P.- 48.095

U. 20-10-10-/296/6

392249

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE B 60
SUBCLASE G

Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION **por** 20 **años**

a nombre de BRITISH RAILWAYS BOARD

entidad / ~~nacionalidad~~ británica

con domicilio en 222, Marylebone Road, Londres, Inglaterra

por: "UN MECANISMO DE INCLINACION DE UN VEHICULO DE FERROCARRIL"

(CLase Internacional B61d)

Esta invención está relacionada con mecanismos de inclinación de vehículos de ferrocarril, y más particularmente, pero no exclusivamente, de coches de ferrocarril para el uso en trenes de pasajeros de gran velocidad capaces de velocidades superiores a 160 kilómetros por hora.

Al proyectar un coche de ferrocarril para el uso en trenes de pasajeros de gran velocidad que se trasladan sobre las vías existentes no proyectadas para estas grandes velocidades, el efecto de la fuerza centrífuga en la comodidad de los pasajeros que surge de las deficiencias en el peralte de las vías en las curvas cuando el tren toma estas curvas a las grandes velocidades proyectadas, debe ser contrarrestado, y una forma de hacerlo es inclinar la caja del coche lateralmente en relación con los juegos de ruedas. Para la comodidad de los pasajeros es deseable inclinar la caja del coche de modo que la fuerza resultante sobre un pasajero sea perpendicular o casi perpendicular al piso del coche. Idealmente, la caja del coche es inclinada por lo tanto de modo que el piso del coche forma un ángulo con el plano de la vía igual a la deficiencia del peralte. Como se apreciará, la aceleración radial, esto es, la aceleración radialmente a la curva de la vía, experimentada por el centro de gravedad de la caja del coche es una medida de la deficiencia del peralte.

De acuerdo con esta invención se proporciona un mecanismo de inclinación de un vehículo de ferrocarril para inclinar lateralmente la caja del vehículo de ferrocarril alrededor de un centro de inclinación sustan

cialmente constante relativamente a los juegos de ruedas sobre los que es soportada la caja, teniendo el mecanismo de inclinación un sistema de control que comprende medios perceptores en la caja para apreciar la aceleración de la caja radialmente a la curva de la vía y el movimiento de giro de la caja alrededor del centro de inclinación, y medios de sistematización que responden a la salida de los medios perceptores y que proporcionan una salida para controlar el funcionamiento del mecanismo de inclinación, la cual salida tiene un valor proporcional a la aceleración radial modificada por un valor proporcional a la velocidad angular de la caja alrededor del centro de inclinación para amortiguar la velocidad de inclinación.

En una realización de la invención, los medios perceptores comprenden dos acelerómetros a distancias verticales diferentes h_1 y h_2 desde el centro de inclinación y produciendo así salidas proporcionales a $\ddot{y}+h_1\ddot{\theta}$ y $\ddot{y}+h_2\ddot{\theta}$ respectivamente.

En una segunda realización de la invención, los medios sensores comprenden un giróscopo de velocidad de inclinación que produce una salida proporcional a $\ddot{\theta}$ y un acelerómetro dispuesto a una distancia vertical h del centro de inclinación y produciendo así una salida proporcional a $\ddot{y}+h\ddot{\theta}$. Si el acelerómetro está dispuesto en el centro de inclinación de modo que h sea cero, entonces el acelerómetro produce una señal proporcional a $\ddot{y}$, y pueden usarse entonces medios de tratamiento simplificados.

Con objeto de que la invención pueda ser com -

prendida fácilmente, se describirá ahora, a título de -- ejemplo, un mecanismo de inclinación de un vehículo de - ferrocarril de acuerdo con la invención y que usa dos -- formas alternativas de sistema de control, con referen - cia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Figura 1 es un diagrama esquemático del primer sistema de control,

La Figura 2 es un diagrama esquemático del segundo sistema de control,

La Figura 3 es un diagrama esquemático de un - mecanismo de inclinación completo,

La Figura 4 muestra diagramáticamente una disposición física de un mecanismo de inclinación en un -- vehículo de ferrocarril en la posición no inclinada,

La Figura 5 muestra el sistema de la Figura 4 en una posición inclinada.

El sistema de control de la Fig. 1 emplea dos acelerómetros 1 y 2 montados en la caja del vehículo 3, convenientemente en el plano vertical longitudinal cen - tral de éste y a unas distancias h_1 y h_2 respectivamente sobre el centro 0, alrededor del cual es inclinada la caja del vehículo 3. Así, el acelerómetro 1 producirá una señal de salida proporcional a $\ddot{y}+h_1\ddot{\theta}$, donde $\ddot{y}$ es la aceleración del centro de inclinación 0 radialmente a una - curva de la vía, y $\ddot{\theta}$ es la aceleración angular de la caja 3 alrededor de su centro de inclinación. Similarmente, el acelerómetro 2 producirá una señal de salida proporcional a $\ddot{y}+h_2\ddot{\theta}$. En vez de colocar los dos acelerómetros encima del centro de inclinación 0, podrían ser colocados debajo del mismo, o uno podría ser colocado enci

ma del centro de inclinación 0 y otro debajo de él. En términos matemáticos esto sólo cambiará el signo de los valores h_1 y h_2. Así, si las distancias encima del centro de inclinación 0 son consideradas como positivas, la distancia debajo de él será considerada como negativa.

Las señales de salida de los acelerómetros 1 y 2 son suministradas a medios de tratamiento mostrados dentro del bloque 5. Los medios de tratamiento 5 producen en la entrada 6 del amplificador 7, que constituye el último paso de los medios de tratamiento 5, una señal proporcional a $\ddot{\underline{\theta}}$, y en la entrada 8 del amplificador 7, una señal proporcional a $\ddot{y}$.

En el amplificador 7, las señales de entrada proporcionales a $\ddot{\underline{\theta}}$ y $\ddot{y}$ son combinadas de tal manera que la señal proporcional a $\ddot{\underline{\theta}}$ introduce un factor de amortiguación en la señal de salida del amplificador 7 ya que controlará la velocidad de inclinación de la caja del vehículo 3. Si el factor de amortiguación no fuera introducido, es decir, que sólo la señal proporcional a $\ddot{y}$ fuera introducida en el amplificador 7, el sistema inclinaría el vehículo rápidamente, y esto produciría inestabilidad, es decir, una oscilación alrededor de la posición de inclinación deseada. El factor de amortiguación proporcional a $\ddot{\underline{\theta}}$, controlando la velocidad de inclinación, evitará la inestabilidad, pero no afectará el ángulo a través del cual se inclina la caja del vehículo 3. La salida del amplificador 7 controla la servo-válvula 9, que a su vez controla el funcionamiento de los gatos de inclinación 11 y 12 (representados diagramáticamente como un gato único en la Figura 1) como se describirá con re-

ferencia a las figuras 3, 4 y 5.

Los medios de tratamiento 5, además del amplificador, comprenden dos unidades sumadoras restadoras 13 y 14, una unidad multiplicadora constante 15, una unidad integradora 16 y una unidad sumadora 17 conectadas como se muestra. Así, para proporcionar la señal de entrada en la entrada 6 del amplificador 7, la salida del acelerómetro 2 es restada de la salida del acelerómetro 1 en la unidad 13. La salida de la unidad 13 es por lo tanto proporcional a $\ddot{o}\ (h_1 - h_2)$ y ésta es suministrada a la unidad integradora 16 para producir una salida proporcional a $\ddot{o}\ (h_1 - h_2)$ que constituye la señal de entrada en la entrada 6. Para proporcionar la señal de entrada en la entrada 8 del amplificador 7, la salida del acelerómetro 1 es multiplicada en la unidad 15 por el factor $\frac{h_2}{h_1}$ y la salida de la unidad 15 es restada en la unidad 14 de la salida del acelerómetro 2 para producir, como la señal de entrada en la entrada 8 del amplificador 7 una señal proporcional a $\ddot{y}\ (1-\frac{h2}{h1})$. La unidad 17 permite la modificación de la señal de entrada a la entrada 8 por una señal de control manual, así que el funcionamiento de los gatos de inclinación 11 y 12 puede ser controlada manualmente y también permite la puesta en cero del sistema de control.

Refiriéndose ahora a la Fig. 2, donde en lo que ha sido posible se han usado los mismos números de referencia para indicar partes correspondientes a las de la Fig. 1, el sistema de control emplea un acelerómetro 18 y un giróscopo de régimen de balanceo 19 montado en la caja del vehículo 3, convenientemente en el plano central longitudinal de ésta. El acelerómetro está montado a una dis

13 JUL

tancia conocida h encima del centro de inclinación O de la caja 3. Así, el acelerómetro 18 producirá una señal de salida proporcional a $\ddot{y}+h\ddot{\theta}$ y el giróscopo de régimen de balanceo producirá una señal proporcional a $\ddot{\theta}$.

Las señales de salida del acelerómetro 18 y del giróscopo de velocidad de inclinación 19 son suministradas a los medios de tratamiento mostrados en el bloque 20. En este sistema de control, la salida del giróscopo de velocidad de inclinación 19 es suministrada directamente al amplificador 7 para proporcionar la señal de entrada en la entrada 6.

Los medios de tratamiento comprenden una unidad diferenciadora 21, una multiplicadora constante 22, una unidad sumadora-restadora 23 y la unidad sumadora-restadora 17. Así, para proporcionar la señal de entrada proporcional a $\ddot{y}$ en la entrada 8 del amplificador 7, la salida del giróscopo de régimen de balanceo es diferenciada para producir una salida proporcional a $\ddot{\theta}$. Esta es multiplicada por el factor h en la unidad 22, para producir una salida proporcional a $h\ddot{\theta}$, que es restada de la salida del acelerómetro 18 en la unidad 23 para producir una salida proporcional a $\ddot{y}$, que constituye la señal de entrada en la entrada 8 del amplificador 7. La unidad 17 sirve para la misma función que en el sistema de la Fig. 1.

Se apreciará que si el acelerómetro 18 es colocado en el centro de inclinación O, el valor de h será cero y por lo tanto el acelerómetro 18 producirá directamente una señal de salida proporcional a $\ddot{y}$. Los medios de tratamiento necesitarán entonces comprender sólo el -

amplificador 7.

Refiriéndose a las Figuras 4 y 5, éstas muestran una sencilla disposición física del sistema de inclinación en un juego de ruedas de un vehículo de cuatro ruedas, siendo similar la disposición en el otro juego de ruedas. Por conveniencia, se han representado en la Figura 4 las posiciones de los acelerómetros 1 y 2 del sistema de control de la Figura 1. Las líneas de puntos y rayas 26 indican el eje central geométrico del eje del juego de ruedas sobre el cual está montado un par de ruedas y que está giratoriamente soportado en unas cajas de eje. El vehículo tiene un travesaño 27 que se extiende transversalmente al mismo y montado pivotablemente por sus extremos en los extremos inferiores de eslabones de giro 28. Los eslabones de giro 28 en sus extremos superiores están montados pivotablemente en un bastidor 29 montado directamente sobre las cajas de eje del juego de ruedas. La caja del vehículo, 3, está pivotada en 30 a un miembro estructural 31 sólidamente montado sobre el travesaño 27 y por un pivote similar sobre un travesaño en el otro juego de ruedas. Los gatos de inclinación 11 y 12 están dispuestos como se muestra para girar la caja del vehículo alrededor del pivote 30 y con cualquiera de los sistemas de control descritos con referencia a las Figuras 1 y 2, el ángulo de giro será proporcional a $\ddot{y}$, es decir, a la aceleración radial de la caja del vehículo, 3, y por lo tanto a la fuerza centrífuga que actúa sobre la caja del vehículo, 3.

La disposición física de inclinación mostrada en las Figuras 4 y 5, constituye una de las realizacio -

nes descritas en la Solicitud de Patente Española Nº -- 367.800, y según se describe en la misma, la combinación del movimiento lateral del travesaño 27 bajo la fuerza - centrífuga juntamente con el giro de la caja 3 alrededor del pivote 30, producirá para la caja 3 un centro de inclinación efectivo en O.

Para seguridad, el sistema de control de la -- Fig. 1 o de la Fig. 2 está duplicado cuando es incorporado al sistema completo de inclinación. Así, en el sistema de inclinación mostrado en la Fig. 3 se muestran dos sistemas de control con los números de referencia 33 y - 34, cada uno de los cuales controla a través de su amplificador una respectiva servo-válvula 9' y 9''. También - los gatos 11 y 12 están duplicados como se muestra en -- 11', 11'' y 12', 12'' en la Figura 3.

Cuando el sistema de control 33 es el operativo, la bomba 35 bombea aceite desde el depósito 36, a -- través de la servo-válvula 9' y la válvula de solenoide 37 a los dos pares de gatos 11', 12' y 11'', 12''.

Cuando funciona el sistema de control 34 la - bomba 38 bombea aceite a través de la servo-válvula 9'' y la válvula de solenoide 37 a los dos pares de gatos - 11', 12' y 11'', 12''. En los circuitos de las bombas - 35 y 38 están dispuestos los filtros 39, los acumuladores 40 y las válvulas de derivación 41 y 42.

Los gatos hidráulicos 11', 12', 11'' y 12'' - son de doble acción y los gatos de cada par están conectados en cruz, como se muestra en la Fig. 3. Así cuando es bombeado flúido hidráulico por ejemplo al espacio de bajo de los pistones de los gatos 11' y 11'', es bombea

do simultáneamente al espacio encima de los pistones de - los gatos 12' y 12'' para producir el movimiento de los - gatos 11', 11'' opuestamente a los gatos 12', 12''. Esto produce la necesaria acción de inclinación en la caja 3, como puede apreciarse en las Figuras 4 y 5.

El acelerómetro monitor 43 controla la activa - ción de la válvula de solenoide 37 a través de un circuito bi-estable 44. Suponiendo que la válvula está en el estado en que el recorrido desde la bomba 35 a través de la servoválvula 9' está conectado a los gatos 11', 12', 11'', 12'', si el sistema de control asociado 33 no trabaja adecuadamente, esto se manifestará por sí mismo como una aceleración lateral sostenida de la caja del vehículo 3 y hará que el acelerómetro de vigilancia 43 cambie la válvula 37. Así el recorrido desde la bomba 38 y servoválvula 9'' será conectado a los gatos, y el recorrido desde la bomba 35 desconectado. Por lo tanto, el sistema de control 34 - se hará operativo y el sistema de control 33, inoperati - vo.

Las válvulas de solenoide 45 y 46 están "normalmente cerradas" pero son mantenidas abiertas eléctricamente durante el funcionamiento por el suministro de corriente del tren. Cuando este suministro es cortado, o en el - caso de un fallo del mismo, estas válvulas se cerrarán, - aislando así los gatos 11', 11'', 12' y 12'' de las servo válvulas 9' y 9'' y bombas 35 y 38, evitando así pérdi -- das. El cierre de las válvulas 41 y 42 bloquea la caja -- del vehículo 3 en la posición en que está en el momento - del cierre, evitando así que se incline gradualmente, por ejemplo, cuando esté en un andén. Unos acumuladores 47, -

48, 49 y 50, están conectados a través de orificios de - restricción 51, 52, 53 y 54, a las tuberías de fluído hidráulico que conducen desde las válvulas 45 y 46 a los - gatos 11', 11'', 12' y 12'' y por lo tanto después de cerrar las válvulas 45 y 46 se dispone de cierta elasticidad en las tuberías de los gatos. Esta elasticidad unida al efecto de los orificios 51, 52, 53 y 54 proporcionan el efecto de un resorte de balanceo y amortiguador. Ya - que se dispone de elasticidad entre las válvulas 45 y 46 y los gatos de inclinación, ésta es efectiva incluso cuando las válvulas 45 y 46 están cerradas, permitiendo así - que el vehículo sea movido sin el sistema de inclinación en operación, cuando se comporta como un vehículo normal con resortes de balanceo y amortiguadores pasivos. Este resorte de balanceo y amortiguador están indicados diagramáticamente en 55 y 56 en las Figuras 1 y 2.

Durante el funcionamiento del sistema mostrado en la Figura 3, y suponiendo que el sistema de control 33 es el operativo, la servoválvula 9' será accionada con dependencia de la señal de control suministrada a la misma por el sistema de control 33 para producir el necesario ángulo de inclinación para corregir la deficiencia del peralte. Se apreciará que cuando la caja es girada, la señal proporcional a $\ddot{y}$ disminuirá y alcanzará un valor cero cuando se ha alcanzado el ángulo de inclinación correcto.

Para el movimiento de giro en el sentido de las agujas de un reloj de la caja 3 alrededor del pivote 30 - en las Figuras 4 y 5, la servoválvula 9' conecta la tubería 56 que conduce desde la bomba 35 a la tubería 57, que va a los espacios debajo de los pistones de los gatos 11',

11'' y a través de las conexiones transversales a los espacios encima de los pistones de los gatos 12' y 12''. -- También conecta la tubería 58 que conduce desde los espacios encima de los pistones de los gatos 11', 11'' y desde los espacios debajo de los pistones de los gatos 12' y 12'', a la tubería 59 que conduce al depósito 36, de modo que el fluído hidráulico puede ser desplazado desde estos espacios de regreso al depósito 36 cuando los pistones se mueven para producir la inclinación. Para el movimiento de giro en sentido contrario al de las agujas de un reloj de la caja 3 alrededor del pivote 30 en las Figuras 4 y 5, la servoválvula 9' conecta la tubería 56 a la tubería 58, y la tubería 57 a la tubería 59.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Gran Bretaña, el 16 de Junio de 1970, bajo el Nº 29.036/70, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

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 siguientes:

1. Un mecanismo de inclinación de un vehículo de ferrocarril para inclinar lateralmente la caja del --

9-7-71

vehículo de ferrocarril alrededor de un centro de inclinación sustancialmente constante relativamente a los juegos de ruedas sobre los que es soportada la caja, teniendo el mecanismo de inclinación un sistema de control que comprende medios perceptores en la caja para apreciar la aceleración de la caja radialmente a una curva de la vía y el movimiento de giro de la caja alrededor del centro de inclinación, y medios de tratamiento que responden a la salida de los medios perceptores y que proporcionan una salida para controlar el funcionamiento del mecanismo de inclinación, la cual salida tiene un valor proporcional a la aceleración radial modificada por un valor proporcional a la velocidad angular de la caja alrededor del centro de inclinación para amortiguar la velocidad de inclinación.

2. Un mecanismo de inclinación según se reivindica en la reivindicación 1, en el que los medios perceptores comprenden dos acelerómetros a distancias verticales diferentes del centro de inclinación.

3. Un mecanismo de inclinación según se reivindica en la reivindicación 1, en el que los medios perceptores comprenden un giróscopo de régimen de balanceo y un acelerómetro.

4. Un mecanismo de inclinación según se reivindica en la reivindicación 3, en el que el acelerómetro está colocado en el centro de inclinación.

5. Un mecanismo de inclinación según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes y que tiene dos de los citados sistemas de control, uno solo de los cuales es operativo en cualquier momento, y en

9-7-71

el que el sistema operativo se hace inoperativo y el sistema inoperativo se hace operativo simultáneamente bajo - el control de un acelerómetro de vigilancia montado en el vehículo.

6. Un mecanismo de inclinación según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, - en el que la salida de los medios de tratamiento controla una servoválvula que a su vez controla el suministro de - fluido hidráulico a los gatos de inclinación.

7. Un mecanismo de inclinación según se reivindica en la reivindicación 5ó 6, en el que hay dispuestos acumuladores en los circuitos hidráulicos de los citados gatos de inclinación para proporcionar elasticidad en los circuitos hidráulicos.

8. Un mecanismo de inclinación según se reivindica en la reivindicación 7, en el que hay dispuestas válvulas en los circuitos hidráulicos que conducen a los citados gatos de inclinación y que son operables para cerrar los circuitos a y desde los gatos de inclinación y dichos acumuladores están dispuestos entre dichas válvulas y los gatos de inclinación.

9. Un mecanismo de inclinación según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que hay dispuestos orificios de restricción en los circuitos hidráulicos de los gatos de inclinación para proporcionar una acción de amortiguación en el movimiento - de inclinación de la caja del vehículo.

10. Un mecanismo de inclinación según se reivindica en las reivindicaciones 8 y 9, en el que dichos orificios de restricción están entre las citadas válvulas y

los gatos de inclinación.

11. Un mecanismo de inclinación de un vehículo de ferrocarril.

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

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

Madrid, 13 JUL 1971

P.A.

Alberto [illegible]
Por Poder

6-7-71
ATA.

48095

FIG.1

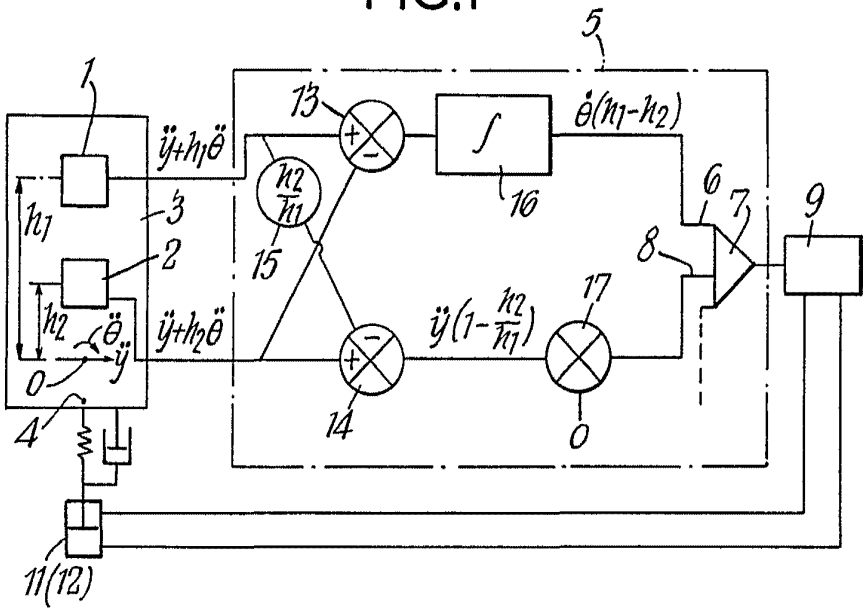
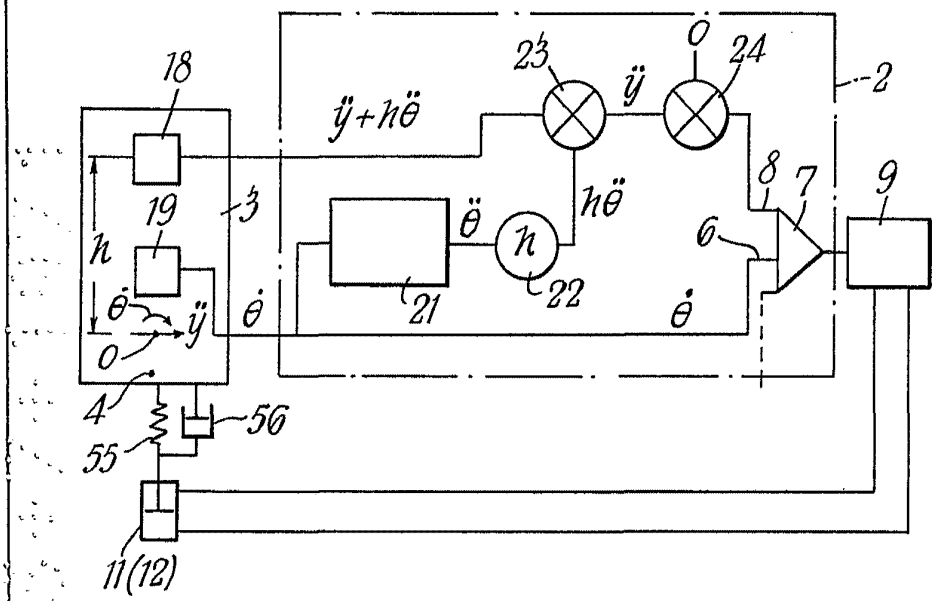


FIG.2



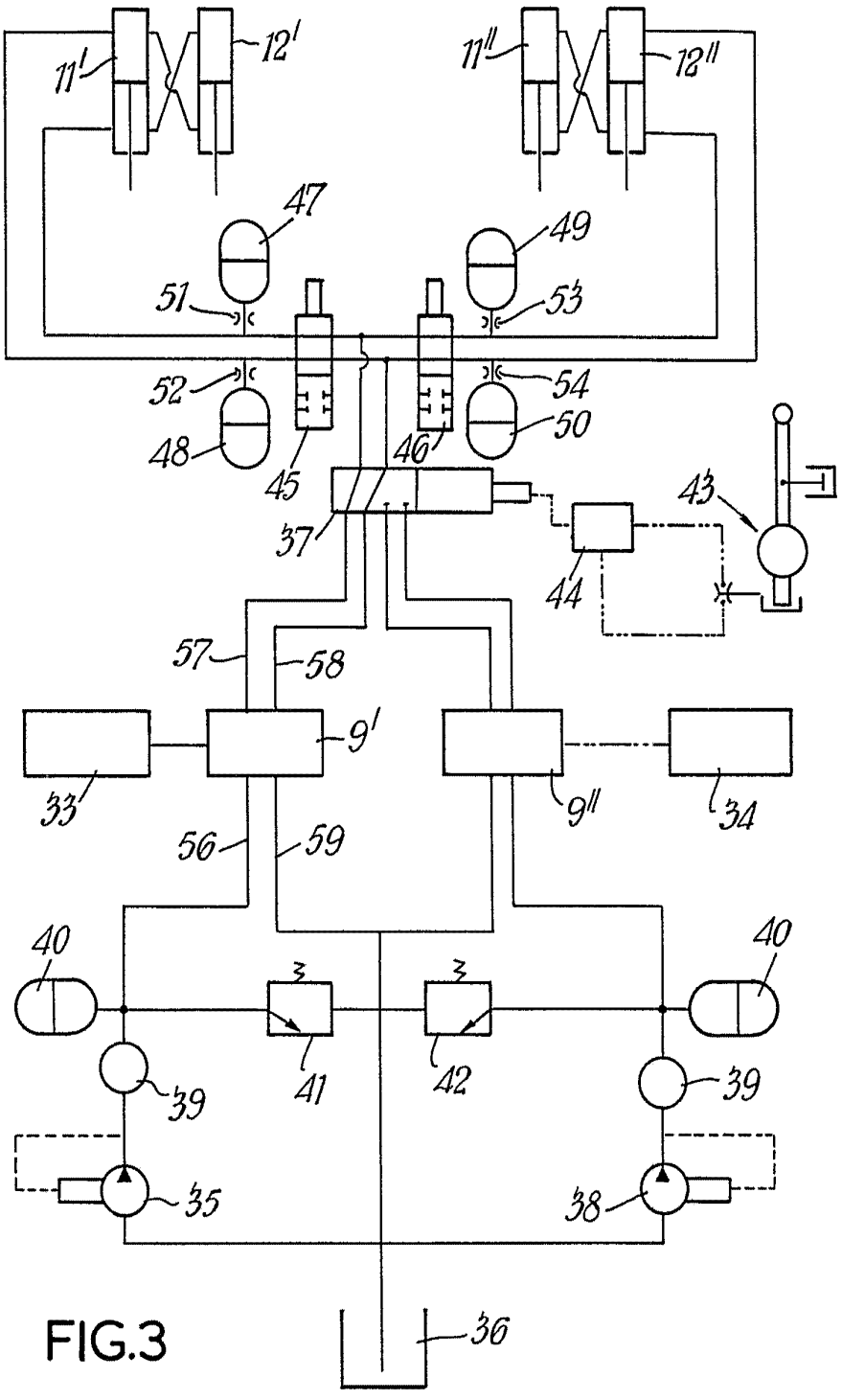

11'
12'
11"
12"
47
49
51
53
52
54
48
50
45
46'
37
43
44
57
58
9'
9"
33'
34
56
59
40
40
41
42
39
39
35
38
36

FIG.3

1 48095

FIG.4

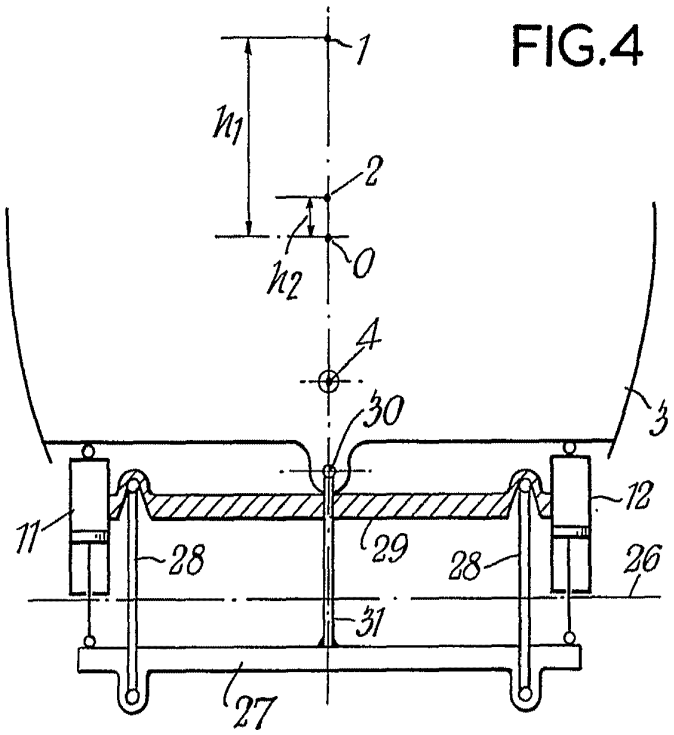


FIG.5