

M K 56 G F C S 一般

第 1 術 科 学 校 砲 術 科

HP「海軍砲術学校」公開資料

1. 概説

(1) 用途

中距離対空射撃用である。対水上射撃も可能。

2. 特徴

- ア レーダの自動追尾が可能。
- イ 射撃管制盤と位置合せ機をリモートコントロールで結ぶ。

3. 乗員

- ・ 指揮官
- ・ 射手
- ・ レーダトラッカー (追尾員)
- ・ レーダオペレーター (レーダ員)
- ・ 管制室長

エ 初操修正は方位盤内のバネ付カルジヤイロにより計出

ホ 見越計出方式

- (1) 測的 角速度 (レートジヤイロ)
- (2) 計出 線速度

カ 小型 軽量

キ 計出費消時小

(3) 性能

ア 最大目標捕そく距離 ----- 3,000 ヤード

イ 追尾追尾能力 ----- 3,600 ヤード

ウ 計算最大距離 -----

(30秒)	}	5%/38 12,000 ヤード
		5%/50 15,000 "
		3%/38 9,000 "

エ 方位盤 旋回 --- スリッパ7°/秒 使用に制限無し

速度 --- MAX 35%/sec, SLOW MAX 100%/sec

オ 方位盤 俯仰 --- -29度 ~ +88度

速度 --- MAX 35%/sec

カ 計算機方式 --- アナログコンピュータ使用により
完全自動

(4) 主要構成機器

- ア 方位盤 MK56
- イ レーダ MK35
- ウ コンソール MK4
- エ 管制盤 MK23 (電波管制型)
- オ 管制盤 MK27
- カ " MK28
- キ 射撃盤 MK58 (2砲機連射方式)
- ク 射撃盤 MK30
- ケ 射撃盤 MK42
- コ 風力修正器 MK5
- ク PR修正器 MK6
- シ M9セント
- ス 旋回俯仰用 アニモメータ
- セ 目標指示器

注: 2砲機連射方式のものには射撃盤も含まれて搭載される。

(5) 主要構成機器の機能

ア 方位盤 MK56

- (1) 目標現在位置の検出
- (2) 計算装置に使用する目標運動によるレート(変角率)の検出発信。
- (3) 発砲管制。

イ レーダ MK35

射撃指揮装置の距離及び自動追尾に必要な信号を供給する。

ウ コンソール MK4

射撃指揮装置を操作する管制所として使用する。コンソールMK4にはレーダ指示器(象. D. R)があり、手輪、スイッチ類及び管制用ランプがある。

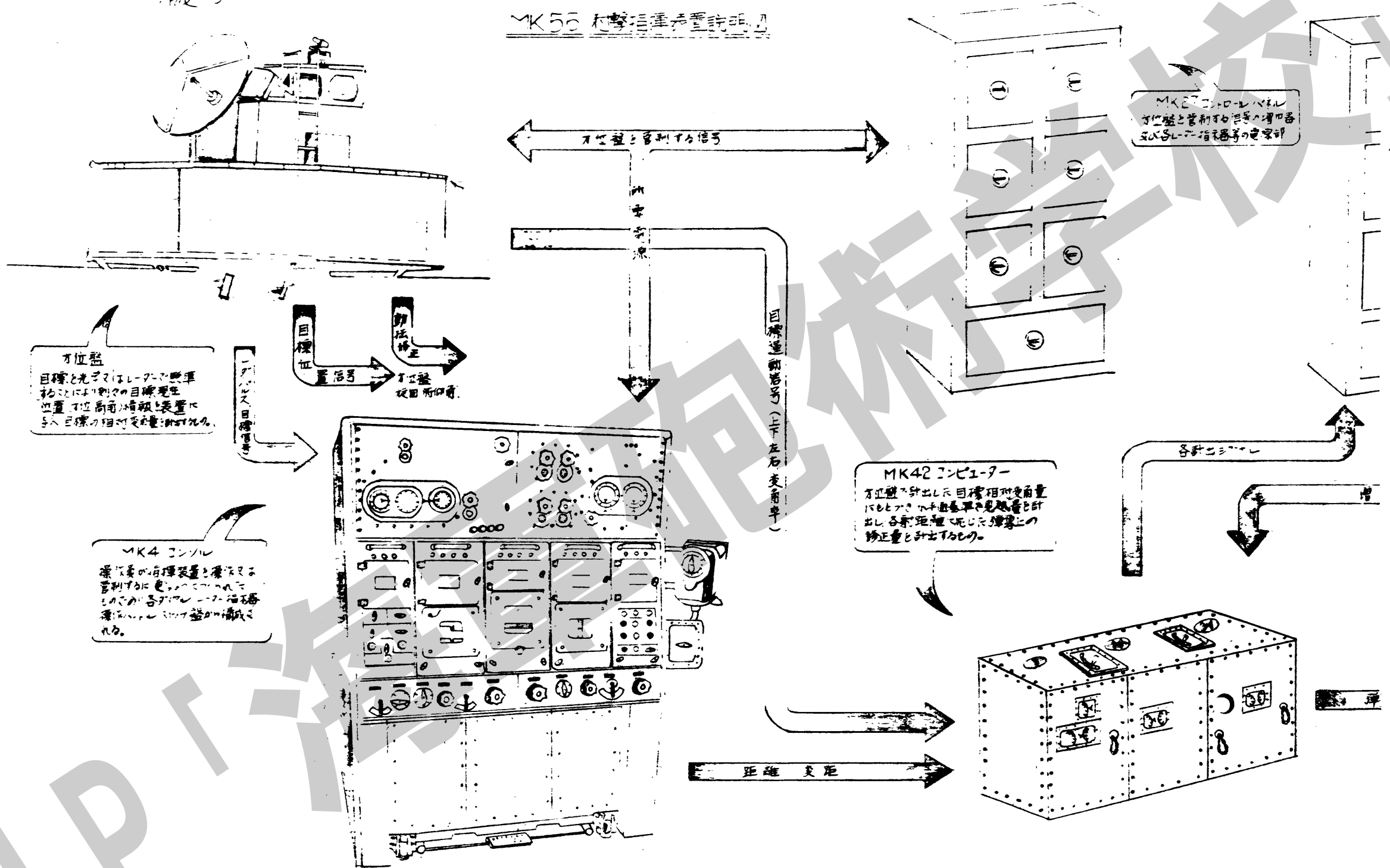
HP「海軍砲術学校」公開資料

- 工. 管別盤 MK23 (電力管別器)
 管別盤MK23は、440V・3相60Hz電源を7つのライコン9799 MGセツト、400V・3相60Hz電源を駆動モーターに付する負荷保護装置、電力管別スイッチ用の使用する多数のリレー及びレターモーター管別に使用する5つの数値のリレーを内蔵している。
- ホ. 管別盤 MK27, MK28, MK57
 各管別盤は、計算テーブル位置監視用の電気機器類が設計されている。
- (ア) MK27管別器のユニット名
 a. プレセッション前置増中器
 b. 足電圧電力検出器
 c. 起用用及び制用用プレセッション電力増中器
 d. 負電圧電力検出器
 e. MGセツト足電圧器
 f. スイッチ管別ユニット
 g. シヤク口電力検出器
 h. 起用用及び制用用駆動用電力増中器
- (イ) MK28管別器
 3個の計算テーブル回路、及び基本調整テーブルに使用される14個の計算テーブル増中器を格納している。
 更に百頭電別限ユニット及びプレセッション電力検出装置を備えている。
- (ロ) MK57管別器
 副次管別器の調整テーブルに使用される。
- カ. 射撃盤 MK30
 方位盤から受信した目標運動によるレート、即ち弾速分と見越角に変換する。同時に目標現在位置の座標系に百頭量を加味し動揺による照準線と方位の回転と甲板面の傾斜角に關する修正を行なう。(起進回角、起仰角の命令信号)
- キ. 射撃盤 MK42
 起進回角、方位及び平均弾速の速度を計出する。計算はリレー機構によって行なわれる。これは管射撃計出機構に内蔵されている。
 出力の大部分はMK30射撃盤に伝達される。

- ク. MGセツト
 MGセツトは440V 3相60Hz電源で作動し本組機装置の検電回路に用いる。直交450V及び120Vと作られるのである。
- (ア) 450V DC
 a. サーボ増中器
 b. 電力駆動増中器
 c. レター機、起用
- (イ) 120V AC
 a. ステップアップモーター (ANT MK1504)
 b. 起用モーター駆動用
 c. モーター管別回路
- ケ. テスト パネル
 ステータスの試験と行なうための必要の装置がある。
 テストセレクタースイッチのNORMALはノーマルポジションALIGNMENT位置はプレセッション回路の調整と、カーボコンバーター回路のテストに使用する。
 STATICS位置はステータスの試験と行なうためのものである。

図 5

MK55 本撃測距装置説明図

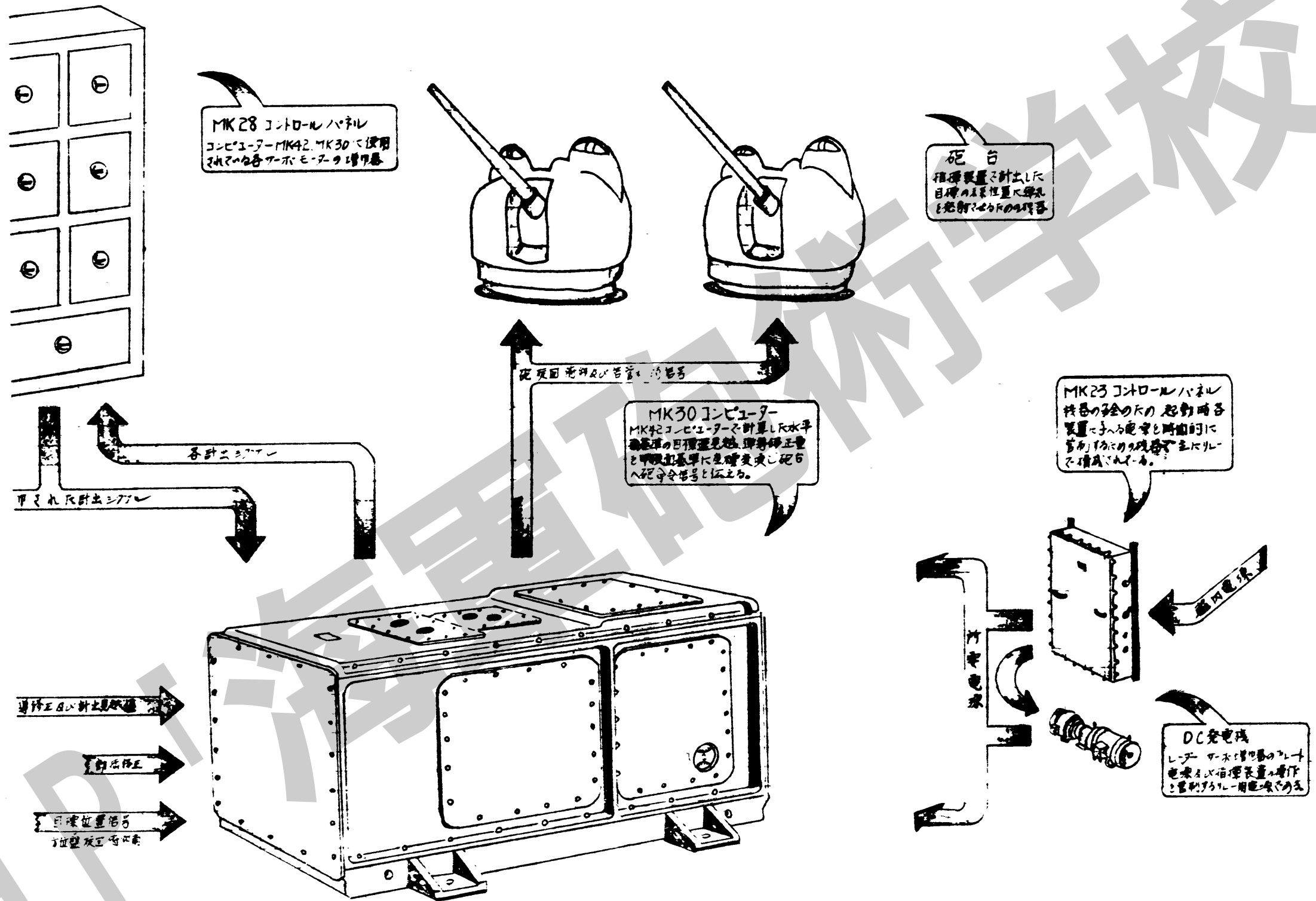


方位盤
目標と光子マはレーザの基準
軸に於ける目標の位置
位置 方位 高角 情報と装置に
よる目標の相対変位を計測する。

MK4 コンソール
装置の目標位置と光子マの
方位に於ける目標の位置
位置から各種出力を生成
し、MK2の方位盤と管制用の
信号を生成する。

MK42 コンピューター
方位盤から出力した目標相対変位
位置と光子マの基準軸と見張角と計
測した各種距離と方位の目標上の
修正量を計測する。

MK2 コントロールパネル
方位盤と管制用の信号の増幅器
及び各種出力装置等の電装部



通用射撃理論

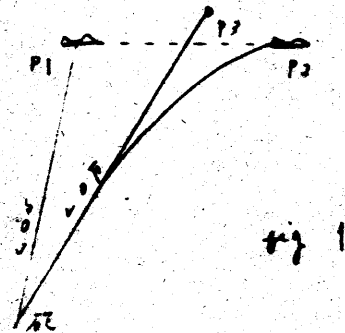
1. 問題解決の座標系

座標方式と直角座標方式の同時使用である。

目標現在位置は方位仰角距離による極座標方式で表わす。VIRTUAL FUTURE POSITION P3の計算は直角座標が便利で、トランス成分をX軸、エlevation成分をY軸、レンジ成分をZ軸とする。

(1) 問題の基本

- P1は発射の瞬間における目標位置。目標の運動によるP1の位置は常に変化するからP1の位置は連続的に変わっていく。
- P2は現在の目標の針路と速力が一定であると仮定したときの弾丸の飛行秒数T2秒後の目標の位置。
- P3は弾丸は重力、風力、走偏等による直線から偏位するからP2より異なる点をとらう必要がある。



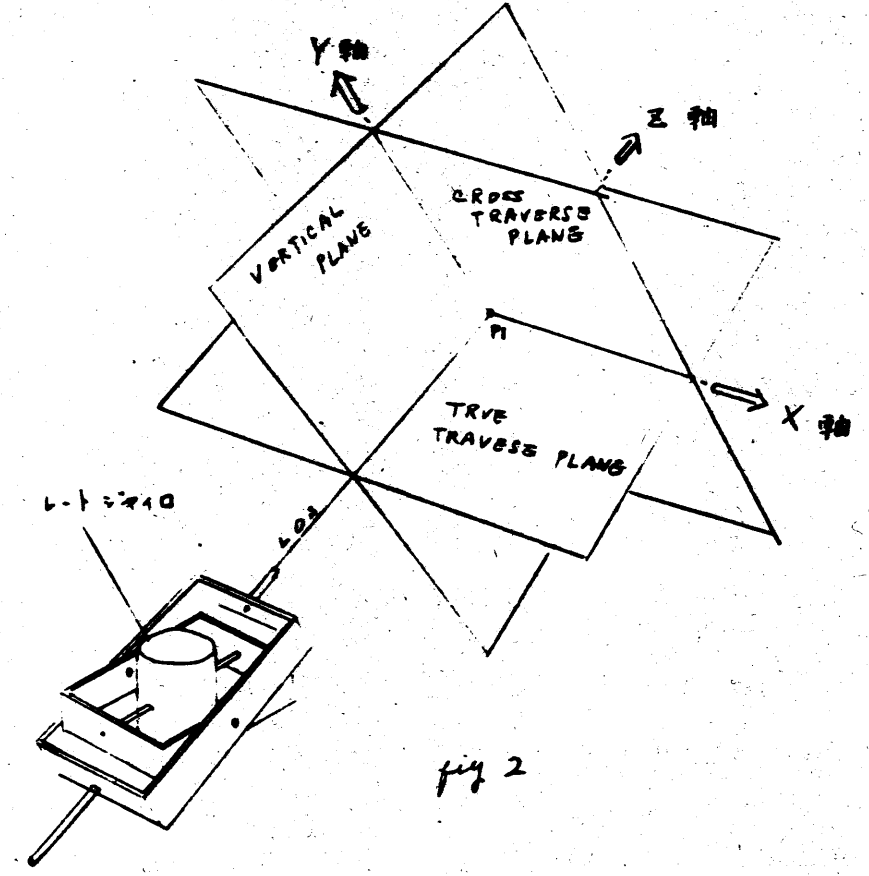
GFCFの問題解決には見越角を計算し、これとP1の角座標を加えることでP3の角座標を決定する。P2の距離を計算する。これである。

目標運動による弾丸の経路は自艦の運動に独立である。見越角の計算は艦の甲板面に独立に安定化された座標系に関して計算される。

砲は甲板面を基準として運動するから上記の問題の解決はガウス計算の前甲板面座標に変換する必要がある。

座標の安定化はバークナルジャイロと呼ばれるジャイロによって行われる。そのスコープは艦の動揺に無関係に鉛直方向に保持される。目標運動のレートやその他の重要な安定化はこれらの諸量はこの軸を基準として測定される。

安定化座標系から甲板面座標系への変換はゴースターMK30で行われる。



(2) 安定化座標系

P1は原点とする直角座標でバークナル、トルトラバース及びクロストラバース面である。

P1の座標は (0, 0, 0) 即ち (X=0, Y=0, Z=0)

P2の座標は (X, Y, Z)

飛行秒時 T_2 秒間 r における目標運動のそれとトランスエレベーション及ウレートの各成分である。

P_3 の座標は $(x_t + x_b, y_t + y_b, z_t + z_b)$ で x_b, y_b, z_b はそれぞれ gravity drop (スピンエレベーション) 風力、及び定偏の影響を合成した弾道修正のトランスエレベーション及ウレートの各成分である。

(3) 安定座標系によるグードアングルの定義

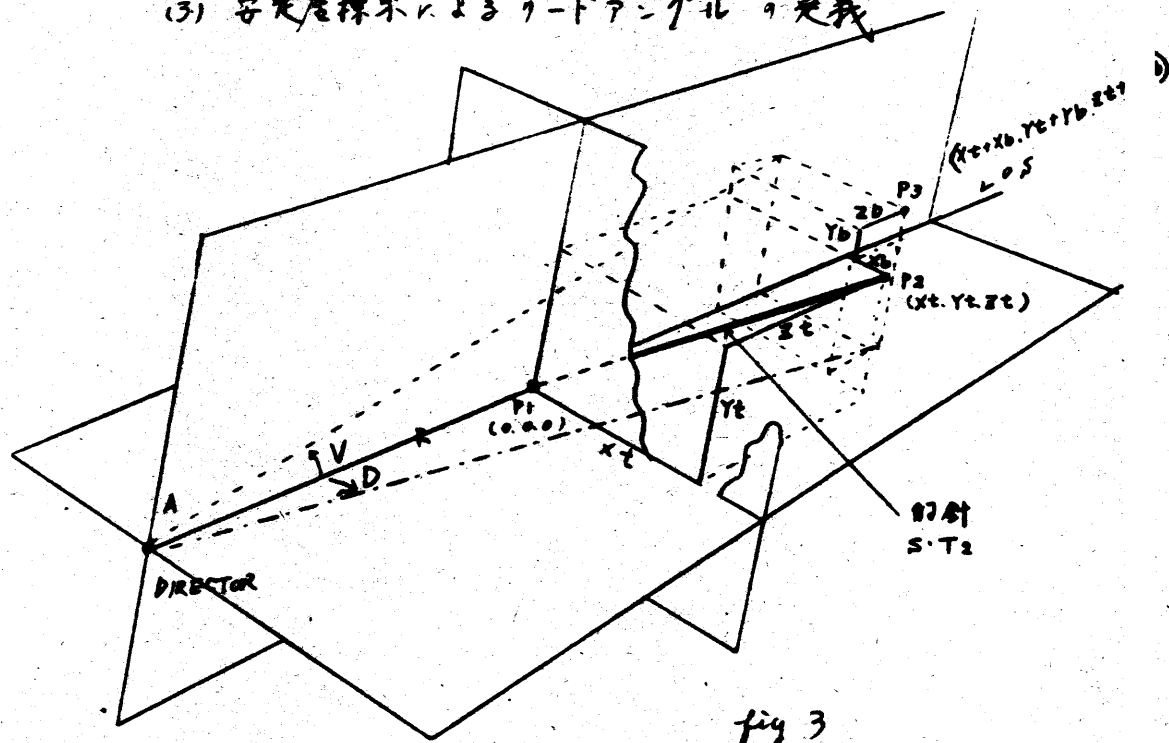


fig 3

D 及 V は下式で表される。

$$\tan D = \frac{x_t + x_b}{R + z_t + z_b} \quad (1)$$

$$\tan V = \frac{y_t + y_b}{R + z_t + z_b} \quad (2)$$

上式における各項はリニア距離を示す諸量で R を除く諸量は飛行秒時 T_2 の関数である。

上式の分子分子を T_2 で割ると (3) (4) とになりこの式は目標運動及び弾道修正のレートを示す項と成り立つ。

$$(3) \quad \tan D = \frac{\frac{x_t}{T_2} + \frac{x_b}{T_2}}{\frac{R}{T_2} + \frac{z_t}{T_2} + \frac{z_b}{T_2}} \quad (4) \quad \tan V = \frac{\frac{y_t}{T_2} + \frac{y_b}{T_2}}{\frac{R}{T_2} + \frac{z_t}{T_2} + \frac{z_b}{T_2}}$$

上式は本システムによる問題解決の出发点となる。

2. 見越角の決定

(1) 目標運動

(3) (4) 式の P_2 の座標を T_2 で割ると (3) (4) となる。このため R, dBS, dE の計算が容易になる。 R, dBS, dE は実測可能

R ----- レートより連続的に
 dBS, dE ----- レート計測による測定

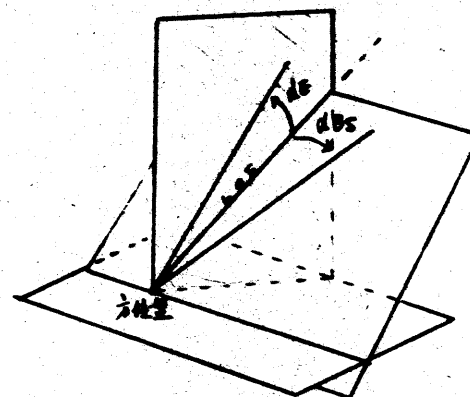


fig 4
目標運動のレート

レート計測のスピンの軸に連成して目標上に保持される。そのジナルシステムはバークナルジヤイロの作用によって安定座標系がトランスエレベーション面内を運動するのでこの面内の運動によってスピンの軸を目標上に保持する必要があるトルクは目標のアングラレートを示す

fig 3 の x_t, y_t, z_t は目標が P_1 から P_2 の直線上を一定の対地速度 S で運動したときの距離 $S \cdot T_2$ の安定座標系における各成分で

$$x_t = R dBS \cdot T_2$$

$$y_t = R dE \cdot T_2$$

Z軸上、距離の変化のレート dR の常 R と T_2 のより測定
され

$$Z_t = dR \cdot T_2$$

$$\text{従って } \frac{X_t}{T_2} = R dBS \text{ ----- (1)}$$

$$\frac{Y_t}{T_2} = R dE \text{ ----- (2)}$$

$$\frac{Z_t}{T_2} = dR \text{ ----- (3)}$$

この3成分のうち、前者の誤差が入るので修正
され、その値を $RdBS$ 、 RdE 、 dR とし、 R と T_2 の
符号

$RdBS$ RdE dR として記号を区別する。

(2) 弾道修正

$\frac{X_b}{T_2}$ $\frac{Y_b}{T_2}$ $\frac{Z_b}{T_2}$ は弾丸の飛行中における砲軸角 (α - β - γ 又は α - β - γ)、定備 (ドラフト) 及び風の影響の合成
され R のである。

着差による修正は重力の効果 (gravity effect) を含
めて考へる。

ア. 重力降下修正

(1) 弾丸に及ぼす重力の作用の及ぶ R 弾丸の射線 (LOF) に
加えて修正。

修正は目標運動のレートと R - T_2 の R と交換する前
に行なわれ target elevation rate 及び range rate
と同じ平面内におけるレートとして導入される。

重力の作用は射線が水平で最大 γ の仰角 90° での
弾丸の速度を減らすのみである。

また、飛行秒数により変化する。砲軸角は未来距離 R
 R_2 の関数となる。

未来距離として $f(R) + dR \cdot T_2$ を使用する。 7

重力はトラバース誤差 X_b にも影響を及ぼす。

(1) Gravity drop H_f

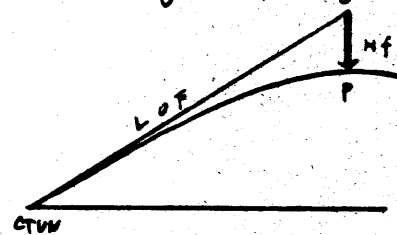


fig 5 gravity drop

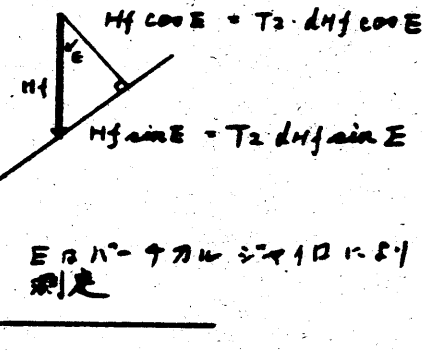


fig 6

Gravity drop H_f は α - β - γ の成分及び α - β - γ の成分
に分解され Y_b 及び Z_b の一部となる。

$dH_f = H_f / T_2$... gravity drop rate と R の P_2 と
落下する平均レートと表わす。

$H_f = T_2 \cdot dH_f$ を使って gravity drop の α 及び β の成分
は $T_2 \cdot dH_f \cos E$ 及び $T_2 \cdot dH_f \sin E$
として表わす。

(2) 着差

α - β - γ の成分 α - β - γ を含み、本システムでは
砲軸角は 10 度の位置にあるとする。

$H_f + P$ は着差の修正を行って Gravity drop 即ち

$$H_f + P = H_f + P_2 V$$

$$dH_f + P = dH_f + P_2 V / T_2$$

P39 座標上にある gravity drop 及び落差 r による分

X_b の成分 0
 Y_b , $T_2 \cdot dHfP \cos E$
 Z_b , $T_2 \cdot dHfP \sin E$

dHfP は一般に R.E.dR.IV 及び気圧による修正
 R.E.dR は実測され IV 及び気圧による修正は 70
 /7000 によって測定するか、或は手動入力による Sf
 以下射撃型に導入される。

1. 定仰

定仰はスーパ-エレベ-ションと同様に距離によって変化
 する T_2 によって変わる。E によって変化し仰角 90°
 になる。定仰は大体スーパ-エレベ-ションに比例
 して変化することを考慮するが、スーパ-エレベ-ションの定
 数と異なるものがある。

修正は常に負である。

X_b の成分 ---- $-K_8 \cdot T_2 \cdot dHfP \cos E$
 Y_b , ---- 0
 Z_b , ---- 0

定数 K_8 は使用する砲の口径異なり 5/38 の場合
 0.033 である。

ウ 風力

own ship wind 及び各面上真風 (true wind) の平均
 と Ballistic Wind とによる 29.2 の修正を行
 っている。また風は水平方向に吹くものと仮定し鉛
 直方向の成分は考慮していない。

$BWS = C_0 + B'R' - BW$

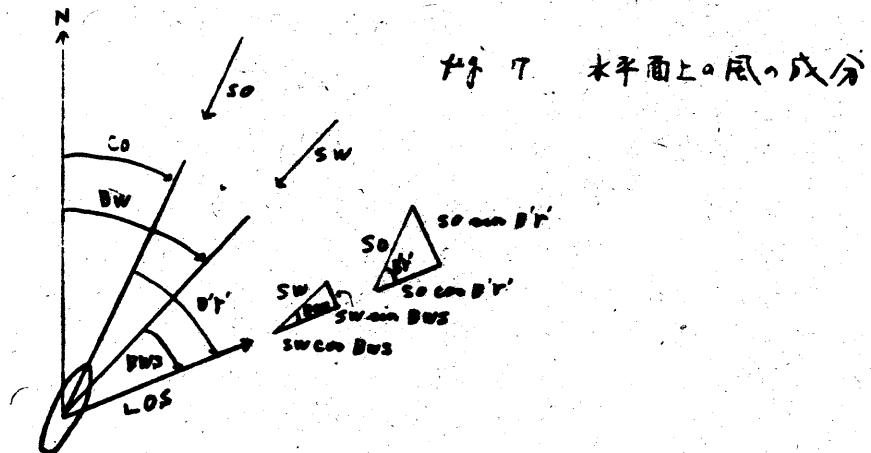


Fig 7 水平面上の風の成分

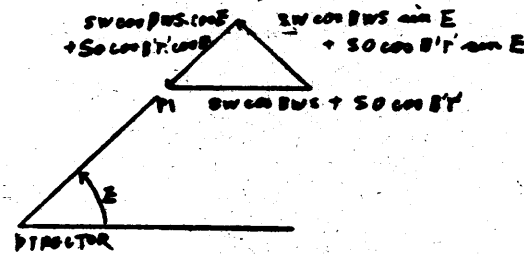


Fig 8 鉛直面上の風の成分

X_b の影響を受ける $S_0 \sin B'R' + SW \sin BWS$
 Y_b の " $(S_0 \cos B'R' + SW \cos BWS) \sin E$
 Z_b の " $(S_0 \cos B'R' + SW \cos BWS) \cos E$

風力による弾丸の経路が偏するスピードの各成分はこれ
 であり風力成分変化量 (corrected wind component rate)
 を目標運動のリー-ア-ルトの記号 W を付ける。

$RdBSW = K_2 \cdot R (S_0 \sin B'R' + SW \sin BWS)$
 $RdEW = K_2 \cdot R (S_0 \cos B'R' + SW \cos BWS) \sin E$
 $dRW = K_3 \cdot R (S_0 \cos B'R' + SW \cos BWS) \cos E$
 定数 K_2 は弾丸の寸法 形状重量及び風が側面から吹くか
 後から吹くかによって決まる値
 K_2 : 側面 (従前 仰角) K_3 : L 方向から吹く定数

$$\begin{aligned} X_b \text{ の成分は } & R dBSW \cdot T_2 \\ Y_b \text{ " } & R dEW \cdot T_2 \\ Z_b \text{ " } & dRW \cdot T_2 \end{aligned}$$

工 彈道修正の合計

① X_b の成分

重力の成分	---	0
定偏	---	$-KB \cdot (dHfP \cdot \cos E) \cdot T_2$
風力	---	$R dBSW \cdot T_2$

旋回方向の修正

$$\frac{X_b}{T_2} = -KB (dHfP \cdot \cos E) + R dBSW$$

② Y_b の成分

重力の成分	---	$(dHfP \cdot \cos E) \cdot T_2$
定偏	---	0
風力	---	$R dEW \cdot T_2$

射仰方向の修正

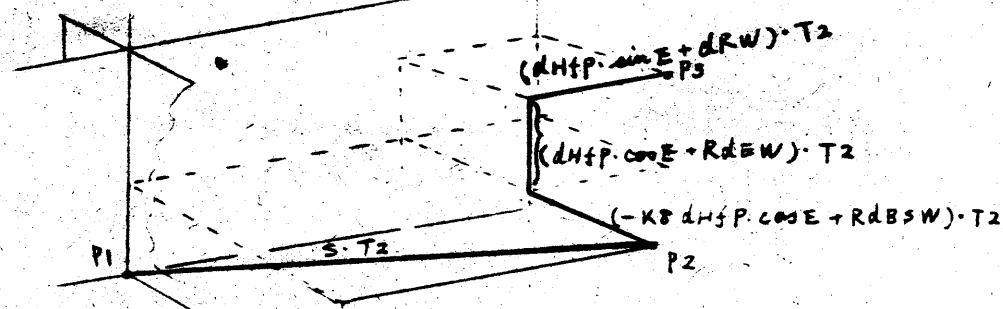
$$\frac{Y_b}{T_2} = (dHfP \cdot \cos E) + R dEW$$

③ Z_b の成分

重力の成分	---	$(dHfP \cdot \sin E) \cdot T_2$
定偏	---	0
風力	---	$dRW \cdot T_2$

距離方向の修正

$$\frac{Z_b}{T_2} = (dHfP \cdot \sin E) + dRW$$



3) 見越計算方程式

$$\tan D = \frac{\frac{X_b}{T_2} + \frac{X_D}{T_2}}{\frac{R}{T_2} + \frac{Z_b}{T_2} + \frac{Z_D}{T_2}} = \frac{R dBS - KB (dHfP \cdot \cos E) + R dBSW}{\frac{R}{T_2} + dR + (dHfP \cdot \sin E) + dRW}$$

$$\tan V = \frac{\frac{Y_b}{T_2} + \frac{Y_D}{T_2}}{\frac{R}{T_2} + \frac{Z_b}{T_2} + \frac{Z_D}{T_2}} = \frac{R dE + (dHfP \cdot \cos E) + R dEW}{\frac{R}{T_2} + dR + (dHfP \cdot \sin E) + dRW}$$

上式の解法には、 $R dBS$ 、 $R dE$ の代わりに平滑化変化率 (smoothed rate value) $\overline{R dBS}$ 、 $\overline{R dE}$ を用いる。平滑化に要する時間は1秒のオーダーである。従って実際の目標のレート計算機橋で使われるときは、その計算に用いるべき値として、正の目標レートの算定には R を代り、1秒前のレートを R を使う必要がある。

R を代り、 $R - T_g \cdot \overline{dRW}$ を使用している。

T_g は smoothing time であり、 \overline{dRW} は風力修正を考慮した smoothed value である。

$$\overline{dRW} = \overline{dR} + dRW$$

\overline{dR} を代り、 $\overline{dR} + \overline{dRW}$ を使用する。その方が誤差が少なくなる。である。

$$R dBS + fW = (R - T_g \cdot \overline{dRW}) dBS - KB \cdot dHfP \cdot \cos E + R dBSW$$

$$R dE + fW = (R - T_g \cdot \overline{dRW}) dE + dHfP \cdot \cos E + R dEW$$

($\tan V$ 、 $\tan D$ の $\overline{R dBS}$ 、 $\overline{R dE}$ を用いる場合、単一記号として、その $\overline{R dBS} + fW$ と $\overline{R dE} + fW$ を表す)

P_3 とする距離は LOS を沿って計算される

$$R + dR \cdot T_2 + dRW \cdot T_2 + dHfP \cdot \sin E \cdot T_2 \quad \text{に等しい}$$

後で \$P_2\$ までの弾丸の LOS 上から \$T_2\$ 平均弾速 \$E\$
 $U \times T_2 = R$

$$U = \frac{R}{T_2} + dR + dR_w + dHfp \sin E$$

$$\tan D = \frac{Rd \delta \sigma + fW}{U}, \quad \tan V = \frac{Rd \epsilon \tau + pW}{U}$$

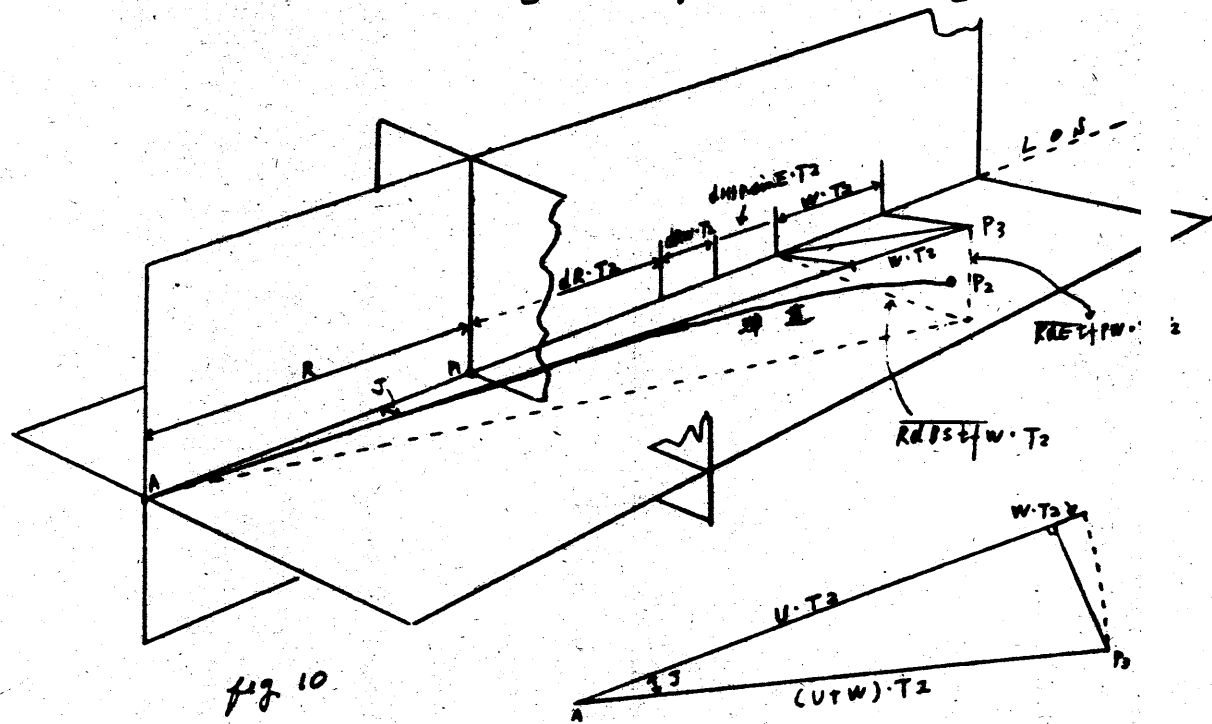


fig 10

A - \$P_2\$ までの距離は、\$U \cdot T_2\$ より長く、\$W \cdot T_2\$ の差がある。
 したがって値は小さいので計算していい。

角 \$J\$ は \$LOS\$ と \$LOF\$ のなす角

$$\cos J = \frac{U \cdot T_2}{U \cdot T_2 + W \cdot T_2} = \frac{U}{U + W}$$

$$\frac{W}{U} = \frac{1}{\cos J} - 1$$

\$\frac{W}{U}\$ は射撃機 MK 30 の リートアングルのよって駆動する
 ボア-シフト-9-を先細構造にして導入している。

近似式 $\frac{W}{U} = 0.075 \tan^2 D$ $\frac{W}{U} = 0.080 (\tan V - 0.04)^2$ 10

3 発砲諸元の計出

1. 死命令角その他の定義

子先座標系で算出された リートアングルの死命令角を
 決定する場合は リートアングルの甲板面座標、への差かん及
 新しい諸元の導入が必要である。

2. 方位置換回角及仰角

甲板面 { \$B'P'\$ は甲板面上で船首の時計方向
 \$E'D\$ は甲板面の垂直平面上で測る

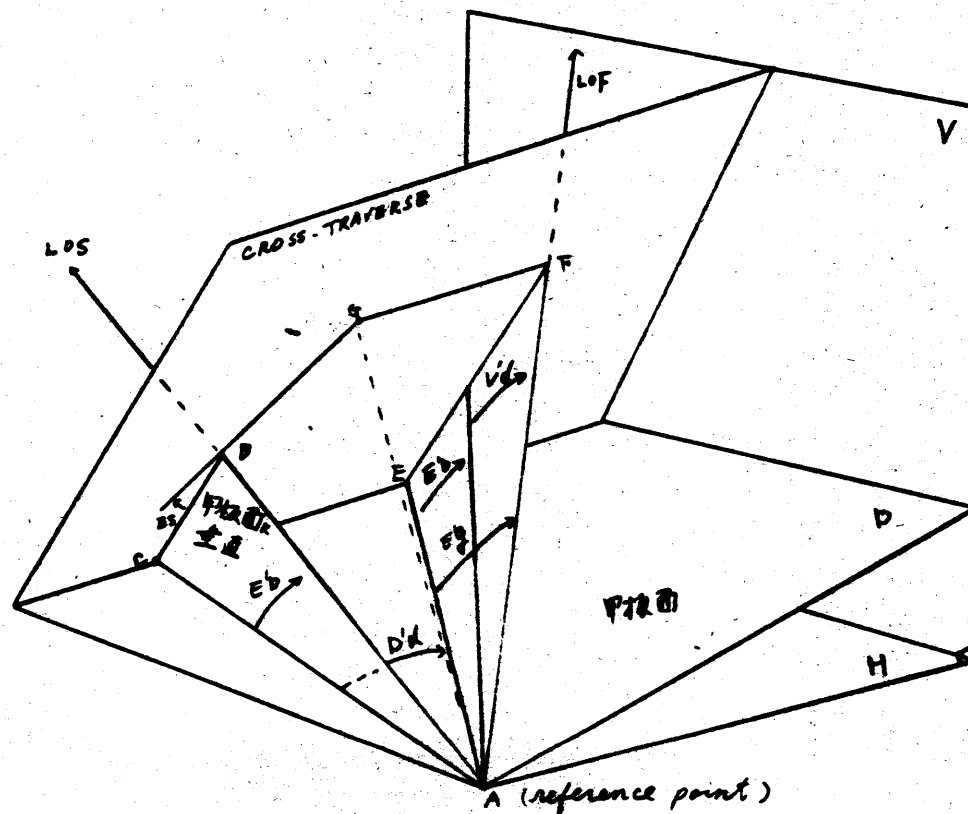


fig 11

1. 左右百頭 (D'd) 上下百頭 (V'd)

D'd の旋回角を得るための B'r P K 加える。

$$B'r P + D'd = B'g r P$$

V'd の俯仰角を得るための E'b K 加える角度

$$E'b + V'd = E'g$$

ウ 旋回角及び俯仰角

L O P の方向は甲板面を標として砲が照合点にあるものとして、この点より仮想未来位置 P のとらえ方の角度である。

誤差修正は前述したように修正される。

エ クロストランス アングル

ΣS は甲板面の傾きの角度である。ΣS はバッチカルジヤイロの1つのジニバルが方位盤のフレームに関して回転する角度として測定される。ΣS は修正されたクロストランス角 Σsgu の一部となる。

修正擾動値 = (横動値) + (平滑化の遅れ補償) + (リードアングル補正量)

$$\Sigma sg u = \Sigma s + \Sigma g + \Sigma u$$

Σg. トランス及びエレベーションレート RdBS 及び RdΣ の smoothing の遅れのための必要な修正量でコンピュータの Σsgu サーマ回路にある抵抗回路を直流のクロストランス電圧として導入される。

$$\Sigma g = Tg \cdot dBs \cdot \tan E$$

Σu. 砲によるリードアングルの影響の近似的計算を修正するための必要な修正量でラジアン単位である。

R が 1000 マット以下の場合 $\Sigma u = 0$

R が 1000 マット以上の場合 $\Sigma u = \frac{(R-1000) dBs}{10,000}$

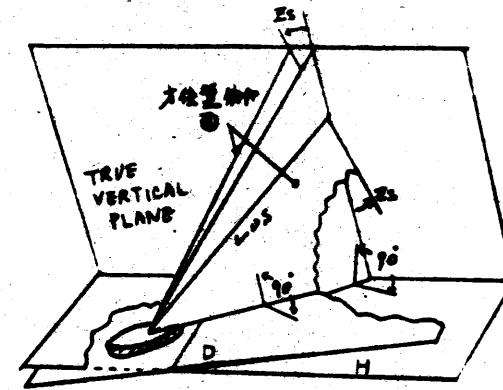


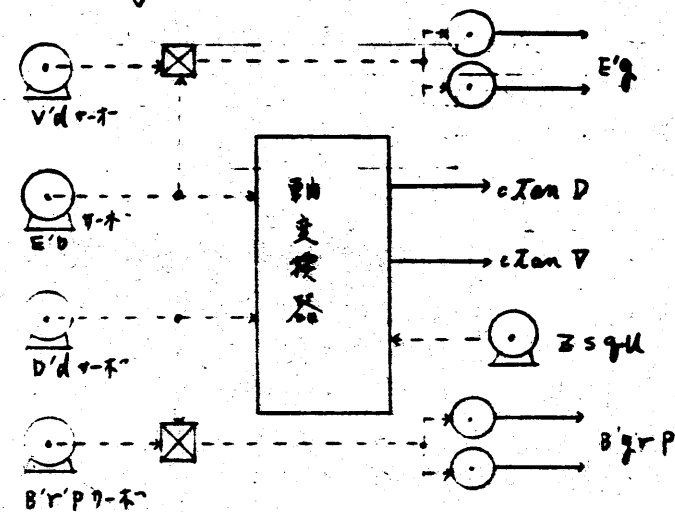
fig 12 cross-transverse angle

オ 砲命令角の決定

$$B'g r P = B'r P + D'd$$

$$E'g = E'b + V'd$$

この用法はコンピュータ - 9 - MK 30 の alls converter ballcarriage unit を使って機械的に行われる。



MK 30 射撃計算機概略図

(2) 占位差旋回角修正の計出

旋回角の測定は艦上のローアレスポイントにおいて行われ
る。PHの修正はこのローアレスポイントとそれと他の方位
盤又は首尾線上の距離Rとによって変化する。問題の解法は2
つの段階に分かれ、先にはそれと他の方位盤によって測り出
された目標の方位盤旋回角 B'r' はローアレスポイントに對
する水平占位差の修正値を組合せて B'r'P とする。

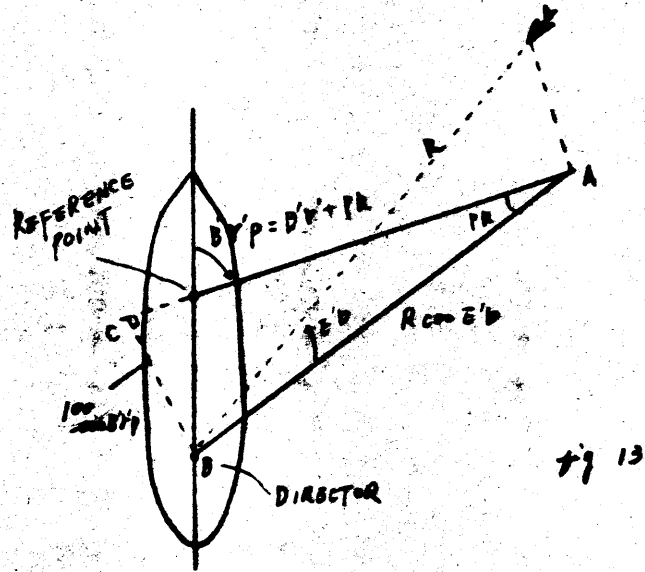


Fig 13

算出の B'r'P' を基として計算された B'r'P' と reference point
と各砲の PA とを修正値を加えて各砲の実際の位置にお
ける旋回角を算出することである。この修正は各砲の位置の
違いによりそれぞれ異なる。
また PH は 100 ヤードを以て計算された実際の修正は PH を
100 で割って実際の占位差 (ヤード) とがけられる。

$$\sin PH = \frac{100 \text{ yards} \sin B'r'P'}{R \cos E'b} = \frac{100 \sin B'r'P'}{R \cos E'b}$$

$$PH (\text{mm}) = \frac{3.437 \times 10^5 \sin B'r'P'}{R \cos E'b}$$

実際の値 $K14 = 3.437 \times 10^5$ として

$$PH = \frac{K14 \sin B'r'P'}{R \cos E'b}$$

(3) 信管秒時差の計出

信管秒時差とは弾丸が砲から発射されて飛行する時間
である。未来位置は砲の発射の瞬間における目標の位置を
もとめて計算されるが、下をセットした瞬間をもとめれば
これは正しくない。この時間は砲の発射より数秒前である。従
って下の計算の目的の未来位置は下をセットする時刻におけ
る目標の現在位置をもとめて計算する必要がある。
この下をセットの発射の間の時間を消費時 (dead time)
Tg とする。

下の計算は一般に実際の目標のレンジレート $\sqrt{R \pm W}$ の
L.O.S.上を飛行していることを想定して目標に對して飛行
秒時 G の計算が出来る。次図はレンジレート $\sqrt{R \pm W}$
の場合のこの関係を示している。

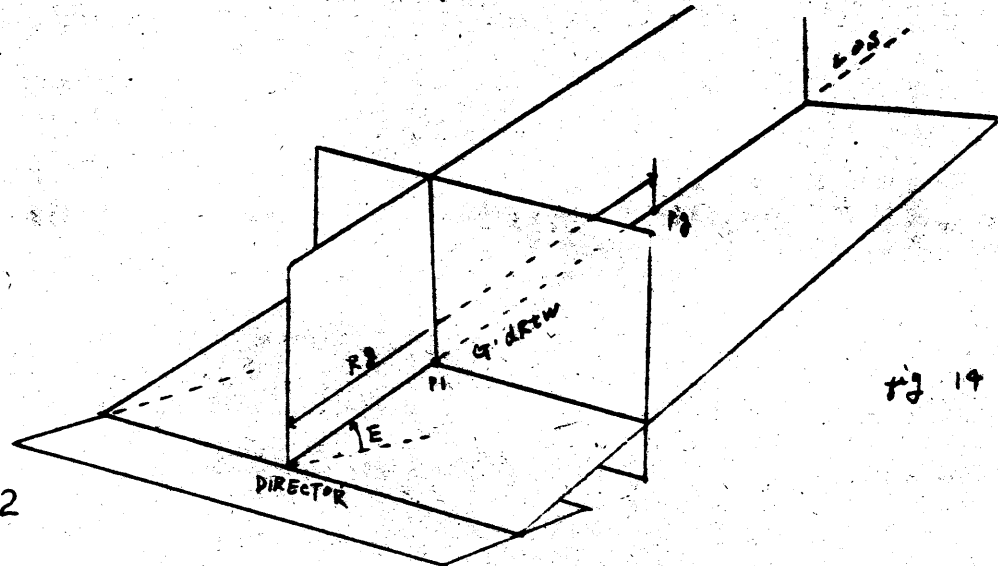


Fig 14

Pgまでの直線距離は $Rg = R + G \cdot dRtw$
 EgはEに等しい。

目標がLOS上を飛行している仮定すべし Cross成分
 dBS及u dEは0であるから GはR, E, dRW, IV
 及び気圧rのみ関係し射表が又は機械的計算によつて
 算出することが出来る。

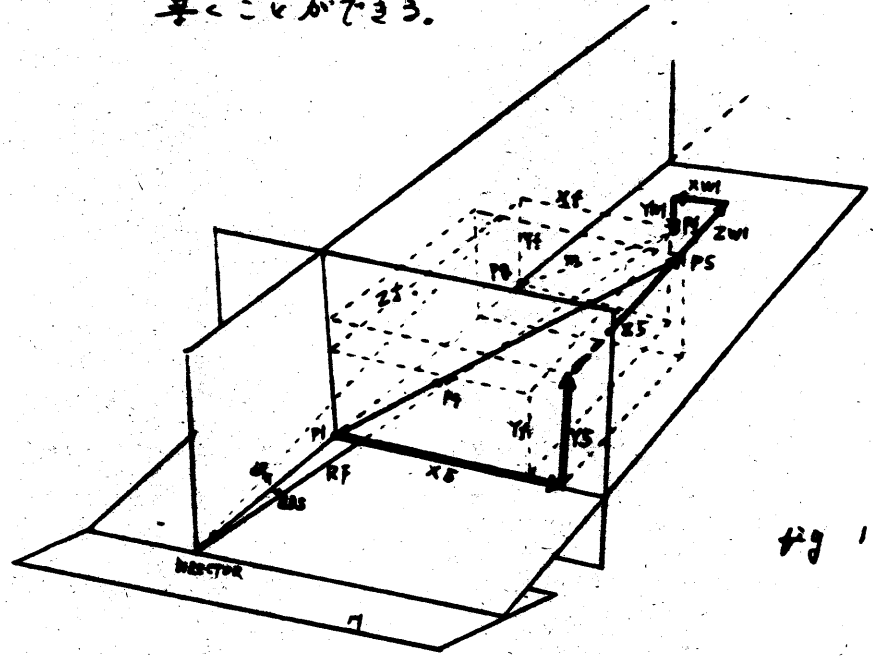


Fig 15

P1は砲の射撃時ではなくヒューズセット時における目標
 現在位置。

弾はT秒後砲射されこのとき目標はP4の位置にある。
 T秒の間P4からP5まで運動し弾はここで命中する。
 目標の速度をSとすればP1~P5の距離はS(F+Tg)
 である。風力の影響がなければFの問題における距離はP5
 までの距離によって決定されるが、風力のある場合は飛行
 秒時中のある作用を及ぼすから RdBSW, RdEW, 及びdRW
 からその偏倚直線距離を計算してP5に加之して行かなくては
 ならない。この結果P5がえられる。

Pfの座標 Xf Yf Zfは P5の座標 X5 Y5 Z5 と風力
 による項 Xw Yw Zw の関数である。

目標運動による項 X5 Y5 Z5 を求めるのRの速度Sは
 リードアングルの問題と同様に RdBS, RdE, dRの3つ
 の成分に分解される。

RdBSW, RdEW, dRW はリードアングルを求めたときの
 それと同じものである。

Pfの座標は以上のリードアングルの(F+Tg)をかけた
 はずである。

$$Xf = (\overline{RdBS} + RdBSW) \cdot (F + Tg)$$

$$Yf = (\overline{RdE} + RdEW) \cdot (F + Tg)$$

$$Zf = (\overline{dR} + dRW) \cdot (F + Tg)$$

$$(RF)^2 = (R + Zf)^2 + (Xf)^2 + (Yf)^2$$

$$RFはm^2 = (Xf)^2 + (Yf)^2$$

$$\text{よって} RF^2 = (R + Zf)^2 + m^2$$

$$\begin{aligned} (RF)^2 &= (R + Zf)^2 + \{(\overline{RdBS} + RdBSW)(F + Tg)\}^2 \\ &\quad + \{(\overline{RdE} + RdEW)(F + Tg)\}^2 \\ &= (R + Zf)^2 + \{(\overline{RdBS} + RdBSW)^2 + (\overline{RdE} + RdEW)^2\} \cdot \\ &\quad (F + Tg)^2 \end{aligned}$$

$$\text{簡単にすれば } (Rd\theta)^2 = (\overline{RdBS} + RdBSW)^2 + (\overline{RdE} + RdEW)^2$$

$$(RF)^2 = (R + Zf)^2 + (Rd\theta)^2 (F + Tg)^2$$

上式の右辺の第1項は通常第2項に比し程の大きさなので

$$RF \approx R + Zf + \frac{(Rd\theta)^2 (F + Tg)}{2(R + Zf)} \dots \dots (47式)$$

RFの算定に使用される。

(RF - Rg) の導出

$$Rg = R + G \cdot \sqrt{Rtw}$$

$$R + Zf = R + \sqrt{Rtw} (F + Tg)$$

$$= R + F \cdot \sqrt{Rtw} + Tg \cdot \sqrt{Rtw}$$

$$= R + F \cdot \sqrt{Rtw} + Tg \cdot \sqrt{Rtw} + G \cdot \sqrt{Rtw} - G \cdot \sqrt{Rtw}$$

上式を(47式)に代入

$$RF = Rg + (F - G) \sqrt{Rtw} + Tg \cdot \sqrt{Rtw} + \frac{(Rd\theta)^2 (F+Tg)^2}{2(R+Zf)}$$

Rgは左辺に代入

$$RF - Rg = (F - G) \sqrt{Rtw} + Tg \cdot \sqrt{Rtw} + \frac{(Rd\theta)^2 (F+Tg)^2}{2(R+Zf)}$$

上式はMK56 GFC S における F の最終式である。

(F - G)

推打秒時の間における目標運動のクロス成分や風力の影響による距離の増加、変消時 Tg 間の目標距離の変化を考慮しなくてはならない。

クロス成分及び風力の影響はコニゴエ-9-MK30 のボールキャリッジユニットの carriage によって駆動される方式のボラニシヨメ-9-から導入される $\tan^2 D$, $\tan^2 V$ によって処理される。

F - G の計算は Pg までの距離と F 秒後 P までの距離の比較を基礎をおいている。

シヤイロ フレセツション回路

1. 方位整管制の概要

方位整管制の第一の機能はレーダアンテナの指向を正確に目標上へ保持することである。旋回に伴って電動機は方位整管制回路よりコントロールされた方位盤を旋回し、アンテナを制御させる。

(1) 方位整管制信号

- (1) T.D.S モード
- (2) スル - モード
- (3) オプティカル モード
- (4) オートトラックィング モード
- (5) レーダサーチ モード

手動のサーチ - スル - モードはコンソールにある「スキャン」レバーからのものを除きすべてスイッチングコントロールユニットを経由する。

方位盤を制御する各機の方法はモードによって異なる。モードはコンソールMK4及び方位盤にあるスイッチにより切換えられる。

2. スイッチングコントロールユニット

このユニットの機能は旋回信号、前角信号と種々の入力線からの付属した照合電圧を選択する。

A. オプティカル スル - 及び T.D. 信号の切換

K27202 ---- スル - スイッチ

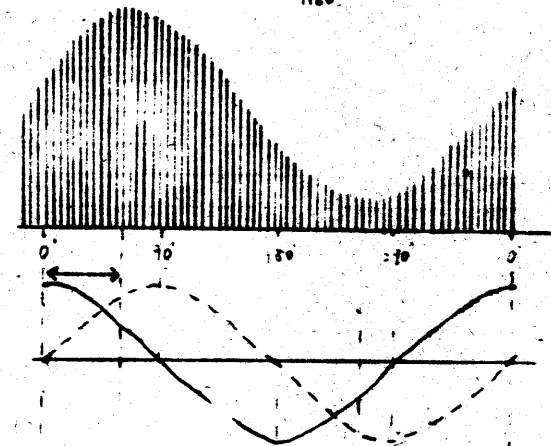
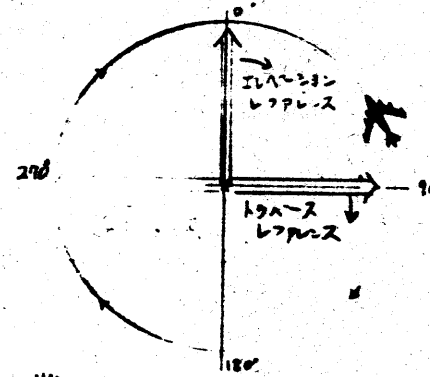
B. レーダ - 信号の切換

K27201 ---- コニカルスキャン

ウ 照合電圧の切換

K27204 ---- TD 押ボタン
UNREG 電源 → TD 電源

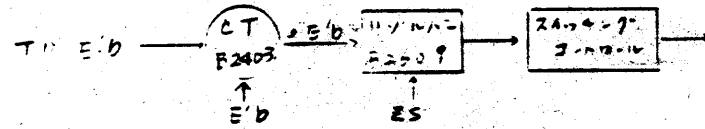
3. 自動追尾モードの入力信号



トラッキングエラー
(振幅はレーダービームが目標からどの離れ距離を測る)

トラッキングエラーは旋回基準電圧の位相が30°進んでいる位相の進み遅れはレーダービームが目標を捕らぬために右又は左へ動かす必要がある。位相の進み遅れが90°より小さいことは目標がスキャンの右側にあり右へ旋回させる必要がある。位相が90°より大きい場合は左へ旋回させる。

2つのレゾナンス電圧アテナシステム機構により
 駆動されるAC発電機(B2502)から発生した交流電
 圧(B2603)を通りジャイロプレッション回路に入る。



4 光学遠視モードの入力信号

トランスミットコントロールユニット --- 方位整射手

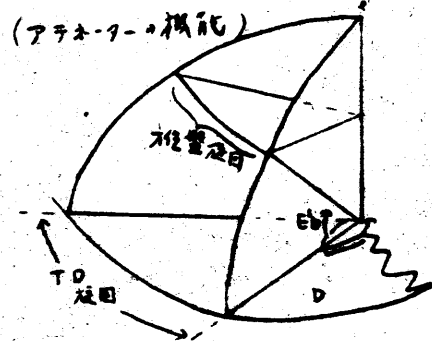
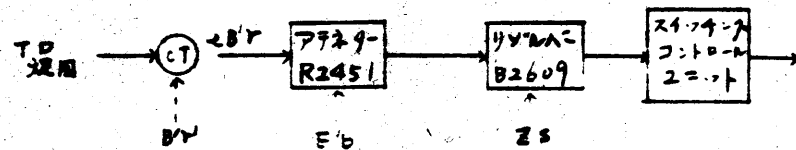


5 スリムモードの入力信号

スリムモードコントロールユニット --- 指揮官



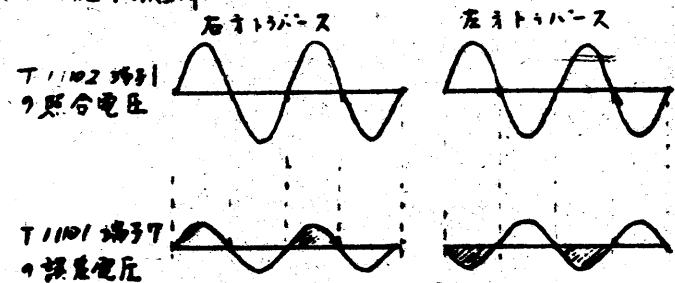
6 TDSモードの入力信号



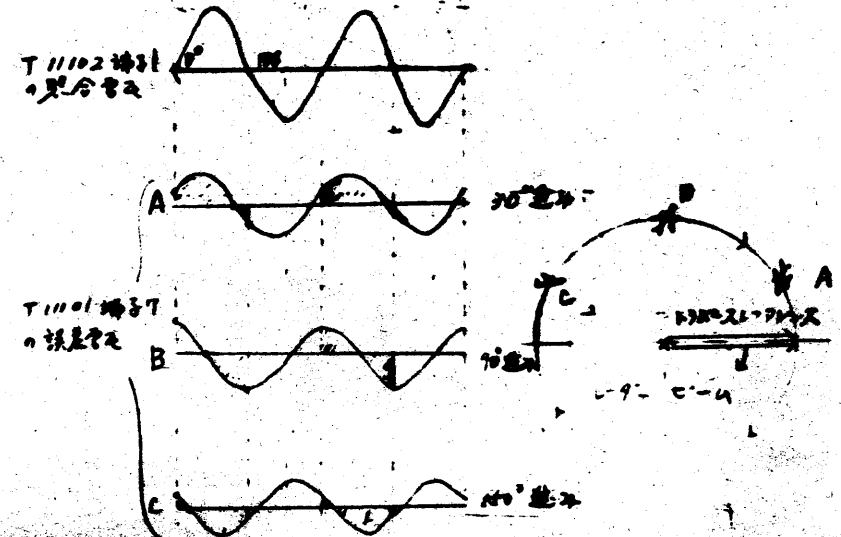
7 位相弁別回路

入力信号と照合電圧と比較してレートジャイロを旋回方向に動かすためのコントロールモーター電流の大きさを極性も決定する。

(1) 入力位相関係

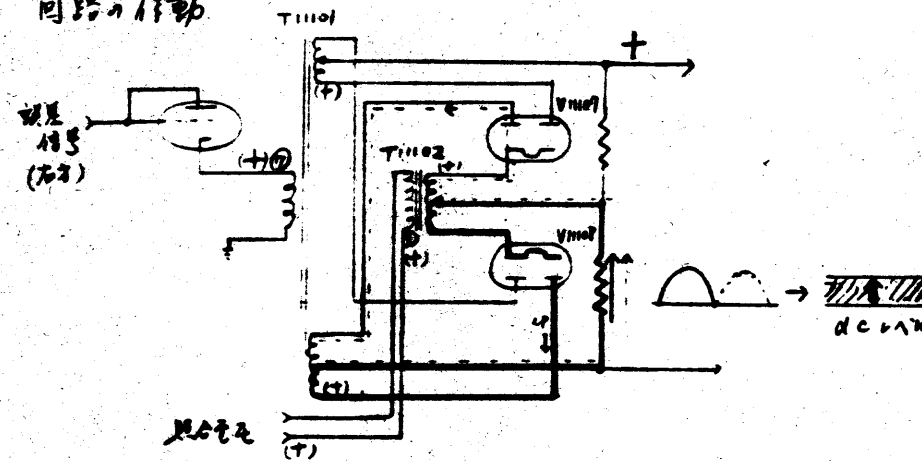


(光学スリムモードTDS回路の位相弁別器の動作関係図)



(旋回モード誤差信号の位相弁別器の動作関係図)

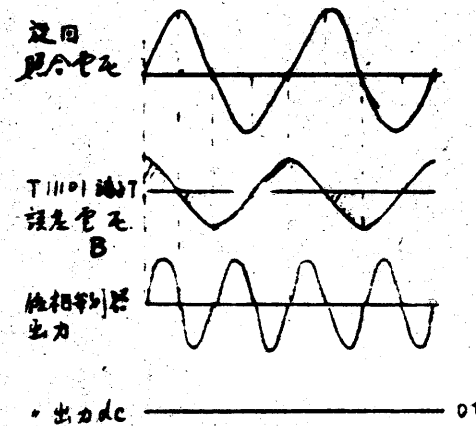
(2) 回路の作動



上記の作動は右方旋回信号による極相并列器の作動である。左方旋回においてはT1101にかかる極性が反転する為の出力の極性は逆になる。

L-9=誤差信号入力の場合

L-9=誤差信号は目標がL-9=ビームの中心位置にあるかによって入力極性が反転してくる。



左各波の周期は目標がL-9ビームの中心にある場合の例である。
極相并列器の出力は1/4サイクルで反転。dcへ変換するにdc出力は0Vとなる。
目標はビーム中心の上にある為の予てを戻す必要はない。

8. L-9=サークル TDモードでの水上手動操作の手動入力信号

1. 手動入力信号

MK4コンソール {
ベアリングハンド17
スル-レバー (巡回)
エレベ-ションハンド17

- L-9=サークルモード
 - TDモード
 - 水上手動操作 (7-7=ス=マ=フル)
- } の場合用いられる。

ア. L-9=サークルモードの入力信号

K5904 --- サ-マ=ス

(ア) ハンド17の回転はK11202を経てシフトレジスタ回路に加工され極相并列器出力に加工される。

B5901 --- ベアリングハンド17

B5901 --- トランスミッター

ハンド17の1回転はその回転速度の速い速い関係で方位盤の一定の角度の回転を生ずる。例として90度の方位盤が4V/RPSとしてこれを1/2 RPSの速度で回転すればその方位盤の発生電圧は2Vであり、ハンド17が1回転すれば発生電圧は2Vの電圧が2秒間持続する。

また1RPSの速度で1回転すれば電圧は4Vで1秒間持続する。両者のサークルの最終位置は同一である。

(イ) スル-レバー (S5907) スキヤンモスパラレル (K5901 磁気) とする

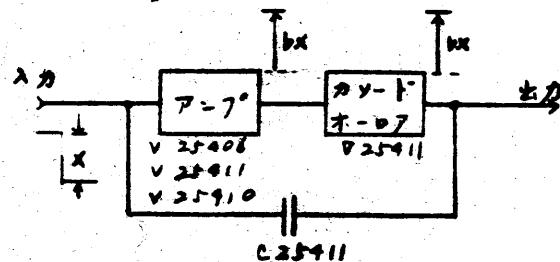
スル-レバーがその位置に動くとその位置に応じた電圧を発生。方位盤の電圧より速い速い一定の速度で回転する。

イ TDモードの場合の自動入力信号

K5904 ---- TDモードでフェーズ同期

ア) システムがTDモードの場合 K5904 は励磁されたタコメータの出力は目標指示ユニットの積分回路に加之される。この回路の目的はフレッションシステムが自動TDモードで稼働している場合のタコメータの速度に比例した電圧を生成し、比例電圧と交換して1つのサーキットを作ることである。

従ってこの積分回路からの出力はタコメータの回転速度に比例して生成される。

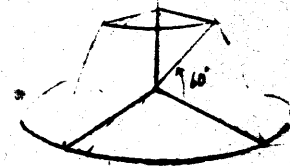
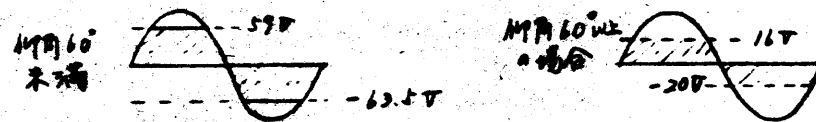


イ) DC電圧 X (右に旋回GNDに対して負) が V25406 のピン7に入ると C25411 の左側に充電され、入力電圧は10倍の増幅率で伝達される。カソードホールドからの出力は bX である。従って C25411 の両端の電圧は X + bX となり、キャパシタの充電は1端の電圧 X が加えられる。他端が GND である場合、X + bX となる。

オペレータがハンドレバの回転を停止し、入力電圧が0になってもア=7°は C25411 の充電が消失するまで出力を保持する。

R25454 ---- 0出力ポジション

ウ) 制限管 (V25410) の働き



Eは60度以上のとき K25403 は制限管の作動範囲が切り換わる。これは仰角が大きくなる場合方位捜索角の制限範囲を減少させる。方位捜索角は方位捜索仰角の SEC K として増大するので高仰角ではこの制限は狭くなる。結果はなるのである。

(Z) SEARCH-ERASE スイッチ

TDモードで操作員が目標の掃くが済んだとき積分回路をリセットしてTDシグナルの補正値を打消す必要がある。この操作は search-erase スイッチによる C25411 のチャージを放電する。

ウ) サーフエス手動操作の入力信号

K5904, K25405 が励磁されたタコメータ電圧は分圧器にかけられ積分回路に加之される。この結果 R25443 の両端に生ずるタコメータ電圧と積分回路の出力電圧との和がフレッション回路に加之される。従ってサーフェス手動信号はハンドレバの回転速度に比例した電圧とその積分された電圧が組合わさったものである。これにより方位整り指向は円滑に行われる。

サーフェス手動操作においては自動の励磁入力はない。

10 記憶回路 (コストオーバーシジョン)

コニカルスクリーンを動かしているとき K7801 及び K1790 が励磁され、位相弁別器の出力はコストリレー K1120 を通ってフィルタ回路網 記憶回路に充電する。

(1) 目的

第2の目標又は追従を行なっている目標又は同じ距離及び方位の現物か他の目標によるレーダーのかく乱を打消すの コストオーバーシジョンがある。

(2) 操作

オーバーシジョンはコンソルの COAST ボタンを押す
K1120 は断りたり位相弁別器からの出力は 0 となるが C7803, C7804, C7805, C7806 及び C11116 によりチャーシス出力電圧よりプレセジョンのレートは保持される。

この結果 20~30 秒間方位等は以前と同じレートで運動を続ける。

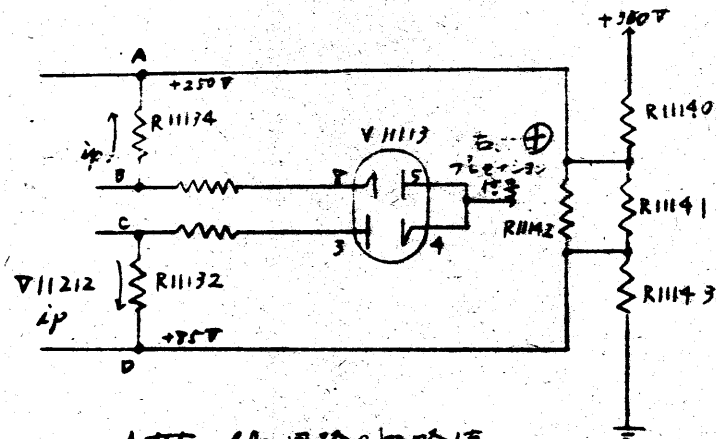
オートカールモード及びスパイラルスクリーンの間は K7801, K7901, 兼励磁 (格) の右のバイパスされる。

11 アンチタンブル回路 (Antitumble)

レートジヤイロはジヤイロとジンバルの間の運動を制限するメカニカルストップが装備されている。もしジヤイロがこの第1のストップから 90° 離れればもうある第2のストップに向って急速にプレセジョンする反転運動が起る。上下左右 4° のジヤイロの運動を制限するメカニカルストップに当るのを防ぐためのアンチタンブル回路がある。

作動 (説明) ジヤイロピッチアップの発生する誤差信号の量を測り、その値が十分大きくなるとプレセジョン回路にある修正値を導入してトルクモーター電流を減少させる。

レートジヤイロピッチアップ T2603 からの誤差信号を平均化してこの場合 V11204 に送られる。



Antitumble 回路の概略値

ジヤイロが0位置からプレセジョンを起し右方に旋回を起すとエラーシグナルをピッチアップに発生する。T2610で位相及軸 V11204 で両方及転され電圧電圧と同相になる。V11211, V11212 91k の電圧はプレート電流を R11132, R11134 の両端電圧降下を増加し、B点で -11V, C点 -180V V11113 の 4.5k は右旋回信号をプレセジョン回路から送り電流を正 (+) する。この結果信号が大きくなると V11113 の 5.8 は普通はプレセジョン信号をバイパスする。

左旋回 --- B点 +210V プレセジョン信号
C点 +300V

上記の現象はジヤイロが0位置からメカニカルストップ点の間以上動くと起る。

12. スイッチング スムージング 回路

(1) 機能

システムが追尾の1モードから追従モードへ切替える
 とき、追従モードの信号は一時消失する。この切替の1
 ~2秒の間、高速目標に対しては目標を失う可能性がある。
 通常追尾モードのスイッチングの間、前モードで目標の
 位置を記憶する装置の目標保持も容易にする。

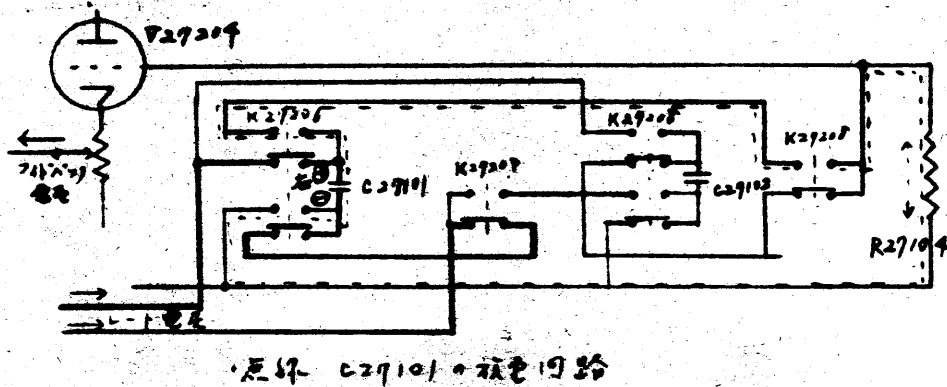
(2) 作動

T27201の1次追尾モードコントロールに接続し、ス
 witching操作により発生したサービ電圧をうける。
 サービ電圧はリレーコイルが励磁及び失励となす時、この
 うち発生する電圧である。

オプティカル
 スルー
 スパーク
 コニカル
 T.D

サ-ビス マニ-フルの場合を除く。

(3) スムージング回路

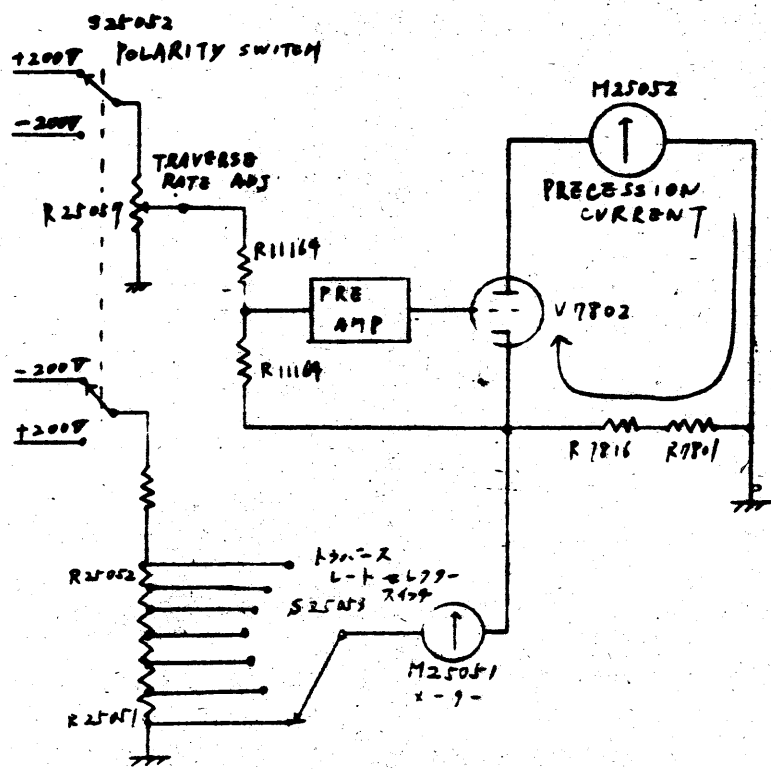


13. テストパネルの作動

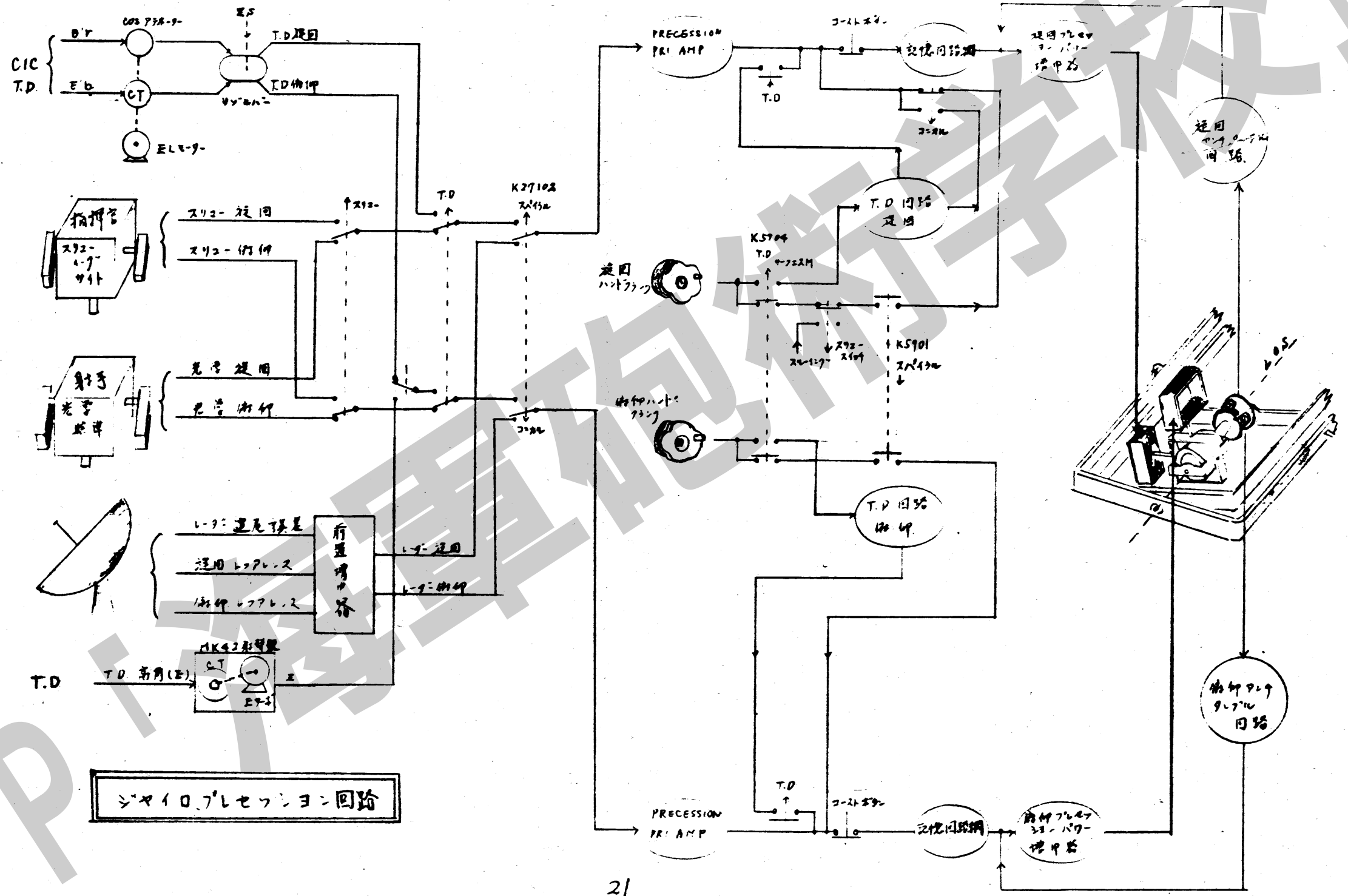
(1) テストパネルのスイッチ (S25101)

- NORMAL の位置
機器を正常に作動させる。
- STATICS
テストリレーが作動し、プレセッション信号をアンプ回路に断たす。
テスト回路の信号電圧がプレセッション回路に導入される。(静的試験)
- ALIGNMENT
プレセッション回路に影響なし。コントロールのテスト用に使用する。

(2)

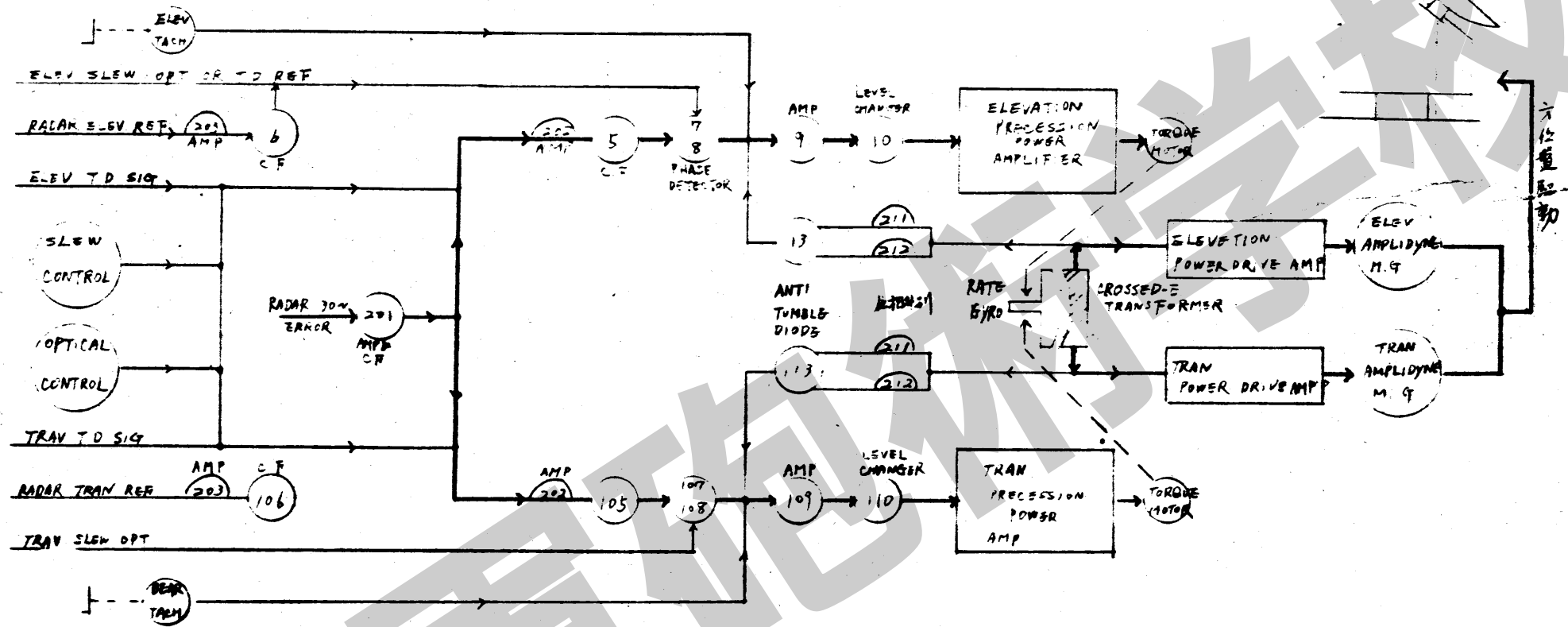


レトシヤロ プレセツション回路



シヤロ プレセツション回路

3) Gyro PRECESSION CIRCUITS



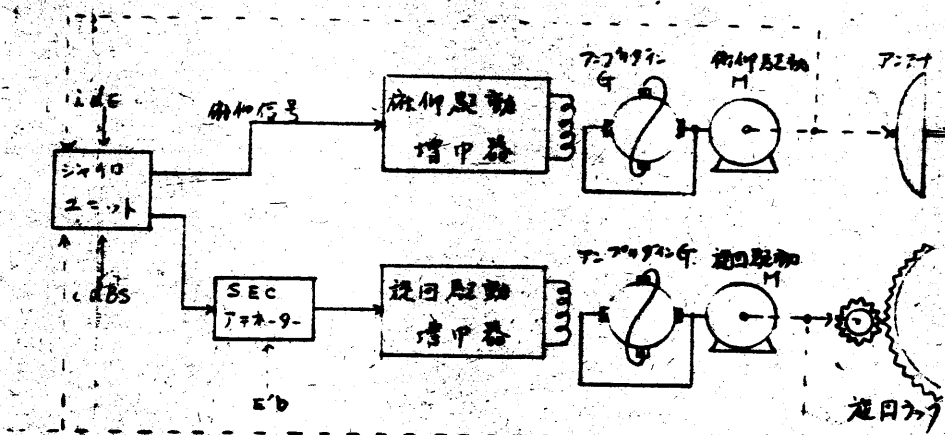
HP「海軍砲術学校」公開資料

子=02 1K-0 砲術学校

コ=02-9-モ-ト		概 説	目標捕獲要領	方位型管制要領	
対空射撃	A A	通常の対空射撃の要領であり、目標の捕獲・搜索のため光学 (Slow optical) コ=02-9-1 (L-9-1-4) がある。 目標の追尾は optical (コ=カル) 自動追尾 (コ=カル) であり、この追尾の状態に左右・上下・遠近の見越を計出する。 L-9-1-2より目標の搜索時 L-9-1-4, T.D.R. L-9-1-5 スパイラルコントロールが有効である。	光学 光学 L-9-1-4 Auto Tracking TD	Slow optical optical L-9-1-4 Auto Tracking TD	slow optical コ=カル コ=カル コ=カル コ=カル
	ロ-7-7 (LA)	上記の対空射撃のうち目標高角10°以下のものを射撃するものである。この場合方位型管制目標搜索捕獲を追尾は AA と同じであるが、コ=02-9-1-4 高角0-10°が調整され、上下見越は計出しない。	同	同	上
対水上射撃	LA の場合と同じであるが、対水上射撃であるので次の点に相違がある。 ① 方位型管制要領: コ=カルに比べ高角・追尾シフトは小さい (概ね半入) ② コ=02-9-1-4 のコスト増大 (約半増) ③ 死軸角: 対空用と若干の相違あり対水上に有利				
射撃	サーフェスマニアル (SM)	サーフェスにおいて L-9-1 自動追尾が困難な場合 (遠距離・起伏のある目標) 用いる方法であり、自動で目標を追尾しない。 このモードは L-9-1 コ=カルが原則であり、MK4 コントロールの自動で目標を追尾するに比べ見越 (遠近・左右) が計出される。なおサーフェスと異なる点は左右のみであり、高角については同じである。	光学 L-9-1-4 目標追尾	Slow optical L-9-1-4 目標追尾	この場合の射撃はサーフェスモードと同じ状態であるので方位型管制はサーフェスマニアルと同じ。 コ=カル コ=カル
	T D	目標の捕獲・搜索のため、CIC (TDS) の指示で方位型管制の要領であり、この場合方位型管制は CIC の信号により管制される。 ① CIC (TDS): TD ボタンを押すこと自動的相向 ② ハド7-7: TD 捕獲方位中心に左右約30°上下	L-9-1 CIC L-9-1	CIC CIC コ=カル	TD ボタンを押すこと自動的相向 CIC 指示方位に同期 スパイラル スパイラル

4. 動力操縦系統 (Fig 16)

(1) ジヤイロユニットから方位盤駆動までの機能作動。



(パワー・ドローイング 7-77970G)

ア. 機能

レーダー・ビームの軸とレーダー・スピンドル軸と平行に保たれる。レーダー・ビームとジヤイロスピンドル軸と平行に保たれるよう方位盤を旋回し、レーダー・アンテナ軸に併行する。

ジヤイロスピンドル軸の相対的の相対シグナルを応答して、トルクモーターによってプレセッションを起す。この結果エラー・シグナルが起すことにより、パワー・ドローイング方位盤をジヤイロに連動させる。

(2) 誤差信号

ア. レーダー・ジヤイロ・ピッチ・アップ (T2603)

1次コイル --- 35V AC UN R04

2次コイル --- 48V 2Eb

イ. リジルバー (B2604)

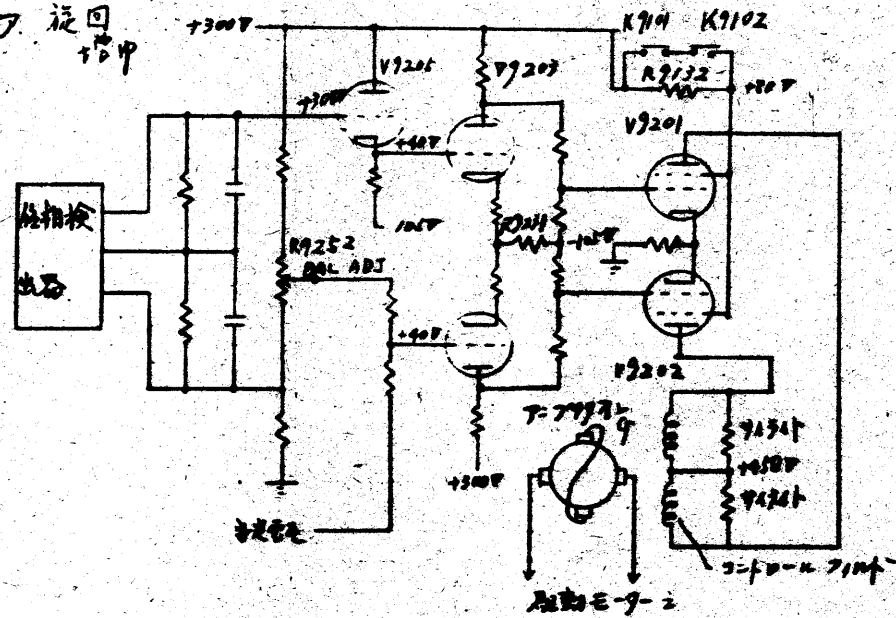
トルク・トランス及びトルク・エレベーション面内で測定された誤差信号を甲板面に開するデータに変換する。

ウ. セカント・アナライザー

スラント面の値を甲板面・旋回角に変換する。

(3) 誤差信号の増中

ア. 旋回増中



K9101 --- 7-77970G (OFF) の電圧

K9102 --- 7-77970G +82° ~ -23° の間「増」

R9132 (100% 増) と増幅率 = 2.5 の 84 スクリーニング・リット電圧を +80V に保つ。リレー・コントロールの電圧を 5V 以下に保つ。7-77970G コントロール・フィルタ電流を値に保つ。

サイリット (TY9201, TY9202)

コントロール・フィルタの周波数の増力損失を減少する状態に保つ。フィルタに起す電圧をなるべく上昇する傾向に保つ。サイリット相対的電圧を 15V の抵抗値となり、コントロール・フィルタの増幅回路をより高電圧の電圧に保つ。

4. 増幅器

K9101 (下限リレー) --- (出力管、スクリーングリッド電圧を極値に保つ。
出力管の出力を遅延する)

R9102 (ロス管増幅抵抗) --- (アンプダイン電流量の制限。
R9103 ("))

CR9101A(B) --- (制限リレー作動時の出力管のプレート電圧を昇しくして出力を0電圧にする。)

(4) アンプダイン電機

増幅器の出力はそれだけ増幅。増幅アンプダイン電機のコントロールフィールドは供給されている。
コントロールフィールドは2個の大きな互換方向の反対極界に分けられ一方の極界が他方の極界より大きいときはその大きい方の巻線に流れる電流が流れる。
駆動モーターの回転方向はコントロールフィールドの何れか一方の大きな電流を流すことによりコントロールされる。

440V 3相モーターを駆動し、出力は約10倍に増幅される。増幅駆動モーターを駆動する。

15) 安定回路

ア 安定電圧
1. モーターアーマチュア電圧
2. モーター直巻界磁電圧
3. アンプダイン コードリクチャーフィルタに発生する電圧。

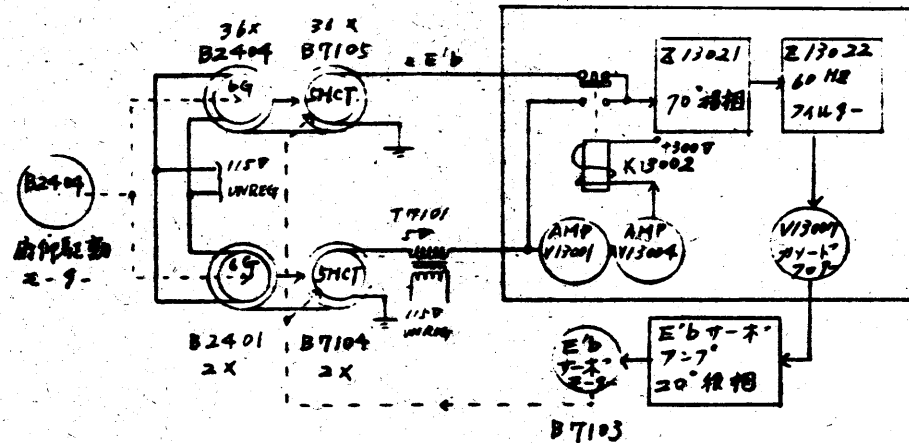
イ モーターアーマチュア電圧
モーターの運転電力は巻線内の抵抗により発生し、入力信号電圧を加えられる。

ロ モーター直巻界磁電圧
直巻界磁電圧は駆動モーターへの電流に比例する。電流増大とよばれ、駆動モーターが駆動するとき又は反転する際大電流が流れるとき最も初発的である。

エ コードリクチャーフィルタ電圧
コードリクチャー磁束がその強さを失ったときだけ発生する。これはアンプダインの負荷が変化するときだけ起る。 --- ショック降電

5 情報サーボ系統 (Fig 23)

1) E'bサーボ系 (方位盤制御回路)



E'bサーボ系は方位盤制御用としてコンピュータMK30の中にあるE'bの機械的回転として両方する尺ののれりである。

ア. E'bサーボモーターの機械的出力

1. 座標変換器(ゲミ-カン)にE'b
2. E'g計出差動差率にE'b
3. 集中用計算回路にE'b

イ. 誤差信号

精(20)粗(2x)受信CTの俯仰回転角度を受信し、レスポンスによるロ-9-位置の誤差角度を検出する。

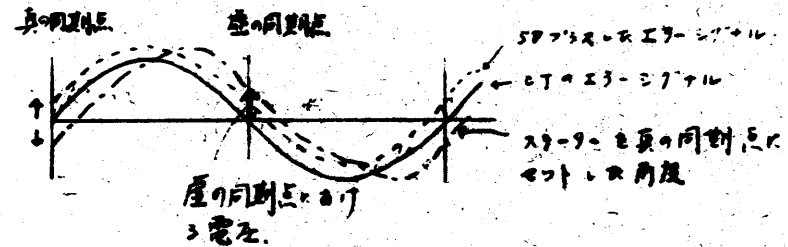
ウ. 正しい同期

精粗の検点 角差2.5°以上になると4 K1300.2が励磁され粗シグナルが移相回路入力となる。

虚の同期防止

T7101はUNREQ 15V ACを12割に減らした2次側には5V ACが発生する。

CTはロ-9-電圧が0Vになる点を示している。1つは真の同期点であり、180度遅れた虚の同期点である。

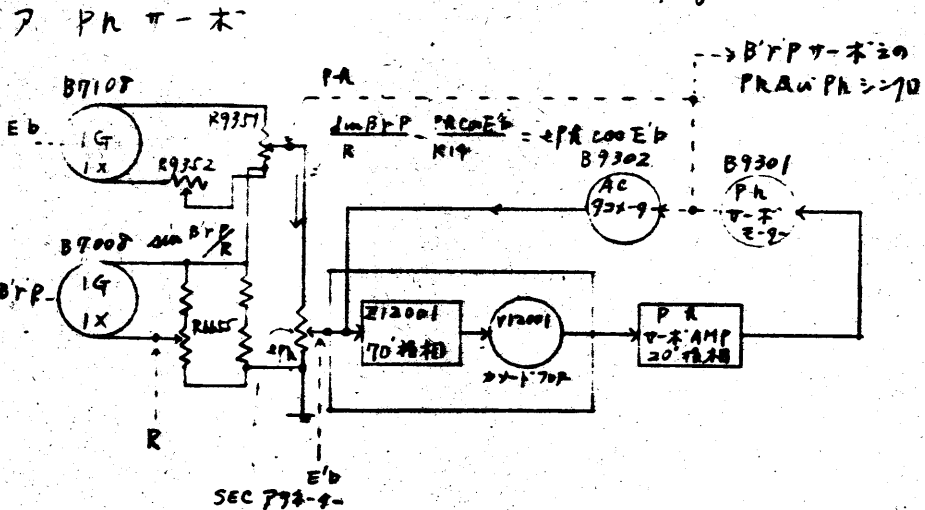


受信CTからのエグジット電圧を5V ACに加えることにし、虚の同期点については0ボルトにするため、虚の同期点を防止する。

エ. サーボモーター

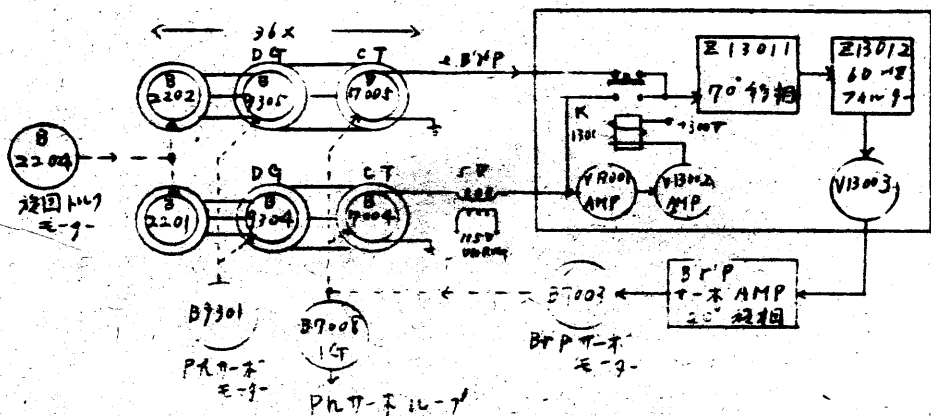
- S 7101 --- E'b 制限スイッチ
- S 7102 --- E'g 制限

(2) Phπ-ホ & B'Pπ-ホ系 (Fig 25)



B 7008 → Sin B'P
 B 7108 → cos E'b
 R 9351 の 7-4 x 7-9-9 → 7 間電圧... PR cos E'b / K14
 SEC 772-9 - 両端電圧 → PH cos E'b
 出力 → PH

1. B'Pπ-ホ

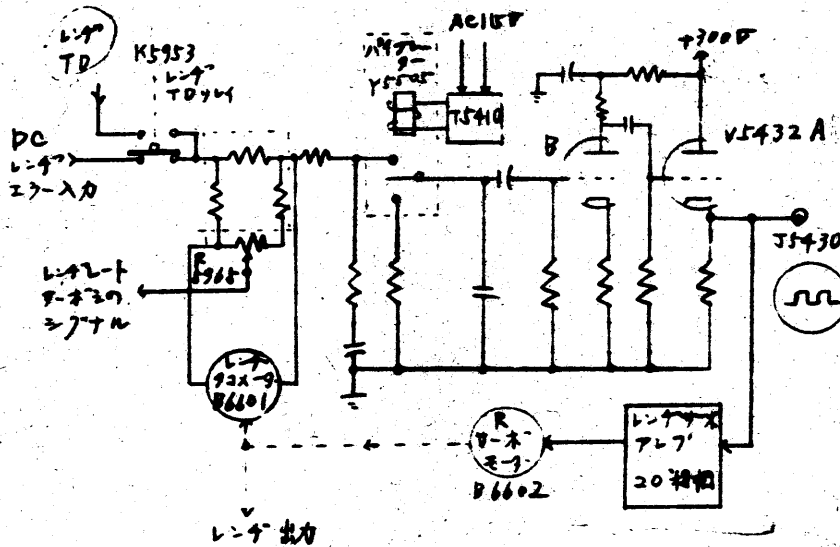


B 7305 (B 7304) 差動シグナル出力
 方位調整同角土 PH 修正値 = B'P

精的試験

K 7002 によって精粗シグナル供給し手動用走
 (B 7009) の 2+ B'P を調整する。

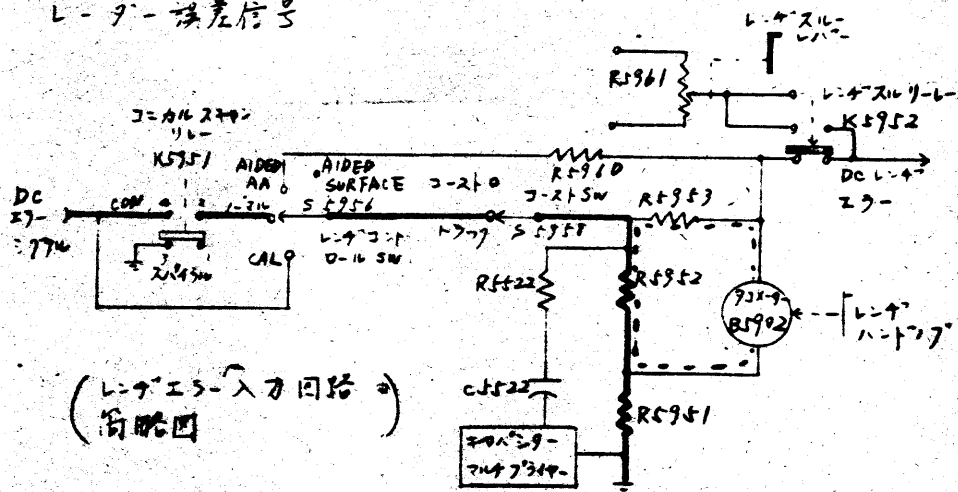
(3) Rπ-ホ系 (Fig 20)



目的 L-9-レシグエラ-シグナルに依る距離と表
 力機械的出力を得るべくである。

入力 L-9-シグナル
 手動入力
 TD シグナル

0 L-9-誤差信号



(L-9-エラ-入力回路の簡略図)

(7) L-9-コントロール SW

- AIDED-AA ----- L-9-エラ-「セリ」
- AIDED-SURFACE ----- " " "
- CAL ----- コ=カハ. スパイラル R 関係なく
入力となる。
- NORMAL ----- コ=カハ時 L-9-エラ-が
入力となる。

(4) 補助距離 (AIDED)

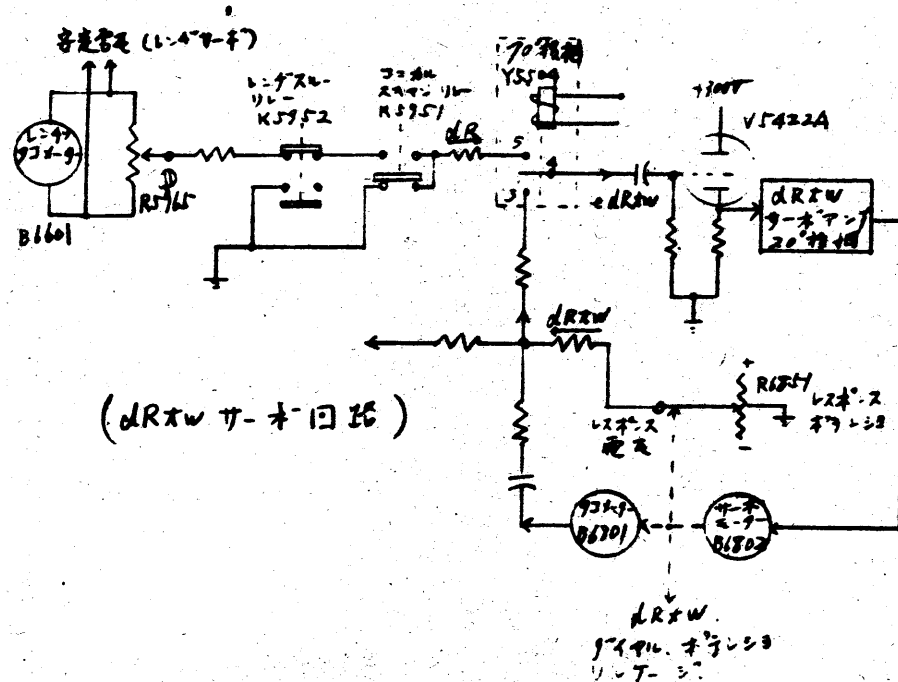
L-9-制御ノブの B5902 (731-9-) の出力
1-マスの場合 L-9-エラ-シフトを加減する。

(7) 記憶回路

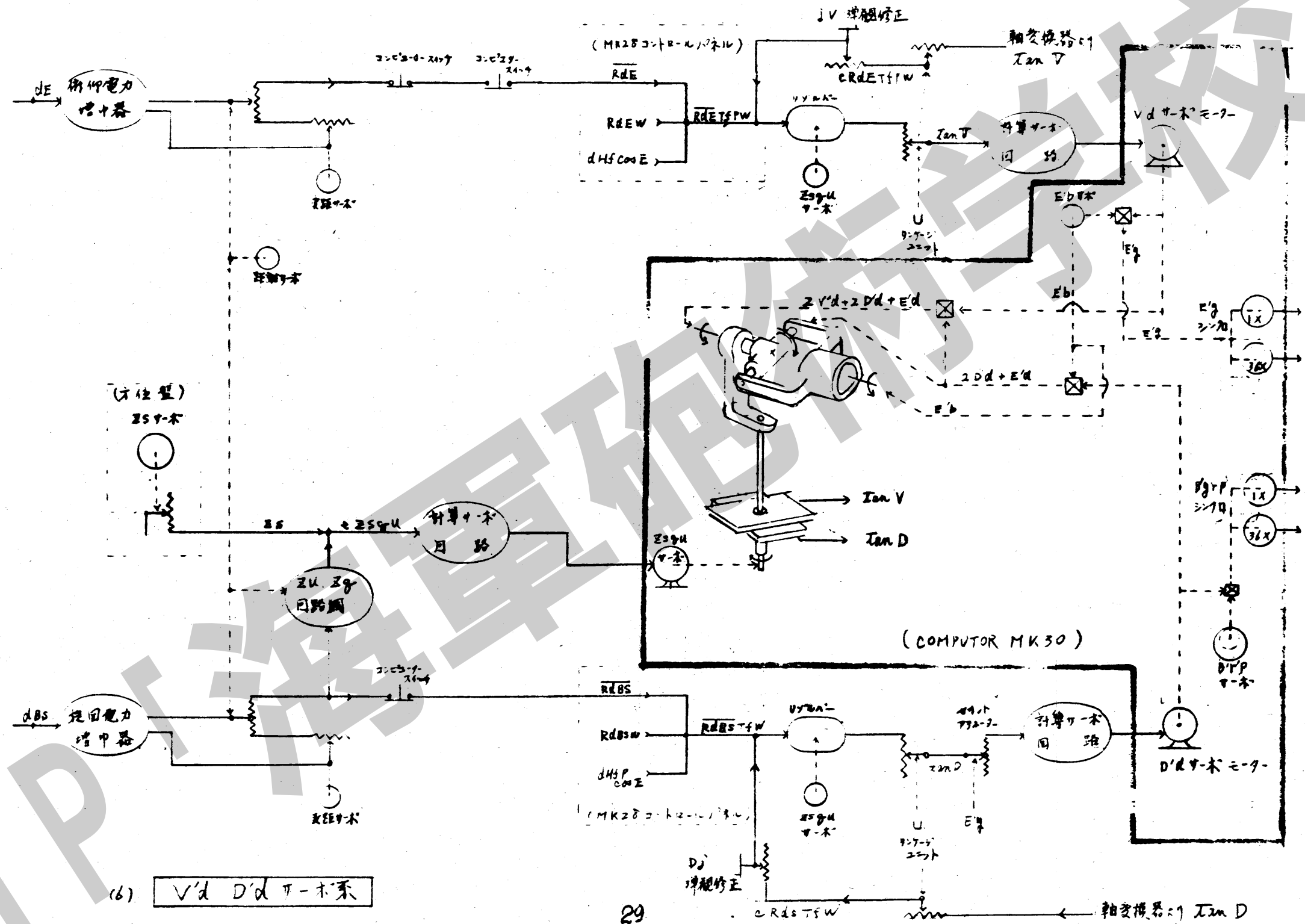
C5522 の補助電圧シフト - ϵ 10 μ F ~ 300 μ F まで
増加させる増幅器として用いる。

二) 目標指示

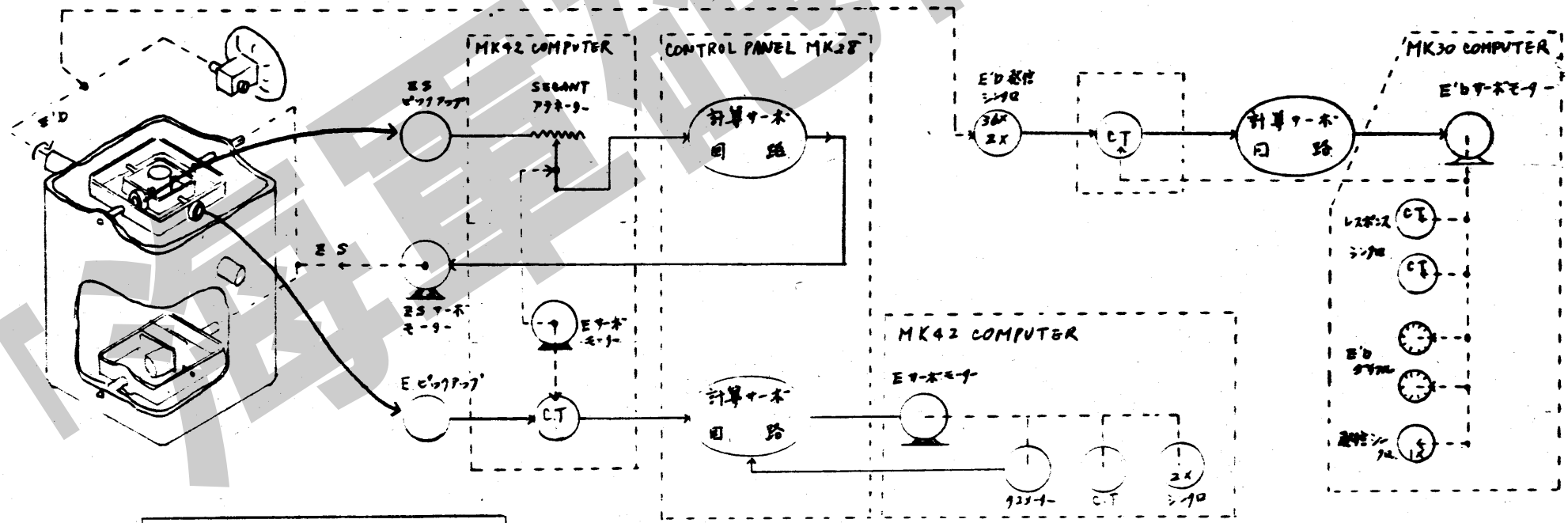
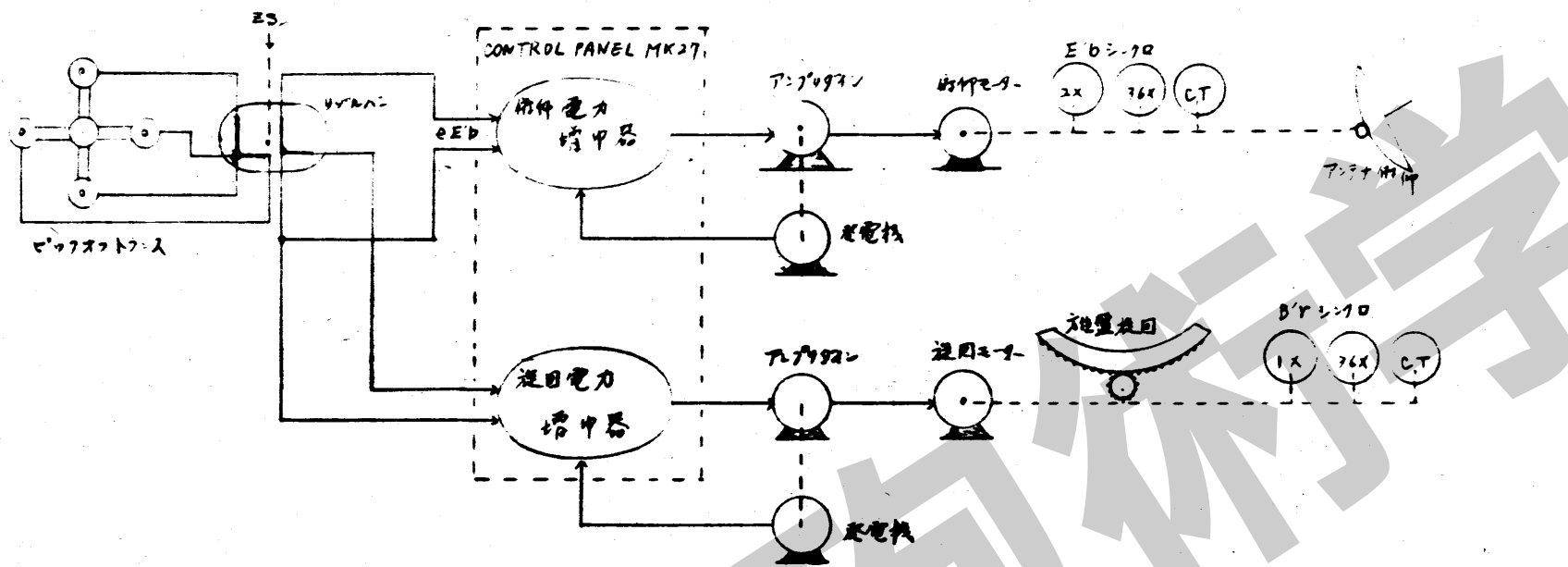
(4) dRtW サーボ系 (Fig 20)



(dRtW サーボ回路)



4) 万倍整定同時作動回路

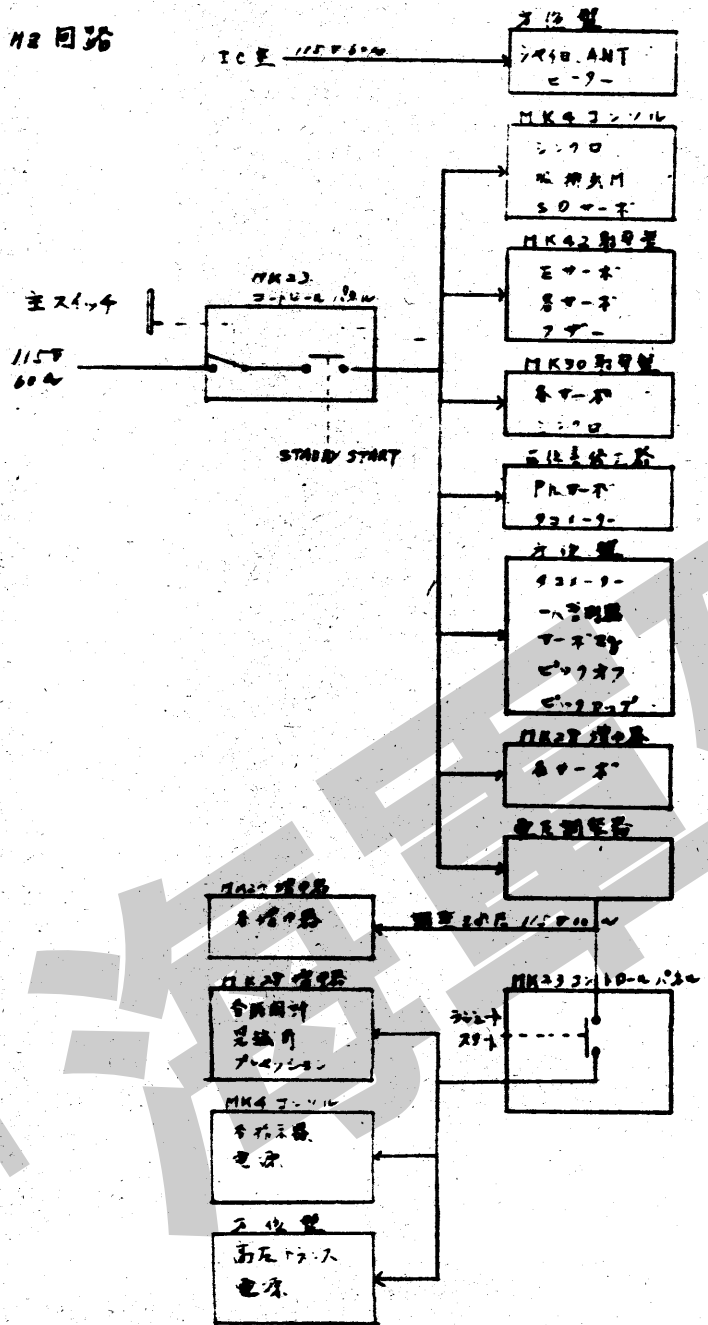


5) E E b. ZS サーボシステム

2. 電気回路の概要

(1) 起動回路

7 115V 60Hz 回路



4. 440V 回路

