phi(U_2) \left[ \frac{B_2}{K_2} (R_2 - Q_2) + E_2 \right] + W_2 \frac{\ell_2^2}{I_2} \psi(U_2) + W_3 \frac{\ell_3^2}{I_3} X(U_3) \\
& = 24 E \left\{ \left( \frac{1}{\ell_2} + \frac{1}{\ell_3} \right) \left( \frac{R_2 - Q_2}{K_2} \right) - \frac{1}{\ell_2} \left( \frac{R_1 - Q_1}{K_1} \right) - \frac{1}{\ell_3} \left( \frac{R_3 - Q_3}{K_3} \right) \right\} \quad (51)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 4 M_2 \frac{\ell_3}{I_3} \phi(U_3) + 8 M_3 \left[ -\frac{\ell_3}{I_3} \psi(U_3) + \frac{\ell_4}{I_4} \psi(U_4) \right] + 4 \frac{\ell_4}{I_4} \phi(U_4) \left[ -G + \frac{B_4}{K_4} (R_4 - Q_4) + E_4 \right] \\
& + 8 \frac{\ell_3}{I_3} \psi(U_3) \left[ \frac{B_3}{K_3} (R_3 - Q_3) + E_3 \right] + W_3 \frac{\ell_3^2}{I_3} X(U_3) + W_4 \frac{\ell_4^2}{I_4} X(U_4) \\
& = 24 E \left\{ \left( \frac{1}{\ell_3} + \frac{1}{\ell_4} \right) \left( \frac{R_3 - Q_3}{K_3} \right) - \frac{1}{\ell_3} \left( \frac{R_2 - Q_2}{K_2} \right) - \frac{1}{\ell_4} \left( \frac{R_4 - Q_4}{K_4} \right) \right\} \quad (52)
\end{aligned}$$

上式中の P の値は以下のように決定される。

$D_1 =$  スパン  $\ell$  の死荷重、  $D_2 =$  スパン  $\ell_2$  の死荷重 等とし

$Z_1 = O_1 D_1 + J_1$ 、  $Z_2 = O_2 D_2 + J_2$  等であるから

$$P_4 = T + D_c + Z_4 + 0.5 D_4$$

$$P_3 = P_4 + Z_3 + 0.5 (D_3 + D_4)$$

$$P_2 = P_3 + Z_2 + 0.5 (D_2 + D_3)$$

$$P_1 = P_2 + Z_1 + 0.5 (D_1 + D_2)$$

式(46)~(52)中、未知数は  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$  である。

未知数の値は 7 つの同次方程式の解によってわかる。

反力を決定した残留モーメントは式(23) (24) (25)により計算される。

記号の説明

- a : 標準状態における支線水平長さ
- a<sub>1</sub> : 支線合力に垂直な支線支線投影長さ
- a<sub>2</sub> : 鉄塔支柱移動にともなう支線の水平投影長さ
- a<sub>0</sub>, a<sub>1</sub> …… : 抗力係数を表わす多項式の各係数
- B<sub>n</sub> : 支線の定数
- b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub> …… : 揚力係数を表わす多項式の各係数
- C : 支線撓み曲線の弦の長さ
- C<sub>D</sub> : 抗力係数
- C<sub>L</sub> : 揚力係数
- D<sub>c</sub> : 片持スパンの自重
- D<sub>n</sub> : nスパンの自重
- d : 支線の外径
- d<sub>0</sub> : 支線の全抗力
- E : 支柱の弾性係数
- E<sub>g</sub> : 支線の弾性係数
- E<sub>n</sub> : 支線の定数
- e : 支線の取付点と支柱との偏心距離
- H : 標準状態の支線の水平分力
- H<sub>1</sub> : a<sub>1</sub> に平行な支線分力(有風時)
- h : 標準状態の錨塊からの支線高さ
- h<sub>t</sub> : 温度 t における錨塊からの支線高さ
- h<sub>1</sub> : W<sub>r</sub> に平行な支線の投影長さ
- I<sub>c</sub> : 片持梁スパンの断面二次モーメント
- I<sub>n</sub> : nスパンの断面二次モーメント
- J<sub>n</sub> : 支線の定数
- K<sub>n</sub> : 支線の定数
- L : 標準状態の支線撓み曲線の実長
- L<sub>1</sub> : 有風時気温 t における #
- L<sub>0</sub> : 標準状態の無応力時の支線実長
- L<sub>t</sub> : 温度 t における #
- L'<sub>t</sub> : 有風時気温 t における無応力時支線実長
- L<sub>0</sub> : 支線の全揚力
- L<sub>v</sub> : # の鉛直成分



$L_h$  : 支線の全揚力の水平成分  
 $L_n$  : 支柱のスパン  
 $M_0$  : 支持梁下端の曲げモーメント  
 $M_n$  :  $n$  支点直上の抵抗モーメント  
 $M'_n$  :  $n$  支点直下 " "  
 $m_n$  : 支点の偏心モーメント  
 $m$  : 最頂部支点  
 $N$  :  $S$  に直角なアンカーレージ水平分力  
 $n$  : 支線段数  
 $O_n$  : 支線の定数  
 $P_n$  :  $n$  支点の全圧縮力  
 $Q_n$  : 支線の定数  
 $R_n$  : 支線反力  
 $S$  : アンカーレージの支線方向の力  
 $S_1$  : 風方向に垂直な支線分力  
 $T_1$  : 標準状態にある支線張力 (支柱側)  
 $T_2$  : " (アンカーレージ)  
 $T_3$  : 風荷重による支線張力 (支柱側)  
 $T_4$  : " (アンカーレージ)  
 $t$  : 気温 [°C]  
 $t_0$  : 標準気温 [°C]  
 $V_n$  :  $n$  支点より上の剪断力  
 $V'_n$  : " 下の剪断力  
 $V_r$  : 標準状態にある支線の鉛直分力  
 $V'_1$  :  $W_r$  に平行な支線分力 (支柱側)  
 $V'_2$  : " (アンカーレージ)  
 $V$  : 風速  
 $W$  : 支線の全重量

DECCA 110 METERS TOWER

\*\*\* TOWER DATA (1) \*\*\*

SPAN	BASE H.	LENGTH	HEIGHT	I	SECT. AREA	WEIGHT	DRAG AREA	C
G-B	300.00							
1		2700.00	3000.00	77600.	46.56	4.05	46.460	
2		2700.00	5700.00	77600.	46.56	4.05	46.460	
3		2700.00	8400.00	77600.	46.56	4.05	46.460	
4		2600.00	11000.00	77600.	46.56	3.90	46.460	
5		0.00	11000.00	100.	1.00	0.00	0.000	

MODULUS OF ELASTICITY OF TOWER SHAFT = 2000.

TEMPERATURE = 30.0      NORMAL TEMP. = 30.0

\*\*\* LOCATION DATA \*\*\*

GUY		ANGLE	VERT.	HORIZ.	..... REFERENCE .....		
LEVEL	SET	TRUE DEG.	HT	A	HANC	A1	LEVER ARM
1	1	60.000	2950.0	6959.0	50.0	7000.0	41.0
1	2	180.000	2950.0	6959.0	50.0	7000.0	41.0
1	3	300.000	2950.0	6959.0	50.0	7000.0	41.0
2	1	60.000	5650.0	6959.0	50.0	7000.0	41.0
2	2	180.000	5650.0	6959.0	50.0	7000.0	41.0
2	3	300.000	5650.0	6959.0	50.0	7000.0	41.0
3	1	60.000	8350.0	6959.0	50.0	7000.0	41.0
3	2	180.000	8350.0	6959.0	50.0	7000.0	41.0
3	3	300.000	8350.0	6959.0	50.0	7000.0	41.0
4	1	0.000	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	2	22.500	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	3	45.000	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	4	67.500	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	5	90.000	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	6	112.500	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	7	135.000	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	8	157.500	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	9	180.000	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	10	202.500	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	11	225.000	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	12	247.500	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	13	270.000	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	14	292.500	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	15	315.000	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0
4	16	337.500	10970.0	11929.0	30.0	12000.0	71.0

DECCA 110 METERS TOWER

\*\* GUY DIMENSION \*\*\*

LEVEL	SEI	TENSION	WIRE WEIGHT (T/CM)		DIAM.	SECT. AREA	E	BREAK-UP INSULATOR		
			NO ICE	WITH ICE				NO.	LENGTH	WEIGHT
1	1	5.06	0.1163E-03	0.1163E-03	2.20	2.90	1600.00	0	0.00	0.00
1	2	5.06	0.1163E-03	0.1163E-03	2.20	2.90	1600.00	0	0.00	0.00
1	3	5.06	0.1163E-03	0.1163E-03	2.20	2.90	1600.00	0	0.00	0.00
2	1	4.03	0.1018E-03	0.1018E-03	2.20	2.90	1600.00	0	0.00	0.00
2	2	4.03	0.1018E-03	0.1018E-03	2.20	2.90	1600.00	0	0.00	0.00
2	3	4.03	0.1018E-03	0.1018E-03	2.20	2.90	1600.00	0	0.00	0.00
3	1	4.39	0.8810E-04	0.8810E-04	2.20	2.90	1600.00	0	0.00	0.00
3	2	4.39	0.8810E-04	0.8810E-04	2.20	2.90	1600.00	0	0.00	0.00
3	3	4.39	0.8810E-04	0.8810E-04	2.20	2.90	1600.00	0	0.00	0.00
4	1	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	2	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	3	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	4	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	5	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	6	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	7	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	8	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	9	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	10	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	11	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	12	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	13	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	14	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	15	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00
4	16	0.40	0.9650E-05	0.9650E-05	1.26	0.97	1600.00	0	0.00	0.00

DECCA 110 METERS TOWER

\*\*\* WIND DATA \*\*\*

BASIC WIND VELOCITY = 35.0 M/S  
 STANDARD HEIGHT = 1500. CM  
 ESCALATION CUTOFF HEIGHT = 11000. CM  
 ESCALATION EXPONENT = 0.143000

WIND INJECTION ANGLE = 180.000 DEG (TRUE BEARING)

MODIFICATION COEFFICIENT OF TOWER INPUT DATA BY CHANGE OF WIND ANGLE I ..... 1.000  
 CD ..... 1.000

TOWER DATA (2)

SPAN	MOD. I	MOD. CD	WIND LOAD
1	0.7760E+05	1.820	1.863
2	0.7760E+05	1.820	2.362
3	0.7760E+05	1.820	2.718
4	0.7760E+05	1.820	2.869
5	0.1000E+03	1.000	0.000

\*\*\* LOCAL LOAD (AT GUY LEVEL) \*\*\*

LEVEL	..... LOCAL LOAD .....	...EXT. MOM. ...			
		VERT.	WINDWARD	NORMAL	#INDWARD
1	1.500	0.250	0.000	0.000	0.000
2	1.510	0.300	0.000	0.000	0.000
3	1.510	0.330	0.000	0.000	0.000
4	0.670	0.300	0.000	0.000	0.000

\*\*\* PULL OFF LOAD (AT TOWER TOP) \*\*\*

TH = 0.00 TM = 0.00 TN = 0.00 TH1 = 0.00 TM1 = 0.00

ERROR FUNCTION SQRT(-X) RESULT=SQRT(ABS(X)) PN-000032 IC-64CF SEG02

ERROR FUNCTION SQRT(-X) RESULT=SQRT(ABS(X)) PN-000032 IC-64CF SEG02

DECCA 110 METERS TOWER

\*\*\* GUY LENGTH \*\*\*

LEVEL	GUY SET	GUY ANGLE (THG)	WITH WIND (CCW)	TENSION	GUY LENGTH UNSTRESSED	GUY LENGTH CATENARY	GUY TOTAL WEIGHT	WIND VEL. ON GUY
1	1	60.000	300.000	5.060	7557.5	7566.0	0.879	35.8
1	2	180.000	180.000	5.060	7557.5	7566.0	0.879	35.8
1	3	300.000	60.000	5.060	7557.5	7566.0	0.879	35.8
2	1	60.000	300.000	4.029	8965.6	8973.9	0.913	37.9
2	2	180.000	180.000	4.029	8965.6	8973.9	0.913	37.9
2	3	300.000	60.000	4.029	8965.6	8973.9	0.913	37.9
3	1	60.000	300.000	4.391	10866.1	10877.2	0.957	39.7
3	2	180.000	180.000	4.391	10866.1	10877.2	0.957	39.7
3	3	300.000	60.000	4.391	10866.1	10877.2	0.957	39.7
4	1	0.000	0.000	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	2	22.500	337.500	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	3	45.000	315.000	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	4	67.500	292.500	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	5	90.000	270.000	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	6	112.500	247.500	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	7	135.000	225.000	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	8	157.500	202.500	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	9	180.000	180.000	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	10	202.500	157.500	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	11	225.000	135.000	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	12	247.500	112.500	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	13	270.000	90.000	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	14	292.500	67.500	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	15	315.000	45.000	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7
4	16	337.500	22.500	0.398	16246.6	16251.3	0.157	40.7

DECCA 110 METERS TOWER

\*\*\* GUYS FORCE LIST \*\*\*

LEVEL	GUY	TENSION	AT ANCHORAGE			WIND	AT TOWER		AT ANCHORAGE	
			UPLIFT	M	N		NORMAL	VERT.	INITIAL TENSION	
1	1	4.66	1.32	4.11	0.06	-2.11	3.54	2.17	5.06	
1	2	7.53	2.41	6.77	-0.00	6.76	0.00	3.32	5.06	
1	3	4.66	1.32	4.11	-0.06	-2.11	-3.54	2.17	5.06	
2	1	3.72	1.72	2.63	0.09	-1.41	2.28	2.59	4.03	
2	2	7.68	4.16	5.77	-0.00	5.71	0.00	5.13	4.03	
2	3	3.72	1.72	2.63	-0.09	-1.40	-2.28	2.59	4.03	
3	1	3.85	2.22	2.18	0.12	-1.22	1.90	3.12	4.39	
3	2	9.51	6.48	5.93	0.00	5.80	0.00	7.54	4.39	
3	3	3.85	2.22	2.18	-0.12	-1.22	-1.90	3.12	4.39	
4	1	0.06	-0.03	-0.04	-0.00	-0.05	0.00	0.04	0.40	
4	2	0.29	0.12	0.13	0.04	-0.21	0.05	0.20	0.40	
4	3	0.57	0.30	0.34	0.08	-0.34	0.24	0.39	0.40	
4	4	0.86	0.48	0.56	0.11	-0.33	0.52	0.59	0.40	
4	5	1.07	0.60	0.74	0.13	-0.12	0.74	0.76	0.40	
4	6	1.18	0.66	0.85	0.11	0.21	0.79	0.86	0.40	
4	7	1.20	0.66	0.88	0.08	0.52	0.62	0.89	0.40	
4	8	1.17	0.64	0.87	0.04	0.71	0.33	0.87	0.40	
4	9	1.16	0.63	0.85	0.00	0.77	0.00	0.87	0.40	
4	10	1.17	0.64	0.87	-0.04	0.71	-0.33	0.87	0.40	
4	11	1.20	0.66	0.88	-0.08	0.52	-0.62	0.89	0.40	
4	12	1.18	0.66	0.85	-0.11	0.21	-0.79	0.86	0.40	
4	13	1.07	0.60	0.74	-0.13	-0.12	-0.74	0.76	0.40	
4	14	0.86	0.48	0.56	-0.11	-0.33	-0.52	0.59	0.40	
4	15	0.57	0.30	0.34	-0.08	-0.34	-0.24	0.39	0.40	
4	16	0.29	0.12	0.13	-0.04	-0.21	-0.05	0.20	0.40	

DECCA 110 METERS TOWER

\*\*\* TOWER OUTPUT LIST \*\*\*

WIND DIRECTION

LEV	PHI	REACTION		MOMENT		VERTICAL	
		SLOPE K	INTERCEPT O	SLOPE B	INTERCEPT E	SLOPE O	INTERCEPT J
1	1.47697	0.3922	-0.4361	6.7754	-4.4708	0.0792	7.0648
2	1.34221	0.2344	-0.6541	7.7377	-12.8216	0.1202	8.4942
3	1.20745	0.1616	-0.3242	7.8612	2.8597	0.1152	11.1564
4	1.06821	0.0388	0.4014	2.4731	138.1644	0.0307	9.1029

LEVEL	DEFLECTION	REACTION	MOMENT	MOM.PRIME	P
1	7.6	2.55	-289.02	-241.99	60.99
2	15.0	2.87	-249.30	-145.78	47.78
3	22.7	3.34	-316.83	-135.82	31.90
4	30.1	1.57	0.00	212.49	12.65

MOMENT AT BASE = 0.00      SHEAR AT BASE = 0.67      TOTAL CANTILEVER DEFLECTION = 30.055



DECCA 110 METERS TOWER

NORMAL DIRECTION

LEV	PHI	REACTION		MOMENT		VERTICAL	
		SLOPE K	INTERCEPT Q	SLOPE B	INTERCEPT E	SLOPE O	INTERCEPT J
1	1.47697	0.2133	-0.0002	3.6695	-0.0033	0.0046	7.6640
2	1.34221	0.0900	-0.0005	2.9426	-0.0160	0.0056	10.3144
3	1.20745	0.0692	0.0003	3.3327	0.0171	0.0084	13.7721
4	1.06821	0.0390	-0.0001	2.4966	-0.0087	0.0019	10.0251

LEVEL	DEFLECTION	REACTION	MOMENT	MOM.PRIME	P
1	0.0	0.00	-0.06	-0.05	60.99
2	0.0	-0.00	0.25	0.24	47.78
3	-0.0	0.00	-0.29	-0.28	31.90
4	0.0	-0.00	0.00	-0.01	12.65

MOMENT AT BASE = 0.00    SHEAR AT BASE = -0.00    TOTAL CANTILEVER DEFLECTION = 0.001

## 別添資料 C

### 雑音によるデッカサービスイリアの限界

#### 1. 雑音の発生源とその性質

存在する大気雑音の大部分は雷雨に起因している。ある受信点での大気雑音は雑音の中心付近、つまり受信点からの距離が数マイルから数百マイル離れたところの地域的な雷雨からの雑音と赤道付近のアフリカ、中央アメリカ及び東インド地域といった活発な雷雨地域の主要な一つ以上の雑音発生源から伝搬してくる雑音とから成るものと思われる。種々の雑音発生源の場所及び活動は時間及び季節によって変化している。従ってある受信点における大気雑音を測定することは、電波伝搬系の問題であり、雷の活動の各中心で発生している雑音が、伝搬系の中である一定の電界強度を受信点において生みだしている。

#### 2. 雑音制限に基づく有効範囲図の解釈

雑音制限による有効範囲を示そうとした図から、あまりにも厳密に解釈がなされるべきではない、なぜなら、雑音レベルは日時によって大きく変動しているからである。そのような図は、ある期間にわたるシステムの一般的な経験に基づく全体図を表わしていると見なされねばならない。このため、使用できる範囲は、長期間とかある目的のために示された範囲よりかなり大きい、つまり通常有効範囲を越えた区域を長期間にわたって飛行するといった有利な点が考慮され得るならば、システムの有効範囲はずい分拡大されるであろう。一方熱帯地域における小さな区域での雑音強度はしばしば大きいので規定の有効範囲内であっても一時的に信号はいくつかの地点で乱されると思われる。

#### 3. ある条件下のデッカ送信機の有効範囲の測定

デッカ送信機の有効範囲を決定する要因は次のとおりである。

- (1) 雑音レベル平均値
- (2) 必要とする実用度のパーセント及び同パーセントの合計時間内で雑音レベル平均値が越える値
- (3) 送信機からの放射電力
- (4) 伝搬路上の大地導電率
- (5) 使用されるデッカ受信機の種類

各要因の値を数字で表わすある手法が展開されており、それらを合計することによって送信機の有効範囲を迅速に求めることが出来る。

その手順は次のとおり

- (1) CCIR図表からデッカチェーンの場所に対応する雑音帯域を見つける。  
24時間チェーンであれば、次の時間の数字を使用する。  
2000-2400 及び 0000~0400
- (2) I表から使用な場所と条件の雑音レベル係数を決定する。

- (3) II表から実用度係数を見つける。
- (4) III表から送信機出力の係数を見つける。
- (5) IV表から必要条件の係数を見つける。

これらの数値を全部合計すると、実効係数が得られ、VI表の左端にある合計値に対する行（一番上の行は大地導電率対応する文字）から有効範囲を求める。地形の種類による大地導電率はV表に示される。

設計上の問題として適当に85KHzを使って計算してみる。

例 放射電力200ワット、周波数85KHz、昼間、マラッカ海峡、マーク10受信機、実用度98%、大地導電率 $5 \times 10^{-14}$  e.m.u.の場合の有効範囲はどれぐらいとなるか。

CCIR雑音表より平均雑音帯域は80

I表より	昼間における雑音係数は	26
II表より	98%の実用度係数は	11
III表より	200Wの出力係数は	7
	(VII表参照)	
IV表より	マーク10の必要条件の係数は	9
	(自動レーン設定)	
	実効係数は上記の合計で	53

V表より大地導電率はCグループであり、VI表の実効係数欄の53に対応する85KHz、C欄より見れば、400kmの距離であることがわかる。

測量作業のために必要条件の係数を選ぶ場合、次のことに注目する価値がある。（雑音条件は与えられたものとして）

もしデコメーターを駆動するに足りるトルクが出るまでデッキの電界強度を除々に大きくすると、次に6dbの増加では、デコメーターの針の反動は約0.02レーンで電界強度が倍にされる毎に半減される反動幅におさえられる。

もし実用度係数95%が採用されれば（必要条件の係数は与えられているとして）トルクは時間にして99.9%保持され0.01レーン以下の反動が、時間にして75%で得られるであろう。

#### 4. 夜間の空間波による範囲の制限（マーク10）

夜間における有効範囲は電離層で反射した空間波信号によって地表波信号がじょう乱されるので制限される。

このため、夜間の有効範囲は殆んど放射電力にはよらず大地導電率にのみ左右される。夜間の空間波による範囲は大體次のとおりである。

導電率区分	制限される範囲 ( km )
A	540
B	480
C	430
D	370
E	300

夜間における有効範囲は空間波による制限もしくは雑音による制限のうち小さい方を取るべきである。

5. 典型的な場合のグラフ

典型的な場合、迅速な解答を得るための表が添付してある。

図番 F 281 常時運用

表の昼間における有効範囲は完全な計算で見られる通り非常に大きくなっているので注意されたい。

I 表

大気雑音の 50% レベル

(  $1 \mu V$  / メータ - dB, 周波数帯域  $\pm 30$  サイクル )

全季節、期間 0800~1200 , 1200~1600		
春、夏 期間 0400~0800 , 1600~2000		
C. C. I. R.	( KHz )	
雑音帯域	85	127.5
90	37	33
80	31	27
70	25	21
60	20	15
50	14	8
40	8	2
30	3	-4
20	-2	-9
10	-6	-15
0	-10	-20
全季節、期間 0000~0400 , 2000~2400		
秋、冬 期間 0400~0800 , 1600~2000		
C. C. I. R.	( KHz )	
雑音帯域	85	127.5
100	40	37
90	31	28
80	23	20
70	16	12
60	9	3
50	2	-5
40	-4	-12
30	-10	-20
20	-15	-29

注：周波数帯域  $\pm 10$  サイクルのマーク 10 の場合は、上記の数字より 5 dB 減ずる。つまり 40 であれば 35

II 表

実用度係数

(雑音の平均と、ある大きさを越えない時間率との差により異なる)

時間率にした必要とする 実用度	実 用 度 係 数	
	85 (KHz)	127 (KHz)
50%	0	0
75%	4	5
90%	7	10
95%	8 <sup>1/2</sup>	12
98%	11	15
99%	12 <sup>1/2</sup>	17

III 表

送信機出力係数

(1 KWを0 dbとする)

放射電力 (W)	出力係数	放射電力 (W)	出力係数
1	30	40	14
1.5	28	50	13
2	27	60	12
2.5	26	80	11
3	25	100	10
4	24	150	8
5	23	200	7
6	22	250	6
8	21	300	5
10	20	400	4
15	16	500	3
20	17	600	2
25	16	800	1
30	15	1,000	0

IV 表

必要条件の係数

受信機の形式及び利用状態	備 考
MK-10 受信機 (ロック発信機付 <sup>+</sup> 10サイクル帯域)	
積算方式	0
自動レーン設定方式	9
8.2 f 起動方式	9

V表

大地導電率表

地形の性質	VI表で使用されるべき欄	假定導電率 ( e . m . u . )
海水	A	$5 \times 10^{-11}$
良土	B	$10^{-13}$
貧土	C	$5 \times 10^{-14}$
乾燥平たん砂地及び真水、岩	D	$2 \times 10^{-14}$
地砂漠及び山地	E	$10^{-14}$

VI表

実行係数

85 (KHz)						127 (KHz)				
*	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
80	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
78	37	37	37	37	35	37	37	37	37	35
76	45	45	43	42	40	45	45	42	40	39
74	58	56	56	52	48	58	56	53	50	46
72	72	71	71	64	58	72	71	66	60	55
70	90	90	88	80	72	90	90	83	75	67
69	103	101	98	90	80	102	100	90	80	72
68	116	114	109	100	88	115	113	100	90	78
67	130	128	122	111	100	128	126	110	100	85
66	140	137	131	125	120	137	134	120	110	95
65	155	152	145	137	130	151	148	135	120	105
64	180	176	168	154	140	176	172	155	135	115
63	190	184	175	162	150	185	179	165	145	125
62	205	200	190	177	165	200	195	180	155	130
61	230	225	215	195	175	225	220	200	170	140
60	250	245	235	215	190	245	235	215	185	155
59	270	264	249	226	204	265	250	225	195	165
58	290	284	269	244	219	285	270	240	210	175
57	320	313	293	263	233	310	295	260	225	185
56	350	343	323	290	258	340	325	285	240	195
55	380	373	343	308	273	365	345	300	255	205
54	410	403	373	335	298	385	370	320	270	220
53	430	423	383	343	303	415	400	345	285	230
52	460	452	412	370	327	445	425	365	302	240
51	500	492	442	397	352	470	450	390	320	250
50	540	532	480	430	380	500	480	420	340	265
49	570	562	507	452	397	525	500	440	355	275
48	600	592	537	477	417	555	530	465	375	285
47	640	632	572	507	442	590	560	490	395	300
46	675	666	606	536	466	625	590	515	415	315
45	710	701	636	561	486	655	625	540	435	330
44	750	740	675	595	515	690	660	565	455	345
43	790	780	710	625	540	725	690	590	475	360
42	825	825	755	665	575	760	725	620	498	375
41	865	855	775	680	585	795	755	650	520	390
40	900	890	810	710	610	825	785	680	545	410

\* 実行係数

A	$5 \times 10^{-11}$	(e.m.u.)
B	$10^{-13}$	(e.m.u.)
C	$5 \times 10^{-14}$	(e.m.u.)
D	$2 \times 10^{-14}$	(e.m.u.)
E	$10^{-14}$	(e.m.u.)

距離はすべて km

Ⅶ表

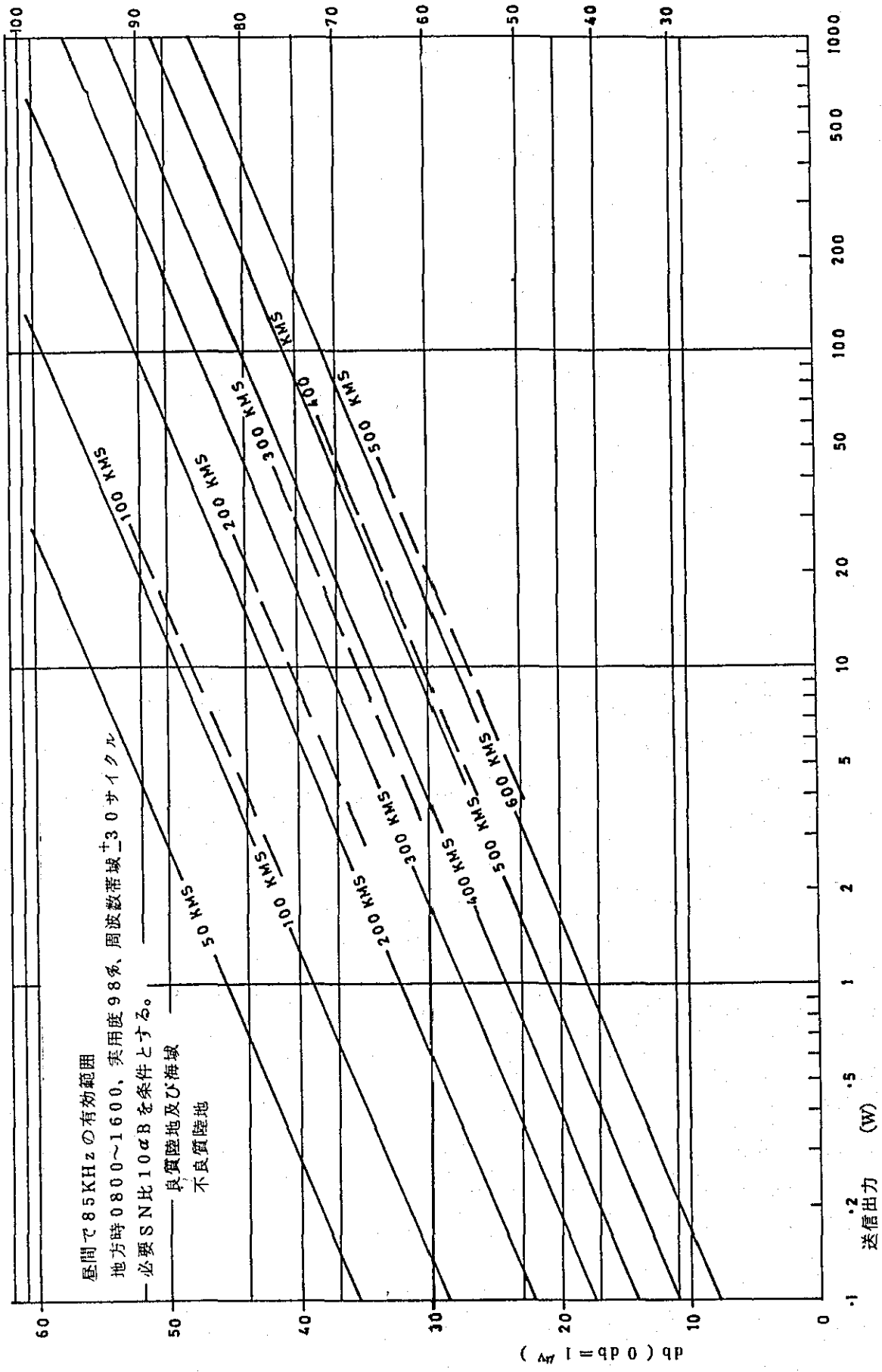
1.2キロワット入力デッカ送信局のワットでの送信出力を推定するための表

アンテナの種類と高さ (ft)		周波数 85 (KHz)			
		良質アース		不良質アース	
		単一同調	ダブル同調	単一同調	ダブル同調
傘型	70	4	3	2	2
	100	7	6	3	3
	150	30	24	13	12
	168	36	30	18	15
	200	60	48	28	24
	300	175	150	85	78
	500	525	480	320	300
	650	750	700	525	500

注1

- (1) 別の入力に換算して放射電力を得るためには1.2 kwに対する必要入力の比を上記表中の値に掛けるたとえば600wなら値を半分にする。
- (2) 他のデッカチェーンの周波数に換算して放射電力を得るためには下の値によって得られた数字を掛ける。
- (3) 現在のところ、マーク10チェーンはすべて1.2 km入力であり上記表のダブル同調の欄の出力の約70%の値である。





資料D：マラッカ・シンガポール海峡の現況交通量と将来交通量

目 次

1. インドネシア、マレーシア、シンガポール海域の現況交通量 .....	D-1
1-1 三国内に発地又は着地を持つ交通 .....	D-1
1-2 海峡通過交通量 .....	D-4
2. 将来交通量予測 .....	D-7
2-1 マラッカ・シンガポール海峡の三国関連船舶将来交通量予測 .....	D-7
2-1-1 インドネシア、マレーシア、シンガポール関連総海上貨物量の予測 .....	D-7
2-1-2 石油類の輸送量予測 .....	D-9
2-1-3 一般貨物の輸送量予測 .....	D-10
2-1-4 平均船型の変化と平均積載率の変化 .....	D-10
2-1-5 三国関連船舶交通量の成長率予測 .....	D-11
2-1-6 三国関連船舶交通量予測 .....	D-12
2-2 通過船舶将来交通量予測 .....	D-12
2-2-1 大型タンカーの通過船舶交通量予測 .....	D-12
2-2-2 一般貨物船及び一般タンカーの通過船舶交通量予測 .....	D-13
2-3 海峡の全船舶交通量予測 .....	D-14

資料D：マラッカ／シンガポール海峡の現況交通量と将来交通量予測

1. インドネシア、マレーシア、シンガポール海域の現況交通量

- 三国周辺海域に於ける船舶交通量は大きく、1) 三国内に発地又は着地を持つ交通量  
2) 海域を通過する交通の2種類に大別される。

1-1 三国内に発地又は着地を持つ交通量

この交通を推定するのに、次のような手法によった。

- a) 1972年、1973年の地域間海運貨物ODの作成（インドネシア中央統計局）。
- b) 1973年OD表より、概略航路への配分。
- c) 品目別としては、石油類と一般貨物に分ける。
- d) 船舶交通への換算は、Belawan 港の実績によって換算率を推定。

インドネシアのデータ（Interisland Seatrtransport, 1973; Biro Pusat Statistik）によると、1973年における三国の総流動貨物量は、次のようになっている。

区 分	輸 出 入	国 内	計
石 油 類	千トン 76,620	千トン 15,430	千トン 92,050
一 般 貨 物	6,880	8,790	15,620
計	88,450	24,220	107,670

このうち輸出入分を除いて、1973年の国内貨物流動のみを概略航路に配分すると、次のような海峡交通量を得る。

マラッカ／シンガポール海峡	6.50百万トン／年
ロンボク／マカッサル海峡	2.50百万トン／年

更に輸出入についてみると、

輸 出	75.61百万トン／年	( 90.6 % )
輸 入	7.84百万トン／年	( 9.4 % )
輸出入計	83.45百万トン／年	

となっており、方面別にみると次の様な割合を示している。

東アジア	74.6 %
フィリピン	4.1 %
そ の 他	21.3 %

輸出入の概略配分の結果、海峡の1973年交通量（輸出入分）は次の様になっている。

\*100 TON

TOTAL DRY CARGO FLOWS (1973)

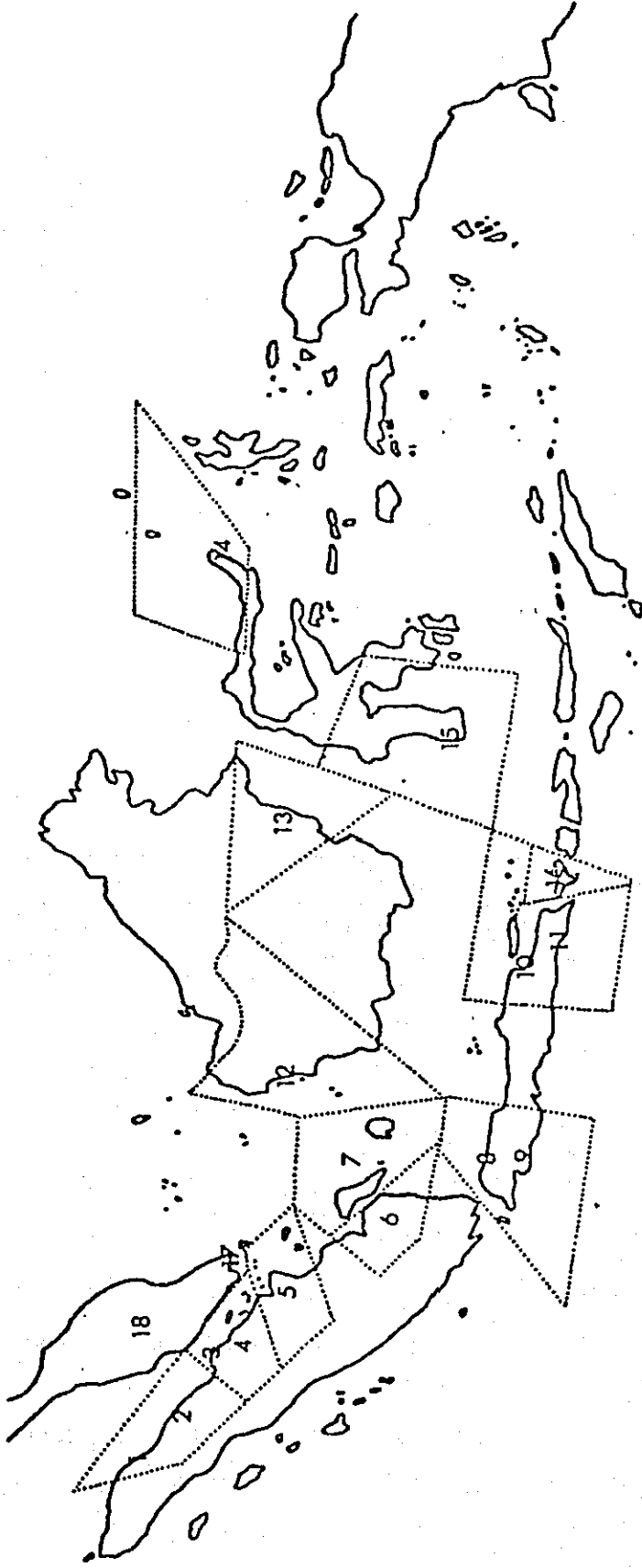
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL
01	10	135	13	112	26	109	6	749	10	142	2	6	3	0	1	0	849	361	281	2815
02	103	69	41	167	27	52	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	472	1	290	1227
03	0	2	63	54	4	0	0	6	7	0	0	0	5	0	0	0	351	0	16	508
04	4	49	68	169	35	123	1	104	85	60	0	0	0	0	0	0	2467	21	660	3846
05	15	52	0	59	2186	175	4	5	323	0	0	0	0	0	6	0	825	2	134	3816
06	34	15	0	5	33	2	122	145	323	209	45	6	22	0	0	48	2013	0	584	3586
07	6	6	0	0	1	12	165	104	823	74	1	3	0	0	7	0	230	76	59	1567
08	604	13	3	128	9	76	102	7	0	11	0	325	91	45	282	0	418	3	1261	3388
09	477	1	25	155	218	543	503	0	1	17	0	325	3	0	0	0	2	0	993	3471
10	1455	15	8	252	4	496	135	175	5	17	757	163	1001	200	521	70	1738	12	4547	11571
11	587	37	3	259	7	132	8	43	64	587	451	37	67	0	21	2376	109	0	788	5576
12	0	0	0	12	0	9	1	12	166	7	2	73	0	0	0	0	1726	38	106	2152
13	0	0	0	0	0	4	0	101	25	254	4	0	178	0	24	14	1190	44	213	2031
14	0	0	0	0	0	0	0	155	0	144	0	0	0	2	8	0	129	0	495	933
15	198	0	0	6	0	168	1	796	5	437	2	38	196	207	9	10	104	0	1846	4083
16	0	0	0	0	0	4	0	3	0	19	576	0	2	0	0	3	5	0	35	647
17	2066	379	457	78	65	1141	47	3426	48	898	2	137	1235	43	134	43	0	0	2928	13157
18	98	5	64	8	0	1	0	96	1	42	0	0	1	0	0	0	0	0	77	393
19	150	50	3	163	162	453	29	1306	822	3413	33	677	134	313	465	81	7769	442	6682	23147
TOTAL	5807	828	748	1637	2777	3500	1129	7233	2708	6331	1875	1987	2941	810	1486	2645	20427	1000	22045	87914

\*100 TON

TOTAL DRY CARGO FLOWS (1972)

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL
01	4	99	17	93	6	62	0	617	0	145	0	0	0	0	3	0	477	338	130	1993
02	94	93	44	157	17	44	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	108	0	199	765
03	0	3	28	53	0	1	1	4	23	0	0	25	52	0	0	0	92	3	23	508
04	11	46	1075	143	22	20	2	152	122	44	0	0	0	0	0	0	1376	41	397	3451
05	35	80	3	52	1501	147	6	7	369	1	1	0	0	3	0	0	373	11	100	2689
06	167	19	22	14	23	3	270	177	270	400	32	5	32	0	4	21	1360	2	1628	4449
07	6	3	0	1	0	21	156	33	1208	84	1	1	0	0	2	0	151	10	68	1825
08	711	11	50	17	6	63	10	3	0	108	26	49	109	51	249	3	505	0	664	2635
09	4	0	16	112	100	451	1057	1	0	271	10	614	12	0	0	0	0	0	717	3365
10	1160	9	3	36	7	584	123	48	1	2	666	171	755	168	435	82	1083	6	3677	9016
11	276	11	1	186	4	122	15	44	87	431	845	45	41	1	20	864	72	0	703	3768
12	0	0	0	0	0	9	5	24	158	8	2	0	0	0	0	2204	0	170	84	2664
13	0	0	0	0	0	1	0	46	62	175	8	0	122	1	21	2	280	19	86	805
14	0	0	0	0	0	0	0	124	8	43	23	0	107	48	2	3	102	0	446	750
15	17	1	0	0	0	10	0	254	0	126	409	0	3	0	4	2	71	0	812	1497
16	852	164	165	80	46	698	45	3071	0	1462	0	130	167	95	35	46	0	0	1510	8566
17	103	16	45	44	0	1	2	36	0	11	0	3	2	0	0	0	0	0	65	541
18	165	122	23	213	149	559	71	1314	2114	5055	100	538	429	419	673	63	5057	185	8247	25516
19	3609	677	1493	1201	1881	2801	1770	5958	4503	8412	2123	1624	1831	787	1457	1088	13313	785	19567	74880
TOTAL	3609	677	1493	1201	1881	2801	1770	5958	4503	8412	2123	1624	1831	787	1457	1088	13313	785	19567	74880

MARITIME REGION MAP



- |   |               |    |                  |    |                 |    |               |
|---|---------------|----|------------------|----|-----------------|----|---------------|
| 1 | Belawan       | 6  | South Sumatra I  | 11 | East Java       | 16 | Bali          |
| 2 | North Sumatra | 7  | South Sumatra II | 12 | West Kalimantan | 17 | Singapore     |
| 3 | Dumai         | 8  | DKI JAKARTA      | 13 | East Kalimantan | 18 | West Malaysia |
| 4 | Riau I        | 9  | West Java        | 14 | Bitung          | 19 | Others        |
| 5 | Riau II       | 10 | Surabaya         | 15 | Makassar        |    |               |

マラッカ／シンガポール海峡 60.0百万トン／年

貨物流動統計（インドネシア統計局）より海峡の交通量を、石油類と一般貨物とに分けると次の様になる。

(1973年)

海域別	貨物区分	輸出入	国内流動	計
マノシ海峡	石油類	千トン 54,400	千トン 5,400	千トン 59,800
	一般貨物	5,600	1,100	6,700
	計	60,000	6,500	66,500
その他海峡	計	28,450	17,720	41,170
合計	計	88,450	24,220	107,670

これらの貨物を輸送する為の船舶は大小様々であるが、平均船型及び平均積載率は、Belawan港の実績より次のように推定される。

平均積載率

一般タンカー	27,000 DWT	35%
一般貨物船	4,500 "	30%

これらのデータから、3国に発地又は着地を持つ、マノシ、ロノマ海峡の1973年現況交通量は次のように推定される。

区分	一般タンカー	一般貨物船等	計
マノシ海峡	6,330隻(6,580)	4,960隻(5,260)	11,290隻(11,840)

( )内は1974年の推定値

## 1-2 海峡通過交通量

海峡通過交通を推定するにあたっては、次のような手順で行う。

- a) マノシ海峡については、シンガポール港湾局の観測資料により、海峡全交通量及び通過交通量を推定する。

<マラッカ・シンガポール海峡>

シンガポール港湾局の観測資料によると、海峡の交通量は1969年、1973年、1974年の28日間の実査の結果、下表に示された通りである。

1) 全観測量	1969年	1973年	1974年 (隻/28日)
	10月	2月/3月	10月
	3,625	4,019	3,940

2) 船種別

区 分	1969年 10月	1973年 2月/8月	1974年 10月
タンカー、バルクキャリア	1,231(84.0) <sup>%</sup>	1,115(27.7) <sup>%</sup>	1,247(31.7) <sup>%</sup>
貨物船	1,961(54.1)	2,595(64.6)	2,170(55.0)
客船	27(0.7)	38(1.0)	52(1.4)
その他	404(11.2)	271(6.7)	469(11.9)

3) トン数別

区 分	1969年 10月	1973年 2月/8月	1974年 10月
30,000 グロストン以上	162(4.5) <sup>%</sup>	276(6.9) <sup>%</sup>	540(13.7) <sup>%</sup>
5,000~30,000	2,344(64.7)	1,857(46.2)	1,377(33.9)
75~5,000	940(25.9)	1,882(46.8)	2,019(51.3)
75以下	177(4.9)	4(0.1)	4(0.1)
		内180,000トン以上	内150,000トン以上
		46(1.1)	89(1.0)

[シンガポール港湾局資料]

であり、又、同様の観測結果では、タンカーの比率は22.2%を示している。以上より、1974年の年間交通を推定すると次の様になる。

マ シ 海 峽	区 分	全 船 船	国 内 発 着	通 過
	大型タンカー	508 <sup>隻</sup>	0 <sup>隻</sup>	508 <sup>隻</sup>
	一般タンカー	10,894	6,751	4,314
	貨物船その他	39,958	5,475	34,483
	計	51,360	12,226	39,134

以上により、海峡の船舶交通量は1974、1975、1976年には、次に示す様に推定される。ただし、1973年~1976年の成長率は1975年~1980年に予測された成長率を採用した。

<マラッカ・シンガポール海峡>

区 分	1 9 7 4 年			1 9 7 5 年			1 9 7 6 年		
	三国関連	通 過	小 計	三国関連	通 過	小 計	三国関連	通 過	小 計
大型タンカー	—	508	508	—	528	528	—	549	549
一般タンカー	6,580	4,814	10,894	6,840	4,486	11,326	7,111	4,666	11,777
一般貨物その他	5,260	84,698	89,958	5,578	86,086	41,664	5,915	87,529	48,444
計	11,840	89,520	51,860	12,418	41,100	53,518	13,026	42,744	55,770



## 2. 将来交通量予測

将来交通量予測に当っては、次の様な手順によった。

＜マラッカ・シンガポール海峡＞

- a) インドネシア、シンガポール、マレーシア三国の海運貨物量を国内総生産との相関モデル式により予測する。  
(一般貨物と石油類との合算値)
- b) 石油類については、石油類の輸送量を、時系列トレンドモデル式により予測する。  
(インドネシアについては、ジャカルタ港の将来計画の予測成長率と比較する。)
- c) (a)と(b)より一般貨物及び石油類貨物の将来値を予測する。  
(ただし、三国内に少なくとも発地又は着地を持つ貨物について)
- d) 一般貨物及び石油類については、平均船型、平均積載率の変化を推定し、船舶交通の成長率を推定する。
- e) 通過交通の将来予測としては、大型タンカーも含めて、石油の流動予測により、貨物量の成長率を推定する。

### 2-1 マラッカ・シンガポール海峡の三国関連船舶将来交通量予測

#### 2-1-1 インドネシア、シンガポール、マレーシア関連総海上貨物量の推定

三国に少なくとも発地又は着地を持つ海運貨物量について、三国の国内総生産と荷動量(港での取扱量)との重回帰モデル式を作成し、かつ別途推定された国内総生産の将来値をモデル式にあてはめ、将来の港取扱貨物量を予測すると以下の様になる。

まず、三国の港湾貨物荷扱い量は以下のようになっている。

(単位：百万トン)

区 分	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
インドネシア	46.0	55.6	64.4	74.1	94.4	113.9	108.5
マレーシア	24.8	26.8	28.2	27.7	27.9	29.4	28.2
シンガポール	36.8	39.2	43.6	49.7	57.1	61.3	60.4
合 計	107.6	121.1	136.2	151.5	179.4	204.8	197.1

ただし、マレーシアの荷扱い量については次の操作を加えた。

- 1) マレー半島から積み出された鉄鉱石を除く。
- 2) ブルネイからサラワクへパイプライン輸送された原油を除く。

またこの間における各国の国内総生産は以下のようになっている。

年	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
インドネシア (Bil. Rp. 1969 const Price)	2,544	2,718	2,928	3,128	3,348	3,620	3,880
マレーシア (Mil. M\$ 1970 const Price)	9,810	10,282	10,708	11,589	12,349	13,867	14,797
シンガポール (Mil. S\$ 1968 const Price)	3,971	4,502	5,107	5,747	6,514	7,289	7,781
(マレーシア+シンガポール)	13,281	14,784	15,815	17,336	18,863	21,106	22,528

上記のデータに基づき重回帰モデル式を作成し検討した結果、現実的な将来予測値を説明するモデルとして次の式を得た。

$$Y = 0.02853 X_1 + 0.00877 X_2 - 84.30896$$

$$(R : 0.996)$$

ただし Y : 三国の港湾貨物取扱い総量 (Mil. ton)

X<sub>1</sub> : インドネシア GDP

X<sub>2</sub> : マレーシア及びシンガポールの GDP

他方各国の将来GDP予測については、インドネシアの第2次5ヶ年計画 (PELITA II)、マレーシアの第3次マレーシア計画から採用し、更にシンガポールについては、現地調査で、GDP予測値を入手できなかったため、シンガポールの "Mass Transit Study, 1974" で使用している値を基に推定した。その結果、次のような伸び率を採用した。

インドネシア :	年平均成長率	7.5 %
マレーシア : 1971~1975	"	7.4 %
1976~1980	"	8.5 %
1981~1990	"	8.1 %
シンガポール : 1972~1976	"	7.1 %
1977~1981	"	6.1 %
1982~1992	"	5.1 %

以上より各国のGDPを推定すると次のようになっている。

年	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2010
インドネシア (Bil. Rp 1969 const price)	4,086	5,866	8,421	12,090	17,357	24,918	51,357
マレーシア (Mil. M\$ 1970 const price)	15,315	23,073	34,059	50,097	73,950	109,161	287,862
シンガポール (Mil. S\$ 1969 const price)	8,048	11,290	14,590	18,675	23,902	30,593	50,118

前に決定したモデル式より三国の総港湾貨物取扱量を求めると下表に示すようになる。

年	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2010
三国総港湾貨物取扱量(百万トン)	296.4	382.7	581.1	861.6	1265.9	1847.8	3897.3

ここで、三国間内における荷動きが全体の1割あると仮定すると、三国に発地又は着地を持つ港湾貨物の荷動き量は次のようになる。

年	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2010
三国総港湾貨物取扱量(百万トン)	212.8	344.4	528.0	775.4	1,189.8	1,668.0	3,507.6

### 2-1-2 石油類の輸送量予測

石油類の輸送量については時系列トレンドモデル式を作成して予測した。石油類の各国における港湾荷扱い量は下表のようになっている。

(単位:百万トン)

年	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
インドネシア 1)	28.0	29.8	34.5	37.2	45.9	59.0	62.2
マレーシア 2)	11.7	11.9	12.7	14.7	11.6	11.6	11.0
シンガポール 3)	27.5	29.2	32.5	37.5	45.4	47.0	45.7

注、1) インドネシアは輸出入量

2) マレーシアはマレー半島、サラワク及びサバ各々の荷扱い量合計値、ただし、サラワクからはブルネイからパイプライン輸送される量を差し引いた。

3) シンガポールは荷扱い量

以上の資料より、時系列トレンドモデル式の検討を行ったところ、シンガポール及びマレーシアについては各年次の合計値によるパラメーター推定がその相関が良く、またインドネシアについてはジャカルタ港マスタープランと比較して適当と考えられるので、夫々次の時系列モデルを採用した。

### ジャカルタ港マスタープランと時系列モデルの比較

年	1980	1985	1990
Port Master Plan(1,000 ton)	4,250	6,000	7,500
年平均成長率	7.1%		4.6%
時系列モデル推定値(百万トン)	102.1	185.6	169.1
年平均成長率	5.8%		4.5%

インドネシア :  $Y_1 = 6,693 X_1 - 13,150$  (R=0.982)

$Y_1$  : 石油類荷扱量 (百万トン)

$X_1$  : 西暦年

マレーシア+シンガポール :  $Y_2 = 3,546 X_1 - 6,940$  (R=0.948)

$Y_1$  : マレーシア/シンガポールの石油類荷扱量  
合計 (百万トン)

$X_1$  : 西暦年

よって、将来の石油類港湾荷扱い量は次のように推定される。

(単位:百万トン)

年	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2010
インドネシア	68.7	102.1	135.6	169.1	202.5	236.0	302.9
マレーシア&シンガポール	68.4	81.1	98.8	116.5	134.3	152.0	187.5
合計	132.1	183.2	234.4	285.6	336.8	388.0	490.4

次に、上記に示された石油類港湾荷扱い量には三国間内における荷動き量が二重加算されていることを考慮して、ここでは総荷扱量の1割が国内流動と仮定した。よって三国内に少なくとも発地または着地を有する石油類の荷動き量は次のように予測される。

年	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2010
三国関連の石油類荷動き量 (百万トン)	118.9	164.9	211.0	257.0	303.1	349.2	441.4

### 2-1-3 一般貨物の輸送量予測

三国関連の総貨物量予測及び石油類の輸送量予測より、一般貨物量の将来予測は次のようになる。

(単位:百万トン)

年	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2010
三国関連一般貨物荷動き量	98.9	179.5	312.0	518.4	886.2	1,813.8	3,066.2

### 2-1-4 平均船型の変化と平均積載率の変化

インドネシアの第2次5ヶ年計画に於ける RLS Route の必要隻数は次の様に示されている。

区分 \ 年	1974	1975	1976	1977	1978	1979
船舶数	191	203	215	226	237	250
合計トン数(DWT)	227,500	239,250	250,000	263,500	273,750	287,750
平均船型(DWT)	1,191	1,179	1,165	1,166	1,155	1,151

よって、将来に向って、小型一般船の船型変化はないと考えられる。

一方、ジャカルタ港の将来計画より、将来の一般貨物船の平均積載量は、次の様に予測されている。

区分	年	1980	1985	1990
船舶数		3,284	4,020	4,880
貨物量(千トン)		7,020	11,135	14,800
平均貨物量(トン/隻)		2,138	2,770	3,064

他方、積載率は1974年のペラワンのマスタープランによると1974年の30%から、将来50%まで増加するものと予測されているので、各年次別に次の様に推定する。

区分	年	1975	1980	1985	1990	2000	2010年
平均積載量		1,500	2,138	2,770	3,064	3,735	トン 4,553
平均積載率		30	35	40	43	45	% 50
平均船舶トン数		4,500	6,110	6,925	7,125	8,300	トン 9,100

また、一般タンカーの平均船型は、27,000 DWTで将来変化しないものとし、平均積載率は1975年の35%から50%まで伸びるものとして以下の様に推定する。

区分	年	1975	1980	1985	1990	2000	2010年
平均積載量		9,450	10,800	10,800	12,150	13,500	トン 13,500
平均積載率		35	40	40	45	50	% 50
平均船舶トン数		27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	トン 27,000

#### 2-1-5 三国関連船舶交通量の成長率予測

以上で述べられたことから、船舶交通量の成長率は次のように推定される。

(1975=1.000)

区分	年	1975	1980	1985	1990	2000	2010
一般タンカー		1.000	1.214	1.553	1.681	2.056	2.559
一般貨物船		1.000	1.341	1.799	2.703	5.619	10.758

## 2-1-6 三国関連船舶交通量予測

2-1-5で求めた三国関連船舶交通量の成長率予測から船舶交通量（三国内関連）は次のように予測される。

＜マラッカ／シンガポール海峡＞

区 分	年	隻/年					
		1975	1980	1985	1990	2000	2010
一般タンカー		6,840	8,304	10,628	11,498	14,063	17,504
一般貨物船その他		5,578	7,480	10,035	15,077	31,343	60,008
計		12,418	15,784	20,658	26,575	45,406	77,512

## 2-2 通過船舶将来交通量予測

### 2-2-1 大型タンカーの通船舶交通量予測

世界の石油荷動量は次に示すとおりである。

1965年	730 × 10 <sup>6</sup> トン
1970	1,228 × 10 <sup>6</sup>
1973	1,627 × 10 <sup>6</sup>
1974	1,656 × 10 <sup>6</sup>

(石油統計年報)

年平均成長率

1965～1970	11.0%
1970～1973	9.8
1970～1974	7.8

世界の石油の荷動量は、1974年のオイルショック以後、その成長率を停滞させており、将来におけるタンカー交通量の年平均成長率は次の様に推定した。

(但し、タンカー船型、平均積載率は一定とした)

対1975年比

1975～1980	4%/年	(1.217)
1980～1985	4 "	(1.480)
1985～1990	6 "	(1.981)
1990～2000	6 "	(3.547)
2000～2010	4 "	(5.250)

2-2-2 一般貨物船及び一般タンカーの通過船舶交通量予測

一般貨物量の伸びは、石油と同じと考え、通過交通の平均船型及び平均積載率は、将来とも変化ないとする（船型13,000ton、50%積載率）と、一般タンカー及び一般貨物船の通過交通量は、石油の荷動きの成長率と等しくなるので、将来通過交通量は次のように推定される。

《マラッカ・シンガポール海峡通過交通量》

区分 \ 年	1975	1980	1985	1990	2000	2010
大型タンカー	528	648	781	1,046	1,873	2,772
一般タンカー	4,486	5,459	6,639	8,887	15,912	23,552
一般貨物船その他	36,086	43,917	53,407	71,486	127,997	189,452
計	41,100	50,019	60,827	81,419	145,782	213,004

以上より、海峡の全船舶交通量は次の様に予測される。

### 2-3 海峡の全船舶交通量予測

海峡の三国関連及び通過船舶交通量は次の表に示されるように予測さる。

マラッカ・シンガポール海峡

(隻/年)

区 分 \ 年	1975	1980	1985	1990	2000	2010
大型タンカー	528	648	781	1,046	1,873	2,772
一般タンカー	11,326	18,763	17,262	20,385	29,975	41,056
三国関連	6,840	8,304	10,623	11,498	14,063	17,504
通過	4,486	5,459	6,689	8,887	15,912	28,552
一般貨物その他	41,664	51,397	63,442	86,563	159,840	249,460
三国関連	5,578	7,480	10,085	15,077	31,343	60,008
通過	36,086	43,917	53,407	71,486	127,997	189,452
合計	53,518	65,803	81,485	107,994	191,188	290,516
三国関連	12,418	15,784	20,658	26,575	45,406	77,512
通過	41,100	50,019	60,827	81,419	145,782	213,004



