



ESPAÑA

(10) ES	(11) NUMERO <b>478419</b>	(10) A1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION 8-3-79	

**PATENTE DE INVENCION**

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente dosificación y según el contenido de la memoria adjunta.

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 78/06832		(32) FECHA 9-3-78	(33) PAIS Francia
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL G09B9/02, G06G7/24	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA	
(64) TITULO DE LA INVENCION "APARATO PERFECCIONADO SIMULADOR ELECTRO-HIDRAULICO DE MANDO DE VEHICULOS"			
(71) SOLICITANTE (S) LE MATERIEL TELEPHONIQUE		(102/LMT 566.5/BS.cc)	
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 46 quai Alphonse Le Gallo, 92 BOULOGNE-BILLAN COURT, Francia			
(72) INVENTOR (ES) Bernard Fernand Raymond GUY y Michel André Bernard LACROIX			
(73) TITULAR (ES)			
(74) REPRESENTANTE DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ		(P.- 70.983)	

lfg

1 El presente invento se refiere, de una manera  
general, a la simulación de las reacciones transmitidas a  
los conductores por los mandos de vehículos. Se refiere,  
5 más particularmente, a la simulación de los mandos de vue-  
lo y la de las reacciones mecánicas transmitidas a los pi-  
lotos por los órganos de conducción. El presente invento  
puede ser empleado, no solo en los conjuntos de entrena-  
miento en la conducción de los vehículos, sino también en  
los mandos de vehículos mismos. Puede ser así utilizado  
10 ventajosamente en los aviones, en los sistemas de resti-  
tución artificial de esfuerzo.

La patente francesa número 72 23 790 presentada  
por la solicitante y publicada bajo el número 2.178.495,  
se refiere a un simulador de mando, en el cual la reacción  
15 simulada es producida por un gato hidráulico subordinado.  
El vástago de este gato efectúa un desplazamiento X pro-  
porcional al desplazamiento del órgano de conducción. Una  
señal de subordinación, función de este desplazamiento,  
se obtiene por circuitos de cálculo enteramente analógi-  
cos.  
20

Una de las características del simulador según  
el invento, que comprende, como el simulador precedente,  
un gato hidráulico subordinado, es que la señal de subor-  
dinación función del desplazamiento X, se consigue sin  
25 ninguna dificultad de alisado, por cálculo numérico, fil-  
tración y multiplicación analógica.

Por razones de economía, de comodidad de explo-  
tación y de seguridad, la enseñanza práctica de la conduc-  
ción de los vehículos es dada actualmente de manera clási-  
ca, no con los vehículos mismos, sino por medio de conjun-  
30

1 tos de entrenamiento especialmente concebidos a este efec-  
to. Los aviones, por ejemplo, cuya fabricación y explota-  
ción requieren la utilización de técnicas perfeccionadas  
5 pero complicadas y para los cuales son exigidas condicio-  
nes severas de seguridad, no pueden ser confiados más que  
a tripulaciones comprobadas. La formación en vuelo de es-  
tas tripulaciones requeriría numerosas y costosas horas  
de entrenamiento, si una gran parte de éste no pudiera ser  
sustituido por una formación dada en el suelo, en condicio-  
10 nes mucho mejores, por medio de conjuntos de entrenamien-  
to. Estos conjuntos, denominados corrientemente "simula-  
dores de vuelo", están dispuestos de manera que reproducen  
fielmente las condiciones de ambiente de los puestos de  
pilotaje reales. Los puestos simulados están montados so-  
15 bre plataformas y sometidos a aceleraciones comparables a  
la de los aviones en vuelo. Los movimientos son determi-  
nados por calculadores en función de las evoluciones su-  
puestas efectuadas y de las condiciones exteriores (fuerza  
y dirección del viento) que son programadas o desencadena-  
20 das por un instructor, a medida del desarrollo del ejerci-  
cio. Todos los instrumentos y órganos de conducción es-  
tán simulados fielmente en cuanto a su aspecto, su dispo-  
sición y su funcionamiento aparente. Esta simulación pue-  
de ser efectuada, no solo para los mandos principales de  
25 vuelo, en dirección profundidad e inclinación, sino tam-  
bién para ciertos mandos secundarios, de rodadura en el  
suelo (mando de orientación de rueda delantera), o de emer-  
gencia (mando de tren de aterrizaje). Las reacciones de  
cada uno de estos mandos son características del avión pi-  
30 lotado y varían en función del tipo de evolución, del mo-

1 do de acción sobre el órgano de conducción y del estado  
de marcha del mando considerado. Un buen conocimiento de  
estas reacciones permite, además, al piloto, observar me-  
5 jor el comportamiento del avión, y actuar en consecuencia  
sobre los órganos de conducción. Una simulación fiel de  
las reacciones transmitidas por los mandos de vuelo es,  
pues, esencial, en el conjunto de entrenamiento para el  
pilotaje. Una misión importante requerida de los simula-  
dores de mando de vuelo, es también la simulación de las  
10 averías de funcionamiento. Los sistemas electrónicos con-  
vienen particularmente bien a esta simulación. Son uti-  
lizados, además, debido a su facilidad de adaptación, a  
la simulación de aviones de tipos diferentes.

15 En el avión, los mandos comprenden, de una mane-  
ra general, un órgano de conducción (palanca de mando, vo-  
lante, pedal) situado en la cabina, un varillaje (bielas,  
palancas acodadas y cables) situado bajo el suelo, y ti-  
mones (aleros, flaps) situados en la superficie de las  
alas. En los aviones grandes, el varillaje comprende,  
20 además, servomandos hidráulicos y sistemas de restitución  
artificial de esfuerzo (S.R.A.). La importancia de las  
fuerzas aerodinámicas y la complicación de los varillajes  
debidos a la velocidad y a la envergadura de los aviones  
de línea o de los aviones de combate, hacen imposible, en  
25 efecto, la maniobra directa de los timones. La energía  
necesaria es proporcionada por servomandos hidráulicos  
cuya irreversibilidad impide la transmisión de las reac-  
ciones aerodinámicas a los órganos de conducción. Con el  
fin de restituir a los pilotos las reacciones necesarias  
30 para una mejor conducción del avión, sistemas S.R.A., de-

1 nominados también "de sensación muscular" están dispues-  
tos en los varillajes, aguas arriba de los servomandos,  
y transmiten a los órganos de conducción y a los pilotos  
esfuerzos semejantes a las reacciones reales de los timo-  
5 nes. El simulador según el invento conviene así particu-  
larmente bien para la realización de un sistema S.R.A.

En ciertos casos excepcionales, la simulación  
de un mando de vuelo puede ser resuelta utilizando un  
ejemplar del sistema de mando, en explotación en el avión.  
10 Estas soluciones están limitadas, por una parte, debido  
al coste importante de estos sistemas, para los cuales se  
exige una alta calidad y, por otra parte, para los gran-  
des aviones, debido a las dimensiones importantes de los  
varillajes. Además, estos últimos están con frecuencia  
15 duplicados por seguridad, lo que es contrario a la compa-  
cidad requerida para los conjuntos de entrenamiento. La  
realización de un simulador propiamente dicho, descansa  
sobre la determinación, por medio de un modelo teórico  
simplificado, de las diferentes magnitudes (inercia, elas-  
20 ticidad, frotamiento) y de las leyes características del  
funcionamiento del mando considerado, y sobre la simula-  
ción fiel del comportamiento de este mando, por una dis-  
posición apropiada de mecanismos y de dispositivos hidráu-  
licos, neumáticos o electrónicos que responden a las ecua-  
25 ciones de funcionamiento del modelo teórico. Dejando --  
aparte el órgano de conducción, un mando de profundidad  
comprende, por ejemplo: un varillaje por cables, un sis-  
tema S.R.A., un servomando SC y un timón G. Las ecuacio-  
nes de funcionamiento del modelo mecánico de la figura 1  
30 pueden ser asimiladas a las de este mando. La parte del

1 varillaje que es anterior al sistema S.R.A. está represen-  
tada en III, por: una masa  $m_1$ , un tensor  $k_1$ , un amortigua-  
dor viscoso  $f_1$  y un frotamiento seco  $f_s$ . El desplazamien-  
to de la masa  $m_1$  es igual al desplazamiento  $X$  del vástago  
5 de gato del simulador y puede, por consiguiente, ser de-  
signado igualmente por  $X$ . La parte del varillaje que es  
posterior al sistema S.R.A., así como éste, han sido re-  
presentados, en IV, por: una masa  $m_2$ , cuyo desplazamiento  
está designado por  $Y$ , un tensor variable  $k_2$ , (resortes)  
10 correspondiente al esfuerzo estático desarrollado por el  
sistema S.R.A., y una amortiguación viscosa  $f_2$ . El des-  
plazamiento  $X_0$  de regulación es transmitido al punto de  
apoyo del tensor  $k_2$ . El esfuerzo  $F_p$  ejercido por el ele-  
va-piloto es aplicado al punto A, mientras que la fuerza  
15 transmitida por el cable en el punto B es igual a la am-  
plitud  $F$  de la señal de subordinación función del despla-  
zamiento  $X$ . Los diferentes parámetros del modelo son va-  
riables en función de la configuración de vuelo y del es-  
tado del mando. El tensor  $k_2$  es variable, por ejemplo,  
20 en función del número de Mach, de la velocidad instantá-  
nea y de la altitud. El servomando SC puede ser asimila-  
do al tensor  $k_3$  de los resortes de protección colocados  
a uno y otro lado de la palanca de entrada L de este ser-  
vomando. Una separación de esta palanca con relación a  
25 su posición central, provoca el desplazamiento del servo-  
mando sobre el vástago  $T_i$  y la rotación  $\alpha$  del timón.

La patente ya citada, presentada por la solici-  
tante, se refiere a un simulador de mando que, además de  
un gato hidráulico, una servoválvula de alimentación, cap-  
30 tadores (de esfuerzo, de velocidad y de desplazamiento),

1 comprende circuitos electrónicos que forman varios bucles  
de subordinación. Uno de estos bucles proporciona una se-  
ñal cuya amplitud es igual al valor de una fuerza  $F$  fun-  
ción, entre otros, del desplazamiento  $X$  del vástago de ga-  
5 to según la relación:

$$F = K (X - X_0)$$

El coeficiente  $K$  es determinado por un calcula-  
dor analógico, en función del modelo teórico. El paráme-  
tro de regulación  $X_0$  determina la posición de equilibrio  
10 de la palanca. En el avión, su valor es fijado por un  
mando accionado por el piloto (mando de trim, o posición).  
En este simulador, la palanca es solidaria, por un dispo-  
sitivo de bielas, del vástago de gato. El modelo muestra  
que el valor del esfuerzo transmitido al vástago de gato  
15 y proporcionado por el eleva-piloto para mantener la pa-  
lanca o desplazarla lentamente, es igual, salvo el frotamien-  
to seco, a la amplitud  $F$  de la señal de subordinación  
considerada. El realismo de la simulación reposa, pues,  
en gran parte, sobre la fidelidad con la cual el calcula-  
20 dor analógico es capaz de dar al coeficiente  $K$  un valor  
variable tal que el valor  $F = K (X - X_0)$  sea igual al va-  
lor del esfuerzo real  $F_r$  desarrollado sobre el avión.

La medida del esfuerzo estático  $F_r$  ejercido so-  
bre un mando real, en función de la posición de la palan-  
ca, conduce, despreciando el frotamiento seco, al haz de  
25 curvas de la figura 2. Cada una de estas curvas corres-  
ponde a una configuración particular de vuelo, caracteri-  
zada, por ejemplo, por un valor respectivo determinado  
por el número de Mach, la velocidad instantánea y la alti-  
tud. Siendo el desplazamiento de la palanca proporcional  
30

1 en el simulador al desplazamiento X del vástago de gato,  
el esfuerzo Fr ha sido representado en función de este  
desplazamiento, tal que :  $Fr = f(X)$ . Estas curvas poseen  
una parte mediana AB que corta el eje de las X en un pun-  
5 to de abscisa  $X_0$ . Esta parte común, de fuerte pendiente,  
constituye un umbral en el esfuerzo de mando. Este um-  
bral es introducido intencionalmente en el mando de vuelo  
por medio de un sistema S.R.A. para la curva Cl C'1 más  
próxima al eje de las X; esta pendiente es, aproximadamen-  
10 te, 15 quince veces mayor que la de las partes extremas  
de esta capa. El esfuerzo localizado así creado sobre una  
fracción de grado del desplazamiento de la palanca, permi-  
te que el piloto perciba cómodamente la zona neutra del  
mando y le facilite una acción instintiva sobre esta pa-  
15 lanca en un sentido o en el otro. En vuelo establecido,  
el punto representativo de la posición de la palanca os-  
cila bajo la acción del piloto, de manera prácticamente  
aleatoria en el interior del círculo R, es decir: para la  
curva Cl C'1, entre dos puntos extremos variables, situa-  
20 dos cada uno a uno y otro lado de la zona neutra AB, en  
las dos zonas efectivamente activas y de efectos inversos  
AA' y BB' del mando. Los datos característicos de estas  
curvas son introducidos en el modelo de la figura 1 al  
nivel de los parámetros  $k_1$  y  $k_2$ .

25 Los circuitos electrónicos analógicos son capa-  
ces de realizar las funciones que corresponden a estas  
curvas, pero dan lugar a dificultades de reglaje y de es-  
tabilidad que aumentan rápidamente con el número de los  
parámetros de cálculo empleados. Los circuitos de cálcu-  
30 lo numérico son, por el contrario, particularmente inte-

1 resantes, debido a su estabilidad y a su flexibilidad de  
programación. Tienen, sin embargo, un inconveniente, que  
resulta del principio mismo de su funcionamiento, y que  
perjudica el realismo de la simulación buscada. Los cir-  
5 cuitos de cálculo numérico, en efecto, no operan más que  
sobre magnitudes separadas. Las señales de entrada a tra-  
tar son, pues, previamente muestreadas y las señales de  
salida, cuyos escalones corresponden a los valores sucesi-  
vamente calculados, deben ser luego alisadas conveniente-  
10 mente. El alisado de la señal de amplitud  $F$  resulta difí-  
cil por varias razones, a saber: una inclinación demasia-  
do grande de las pendientes de las curvas  $F_r = f(X)$  en la  
zona AB, una velocidad de maniobra esencialmente variable  
y un tiempo de ciclo impuesto por el calculador, que debe  
15 ser tan breve como sea posible. De esto resulta, para el  
eleva-piloto, una sensación de "granulaciones" no realis-  
ta en su esfuerzo de maniobra, tanto más inaceptable quan-  
to que aparece principalmente en la zona del umbral de  
mando que es recorrida de manera continua, en vuelo esta-  
20 blecido. La figura 3 muestra así la importancia, en la  
zona del umbral de mando, de los escalones que resultan  
de un cálculo numérico clásico de la amplitud de  $F$ , hecho  
a partir del modelo de la figura 1, cuando se supone que  
el mando efectúa un desplazamiento a velocidad constante,  
25 y se desprecia el frotamiento seco. En realidad, el sen-  
tido y la velocidad de desplazamiento son muy variables.  
Un simple filtro no puede hacer desaparecer el efecto de  
granulaciones que resulta de la presencia de los escalo-  
nes y que afecta al esfuerzo de reacción al nivel del ór-  
30 gano de conducción del simulador.

1 Una de las características del simulador según  
el invento es incluir un sistema electrónico que propor-  
ciona, por cálculo numérico, filtración y multiplicación  
5 analógica, una señal de subordinación, función del despla-  
zamiento X, convenientemente alisada a uno y otro lado de  
la zona del umbral de mando, y que no necesita ningún ali-  
sado en el interior de esta zona.

Otras características del simulador de mando de  
vuelo según el invento aparecerán en la descripción de un  
10 ejemplo de realización que sigue.

Las tres primeras figuras, ya descritas, se re-  
fieren, como se indica más abajo, al ámbito técnico propio  
del invento.

La figura 1 representa el modelo mecánico al  
15 cual puede ser asimilado un mando de profundidad.

La figura 2 representa un haz de curvas relati-  
vas al esfuerzo estático  $F_r$  ejercido sobre un mando de  
profundidad.

La figura 3 representa la señal en escalones  
20 que resultaría de un cálculo numérico clásico de la fuer-  
za F.

La figura 4 representa el esquema del simulador  
de mando según el invento.

La figura 5 representa el diagrama de fluencia  
25 relativa en el cálculo del coeficiente K efectuado en el  
simulador según el invento y de acuerdo con el modelo me-  
cánico de la figura 1.

La figura 6 representa el organigrama correspon-  
diente a las operaciones de cálculo expresadas por el dia-  
grama de la figura 5.  
30

1                    En el simulador de mando según el invento (figu-  
ra 4), un gato hidráulico V, de doble efecto, desarrolla  
un esfuerzo que simula la reacción del mando de vuelo y  
que, al oponerse al esfuerzo  $F_p$  ejercido por el eleva-pi-  
5                    loto, tiende a llevar la palanca de mando a posición neu-  
tra. El desplazamiento del vástago de gato, designado  
por X, es proporcional al desplazamiento del órgano de  
conducción. El fondo del gato está articulado sobre un  
bastidor fijo BA. El esfuerzo  $F_p$  es aplicado al vástago  
10                   de este gato por medio: de una virola de articulación E,  
de un captador de esfuerzo CE y de una caja de rodamiento  
BR, que permiten una rotación del vástago de gato con re-  
lación al captador. Un captador de velocidad CV, así co-  
mo un captador de desplazamiento CD, están fijados sobre  
15                   el cuerpo del gato. Sus vástagos de mando son solidarios  
del vástago del gato por medio del brazo de unión B. El  
desplazamiento del vástago del gato está mandado por una  
servoválvula de alimentación SV, cuya señal de entrada 8  
se obtiene por medio de un conjunto de circuitos electró-  
nicos que comprenden varios bucles de subordinación. Un  
20                   primer bucle de subordinación se refiere a una señal 1 pro-  
cedente del captador de velocidad CV. Su amplitud es --  
igual a la velocidad de desplazamiento  $X'$  del vástago de  
gato. Un circuito L, amplificador y limitador, al cual  
25                   es aplicada la señal 1, proporciona una señal 2, cuya am-  
plitud es igual, en valor absoluto, al frotamiento seco  
fs del modelo de varillaje III (figura 1) y cuya polari-  
dad depende del signo de la velocidad  $X'$ . Un segundo bu-  
cle de subordinación se refiere a una señal 3 procedente  
30                   del captador de esfuerzos CE. La amplitud de esta señal

1 es igual al esfuerzo al cual es sometido el vástago de gato. Un tercer bucle de subordinación se refiere a la señal 8 en la entrada de la servoválvula SV. La velocidad

5  $X'$  del vástago de gato es proporcional a la amplitud de esta señal. Un circuito multiplicador M1, cuyo coeficiente de multiplicación es igual a la amortiguación  $f_1$  del modelo de varillaje III, proporciona una señal 5 de amplitud  $f_1 X'$ . Un cuarto bucle de subordinación se refiere a

10 la señal 6, procedente del captador de desplazamiento CD, cuya amplitud es igual a  $X$ . Un sistema electrónico SE, al cual se aplica esta señal, proporciona una señal 4 de amplitud  $F = K (X - X_0)$ . Las señales 2, 3, 4 y 5 de los diferentes bucles son aplicadas a un circuito de adición AD, que proporciona una señal 7 igual a la suma de estas diferentes

15 señales. La señal 7 es aplicada al circuito integrador I, cuya constante de integración es igual a la masa  $m_1$  del modelo de varillaje III. La señal 8, proporcionada por este circuito, constituye la señal de entrada de la servoválvula SV.

20 La ecuación de funcionamiento de los circuitos descritos da el valor del esfuerzo  $F_p$  ejercido sobre el órgano de conducción en el simulador:

$$F_p = m_1 X'' + f_1 X' \pm f_s + K (X - X_0)$$

25 Los tres primeros términos del segundo miembro de esta ecuación representan los esfuerzos relativos a los elementos situados en la parte I del modelo mecánico, mientras que el término  $K (X - X_0)$  representa los esfuerzos que corresponden a los elementos de la parte II.

30 El valor del coeficiente  $K$  es determinado por el sistema electrónico SE (figura 4). Este sistema inclu-

1 ye esencialmente: un circuito multiplicador analógico M2,  
un filtro de alisado FL, circuitos de cálculo numérico C  
y su intercara IF, un circuito sustractor ST. Cuando el  
simulador de mando es utilizado en un conjunto de entrena-  
5 miento para el pilotaje, estos circuitos de cálculo numé-  
rico pueden estar constituidos por el calculador central  
de este conjunto. La señal 6 de amplitud X, es aplicada  
en la intercara IF y en el sustractor ST. El sustractor  
recibe además de la intercara, una señal 11 de amplitud  
10 X<sub>0</sub> y proporciona al multiplicador M2, una señal 12 de am-  
plitud X-X<sub>0</sub>. Los circuitos de cálculo C efectúan, para  
cada ciclo de cálculo, el cálculo del valor F, así como  
el cálculo de la relación  $K' = \frac{F}{X-X_0}$  (1). La intercara  
proporciona una señal 10 en escalones, cuya amplitud, cons-  
15 tante durante cada ciclo, es igual a la relación K'. La  
señal 10 es aplicada en el filtro FL, que la alisa y pro-  
porciona una señal 9 de amplitud K, igual al valor alisa-  
do de la relación K'. La señal 9 es aplicada en el mul-  
tiplicador analógico M2, que proporciona la señal 4 de am-  
20 plitud igual al producto K. (X-X<sub>0</sub>) y, salvo una precisión  
muy buena, igual también al valor F buscado debido a la  
relación 1 precedente. El interés de este método se ex-  
plica por el hecho de que la parte mediana de la curva de  
esfuerzo (figura 3) que corresponde al umbral de mando,  
25 está constituida por un segmento de recta AB que pasa por  
el punto de abscisa X<sub>0</sub> del eje de las X. De esto resulta  
que la relación K' es constante, mientras que el mando  
recorre el umbral de funcionamiento. Lo mismo sucede,  
pues, con la amplitud de la señal 10 y con la amplitud de  
30 la señal 9. La señal 4 varía, pues, en esta zona, de una

1 manera continua, en función de las variaciones de la se-  
ñal 6. La dificultad de realizar un alisado que esté --  
adaptado, a la vez, a la parte mediana y a las partes ex-  
tremas de la curva de esfuerzo es, pues, evitada. El ali-  
5 sado resulta inútil para la parte mediana. Las caracte-  
rísticas del filtro FL están adaptadas únicamente y, por  
consiguiente, más fácilmente, a las partes extremas de la  
curva de esfuerzo. Los circuitos de cálculo son del tipo  
universal y programable. La duración del ciclo de cálcu-  
10 lo está comprendida entre 5 y 15 ms. La capacidad de la  
memoria es del orden de 0,5 kilobits de 16 bits. Los  
multiplicadores M1 y M2, así como el sustractor ST, son  
circuitos integrados que se encuentran corrientemente en  
15 forma de componentes en el comercio. El filtro de alisa-  
do FL está constituido por un simple filtro activo clási-  
co, del segundo orden, compuesto por un amplificador ope-  
racional y por dos circuitos del tipo de resistencia y ca-  
pacidad. Para un ciclo de cálculo de 10 ms, por ejemplo,  
20 la frecuencia de corte de este filtro es de 25 Hz, mien-  
tras que su coeficiente de amortiguación es igual a 0,4.  
Los cálculos a efectuar por los circuitos de cálculo se-  
gún el invento están resumidos en el diagrama de la figu-  
ra 5. La constante de tiempo del servomando SC está re-  
presentada por letra  $\tau$ . El desplazamiento de este servo-  
25 mando sobre el vástago  $T_i$  está designado por  $Z$ . Los valo-  
res de  $Z$  y de  $\alpha$  están relacionados por un coeficiente de  
proporcionalidad  $A$ . Los valores de todos los parámetros  
necesarios para el cálculo de  $K'$  son almacenados en memo-  
ria. Estos valores pueden ser variables en función de las  
30 condiciones de vuelo y del estado del mando. Son calcula-

1 dos, bien en el calculador central, bien en los circuitos  
proprios del simulador de mando de vuelo, a partir de ta-  
5 blas de datos proporcionadas por el constructor de avio-  
nes y que corresponden a las curvas  $F_r = f(x)$ . La figu-  
ra 6 muestra las diferentes etapas del cálculo del valor  
F y de la relación  $K'$ . Los símbolos  $\lceil \rceil$  s o  $\lfloor \rfloor$  a in-  
dican que la magnitud aceptada es medida en unidades "si-  
mulado" o en unidades "avión". El valor X calculado en  
el ciclo n es restado del valor Y calculado en el ciclo  
10 n - 1.

Aunque los principios del presente invento ha-  
yan sido descritos más arriba en relación con un ejemplo  
particular de realización, se comprenderá claramente que  
dicha descripción está hecha solamente a título de ejem-  
15 plo y no limita el alcance del invento.

1

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

15

20

25

30

1ª.- Aparato perfeccionado simulador electro-hidráulico de mando que comprende: un gato hidráulico de doble efecto, cuyo vástago efectúa un desplazamiento X proporcional al desplazamiento de un órgano de conducción; un captador de desplazamiento asociado a dicho vástago y que proporciona una señal de amplitud proporcional a X; un bucle de subordinación del gato hidráulico que produce una señal de subordinación de amplitud igual a una función  $F = f(X)$  que representa la parte, función del desplazamiento X, de la reacción opuesta al esfuerzo de maniobra del eleva-piloto, comprendiendo este bucle circuitos de cálculo numérico, y estando representada la función F por una curva que incluye una parte mediana lineal que corresponde a un umbral alrededor del valor  $X = X_0$ , caracterizado por el hecho de que dicho bucle de subordinación incluye primeros medios que producen una señal de valor  $X - X_0$ , segundos medios de cálculo numérico que producen una señal de amplitud  $F / X - X_0$ , siendo esta amplitud constante en dicha parte mediana de la curva que representa F y estando en escalones en las partes extremas de esta curva; y un dispositivo multiplicador analógico unido a dichos primeros y segundos medios, para realizar la multiplicación analógica de las señales producidas por estos medios.

1                    2ª.- Aparato según la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que dichos segundos medios están unidos a dicho dispositivo multiplicador por medio de un filtro útil, solamente en las partes extremas de dicha  
5                    curva.

                  3ª.- "APARATO PERFECCIONADO SIMULADOR ELECTRO-  
-HIDRAULICO DE MANDO DE VEHICULOS".

                  Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.  
10

                  Esta Memoria consta de dieciseis hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 08. MAR 1979

P.A.

JAC

Fernando de Elizaburu  
Per Poder.

26019

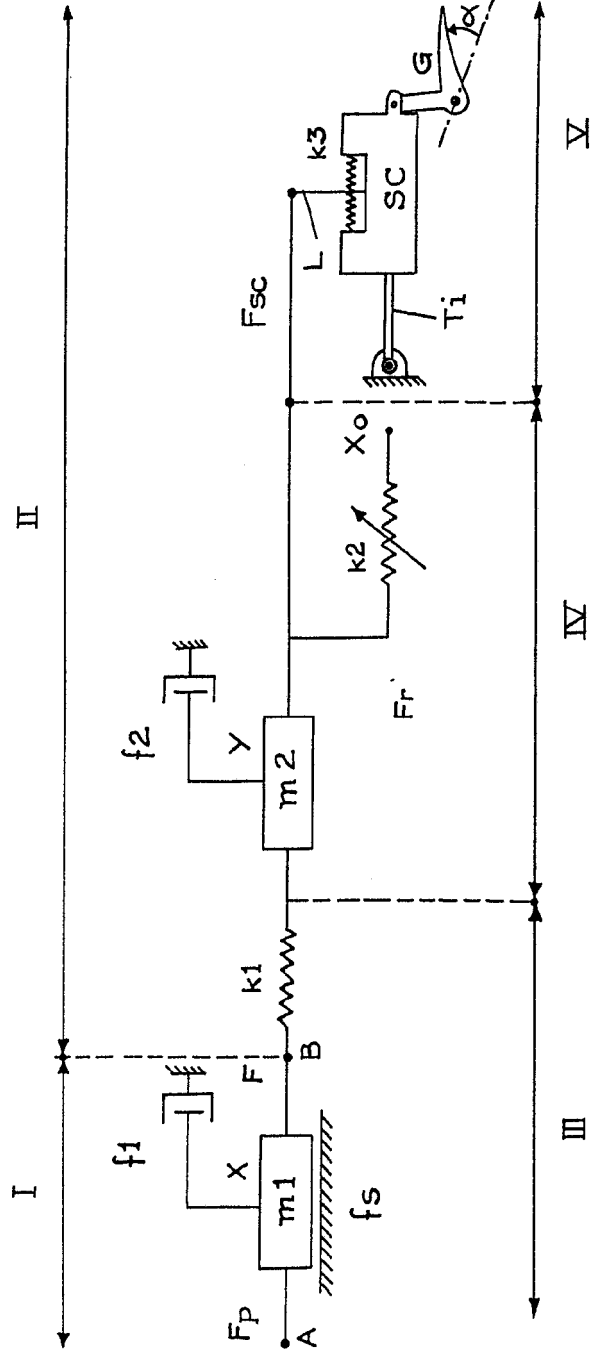


Fig.1

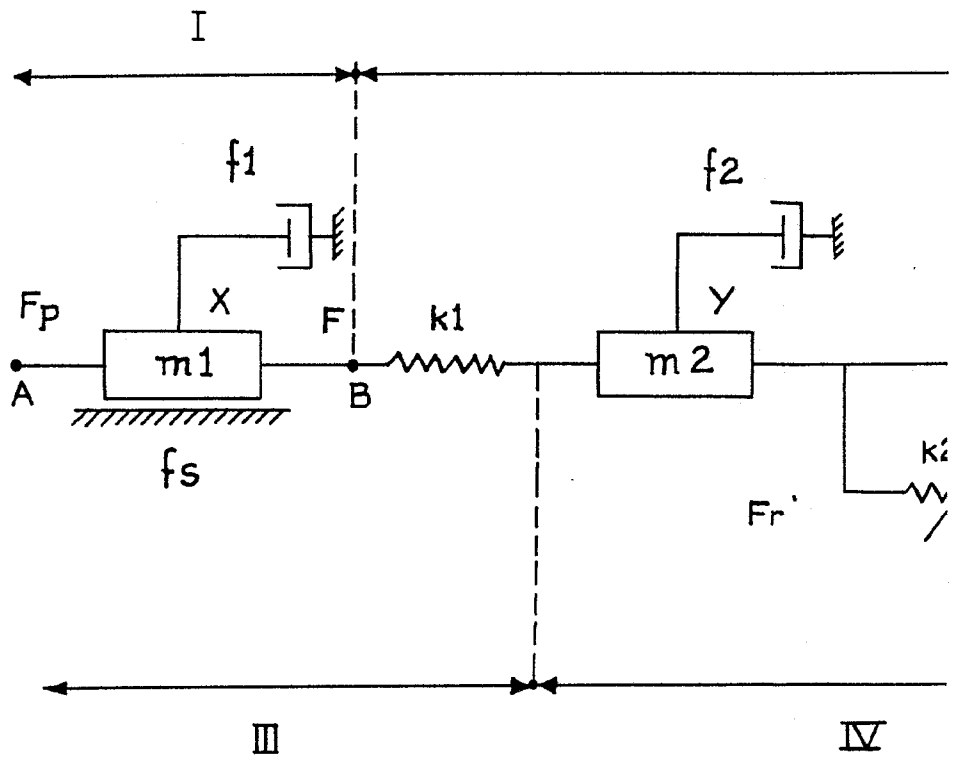
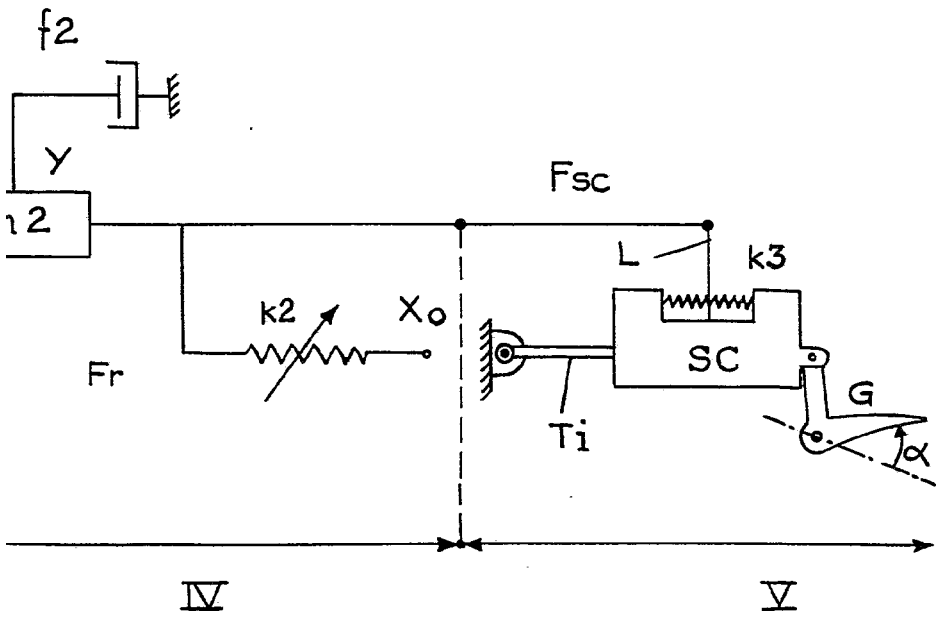


Fig.1

II



Fernando de Zuburu  
Per Poder.

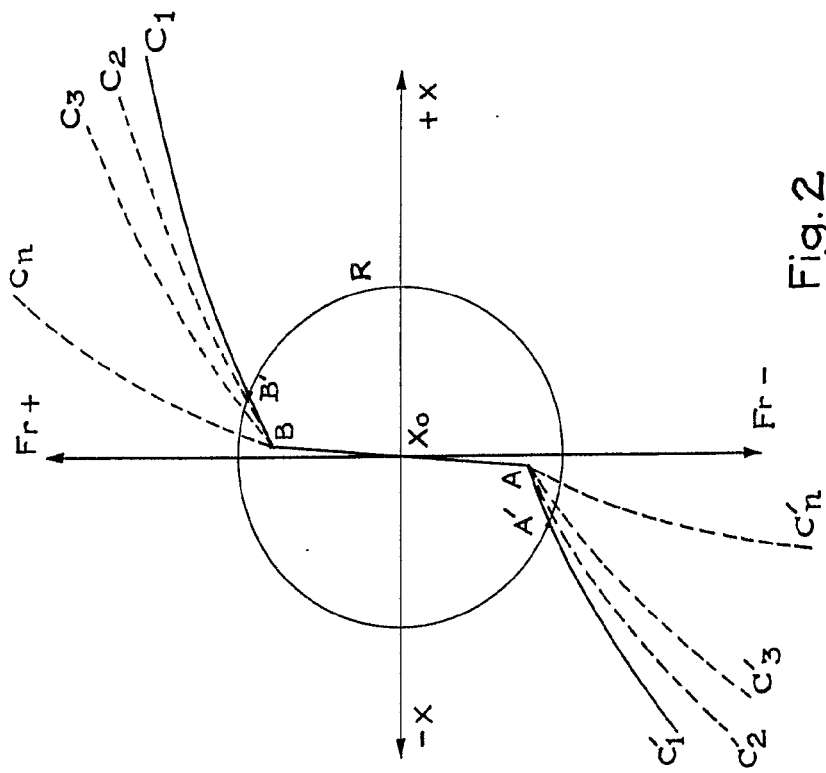


Fig. 2

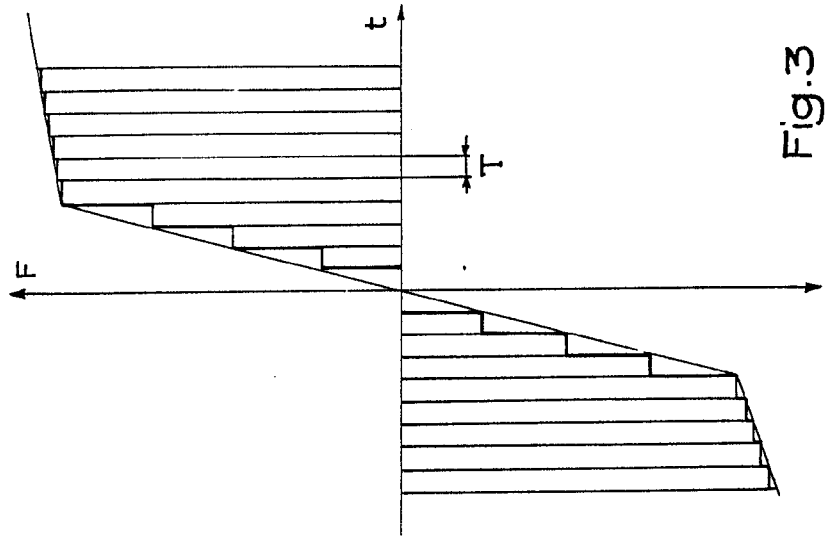


Fig. 3

Copyright © 1964 by McGraw-Hill, Inc.

Ferraro  
New York

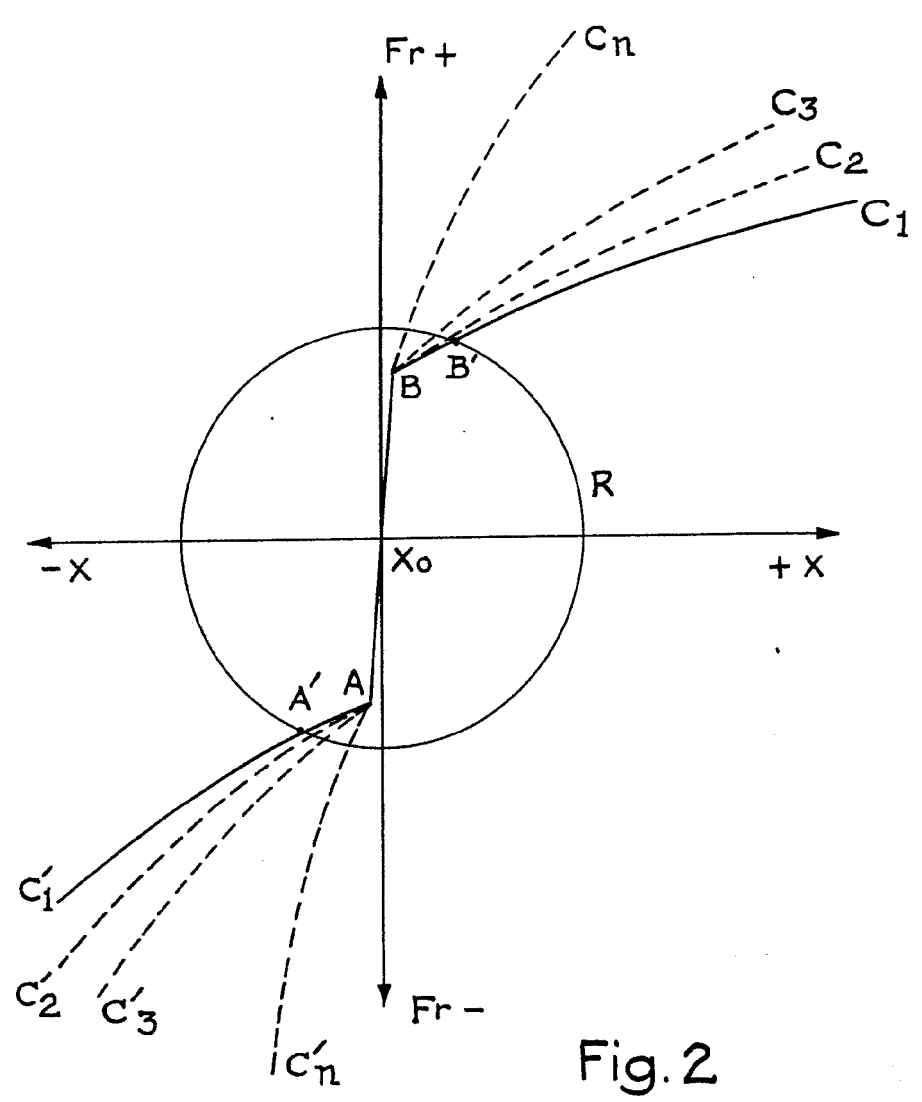
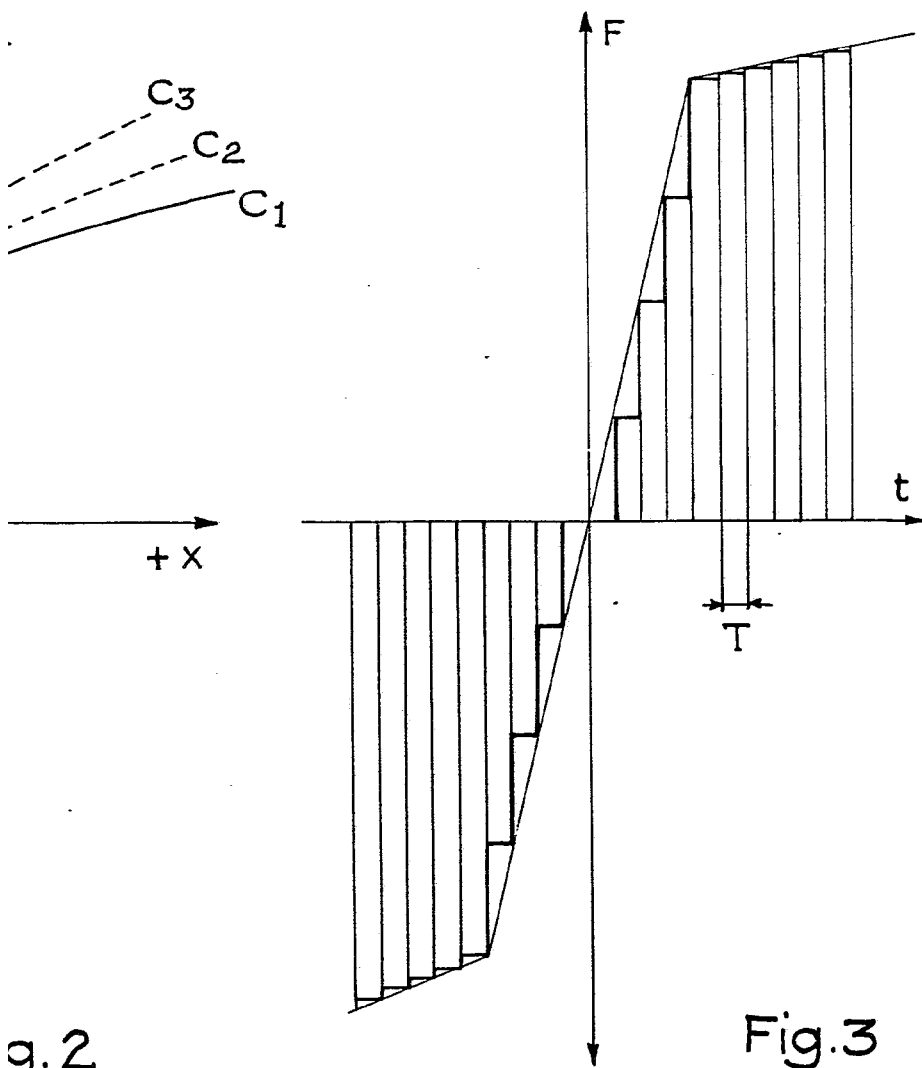


Fig. 2



g. 2

Fig. 3

Fernando Co. Blahy  
Per Poder.



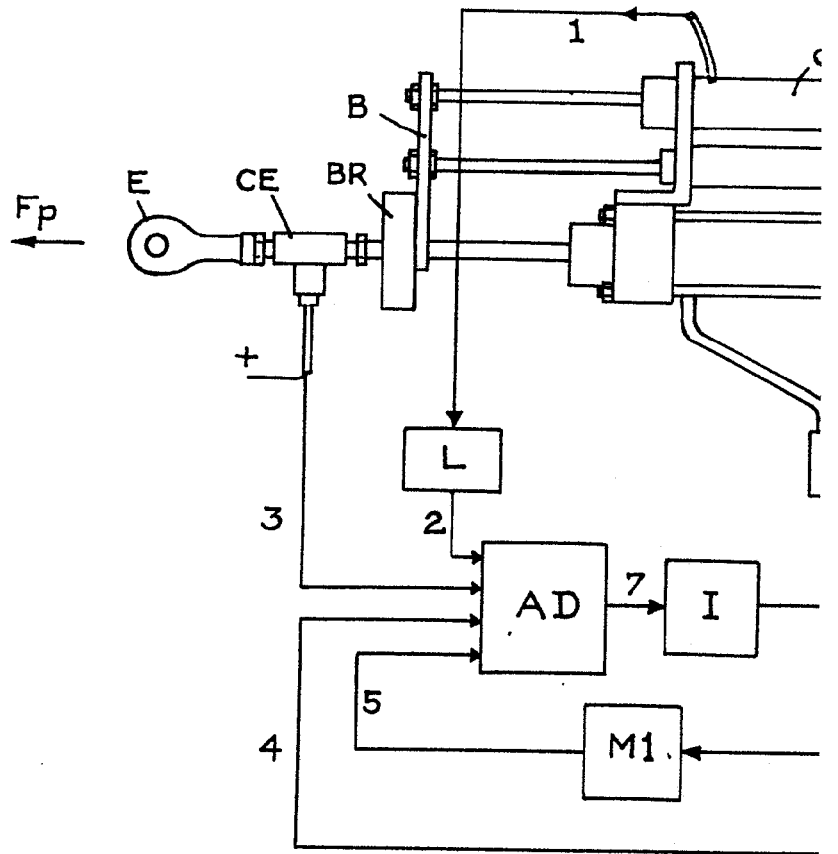
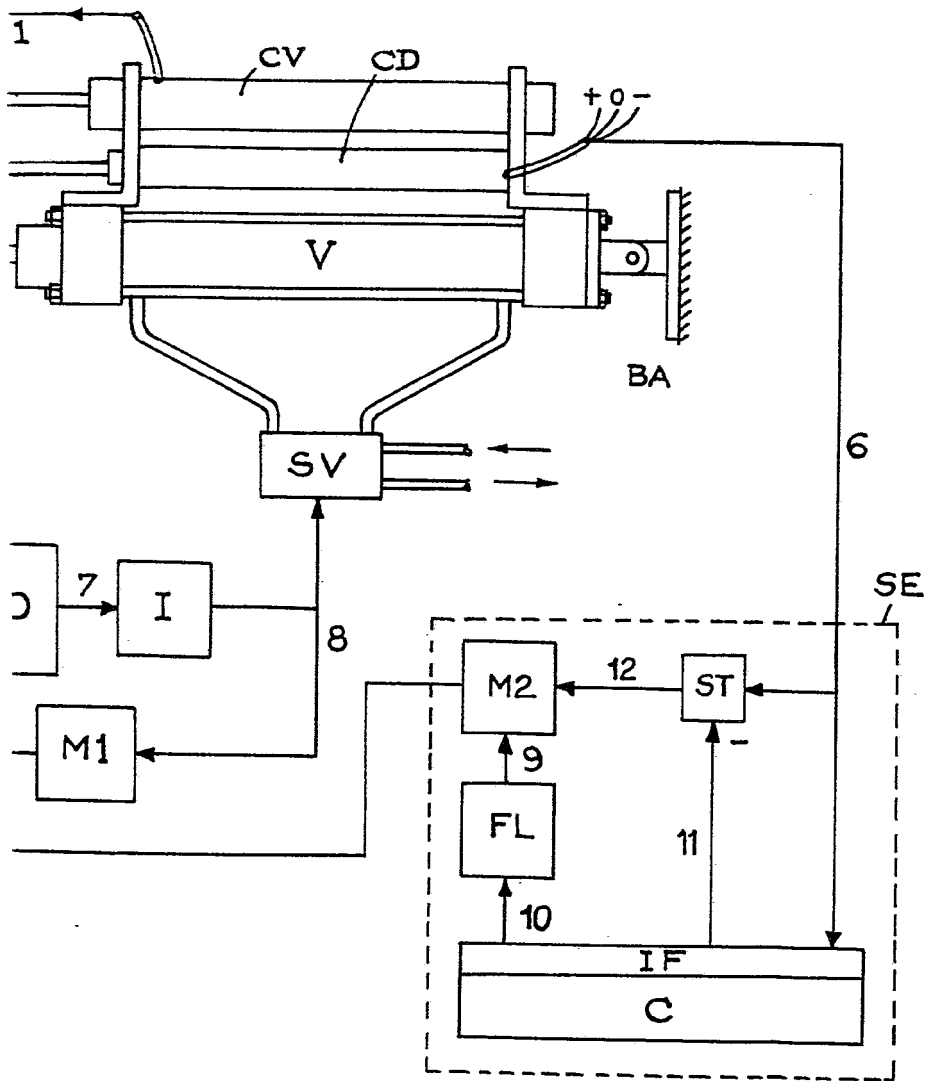


Fig. 4



Fernando de Elizaburu  
Por'Elipr.

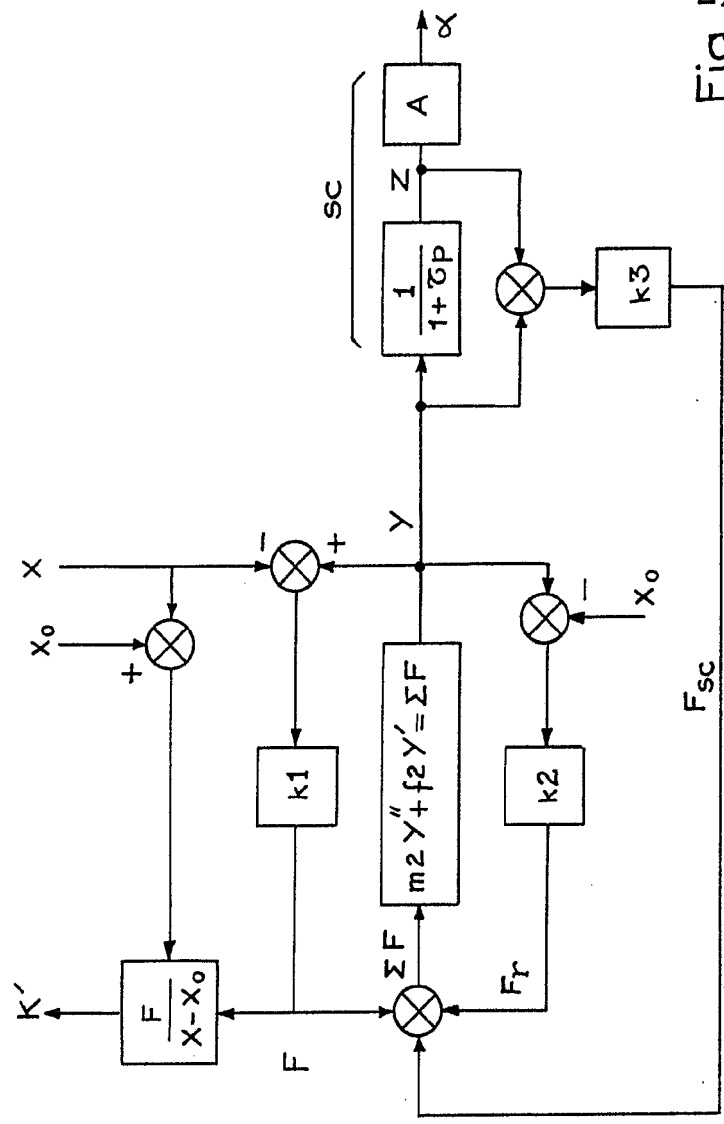
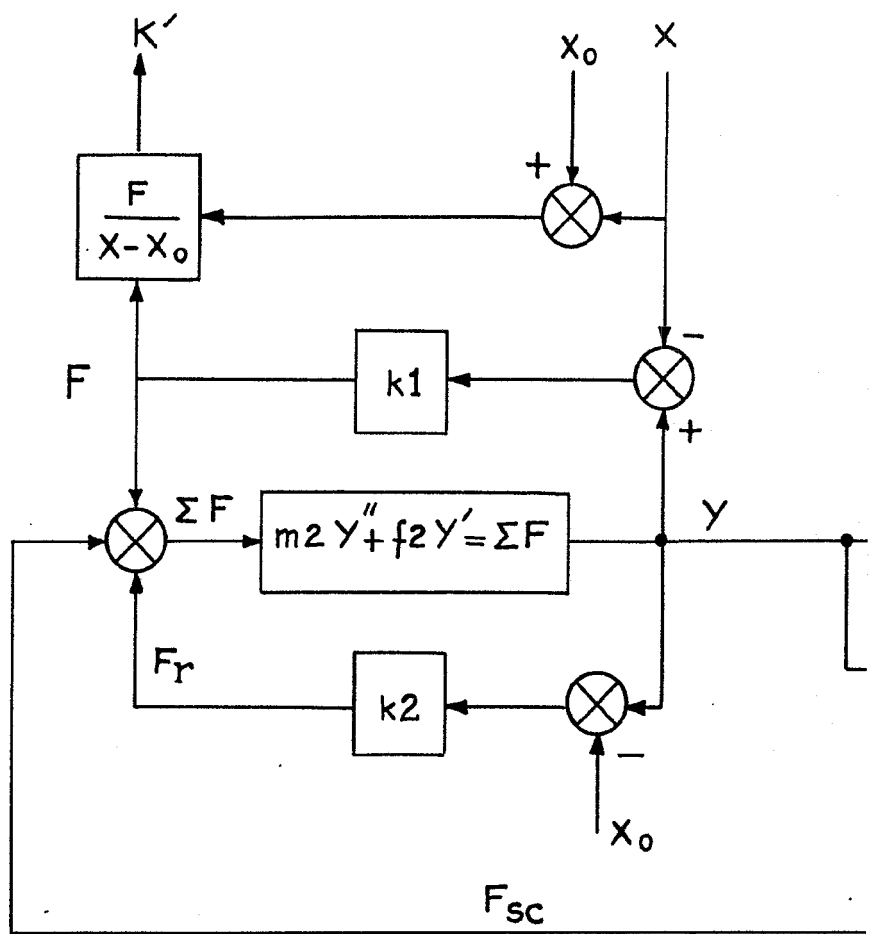


Fig. 5

Fernando de Lizaso  
 Jive Food



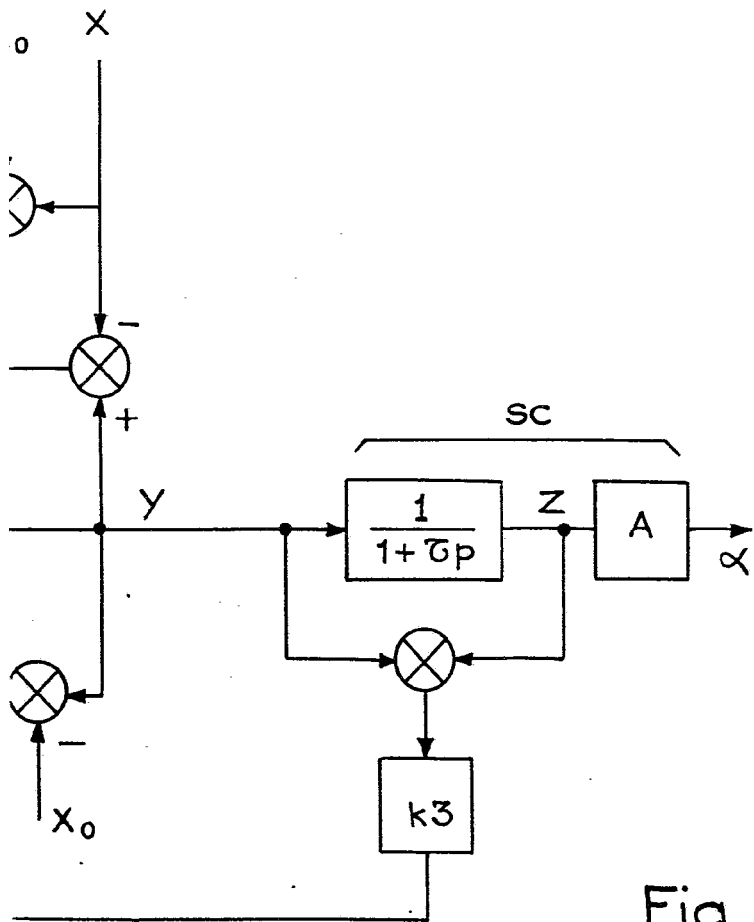


Fig. 5

Fernando de Elizabete  
 For Podar

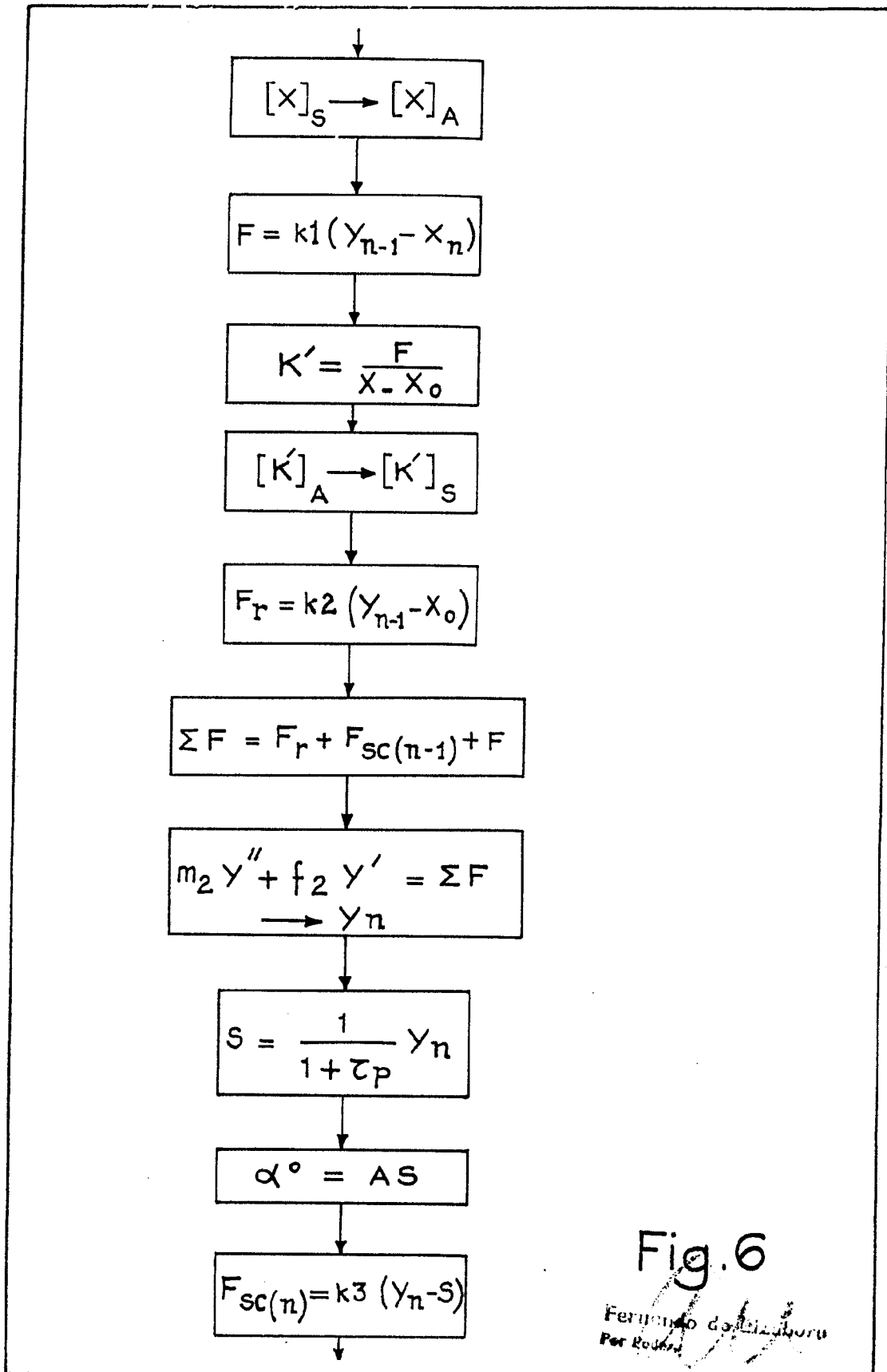


Fig. 6

Ferimento de...  
Per Rodari