

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 500 148

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 03061**

(54) Simulateur d'entraînement au tir au canon anti-aérien sur cibles réelles.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). **F 41 G 3/26.**

(22) Date de dépôt 17 février 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 33 du 20-8-1982.

(71) Déposant : THOMSON-CSF, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Henri Chanforan, Philippe Paris et Michel Vallet.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : P. Guiguet, Thomson-CSF, SCPI,
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

1

SIMULATEUR D'ENTRAÎNEMENT AU TIR AU CANON ANTI-AERIEN
SUR CIBLES REELLES

La présente invention se rapporte à l'entraînement au tir au canon anti-aérien sur des cibles attaquant à basse altitude.

5 Malgré le peu de temps laissé dans ce cas pour une défense éventuelle, il a été montré qu'un tir efficace peut être obtenu au moyen de canons de petit calibre et de tireurs exercés effectuant un pointage à l'estime, dans un viseur optique du type à "grille de visée".

Un tel tir efficace ne peut toutefois être obtenu que si le tireur est 10 convenablement entraîné. Un entraînement au tir réel est extrêmement coûteux et présente des difficultés pour utiliser une cible à la fois réaliste et sans danger pour le pilote. Il est donc tout à fait nécessaire d'utiliser un simulateur qui mette le tireur dans une ambiance aussi réelle que possible sans consommer de munitions.

15 Le simulateur d'entraînement selon l'invention, a donc pour but la formation des tireurs au pointage sur des cibles réelles et à l'aide de viseurs à grille de visée et sans tir réel.

Le simulateur est monté sur un canon, éventuellement dépourvu de son tube, et se trouve plus particulièrement associé au viseur de ce 20 canon par un système de superposition optique et de collimation.

On utilise pour son exploitation des cibles réelles coopérantes qui présentent, à une distance connue, une vitesse de rapprochement également connue.

Lors du pointage classique à l'aide d'un réticule, le tireur oriente le 25 canon de façon à apercevoir la cible dans le viseur à un emplacement par rapport à ce réticule, fonction des conditions du tir. De même dans le cas d'une grille de visée, le tireur doit déterminer instinctivement où placer la cible par rapport aux différents cercles de cette "grille".

Une caractéristique du simulateur d'entraînement selon l'invention, 30 est de faire apparaître dans le champ du viseur, un "point de visée" sur lequel, le tireur, pour obtenir le bon pointage, doit amener la cible par orientation du canon.

Le déclenchement du tir se traduit dans le viseur par l'apparition

de traçantes dont les trajectoires sont conformes aux lois de la balistique. Un tir réussi est rendu par une surbrillance de la traçante au point d'impact avec la cible. Lorsque le tireur a acquis une certaine expérience, il peut estimer de lui-même dans quel cercle il doit placer la cible. Le point de visée est alors supprimé et l'exercice de pointage se termine uniquement avec la grille de visée.

Pour obtenir ces résultats, l'invention propose un simulateur d'entraînement au tir au canon anti-aérien sur cibles réelles, comprenant un canon muni d'un viseur du type à grille et de commandes permettant de le pointer vers une cible parcourant une trajectoire déterminée et de déclencher un tir fictif sur cette cible, principalement caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

- une caméra de télévision simuleautée avec le viseur pour fournir une image de la cible ;
- 15 - un ensemble de capteurs fixés sur le canon pour fournir des signaux déterminant l'orientation de ce canon ;
- un capteur fixé sur la commande de tir pour fournir un signal indiquant les instants de tir ;
- un premier moniteur couplé au viseur par des moyens optiques pour introduire dans ce viseur une image de traçante et une image d'un point de visée ;
- un pupitre de commande comprenant un deuxième moniteur pour afficher l'image des traçantes et l'image du point de visée ainsi que l'image de la cible et un cadre de désignation, un manche à balai pour superposer le cadre de désignation et l'image de la cible, et des commandes pour afficher les paramètres de la trajectoire de la cible et la sélection des modes de fonctionnement ; et
- un ensemble électronique de commande pour recevoir les signaux de la caméra de télévision, des capteurs d'orientation, du capteur de tir, du manche à balai et les commandes d'affichage, et pour élaborer les signaux à destination des deux moniteurs.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la description suivante présentée à titre d'exemple non limitatif et fait en regard de figures annexées parmi lesquelles :

La figure 1 représente le schéma fonctionnel d'un simulateur d'entraînement selon l'invention.

La figure 2 définit les angles d'orientation du canon ainsi que les orientations des axes sensibles des capteurs placés sur le canon.

5 La figure 3 représente la grille de visée située dans le viseur du canon.

La figure 4 représente la cible vue dans le viseur du canon.

La figure 5 représente une image de traçantes, formée des différents points lumineux correspondant aux projectiles constituant une 10 rafale.

La figure 6 représente le point de visée en forme de croix, repéré par rapport au centre de l'image.

La figure 7 représente un cadre de désignation CD, une fenêtre de sélection FS et une surface d'équivalence SE permettant de déterminer 15 les coordonnées de la cible C et la précision du tir.

La figure 8 représente le point de visée placé sur la cible C à l'instant du déclenchement du tir, et par anticipation le point d'impact I représenté à l'intersection des trajectoires apparentes et futures de projectile et de la cible.

20 La figure 9 représente le schéma détaillé de l'ensemble électronique EE représenté sur la figure 1.

La figure 10 représente le schéma détaillé du système de repérage SR situé dans l'ensemble électronique EE.

La figure 11 représente le schéma détaillé du calculateur de 25 coordonnées de cible CC situé dans le système de repérage SR.

Les figures 12, 13, 15 et 16 représentent les schémas détaillés des circuits de calcul PPX, PGX, PPY et PGY appartenant au calculateur CC.

La figure 14 représente les positions respectives de signaux t_1 , t_2 30 et t_3 propres aux circuits PPX et PGX.

La figure 17 représente les circuits d'interface relatifs aux traçantes et situés dans le calculateur CN appartenant à l'ensemble EE.

Le simulateur se compose de différents éléments situés, les uns, sur le canon et les autres, dans un poste d'instructeur placé à une dizaine

de mètres de celui-ci. Sur le canon, sont montés : un premier moniteur de télévision MO1, une caméra de télévision CA, des capteurs de mouvement CP et un système optique associé au viseur V du canon et au premier moniteur.

- 5 Le système optique comprend une lame semi-réfléchissante LSR et un collimateur C. La lame semi-réfléchissante est placée, devant le viseur V du canon. Elle permet de superposer à la cible (figure 4) et à la grille de visée (figure 3), vues de manière classique par le tireur, l'image du point de visée (figure 6) et l'image de traçantes (figure 5) fournies par
- 10 le moniteur MO1 et renvoyées à l'infini par le collimateur C. La caméra de télévision CA est simableautée avec l'axe du viseur V. Le viseur V est constitué, par exemple, par un viseur classique dit "clair" dans lequel la visée est effectuée à travers une lame semi-réfléchissante sur laquelle se réfléchit l'image d'une grille de visée. Le déclenchement du tir simulé
- 15 est commandé par le tireur au moyen d'une commande de tir réel (par exemple une pédale) à laquelle pour l'entraînement a été associé un capteur électrique T. L'orientation du canon est effectuée par le tireur au moyen de commandes d'orientation hydrauliques propres au canon. Il va de soi que pour l'exercice, le tube du canon ou d'autres pièces
- 20 relatives au tir réel sont inutiles et peuvent être démontées. Les éléments essentiels situés dans le poste d'instructeur, dont la description complète serait sans objet, sont formés par un ensemble électronique EE et par un pupitre de commande PC.

- L'ensemble électronique EE reçoit : un signal S4 d'image de cible
- 25 fourni par la caméra CA, un signal de commande de tir S2 fourni par le capteur T, des signaux S3 d'orientation fournis par les capteurs CP et des signaux S6 d'initialisation et de commande fournis par le pupitre PC. Il fournit : au premier moniteur MO1, un signal S1 composé par un signal de point de visée et par un signal de traçantes, et au pupitre de commande,
- 30 un signal S5 composé par le signal de point de visée, le signal de traçantes, un signal de cadre et le signal S4 d'image de cible fourni par la caméra.

Le pupitre de commande PC permet à l'instructeur de diriger l'exercice, par exemple, en affichant différentes données définissant les

conditions du tir et en contrôlant l'action du tireur. Il comprend un second moniteur de télévision MO2 qui fournit, entre autres, l'image de cible prise par la caméra et entourée sur commande de l'instructeur par un cadre de désignation.

- 5 Dans l'exemple décrit, la cible coopérante suit une trajectoire sensiblement rectiligne et survole avant de passer au plus près du tireur, un point du terrain situé à une distance DCO du tireur, par exemple 2000 m, où est placé un observateur. La vitesse de rapprochement Vr de la cible par rapport au tireur est alors déterminée à l'avance pour la 10 distance de tir de 1000 m. L'observateur, le tireur et l'instructeur communiquent entre eux par une liaison phonique. L'instructeur commence par afficher sur le pupitre de commande PC, la vitesse Vr ainsi que la distance DCO et indique approximativement au tireur la direction d'apparition de la cible.
- 15 Le tireur oriente le canon dans la direction indiquée. Dès qu'il aperçoit la cible dans le viseur, celle-ci apparaît sur l'écran du second moniteur MO2. Au moyen d'une commande électronique par manche à balai située sur le pupitre de commande, l'instructeur l'entoure au moyen d'un cadre de désignation qui se maintient ensuite automatiquement 20 autour d'elle. Lorsque la cible passe au-dessus de l'observateur, celui-ci donne le top de son passage dont l'enregistrement est commandé par l'instructeur, sur le pupitre de commande. Le point de visée apparaît aussitôt dans le viseur du tireur et sur le second moniteur MO2 de l'instructeur. Le tireur oriente le canon de façon à placer la cible sur le 25 point de visée. Dès qu'il y est parvenu, il déclenche le tir qui se traduit dans le viseur par l'apparition de traçantes et par la surbrillance de celles-ci lorsque le tir est réussi.

- L'orientation des axes du canon, de la caméra et du viseur ainsi que les fonctions des capteurs de mouvement sont définis par la figure 2.
- 30 L'axe du canon ov est perpendiculaire à l'axe des tourillons ot et fait un angle de site θ avec sa projection oh sur le plan horizontal. Le canon présente un angle de dévers ϕ dû au fait qu'il n'est jamais positionné tout à fait horizontalement et qui correspond à une rotation ϕ de l'axe des tourillons ot par rapport à une position théorique ot' de ces tourillons

dans le plan horizontal. Cet angle ϕ est aussi celui d'une rotation du canon sur son axe. La valeur de l'angle ϕ a été exagérée sur la figure:elle ne dépasse pas en réalité quelques degrés. La rotation de l'axe du canon dans le plan t o v défini par cet axe et l'axe des tourbillons lors de son 5 pointage, est mesurée par un angle α . Les variations d'orientation du canon sont mesurées, après le départ de chaque projectile, par les sommes des angles élémentaires $d\theta$ et $d\alpha$; ceux-ci étant les variations d'orientation effectuées pendant deux cycles consécutifs du calculateur. Ces angles ainsi définis sont mesurés par des capteurs dont le positionnement permet d'obtenir des signaux qui facilitent le traitement 10 ultérieur.

Ces capteurs destinés à définir la position et les mouvements du canon se composent d'un gyromètre G, et de deux inclinomètres I_1 et I_2 représentés simplement par leurs axes sensibles. L'inclinomètre I_1 , dont 15 l'axe est parallèle à l'axe du canon, fournit un signal INC1 dont l'amplitude est proportionnelle à $\sin \theta$. L'inclinomètre I_2 a son axe parallèle à l'axe des tourbillons et et perpendiculaire à l'axe du canon. Il fournit un signal INC2 d'amplitude proportionnelle au produit $\sin \phi \cos \theta$. Le gyromètre G à son axe perpendiculaire à l'axe du canon et à l'axe des 20 tourbillons. Il fournit un signal GYR d'amplitude proportionnelle à $d\alpha/dt$.

L'ensemble électronique EE (figure 9) comprend comme parties principales : un calculateur numérique CN, un système SR de repérage de la cible, un générateur GT de traçantes et un générateur GPV de point de visée. L'ensemble EE comprend en outre : un circuit mélangeur M19, un 25 circuit mélangeur M29, une porte P9 et un ensemble de synchronisation S. Le circuit mélangeur M19 réunit pour former le signal S1, un signal TV de traçantes issu du générateur GT et un signal PV de point de visée issu du générateur GPV. Ce dernier signal traverse la porte P qui, sur commande de l'instructeur, peut être fermée par un signal SC. Le circuit 30 mélangeur M29 réunit pour former le signal S5 : le signal TV de traçantes, le signal PV de point de visée, le signal SD de cadre issu du système de repérage SR et le signal S4 d'image de cible.

L'ensemble S de synchronisation fournit à partir du signal de télévision S4 d'image de cible, selon des procédés classiques, tous les

signaux de synchronisation utiles, tels que : le signal SL de synchronisation de lignes, le signal ST de synchronisation de trames, les signaux DSL et DST de dents de scie de lignes et de trames ainsi que les signaux SUL et SUT de suppression de lignes et de suppression de trames.

- 5 Les différents éléments fonctionnels composant le système SR de repérage de cible sont représentés sur la figure 10. Un extracteur de contour ECO reçoit le signal S4 et fournit un signal CO comprenant des impulsions qui correspondent uniquement au contour de la cible détectée au cours du balayage d'analyse de la caméra. Il fonctionne suivant les
 10 techniques connues des détecteurs de contraste. Un calculateur CC fournit les coordonnées Xc et Yc du centre C de la cible dans l'image de la caméra ainsi que les tailles Tx et Ty de cette cible (figure 7). Il détermine pour cela les coordonnées minima de la cible Xm et Ym ainsi que les coordonnées maxima XM et YM. Il calcule les coordonnées Xc et
 15 Yc ainsi que les tailles Tx et Ty suivant les relations :

$$Xc = (XM + Xm)/2 \quad Yc = (YM + Ym)/2$$

$$Tx = XM - Xm \quad Ty = YM - Ym$$

Toutes les coordonnées mentionnées sont des coordonnées angulaires qui pourraient être mesurées de la position du tireur.

- 20 Le calculateur CC est alimenté par un signal VS issu d'une porte "ET" P10, qui reçoit le signal CO et un signal SS qui définit une fenêtre de sélection FS décrite dans la suite du texte. Le signal VS est constitué par les seules impulsions du signal CO qui se représentent, à chaque ligne, simultanément avec l'impulsion du signal SS. Les données Xc, Yc,
 25 Tx et Ty sont fournies au calculateur numérique CN et à un sélecteur SEL à quatre voies et à trois "positions". En plus de ces données, transmises par le sélecteur en position 3 "cible détectée", celui-ci sélectionne et transmet deux autres ensembles de quatre données de même nature que les précédentes mais correspondant à deux autres
 30 modes de fonctionnement.

Un ensemble de données Xcp, Ycp, Txp et Typ provient du calculateur CN. Elles sont transmises par le sélecteur, en position 2 "déttection interrompue", et déterminent les coordonnées probables de la cible ainsi que ses tailles probables, pendant les brefs instants où la cible

ne peut plus être détectée en raison d'une perte de contraste due par exemple, à des nuages.

Un ensemble de données X_{cm} , Y_{cm} , T_{xm} et T_{ym} est transmis par le sélecteur en position 1 "manuel" lors de la désignation de la cible par l'instructeur. Les coordonnées X_{cm} et Y_{cm} proviennent du calculateur CN tandis que les tailles T_{xm} et T_{ym} proviennent du pupitre de commande PC.

Le sélecteur est commandé par un séquenceur SQ et par un détecteur de cible DCI. Le détecteur de cible DCI compte le nombre d'impulsions de contour présentes, par image, dans le signal VS. Il fournit au séquenceur SQ ainsi qu'à l'ensemble de calcul un signal de détection de cible AC lorsque ce nombre d'impulsions est au moins égal à trois. Il est formé, par exemple, par un circuit décompteur suivi d'une bascule. A l'initialisation de l'exercice, le séquenceur place le sélecteur automatiquement en position 1 "manuel". Dès qu'il reçoit le signal AC, il place le sélecteur en position 3 "cible détectée". Lorsqu'il détecte le front arrière du signal AC, il place le sélecteur en position 2 "détection interrompue", puis il remet en position 3 lorsque le signal AC réapparaît. Si ce dernier ne réapparaît pas après une ou deux secondes, il place le sélecteur en position 1 "manuel".

Les données sélectionnées par le sélecteur SEL sont fournies à trois générateurs de symboles, réalisés suivant des techniques connues : un générateur GFS de fenêtre de sélection, un générateur GSE de surface d'équivalence, et un générateur GCD de cadre de désignation.

Le générateur GFS fournit le signal SS qui détermine dans l'image de cible, la fenêtre FS de sélection (figure 7). Celle-ci a pour but, d'éliminer du signal CO, toutes les impulsions parasites de contraste qui n'appartiennent pas à la cible désignée par l'instructeur. Elle est rectangulaire et centrée sur le centre C de la cible. Ses dimensions sont légèrement supérieures aux tailles Tx et Ty et varient proportionnellement à celles-ci en restant toutefois supérieures à une valeur minimum. Le générateur GSE fournit un signal SEC qui détermine une surface SE d'équivalence. Celle-ci est délimitée par un rectangle, centré sur le centre C de la cible et dont les dimensions sont telles que cette

- surface est égale à la surface apparente de la cible (figure 7). Pratiquement ces dimensions sont égales aux trois quarts des tailles T_x et T_y . Etant donné la faible grandeur apparente de la cible à l'instant du tir et la dispersion des projectiles, la traversée par l'un d'eux de la surface 5 d'équivalence équivaut, si par ailleurs la distance de celui-ci est égale à la distance de la cible, à un pointage correct et à un tir réussi. Le générateur GCD fournit le signal de cadre SD qui permet de visualiser, sur le second moniteur MO2, le cadre de désignation CD qui entoure la cible (figure 7) et qui délimite la fenêtre de sélection déjà définie.
- 10 Les différents ensembles fonctionnels formant le calculateur des coordonnées CC sont représentés sur la figure 11. Ils comprennent : des circuits PPX de calcul de la plus petite abscisse X_m de la cible, des circuits PGX de calcul de la plus grande abscisse X_M , des circuits PPY de calcul de la plus petite ordonnée Y_m , des circuits PGY de calcul de la 15 plus grande ordonnée Y_M . Ils comprennent, en outre, deux circuits CA1 et CA2 réalisés selon des techniques courantes et qui calculent les coordonnées X_c , Y_c et les tailles T_x , T_y selon les relations déjà indiquées.

Le schéma des circuits PPy de calcul de la plus petite ordonnée 20 Y_m est courant et est représenté sur la figure 12. Une bascule B1 est initialisée par le signal ST. Son basculement est provoqué par la première impulsion de contour qui se présente dans le signal VS. Un circuit bloqueur BL1 est commandé par ce signal et reçoit le signal DST. Il fournit un signal dont l'amplitude est égale à celle du signal DST à 25 l'instant du basculement de la bascule B1. Une mémoire analogique M1, sur commande du signal ST, conserve l'amplitude du signal de sortie du circuit BL1 et fournit un signal dont l'amplitude représente la plus petite ordonnée Y_m .

Le schéma des circuits PGY de calcul de la plus grande ordonnée 30 YM est courant et est représenté sur la figure 13. Un circuit monostable MR1, à redéclenchement, fournit pour toute impulsion isolée appliquée à son entrée, une impulsion de sortie, d'une durée supérieure à celle d'une ligne de balayage. Le signal VS lui étant appliqué, son signal de sortie change de niveau, par conséquent, pour la première impulsion de contour,

reste constant pendant le balayage de la cible et ne reprend son niveau initial par son front arrière, que durant la première ligne pendant laquelle aucune impulsion de contour ne se présente. Un circuit bloqueur BL2 est commandé par le signal de sortie du circuit MR1 et reçoit le
5 signal DST. Il fournit un signal dont l'amplitude est égale à celle du signal DST à l'instant du front arrière du signal de sortie du circuit MR1. Une mémoire M2, sur commande du signal ST, conserve l'amplitude du signal de sortie du circuit BL2 et fournit un signal dont l'amplitude représente la plus grande ordonnée YM.

10 Le schéma des circuits PPX de calcul de la plus petite abscisse Xm est représenté sur la figure 15. Le fonctionnement de ces circuits nécessite, outre les signaux ST et SL, trois signaux t1, t2 et t3, décalés par rapport au signal ST comme l'indique la figure 14. Les circuits capables de fournir ces signaux relèvent de la technique courante et ne
15 sont pas représentés. Une bascule B2, mise dans une position par le signal SL à chaque début de ligne, est basculée dans l'autre position dès qu'une impulsion de contour se présente dans le signal VS. Un circuit bloqueur BL3 est commandé, à travers une porte "OU", P15, soit par le signal t2, soit par le signal de sortie de la bascule B2. Il fournit un signal dont
20 l'amplitude est égale à celle du signal appliqué à son entrée à l'instant du front arrière de son signal de commande, fourni par la porte P15. Le signal d'entrée du circuit bloqueur BL3 est fourni par un commutateur C1 qui sélectionne, pendant la durée de l'impulsion t1, une tension V1 supérieure à l'amplitude maximum du signal DSL et pendant le reste du
25 temps, le signal DSL. Une mémoire M3 conserve l'amplitude du signal de sortie du circuit bloqueur sur commande d'un signal qui résulte du passage du signal de sortie de la porte P15 dans un circuit à retard R5 et qui parvient à la mémoire M3 à travers une porte "ET" P25. Le retard R5 permet un chargement correct de la mémoire M3. Il est de 1 microseconde environ. Cette porte P25 est ouverte par un signal de comparaison fourni par un circuit de comparaison CO1. Le circuit comparateur CO1 reçoit le signal d'entrée et le signal de sortie de la mémoire M3 et fournit le signal de comparaison lorsque l'amplitude du signal d'entrée est
30 inférieure à l'amplitude du signal de sortie. Indépendamment de la

comparaison des signaux reçus de la mémoire M35, le circuit CO1 est "forcé" par le signal t3 à fournir le signal de comparaison. Une mémoire M4, sur commande du signal ST, conserve l'amplitude du signal de sortie de la mémoire M3 et fournit un signal dont l'amplitude représente la plus petite abscisse Xm.

- Le schéma des circuits de calcul PGX de la plus grande abscisse XM est représenté sur la figure 16. Un circuit monostable à redéclenchement MR2 détecte les impulsions de contour présentes dans le signal VS et fournit à chacune de celles-ci une impulsion de durée t de 1 microseconde environ. Le circuit bloqueur BL4 fournit à un soustracteur S, un signal dont l'amplitude est égale à celle du signal appliquée à son entrée à l'instant du front arrière de son signal de commande. Ce signal de commande est fourni par une porte "OU" P36 qui reçoit l'impulsion de durée t ainsi que le signal t2. Le signal d'entrée du circuit bloqueur BL4 est fourni par un commutateur C2 qui sélectionne pendant la durée de l'impulsion t1, une tension nulle V2 et pendant le reste du temps, le signal en dent de scie DSL. Le circuit soustracteur S fournit à une mémoire M5 un signal dont l'amplitude est inférieure, d'une valeur V3, à celle du signal qu'il reçoit du circuit bloqueur ; la valeur V3 étant égale au produit de la pente de la dent de scie DSL par la durée t de l'impulsion de commande du circuit bloqueur BL4. Un circuit comparateur CO2 reçoit le signal d'entrée et le signal de sortie de la mémoire M5 et fournit un signal de comparaison lorsque l'amplitude du signal d'entrée est supérieure à l'amplitude du signal de sortie. Indépendamment de la comparaison des signaux reçus de la mémoire M5, le circuit CO2 est forcé par l'impulsion t3 à fournir le signal de comparaison. Ce signal commande le chargement de la mémoire M5. Il est appliqué à celle-ci par l'intermédiaire d'une porte "ET" P46 dont l'ouverture est commandée par un signal issu d'une porte "OU" P56 qui reçoit l'impulsion t3 ainsi que le signal SL. Une mémoire M6, sur commande du signal ST, conserve l'amplitude du signal de sortie de la mémoire M5 et fournit un signal dont l'amplitude représente la plus grande abscisse XM.

Le générateur de point de visée GPV est réalisé suivant les techniques classiques des générateurs de symbole. Il reçoit les coor-

données Xpv et Ypv du point de visée et fournit le signal PV de point de visée.

Le calculateur numérique CN présente une structure classique comportant un microprocesseur microprogrammé à 16 bits, une horloge à 5 MHz, une mémoire de travail statique, à accès aléatoire, du type MOS, d'une capacité de 4 Kmots, une mémoire morte de programme de 6 Kmots environ, ainsi que des circuits d'interface nécessaires. Les calculs relatifs aux projectiles sont effectués au moyen : de différentes tables pré-enregistrées, de tables de suivi de projectile, d'une table de suivi de 10 rafale, d'une table de sortie de rafale, et d'un indicateur I, mis à zéro après chaque rafale et à l'initialisation générale du fonctionnement.

Les tables pré-enregistrées comprennent :

- des tables trigonométriques donnant les valeurs des angles en fonction de celles des sinus et des cosinus et inversement ;
- 15 - une table de dispersion contenant N groupes de deux valeurs aléatoires α_d et θ_d correspondant respectivement aux N projectiles possibles dans une rafale ;
- une table de chute donnant l'angle de chute θ_{ch} du projectile en fonction du temps ;
- 20 - une table de distance donnant la distance du projectile en fonction du temps ;
- une table de luminance donnant la luminance L de la traçante en fonction du temps.

Les tables de suivi de projectiles sont en nombre égal au nombre de 25 projectiles tirés dans une rafale. Chacune d'elles comporte une case-mémoire : pour chacun des paramètres du projectile (coordonnées Xp et Yp, distance Dp du projectile au tireur, luminance L, temps d'existence tp) ; pour un indicateur IC donnant le rang d'apparition du projectile suivant le balayage vidéo de l'écran ; pour un indicateur Ip donnant le 30 rang du projectile dans la rafale ; et pour deux digits DE et PDC indiquant respectivement, dans l'état 1, que DP = Dc et que Dp > Dc, Dc étant la distance de la cible au tireur.

La table de suivi de rafale est formée par l'ensemble des tables de suivi de projectiles classées suivant l'indicateur Ic.

- La table de sortie de rafale est formée à partir de la table de suivi de rafale, par une liste de mots définissant les traçantes dans l'image ; les traçantes étant considérées successivement dans l'ordre de leurs ordonnées Y croissantes et pour une même ordonnée dans l'ordre de leurs abscisses X croissantes ;
- la première traçante de l'image étant définie par un premier mot contenant son ordonnée et par un second mot contenant son abscisse ; les traçantes de plus petites abscisses sur les lignes suivant celle de la première traçante étant chacunes définies par un premier mot contenant la variation ΔY de leur ordonnée par rapport à l'ordonnée de la première traçante et par un second mot contenant leur abscisse ; les autres traçantes étant définies chacunes par un mot contenant la variation ΔX de leur abscisse par rapport à la traçante précédente sur la même ligne ;
- chaque mot contenant de plus un digit DY indiquant la présence dans ce mot, soit d'une ordonnée (ou d'une variation d'ordonnée), soit d'une abscisse (ou d'une variation d'abscisse) ;
- chaque mot contenant une abscisse (ou une variation d'abscisse) contenant de plus les données L, DE et PDC relatives à la traçante considérée.

La table de chute, la table de distance et la table de luminance sont formées à partir de données balistiques connues.

Le fonctionnement du calculateur CN se déroule suivant un programme comprenant quatre cycles successifs et répétitifs de rangs C, C + 1, C + 2, C + 3, et de durée T de 20 ms, déclenchés par le signal SUT de suppression de trame.

Suivant un s/programme d'interruption, l'amplitude du signal GYR est échantillonnée à une période T' voisine de $T/4$ et les valeurs obtenues $d\alpha/dt = \alpha'$ sont mémorisées.

Suivant un s/programme SPGYR, à chaque cycle de rang C ou C + 2, pour chacune des valeurs α' , une valeur $\alpha_{(n)}$ est calculée par la relation :

$$\alpha_{(n)} = \alpha_{(n-1)} + \frac{T'}{2} [3 \alpha'_{(n-1)} - \alpha'_{(n-2)}]$$

Suivant un s/programme SPAC, à chaque cycle de rang C ou C + 2 :

la valeur échantillonnée du signal INC1 est proportionnelle à $\sin \theta$;
 la valeur correspondante de θ_n est donnée par les tables trigonométriques qui fournissent ensuite pour cette valeur, les valeurs utiles de $\sin \theta$ et $\cos \theta$;

- 5 la valeur échantillonnée du signal INC2 est divisée par $\cos \theta$; l'arc sinus du quotient obtenu est égal à la valeur de l'angle ϕ et les tables donnent les valeurs correspondantes de $\sin \phi$ et $\cos \phi$.

Les tables trigonométriques fournissent de plus les valeurs de $\sin \alpha$ et de $\cos \alpha$ à partir de α_n .

- 10 Suivant un s/programme SPDF, à chaque cycle de rang C ou C + 2, sont calculés les incrémentums des angles θ et α d'après les relations :

$$\theta_{(n)} - \theta_{(n-1)} = \delta \theta \quad \alpha_{(n)} - \alpha_{(n-1)} = \delta \alpha$$

- 15 Suivant un s/programme SPG, à chaque cycle de rang C ou C + 2 : en cas de "cible détectée", les composantes Vx et Vy de la vitesse angulaire de la cible sont calculées par les relations :

$$X_{C(n)} - X_{C(n-1)} = \Delta X_C$$

$$Y_{C(n)} - Y_{C(n-1)} = \Delta Y_C$$

$$\frac{1}{2T} (\Delta X_C - \alpha + \delta \theta \sin \phi) = V_x$$

$$20 \quad \frac{1}{2T} (\Delta Y_C - \delta \theta \cos \phi) = V_y$$

Les valeurs de Tx et Ty fournies par le calculateur CC, sont mises en mémoire et leurs valeurs moyennes Txp et Typ sont envoyées à cet ensemble.

- 25 Suivant encore le s/programme SPG, à chaque cycle de rang C ou C + 2 : en cas de "déttection interrompue" sont calculées les coordonnées angulaires probables de la cible par les relations :

$$X_{CP(n)} = X_{CP(n-1)} + 2 V_x.T - \delta \alpha + \delta \theta \sin \phi$$

$$Y_{CP(n)} = Y_{CP(n-1)} + 2 V_y.T - \delta \theta \cos \phi$$

- 30 La mise en mémoire de Tx et Ty est arrêtée mais les valeurs Txp et Typ sont encore envoyées au système SR de repérage de cible.

Suivant un s/programme SPE, à chaque cycle de rang C + 2, la distance Dc de la cible est calculée, à partir de sa distance initiale Dco et de sa vitesse Vr de rapprochement, affichées par l'instructeur, et au

moyen de la relation :

$$Dc(n) = Dc(n-1) - 4 Vr. T$$

Suivant deux s/programmes identiques SPDA et SPDB à chaque cycle de rang C ou C + 2 sont calculées et mises à jour à chaque cycle de

5 rang C, les valeurs des coordonnées, en "manuel", Xcm et Ycm du centre du cadre de désignation, à partir des amplitudes X'cm et Y'cm des signaux fournis par la commande à manche à balai manoeuvrée par l'instructeur, et suivant les relations :

$$Xcm(n) = Xcm(n-1) + X'cm$$

10 $Ycm(n) = Ycm(n-1) + Y'cm$

Suivant un s/programme SPBE, à chaque cycle de rang C, si l'indicateur I est nul, les tables de suivi de projectile sont remises à zéro et la table de dispersion est renouvelée ; l'indicateur I est ensuite égalé à l'unité.

15 Suivant un s/programme SPBC, à chaque cycle de rang C ou C + 2, les tables de suivi de projectile sont classées pour former la table de suivi de rafale, au moyen de l'indicateur Ic, dans l'ordre des Y croissants puis, pour un même Y, dans l'ordre des X croissants.

20 Suivant un s/programme SPBB, à chaque cycle de rang C : un indicateur IP est incrémenté si le niveau du signal S2 indique que le tireur appuie sur la pédale de tir et si la valeur N de l'indicateur Ip est inférieure à N max ; une table de suivi est affectée au nouveau projectile ainsi pris en compte ; la valeur de Ip est affectée à l'indicateur Ic de cette table ; les valeurs α_d et θ_d de la dispersion affectées dans la table de dispersion au rang N sont transférées respectivement dans les cases Xp et Yp ; le temps tp est égal à 0.

25 Suivant un s/programme SPBD, à chaque cycle de rang C ou C + 2, le contenu de la table de suivi de rafale est transféré, après transformation dans la table de sortie.

30 Suivant un s/programme SPH et durant chaque cycle de rang C : le temps de vol t_v d'un projectile théorique, supposé rencontrant la cible, est calculé, par récurrence, à partir de la distance de cible Dc calculée par le s/programme SPE et par la table de distance, suivant les

relations :

$$Dc(i) \rightarrow t(i); Dc(i) - Vr.t(i) \rightarrow Dc(i+1)$$

jusqu'à ce que l'inégalité $t_{(i+1)} - t_{(i)} < \epsilon$ étant obtenue, la valeur $t_{(i+1)}$ soit prise pour le temps de vol cherché tv ; i étant l'indice relatif au pas de la récurrence ;

L'angle de chute θ_{ch} du projectile théorique rencontrant la cible est donné pour tv par la table de chute ; les coordonnées "d'avance"

$$\Delta Ya = Vy \cdot tv \text{ et } \Delta Xa = Vx \cdot tv$$

sont calculées ainsi que les coordonnées du point de visée par rapport au centre de l'écran (figure 8) :

$$Xpv = -\Delta Xa + \theta_{ch} \cdot \sin \phi$$

$$Ypv = \Delta Ya + \theta_{ch} \cdot \cos \phi$$

Suivant un s/programme SPB, à chaque cycle de rang C + 1 et C + 3 ; les valeurs des chutes θ_{ch} des projectiles tirés sont cherchées en table ; des sommes $\Sigma \delta \theta$ et $\Sigma \delta \alpha$ sont effectuées depuis le départ de chaque projectile :

Suivant encore le s/programme SPB, à chaque cycle de rang C + 1 et C + 3, dans chaque table de suivi de projectile : la valeur tp est incrémentée de 2T ; les valeurs Dp, L, sont mises à jour au moyen des tables en fonction de tp ; les calculs

$$(\theta_{ch} + \theta_d) = \Sigma (\delta \theta + \delta \alpha \sin \phi)$$

$$\text{et } \alpha_d = \Sigma \delta \alpha \cos \phi$$

sont effectués et leurs résultats sont transférés respectivement dans la case Yp et dans la case Xp.

Suivant un s/programme SPBF, à chaque cycle de rang C + 1 ou C + 3 le contenu des cases Xp et des cases Yp est transformé par les relations :

$$Xp \cos \phi + Yp \sin \phi \rightarrow X_p; -Xp \sin \phi + Yp \cos \phi \rightarrow Y_p$$

Suivant un s/programme SPC, à chaque cycle de rang C + 1 ou C + 3 et pour chaque table de suivi de projectile, la distance Dp est comparée à la distance Dc ; si Dp = Dc, DE = 1 ; si Dp > Dc, PDC = 1

Les circuits d'interface situés dans le calculateur numérique CN et relatifs au générateur de traçantes GT sont représentés sur la figure 17.

Ils comprennent principalement un circuit CFA, classique dit "de file d'attente", un circuit décompteur DCT et un détecteur de zéro DZ.

- Le circuit CFA reçoit durant chaque suppression de trame, le contenu de la table de sortie de rafale et fournit pendant la durée de 5 trame suivante, les mots successifs de cette table. Un circuit monostable M17 détecte le début du signal SUT et met à zéro une bascule B7 ainsi que le circuit CFA par son entrée RAZ. Un circuit de décodage CD reçoit ensuite son adresse sur le bus A ainsi qu'un signal de validation V, et autorise le chargement du circuit CFA par les mots de la table de 10 sortie de rafale, qui se présentent successivement sur le bus D. Une fois chargé, le circuit CFA fournit le premier mot de la table et provoque le basculement de la bascule B7 au moyen d'un signal P (prêt). Le premier mot de la table contient l'ordonnée Y du premier projectile ainsi que le digit DY, égal à 1.
- 15 Le basculement de la bascule B7 déclenche un circuit monostable M27. Celui-ci fournit une impulsion qui traverse une porte "OU" P27, et qui provoque : le chargement du décompteur DCT par l'ordonnée Y, le chargement d'un registre R1 par le digit DY et l'appel du deuxième mot de la table de sortie, par l'entrée CS "commande sortie" du circuit CFA.
- 20 Le deuxième mot contient l'abscisse X du premier projectile, les deux digits DE et PDC, la luminosité L de ce projectile et le digit DY, égal à 0.
- Le décomptage du décompteur DCT est effectué à travers une porte "OU" P17 soit par une horloge H soit par le signal SUL.
- 25 L'horloge H fournit un signal dont la fréquence est égale à N fois la fréquence de lignes, N étant le nombre de points admis par ligne, lorsqu'elle est déclenchée par le signal SUL et qu'elle n'est pas inhibée par le digit DY fourni par le registre R1.
- Pour la coordonnée Y, le digit DY, égal à 1, inhibe l'horloge, et le 30 décompteur, à partir de la valeur Y décompte jusqu'à zéro au rythme du signal SUL. Le détecteur de zéro DZ, détecte le zéro en sortie du décompteur et fournit une impulsion I qui, à travers la porte P2, provoque l'appel du troisième mot, le chargement du décompteur par la coordonnée suivante, à savoir X, le chargement du registre R1 par les

digits DE et PDC, par la luminosité L et par le digit DY.

Pour la coordonnée X, l'horloge H n'est plus inhibée par le digit DY, égal à 0. Elle est déclenchée par le signal SUL et le décompteur décompte à un rythme égal à N fois la fréquence de lignes. Lorsque le 5 détecteur DZ détecte le zéro, il fournit une impulsion I qui, à travers la porte P27 provoque l'appel du quatrième mot, le chargement du décompteur DCT par la coordonnée ΔY , le chargement du registre R2 par les digits DE et PDC, et par la luminosité L. Ces données sont fournies au générateur de traçante GT. La détection du zéro, suite au décomptage 10 d'une coordonnée X ou ΔX , est effectuée durant le balayage de lignes. Il en résulte que l'impulsion I correspondante, fournie au générateur de traçantes, déclenche le marquage des écrans des moniteurs.

Le fonctionnement des circuits décrits se poursuit jusqu'à épuisement des mots dans le circuit CFA de file d'attente, et recommence 15 pour la trame suivante après un nouveau chargement de ce dernier circuit.

Le schéma du générateur de traçante GT est représenté sur la figure 18. Le générateur reçoit les signaux I, DE, PDC et L fournis par les circuits d'interface et le signal SEC fourni par le système de repérage 20 de cible. Il fournit le signal TV aux deux mélangeurs M19 et M29 (figure 9).

Il comprend principalement un convertisseur numérique-analogique classique CNA qui reçoit la luminance L et fournit sur commande d'une impulsion I3, l'impulsion TV, d'amplitude proportionnelle à la valeur L et 25 de durée égale à celle de l'impulsion I3. Ce convertisseur peut être forcé soit par un signal f1 qui impose une amplitude maximum pour l'impulsion TV soit par un signal f2 qui supprime l'impulsion TV.

En l'absence d'impact (DE = 0 et SEC = 0) et tant que la traçante n'est pas cachée par la cible (PDC = 0), l'impulsion de commande I3 est 30 constituée par une impulsion I1, qui traverse une porte "OU" P1, et qui est fournie par un circuit monostable M1 déclenché par l'impulsion I.

En cas d'impact (DE = 1 et SEC = 1), le convertisseur CNA est commandé par l'impulsion f1 fournie par une porte "ET" P28. Cette porte est elle-même commandée simultanément par l'impulsion I3 et par les

signaux DE et SEC. L'impulsion I3 est produite par la réunion de deux impulsions consécutives : l'impulsion I1 et une impulsion I2 fournie par un circuit monostable M29. Ce circuit est déclenché par un signal fourni par une porte "ET" P49, et résultant de la présence simultanée de l'impulsion

5 I1 et des signaux DE et SEC.

Lorsque la traçante est cachée par la cible ($PDC = 1$ et $SEC = 1$), le convertisseur est inhibé par l'impulsion f2. Celle-ci est fournie par une porte "ET" P39 et résulte de la présence des signaux PDC et SEC égaux simultanément à 1.

10 Il va de soi que le simulateur selon l'invention peut être utilisé aussi bien sur un char ou tout véhicule habituellement équipé d'un canon.

REVENDICATIONS

1. Simulateur d'entraînement au tir au canon anti-aérien sur cibles réelles, comprenant un canon muni d'un viseur et de commandes permettant de le pointer vers une cible parcourant une trajectoire déterminée et de déclencher un tir fictif sur cette cible, caractérisé en ce 5 qu'il comporte en outre :
 - une caméra de télévision (CA) similaire à celle avec le viseur (V) pour fournir une image de la cible ;
 - un ensemble de capteurs (CP) fixés sur le canon pour fournir des signaux déterminant l'orientation de ce canon ;
- 10 - un capteur (T) fixé sur la commande de tir pour fournir un signal indiquant les instants de tir ;
 - un premier moniteur (M1) couplé au viseur (V) par des moyens optiques (C-LSR) pour introduire dans ce viseur une image de traçante et une image d'un point de visée ;
- 15 - un pupitre de commande (PC) comprenant un deuxième moniteur (M2) pour afficher l'image des traçantes et l'image du point de visée ainsi que l'image de la cible et un cadre de désignation, un manche à balai pour superposer le cadre de désignation et l'image de la cible, et des commandes pour afficher les paramètres de la trajectoire de la cible et
- 20 la sélection des modes de fonctionnement ; et
 - un ensemble électronique de commande (EE) pour recevoir les signaux de la caméra de télévision (CA), des capteurs d'orientation (CP), du capteur de tir (T), du manche à balai et les commandes d'affichage, et pour élaborer les signaux à destination des deux moniteurs (M1-M2).
- 25 2. Simulateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'ensemble électronique de commande comprend :
 - un calculateur numérique (CN) pour recevoir les signaux des capteurs d'orientation (CP), du capteur de tir (T), du manche à balai, et des commandes d'affichage, et des signaux de positionnement et de taille de
 - 30 l'image de l'avion, et pour élaborer des signaux de génération de point de visée, de génération de traçante, et de repérage de cible ;
 - un générateur de point de visée (GPV) pour recevoir ces signaux de génération de point de visée et pour élaborer un signal de télévision de

point de visée ;

- un générateur de traçantes (GT) pour recevoir ces signaux de génération de traçante et un signal de surface d'équivalence et pour élaborer un signal de traçante ;
- 5 - un circuit de repérage de cible (SR) pour recevoir les signaux de la caméra de télévision (CA) et des commandes d'affichage, et le signal de repérage de cible, et pour élaborer un signal de cadre de désignation et le signal de surface d'équivalence ;
- un premier mélangeur (M19) pour recevoir le signal de traçante et, par 10 l'intermédiaire d'une porte (P9) ouverte par l'un des signaux de commande d'affichage, le signal de point de visée, et émettre le signal à destination du premier téléviseur (MO1) ; et
- un deuxième mélangeur (M29) pour recevoir le signal de traçantes, le signal de point de visée, le signal de cadre de désignation, et le signal de 15 la caméra (CA), et émettre le signal à destination du deuxième moniteur (MO1).

3. Simulateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le circuit de repérage de cible (SR) comprend :

- un extracteur de contour (ECO) pour recevoir le signal de la caméra de 20 télévision (CA) et délivrer un signal de contour ;
- un calculateur analogique (CC) pour recevoir le signal de contour par l'intermédiaire d'une porte (P10) et délivrer les signaux de positionnement de taille de l'avion ;
- un sélecteur (SEL) pour recevoir les signaux émis par le calculateur 25 analogique (CC), les signaux de repérage de cible, et les signaux de commande d'affichage, et délivrer l'un de ces trois jeux de signaux sous la commande d'un séquenceur (SQ) ;
- un détecteur de cible (DCI) pour recevoir le signal de contour délivré par la porte (P10) et commander le séquenceur (SQ) ;
- 30 - un générateur de fenêtre de sélection (GFS) pour recevoir les signaux de sortie du sélecteur et ouvrir la porte (P10) selon une fenêtre ;
- un générateur de surface d'équivalence (GSE) pour recevoir les signaux de sortie du sélecteur et délivrer le signal de surface d'équivalence ; et
- un générateur de désignation (GCD) pour recevoir les signaux de sortie

du sélecteur et délivrer le signal de cadre de désignation.

4. Simulateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le calculateur analogique (CC) comprend un circuit de calcul de la plus petite abscisse de la cible (PPX), un circuit de calcul de la plus grande abscisse de la cible (PGX), un circuit de calcul de la plus petite ordonnée de la cible (PPY), un circuit de calcul de la plus grande ordonnée de la cible (PGY), recevant tous le signal de contour transmis par la porte (P10) ; ce calculateur comprenant en outre un circuit de calcul de l'abscisse de la cible et de la taille de la cible (CA1) connecté au circuit de calcul de la plus petite abscisse et de la plus grande abscisse, et un circuit de calcul de l'ordonnée du centre et de la taille de la cible (CA2) connecté au circuit de calcul de la plus petite ordonnée et de la plus grande ordonnée, pour délivrer les signaux de coordonnées et de taille de la cible.
5. Simulateur selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le calculateur numérique (CN) comprend un circuit d'interface pour alimenter le générateur de traçantes (GT) ; ce circuit d'interface comprenant :
 - un circuit de file d'attente (CFA) connecté en entrée au bus de donnée (D) ;
 - un décodeur (CD) connecté en entrée au bus d'adresse et en sortie au circuit de fil d'attente ;
 - un décompteur (DCT) dont l'entrée de chargement est reliée au circuit de fil d'attente ;
6. - un premier registre (R1) connecté en entrée au circuit de file d'attente ;
 - un premier circuit monostable (M17) pour recevoir un signal de suppression de trame et connecté en sortie à l'entrée de remise à zéro du circuit de fil d'attente et à une première entrée d'une première bascule (B7) dont la deuxième entrée est connectée à une sortie du circuit de file d'attente ;
 - un deuxième circuit monostable (M2) connecté en entrée à la sortie de la première bascule et en sortie à une première porte "OU" (P27) dont la sortie est reliée à l'entrée de validation du décompteur et à l'entrée de

commande de sortie du circuit de file d'attente et à l'entrée de chargement du premier registre ;

- un détecteur de zéro (DZ) connecté à la sortie du décompteur et à la deuxième entrée de la première porte "OU" ;

- 5 - un circuit d'horloge (H) dont la sortie est connectée par une deuxième porte "OU" (P17) à l'entrée de décomptage du décompteur et dont l'entrée d'inhibition est reliée à une sortie du premier registre ; et
- un deuxième registre (R2) dont les entrées de chargement sont connectées au premier registre et dont l'entrée de validation est reliée à
10 la sortie de la première porte.

6. Simulateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le générateur de traçantes (GT) comprend :

- un convertisseur numérique-analogique (CNA) dont les entrées numériques sont reliées aux sorties numériques du deuxième registre (R2) pour
15 délivrer le signal de traçante ;
- un troisième circuit monostable (M1) dont l'entrée est reliée à la sortie de la première porte "OU" (P27) ;
- une première porte "ET" (P49) à trois entrées qui sont reliées respectivement à la sortie du troisième circuit monostable, à la première
20 sortie de commande du deuxième registre, et à la sortie du circuit de repérage de cible (SR) qui délivre le signal de surface d'équivalence ;
- un quatrième circuit monostable (M29) dont l'entrée est reliée à la
sortie de la première porte (ET) ;
- une troisième porte "OU" (P1) dont les entrées sont reliées respectivement aux circuits des troisième et quatrième monostables, et la
sortie à une entrée de validation du convertisseur numérique-analogique ;
- une deuxième porte "ET" (P28) à trois entrées qui sont reliées respectivement à la première sortie de commande du deuxième registre,
à la sortie du circuit de repérage de cible qui délivre le signal de surface
30 d'équivalence, et à la sortie de la troisième porte "OU", et dont la sortie est reliée à une première entrée de forçage au maximum du convertisseur numérique-analogique ; et
- une troisième porte "ET" (P29) à deux entrées qui sont reliées respectivement à une deuxième sortie de commande du deuxième
35 registre et à la sortie du circuit de repérage de cible qui délivre le signal

de surface d'équivalence, et dont la sortie est reliée à une deuxième entrée de forçage au minimum du convertisseur numérique-analogique.

7. Simulateur selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que le circuit de calcul de la plus petite abscisse de cible (PPX) comprend :

- une deuxième bascule (B2) recevant sur une entrée le signal de synchronisation de ligne et sur son autre entrée le signal de contour ;
- une quatrième porte "OU" (P15) dont une entrée est reliée à la sortie de la quatrième bascule et dont l'autre entrée reçoit un premier signal décalé ;
- un premier commutateur (C1) recevant sur une entrée la dent de scie ligne, sur une autre entrée une tension supérieure à cette dent de scie, et sur une entrée de commande un deuxième signal décalé ;
- un premier circuit bloqueur (BL3) dont l'entrée de donnée est reliée à la sortie du premier commutateur et l'entrée de commande à la sortie de la quatrième porte "OU" ;
- un circuit de retard (R5) dont l'entrée est reliée à la sortie de la quatrième porte "OU" ;
- une quatrième porte "ET" (P25) dont une entrée est reliée à la sortie du circuit de retard ;
- une première mémoire (M3) dont l'entrée de donnée est reliée à la sortie du premier circuit bloqueur et l'entrée de chargement à la sortie de la quatrième porte "ET" ;
- un premier circuit comparateur (C01) dont une entrée de commande reçoit un troisième signal décalé, une entrée est reliée à la sortie du premier circuit bloqueur, l'autre entrée à la sortie de la première mémoire, et la sortie à la deuxième entrée de la quatrième porte "ET" ; et
- une deuxième mémoire (M4) dont l'entrée de donnée est reliée à la sortie de la première mémoire et l'entrée de commande reçoit le signal de synchronisation trame ; cette mémoire fournissant la plus petite abscisse de cible.

8. Simulateur selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que le circuit de calcul de la plus grande abscisse de cible (PGX) comprend :

- 35 - un cinquième circuit monostable (MR2) recevant sur son entrée le

- signal de synchronisation de ligne ;
- une cinquième porte "OU" (P36) dont une entrée est reliée à la sortie du cinquième circuit monostable et dont l'autre entrée reçoit le premier signal décalé ;
- 5 - un deuxième commutateur recevant sur une entrée la dent de scie ligne, sur une autre entrée une tension nulle, et sur une entrée de commande le deuxième signal décalé ;
- un deuxième circuit bloqueur (BL4) dont l'entrée de donnée est reliée à la sortie du deuxième commutateur et l'entrée de commande à la sortie
- 10 de la cinquième porte "OU" ;
- un circuit soustracteur (5) dont une entrée est reliée à la sortie du deuxième circuit bloqueur et une autre entrée reçoit un signal fixe à soustraire ;
- 15 - une troisième mémoire (M5) dont l'entrée est reliée à la sortie du soustracteur ;
- un deuxième circuit comparateur (C02) dont une entrée de commande reçoit le troisième signal décalé, une entrée est reliée à la sortie du circuit soustracteur, et l'autre entrée à la sortie de la troisième mémoire ;
- 20 - une sixième porte "OU" (P56) recevant sur une entrée le troisième signal décalé, et sur son autre entrée le signal de synchronisation ligne ;
- une cinquième porte "ET" (P46) dont une entrée est reliée à la sortie du deuxième circuit comparateur, l'autre entrée à la sortie de la sixième porte "OU" et la sortie à l'entrée de commande de la troisième mémoire ;
- 25 et
- une quatrième mémoire (M6) dont l'entrée de donnée est reliée à la sortie de la troisième mémoire et l'entrée de commande reçoit le signal de synchronisation trame ; cette mémoire fournissant la plus grande ordonnée de cible.
- 30 9. Simulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'ensemble de capteurs (CP) comprend un premier inclinomètre (I_1) dont l'axe est parallèle à l'axe du canon, un deuxième inclinomètre (I_2) dont l'axe est parallèle à l'axe des tourillons et perpendiculaire à l'axe du canon, et un gyromètre (G) dont l'axe est
- 35 perpendiculaire à l'axe du canon et à l'axe des tourillons.

1/9

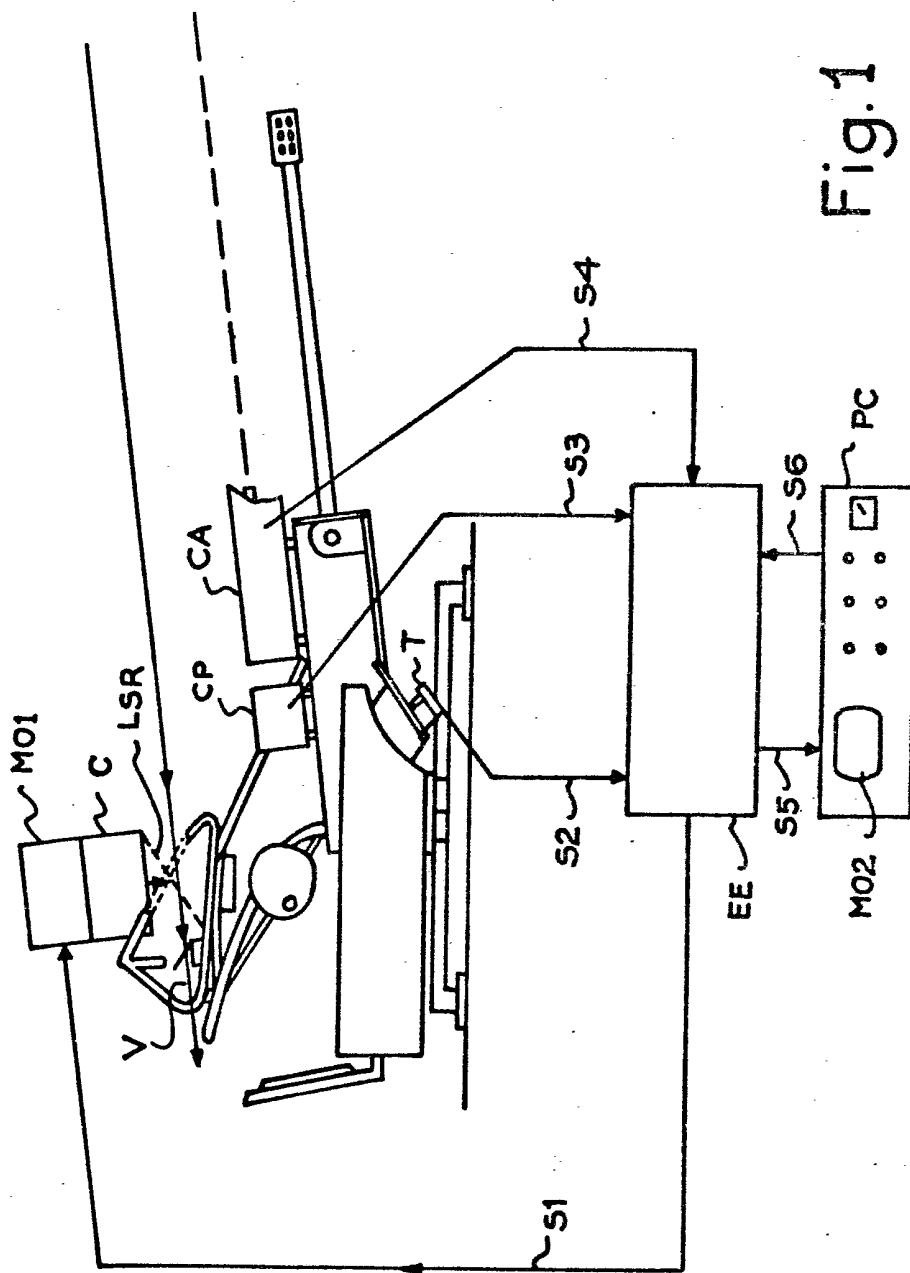


Fig. 1

2 / 9

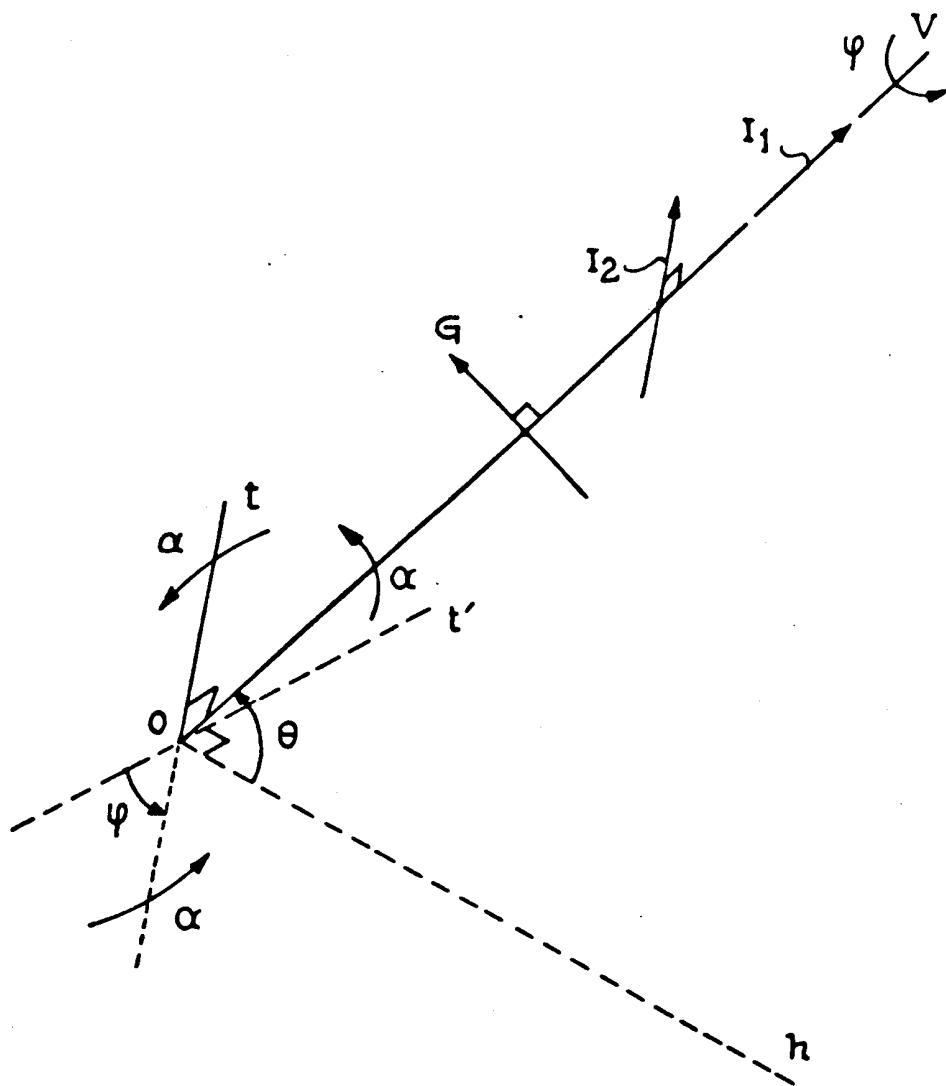


Fig.2

3/9

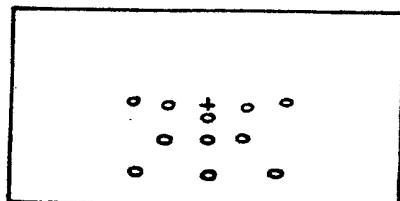


Fig. 3

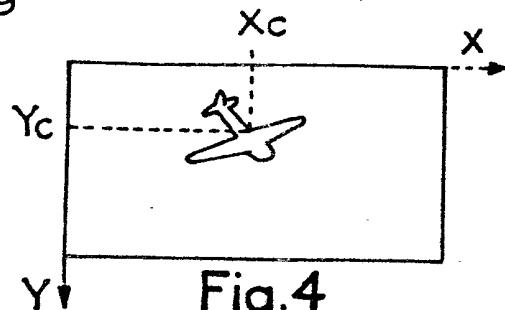


Fig. 4

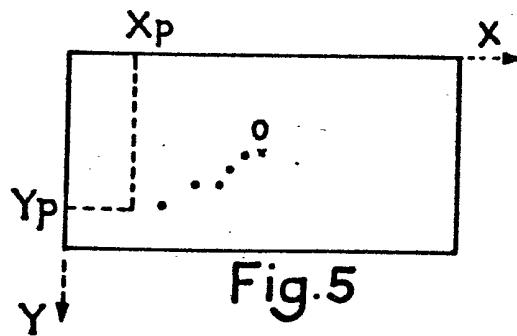


Fig. 5

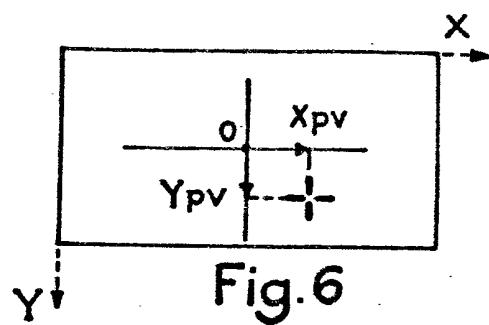


Fig. 6

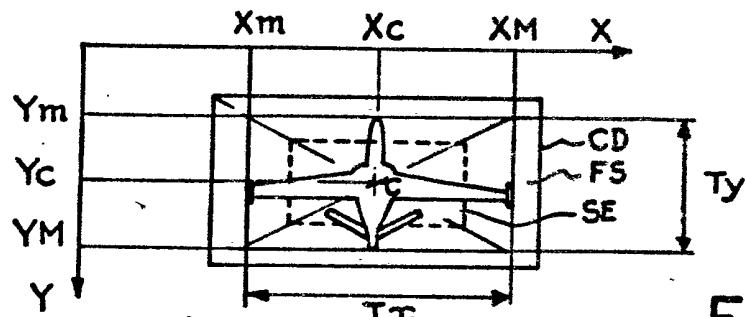


Fig. 7

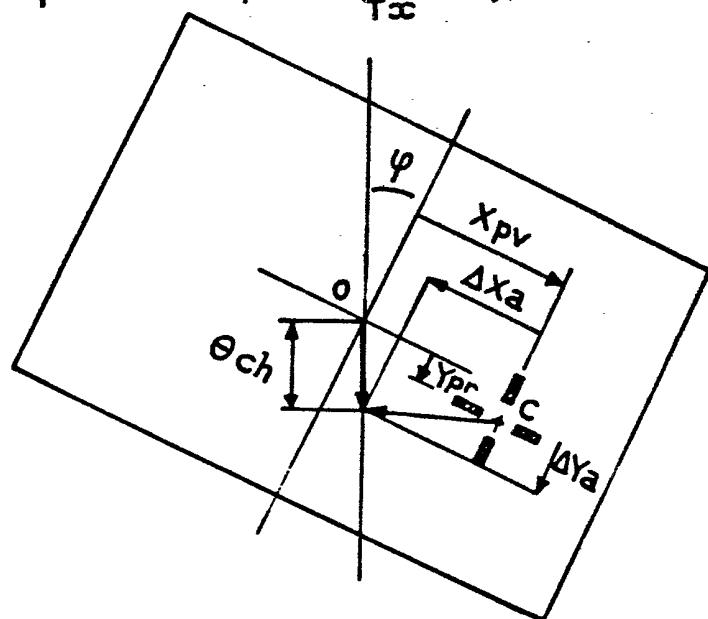


Fig. 8

4/9

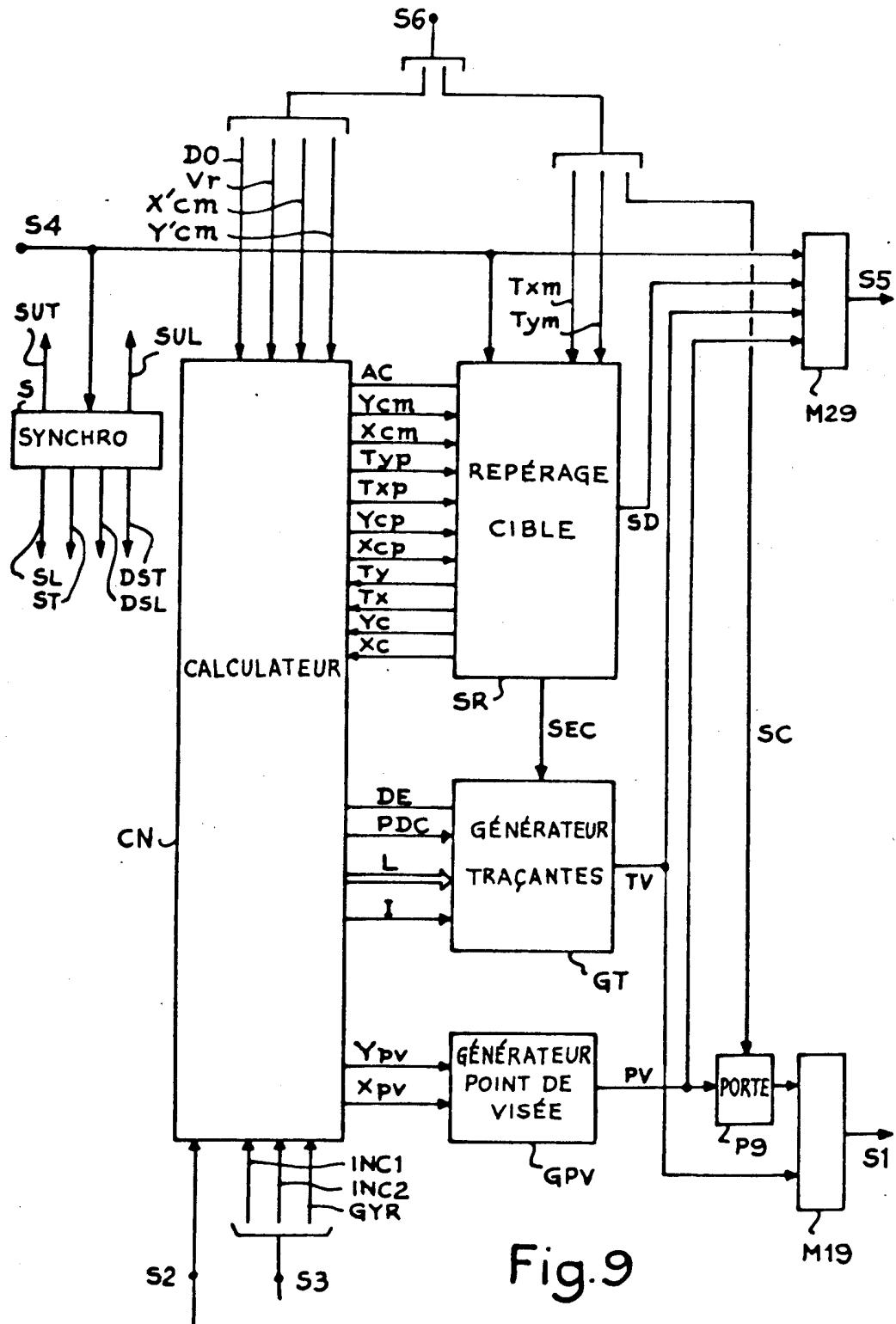


Fig. 9

5 / 9

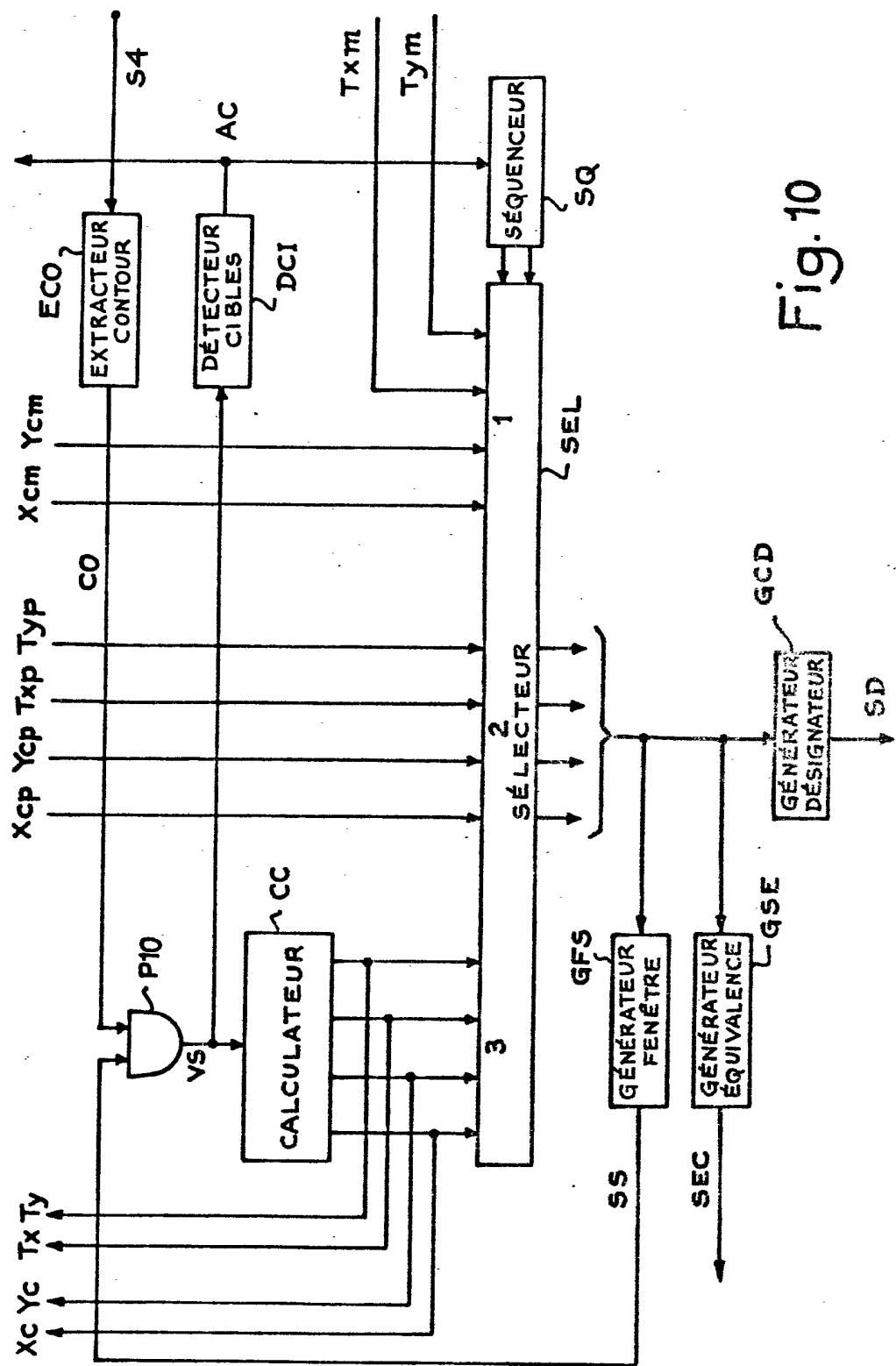


Fig. 10

6 / 9

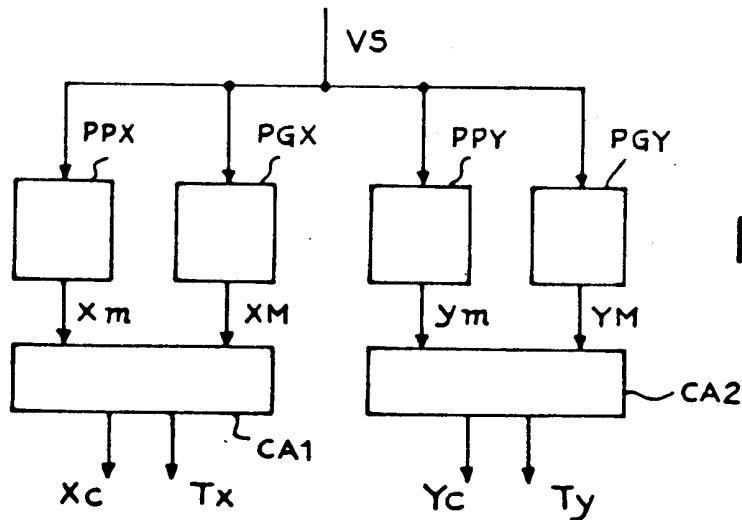


Fig. 11

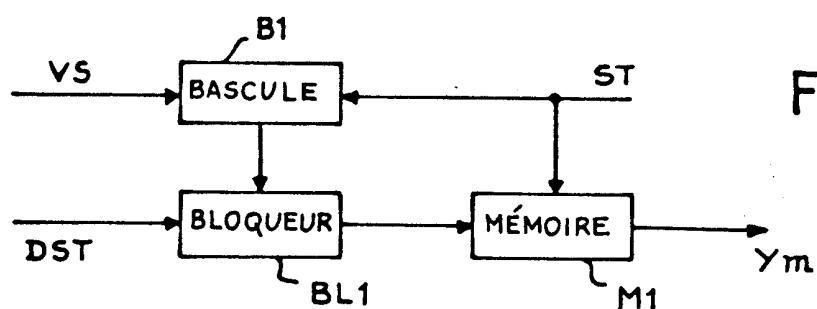


Fig. 12

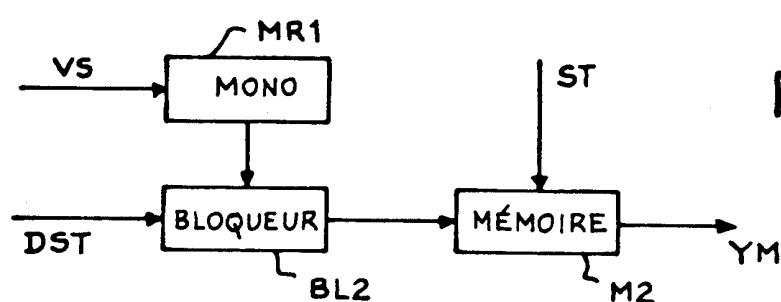


Fig. 13

7/9

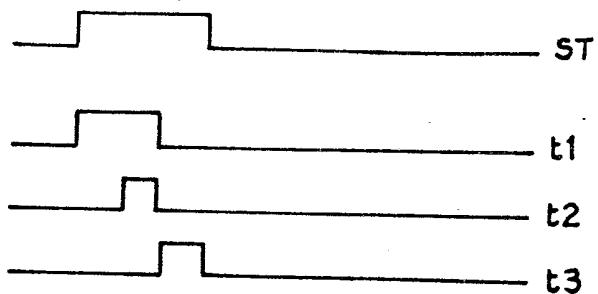


Fig. 14

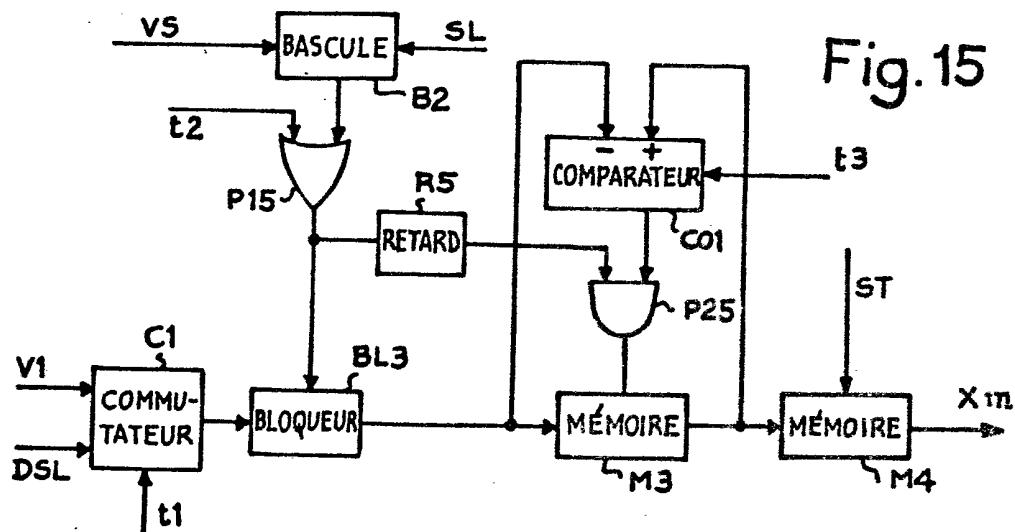


Fig. 15

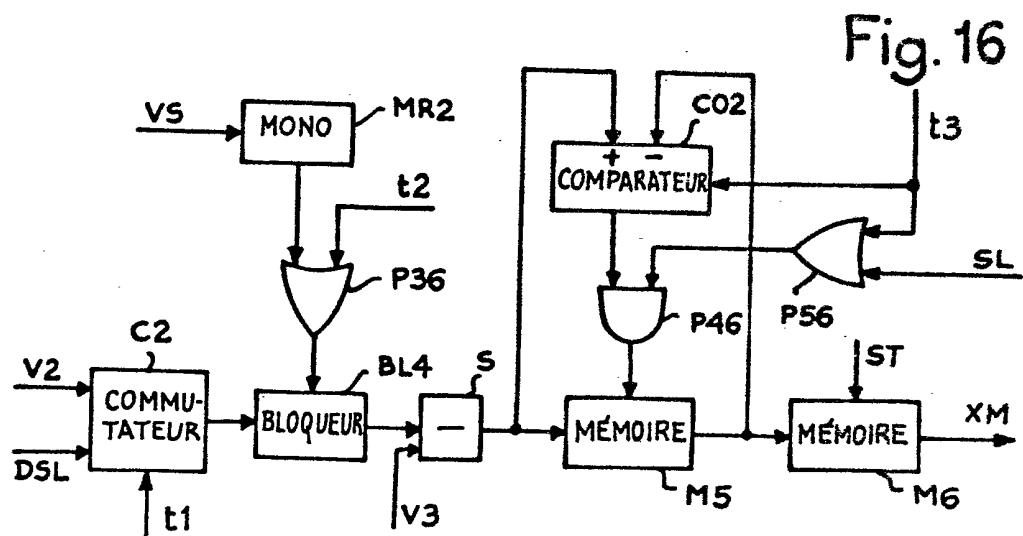


Fig. 16

8/9

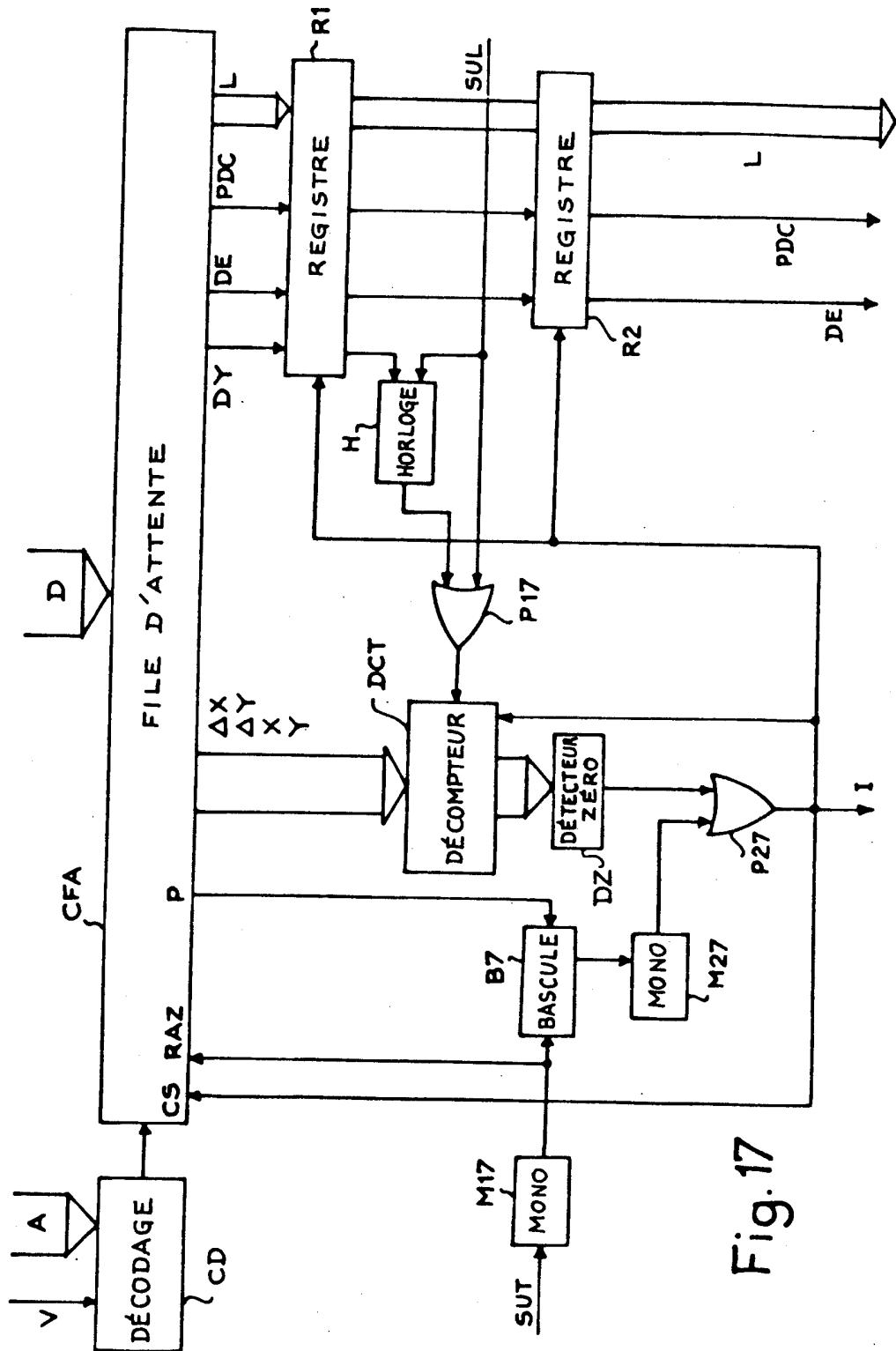


Fig. 17

9/9

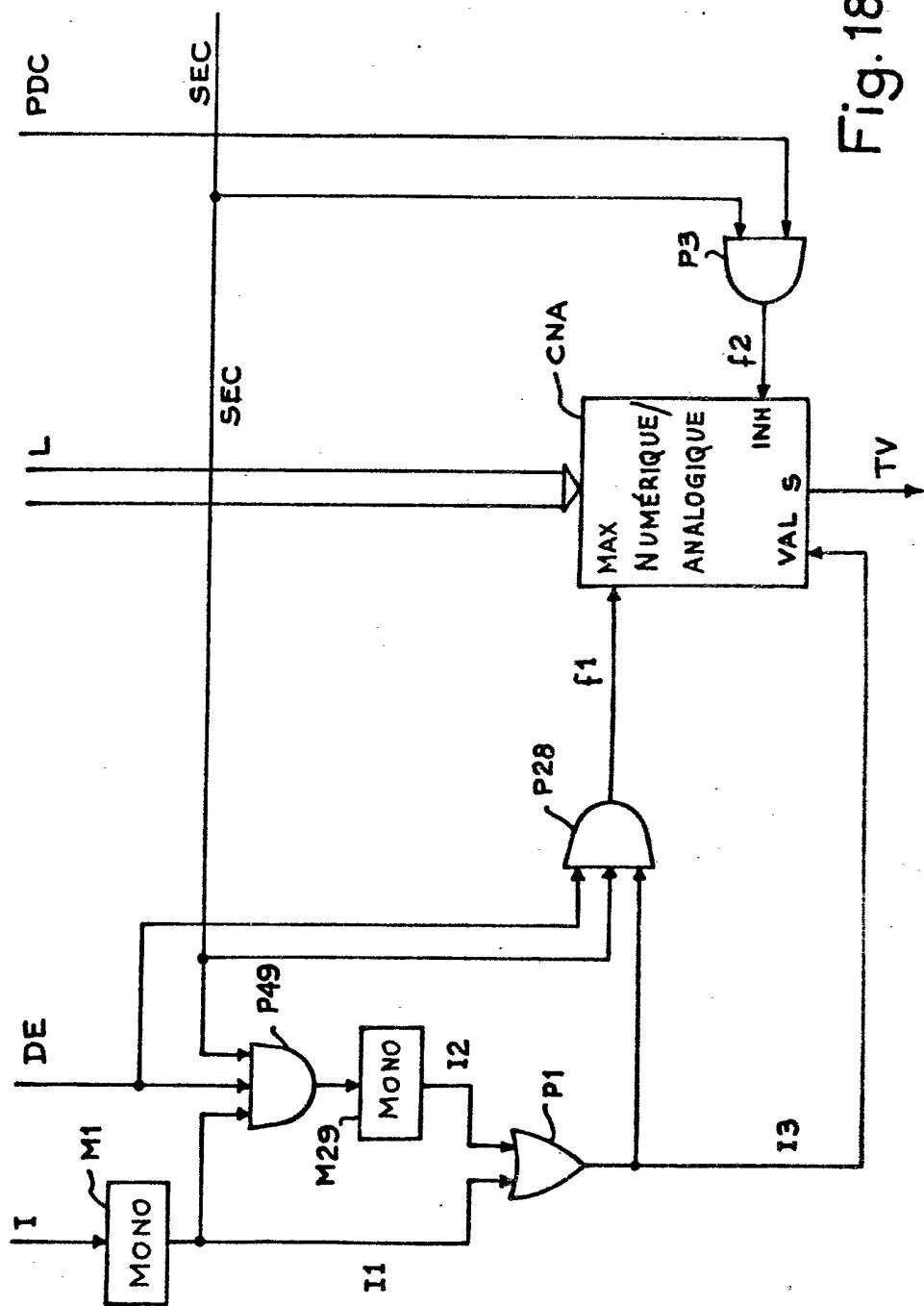


Fig. 18