

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

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

19	ES	11	NUMERO	10	A1
		21	479.856		
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			24-4-79		

PATENTE DE INVENCION

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
	31	NUMERO			
		916.299	16.6.78		E.U.A.

47	FECHA DE PUBLICIDAD	61	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			G05D 13/62 G05B 11/06		

54	TITULO DE LA INVENCION
	"MEJORAS INTRODUCIDAS EN UN SERVOMECANISMO DE IMPULSION DE CARGA CON COMPENSACION DE LA RESONANCIA ENTRE UN MOTOR Y UN TACOMETRO"

71	SOLICITANTE (S)
	LOCKHEED ELECTRONICS COMPANY, INC. (File F. 838)

	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	U.S. Highway 22, Plainfield, Nueva Jersey 07061, Estados Unidos de América.

72	INVENTOR (ES)
	William Joseph Bigley y Vincent Joseph Rizzo

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
	DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 71.526)

ACM

La presente solicitud es una continuación en parte de la solicitud número de serie 866.394, presentada el 6 de enero de 1978.

5 El presente invento se refiere en general a sistemas de accionamiento de carga y, más específicamente, a un servomecanismo que incluye medios para compensar los efectos de un acoplamiento de motor-tacómetro.

10 En una disposición de servomecanismo de motor típica, en la que una carga ha de ser accionada a un régimen o velocidad determinado por una señal de control de régimen de entrada, la velocidad de salida del motor de accionamiento de carga es percibida por un tacómetro acoplado al eje del motor. La señal producida por el tacómetro es una señal presente de la velocidad del eje que es realimentada a un circuito sumador o comparador que compara los regímenes deseado y real de funcionamiento del motor y produce una señal apropiada correctora o de "error". Esta señal de "error" es apropiadamente configurada y aplicada a la entrada de accionamiento del motor, de tal manera que la velocidad del motor sigue eficaz y rápidamente la señal de control de régimen.

15 En un sistema predominantemente empleado de control de régimen de motor y de tacómetro de esta naturaleza, el devanado del tacómetro está montado junto al devanado del inducido del motor. Como resultado de este posicionamiento próximo de los devanados del tacómetro y del motor, se origina entre los dos devanados un acoplamiento electromagnético y electrostático. Este acoplamiento (principalmente inductivo) entre los devanados de motor y de tacómetro produce efectos perjudiciales en el funcionamiento de los

Sistemas automáticos de control de régimen. Una fuente importante de dificultad introducida por este acoplamiento es que, a cierta velocidad del motor, los dos devanados constituyen parte de un circuito parecido a un circuito resonante que altera la señal de velocidad enviada por el devanado de tacómetro.

Este acoplamiento espurio reduce en grado importante el rendimiento del aparato de control global disminuyendo la anchura de banda eficaz del sistema, reduciendo con ello también el régimen máximo de funcionamiento del sistema. Con el fin de hacer mínima esta interacción perjudicial entre los devanados de motor y de tacómetro, se han hecho intentos para reducir el acoplamiento inductivo entre estos devanados, tal como separando físicamente los devanados de motor y de tacómetro y/o proporcionando un blindaje magnético costoso entre los devanados.

Sin embargo, estas soluciones propuestas aumentan sustancialmente el coste y/o el tamaño del conjunto de motor-tacómetro y, además, dejan todavía de superar por completo los efectos adversos del acoplamiento inductivo y de la resonancia producida entre los devanados.

Por consiguiente, un objeto del invento es proporcionar un aparato de control de bajo coste, mejorado.

Más específicamente, un objeto del presente invento es proporcionar un servomecanismo, en el que se eliminan sustancialmente los efectos del acoplamiento espurio entre los devanados de motor y de tacómetro.

Otro objeto del invento es proporcionar en un sistema de servomecanismo una corrección para los efectos del acoplamiento inductivo entre los devanados de motor y

de tacómetro sin aumentar el coste o el tamaño del conjunto de motor-tacómetro; y que puede emplear las unidades de motor-tacómetro no compensadas existentes.

5 Con estos fines, el sistema de control de régimen del presente invento introduce una señal de realimentación adicional que responde a la corriente que es tomada por el motor. Esa señal se suma a la señal de tacómetro o de régimen para compensar las disminuciones en la velocidad aparente del motor producidas por los efectos perjudiciales del acoplamiento entre los devanados de motor y de tacómetro, tal como el establecimiento de una resonancia eléctrica a una banda dada de frecuencias de accionamiento de motor.

15 En una realización del sistema de control descrito con más detalle en lo que sigue, la corriente del motor es hecha pasar a través de una resistencia que desarrolla una tensión proporcional a la corriente del motor. Esta tensión se aplica, tal como a través de un amplificador diferencial, a una entrada sumadora de un adicionador, 20 la otra entrada sumadora del cual está derivada desde el tacómetro. La suma de las señales correctoras de tacómetro y de corriente derivadas en el adicionador se aplica al sumador de servo-bucle convencional, en donde es comparada con la señal de mando de régimen para producir la señal de error. 25

30 Las anteriores y otras características y ventajas del presente invento resultarán más evidentes de la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa específica del mismo, presentada en unión del dibujo que se acompaña, en el que:

La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de régimen de servomecanismo de acuerdo con una realización del invento; y

La figura 2 muestra gráficos de la salida del sistema y de la corriente del motor en función del régimen, ilustrando la naturaleza del problema de resonancia resuelto por el invento, y la manera en que es resuelto el problema por el presente invento.

El sistema de control de servomecanismo de acuerdo con una realización del invento mostrada en la figura 1 incluye una fuente 10 de una señal de mando de régimen de entrada  $E_{in}$  que es aplicada a una entrada sumadora 12 de un circuito sumador o combinador en sí convencional (nodo) 12. El último recibe en su entrada de substracción 48 una señal de tacómetro producida de una manera que se describe con más detalle en lo que sigue. La salida del nodo sumador 12 está aplicada a la entrada de un circuito configurador de frecuencia de bucle de realimentación 14, por ejemplo, un filtro de paso bajo que proporciona una función configuradora dada por la transformación  $\frac{A}{s+b}$  a la señal aplicada en su entrada.

La salida del filtro 14 es suministrada a un amplificador excitador de motor 16 que tiene una ganancia B. La salida del amplificador 16 está aplicada a través de una resistencia 18, cuyo objeto se describe con más detalle en lo que sigue, a un motor de accionamiento de carga 20. El motor 20 incluye un eje giratorio 22 que gira a una velocidad rotacional  $\theta$  y que está acoplado a través de un varillaje o engranaje convencional indicado en 24 a una carga 26 - por ejemplo una montura de antena de radar o una fresado-

ra, cuya posición y/o velocidad están previstas para ser controladas por la fuente de mando 10.

5 Como es convencional, el eje de motor 22 está también mecánicamente enlazado como se indica en 28 a un tacómetro 30, que está convencionalmente montado en el eje de motor en un conjunto de motor-tacómetro indicado en 32. La finalidad del tacómetro 30 es producir una señal de salida que es proporcional a la velocidad del motor.

10 En un sistema de control de régimen convencional, la señal del tacómetro es aplicada directamente a la entrada de substracción 48 del nodo sumador 12 que compara la señal de la velocidad del tacómetro con la señal de mando de régimen para determinar si el motor de accionamiento está siguiendo apropiadamente la orden de mando de entrada.  
15 Es decir, el sistema funciona para reducir al mínimo automáticamente la diferencia entre los regímenes real y deseado del motor de accionamiento, obligando así al eje de salida del motor a seguir el valor establecido por la señal de mando de régimen  $E_{in}$ .

20 En un conjunto de motor-tacómetro convencional, el devanado del tacómetro está montado cerca del devanado del inducido del motor y está típicamente arrollado al rededor del devanado del inducido de tal manera que entre los dos devanados está presente un acoplamiento inductivo  
25 (y electrostático). Este acoplamiento puede producir resultados perjudiciales para el sistema de control. Una dificultad que se produce como resultado de este acoplamiento se ilustra gráficamente en la figura 2, que muestra el resultado del efecto a modo de resonancia anteriormente descrito a una frecuencia  $\omega_r$  sobre el rendimiento de un sistema de  
30

Control de régimen. La curva 36 de la figura 2 muestra la respuesta de frecuencia del tacómetro 30 para un sistema convencional de la técnica anterior. La respuesta 36 incluye una zona de frecuencia 34 alrededor de la frecuencia de resonancia  $(\omega)_r$ , en donde los devanados acoplados del motor y del tacómetro se interfieren y producen resonancia. Por consiguiente, alrededor de esta zona de frecuencia 34, el tacómetro no comunica exactamente la velocidad del motor.

La consecuencia de lo anterior es limitar los sistemas de control de régimen convencionales que emplean un elemento convencional de comunicación de velocidad de motor-tacómetro a frecuencias de señal de activación por debajo del área de frecuencia de resonancia 34. Sin embargo, tal respuesta limitada no es siempre satisfactoria - por ejemplo, en aplicaciones en que se requiera una alta servovelocidad de respuesta. Por consiguiente, los sistemas de control de régimen de la técnica anterior tienen que emplear una disposición de tacómetro más costosa para reducir al mínimo o disminuir los efectos de esta resonancia, o bien tienen que ser hechos funcionar a una velocidad relativamente baja para impedir el accionamiento de la carga a una frecuencia a la cual se produce tal resonancia.

De acuerdo con el presente invento, los efectos perjudiciales de esta resonancia son compensados sin modificar la disposición interna del motor y del tacómetro que se fabrican y se venden a menudo como un conjunto enterizo. Con este fin, está previsto un aparato para vigilar la corriente del motor, y para utilizar la corriente incrementada del motor que se produce bajo resonancia (curva 38 de la figura 2) para compensar los efectos de la misma. Co-

mo se muestra en la realización del invento mostrada en la figura 1, la corriente del motor es percibida por la resistencia 18 conectada en serie entre la salida del amplificador 16 y la entrada del motor 20, desarrollando así una tensión a través de la resistencia 18 que es directamente proporcional a la corriente del motor.

Los terminales de la resistencia 20 están respectivamente conectados a las entradas de un amplificador diferencial 40, la salida del cual está conectada a una entrada 42 de un sumador 44. La otra entrada 46 al sumador 44 está derivada desde la salida del tacómetro 30. La salida combinada del circuito sumador 44 está conectada a la entrada de substracción 48 del nodo 12.

Al funcionar el sistema de control de régimen a regímenes fuera de aquellos regímenes a los cuales se produce la resonancia del tacómetro acoplado, la corriente del motor de la presente disposición (curva 38 de la figura 2) está relativamente en reposo y es baja, de tal manera que la tensión desarrollada a través de la resistencia 18 y, por tanto, la salida de tensión del amplificador 40 aplicada al sumador 44 es baja, de tal manera que la señal de realimentación aplicada a la entrada 48 del nodo 12 es en esencia solamente la tensión producida por el tacómetro 30.

Cuando el régimen del sistema se aproxima a aquél al cual comienza a producirse resonancia del tacómetro acoplado, la corriente del motor comienza a aumentar hasta el máximo de la curva 38, de tal manera que se desarrolla una tensión mayor a través de la resistencia 18 y se aplica al amplificador diferencial 40. Esa tensión incrementada es a su vez aplicada a la entrada 42 del sumador 44.

Las configuraciones sustancialmente descentradas de las curvas 38 y 36 alrededor de la zona de resonancia producen la característica de funcionamiento sustancialmente rectilínea 40 (figura 2) en la salida del sumador 44. Por consiguiente, la estructura combinada 18-32-40-44 comunica exactamente la velocidad del eje del motor -incluso a través de la zona de resonancia. Es decir, de acuerdo con el invento, por la graduación apropiada de parámetros tales como el valor óhmico de la resistencia 18, la ganancia del tacómetro 30 y la ganancia del amplificador 40, la señal de corriente del motor añadida a la señal del tacómetro en el sumador 44 es suficiente para compensar la pérdida de salida del tacómetro producida por la resonancia de devanados de tacómetro-motor. Graduando apropiadamente los diversos parámetros descritos en lo que antecede, el sistema de control de régimen del invento obtiene la curva de respuesta 40 (figura 2) que tiene una respuesta lineal suficientemente más allá de la frecuencia resonante  $\omega_r$  de los devanados del tacómetro y del motor, produciendo con ello un sistema que tiene una respuesta de frecuencia más amplia y efectúa así un control mejorado de la carga a velocidad más alta.

Resulta evidente, por tanto, que el sistema de control del invento elimina sustancialmente los efectos perjudiciales del acoplamiento electromagnético entre el devanado del motor y el devanado del tacómetro, sin incrementar materialmente la complejidad del sistema o el coste o el tamaño del conjunto de motor-tacómetro. Es decir, el sistema de control mejorado del invento permite el uso de un motor y un tacómetro de bajo coste sin la necesidad de blindaje u otras precauciones para reducir el acoplamiento.

5

Resultará también evidente que pueden hacerse modificaciones a la realización del invento descrita específicamente en esta memoria, todo ello sin apartarse del espíritu y alcance del invento. Así, por ejemplo, la suma algebraica efectuada por los elementos 12 y 44 puede realizarse en un solo dispositivo de suma combinado.

10

15

20

25

30

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

1ª.- Mejoras introducidas en un servomecanismo de impulsión de carga con compensación de la resonancia entre un motor y un tacómetro, según las cuales están previstos, en combinación un motor que tiene un tacómetro de devanado que lleva un devanado acoplado a dicho devanado de motor, medios de compensación para percibir la corriente suministrada a dicho devanado de motor y para suministrar una señal representativa de tal corriente de motor, y medios para sumar las señales de salida proporcionadas por dicho tacómetro y por dichos medios de compensación.

15

20

2ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 1ª, según las cuales el tacómetro está operativamente conectado a la salida del motor y produce una señal representativa de la velocidad del motor, los medios sumadores reciben una señal de control de entrada y una señal que guarda una relación con la salida del tacómetro, estando la salida de dichos medios sumadores operativamente aplicada al motor para accionar al mismo, y los medios de compensación perciben la corriente tomada por el motor, habiendo medios operativamente conectados a dichos medios perceptores de corriente para modificar la señal aplicada a dichos medios sumadores

25

30

de acuerdo con la corriente de motor percibida.

5 3ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 2ª, según las cuales dichos medios perceptores de corriente incluyen medios de resistencia conectados en el circuito de entrada del motor.

10 4ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 3ª, según las cuales dichos medios modificadores de señal comprenden segundos medios sumadores que tienen una entrada operativamente conectada a dicha resistencia y una segunda entrada que recibe la señal de régimen procedente del tacómetro.

15 5ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 4ª, según las cuales está previsto además un amplificador diferencial que tiene entradas primera y segunda conectadas a través de los terminales de dichos medios de resistencia, y una salida conectada a dicha entrada primeramente mencionada de dichos segundos medios sumadores.

20 6ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 3ª, según las cuales dichos medios modificadores de señal comprenden segundos medios sumadores que constan de una primera entrada de adición que recibe una señal que guarda una relación con la corriente del motor, y una segunda entrada de adición que recibe una señal que guarda una relación con el régimen de rotación del tacómetro.

25 7ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 1ª, según las cuales están previstos primeros medios sumadores que constan de una primera entrada que recibe una señal de control de régimen, una segunda entrada y una salida; un motor de accionamiento operativamente conectado a la salida de dichos primeros medios sumadores; un tacómetro operativa-

5 mente acoplado al eje de accionamiento de dicho motor y eficaz para producir una señal que corresponde al régimen de rotación de dicho eje de accionamiento; medios operativamente conectados entre la salida de dichos primeros medios sumadores y dicho motor para percibir la corriente tomada por dicho motor y para producir una señal de accionamiento de motor que guarda una relación con la corriente del motor; y segundos medios sumadores que tienen una primera entrada operativamente conectada a dichos medios perceptores de corriente, una segunda entrada operativamente conectada a dicho tacómetro, y una salida operativamente conectada a dicha segunda entrada de dichos primeros medios sumadores.

10  
15 8ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 7ª, según las cuales dichos medios perceptores de corriente incluyen unos medios de resistencia conectados en el circuito de entrada del motor.

20 9ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 8ª, según las cuales está previsto además un amplificador diferencial que tiene entradas conectadas a través de dichos medios de resistencia y una salida conectada a dicha primera entrada de dichos segundos medios sumadores.

25 10ª.- "MEJORAS INTRODUCIDAS EN UN SERVOMECANISMO DE IMPULSION DE CARGA CON COMPENSACION DE LA RESONANCIA ENTRE UN MOTOR Y UN TACOMETRO".

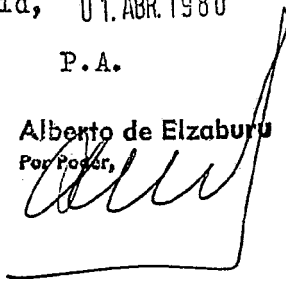
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

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

Madrid, 01.ABR.1980

P.A.

Alberto de Elzaburu  
Por Poder,



5

10

15

20

25

30

310380

SECRET

SECRET

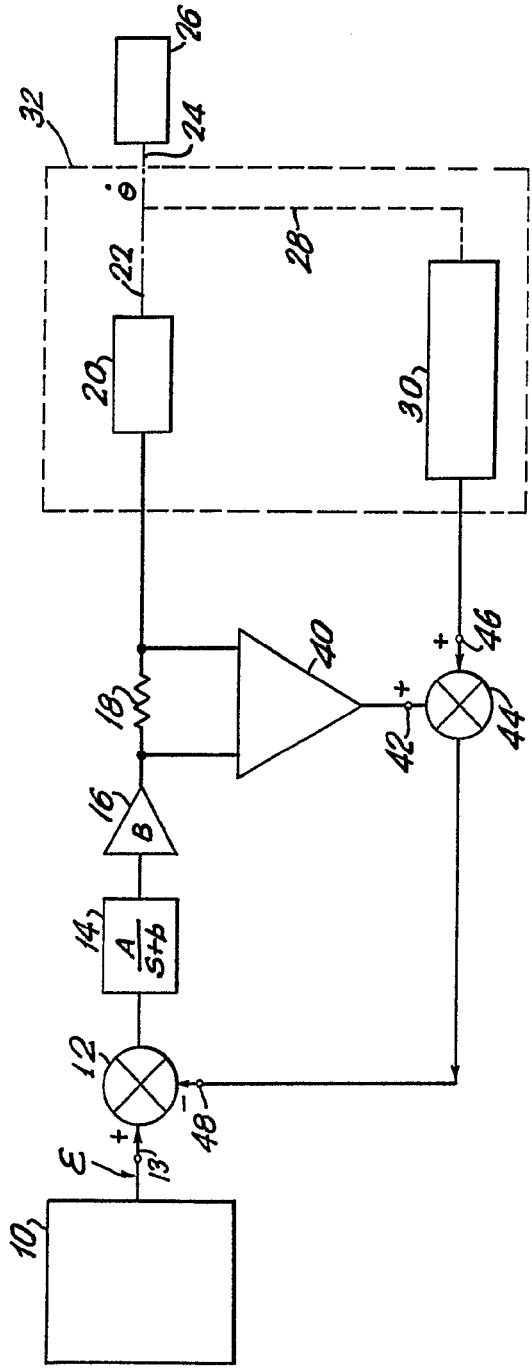


FIG. 1

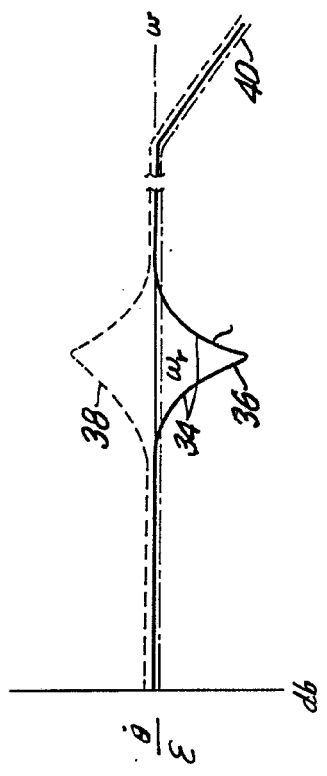
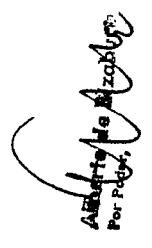


FIG. 2



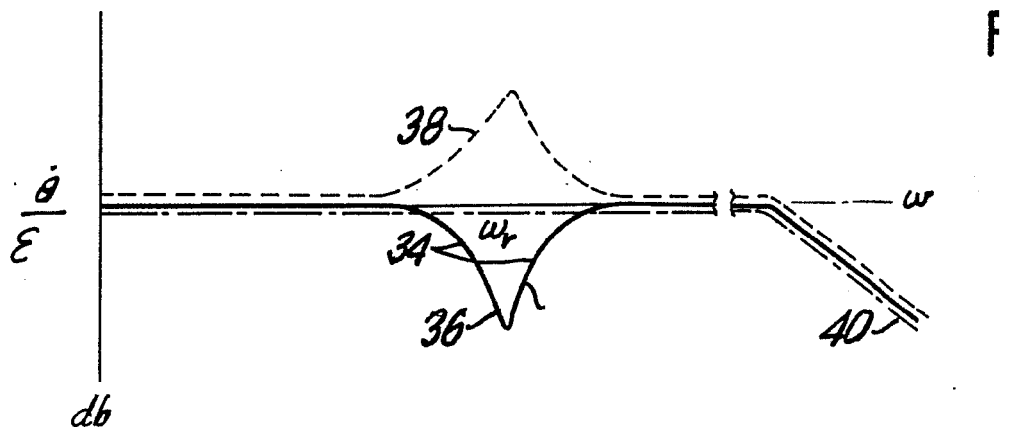
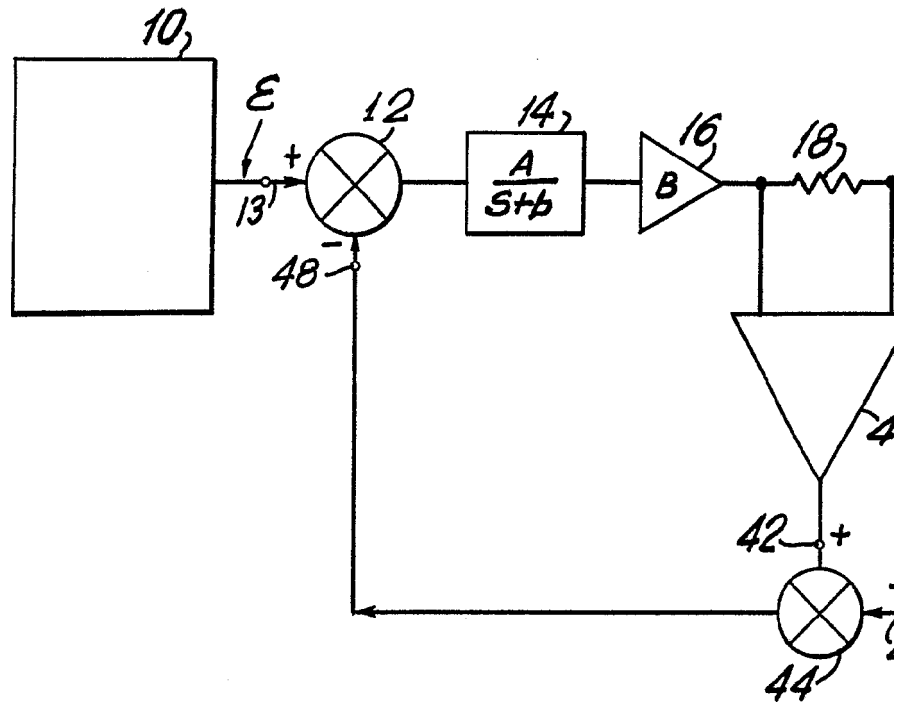


FIG. 2

0721979

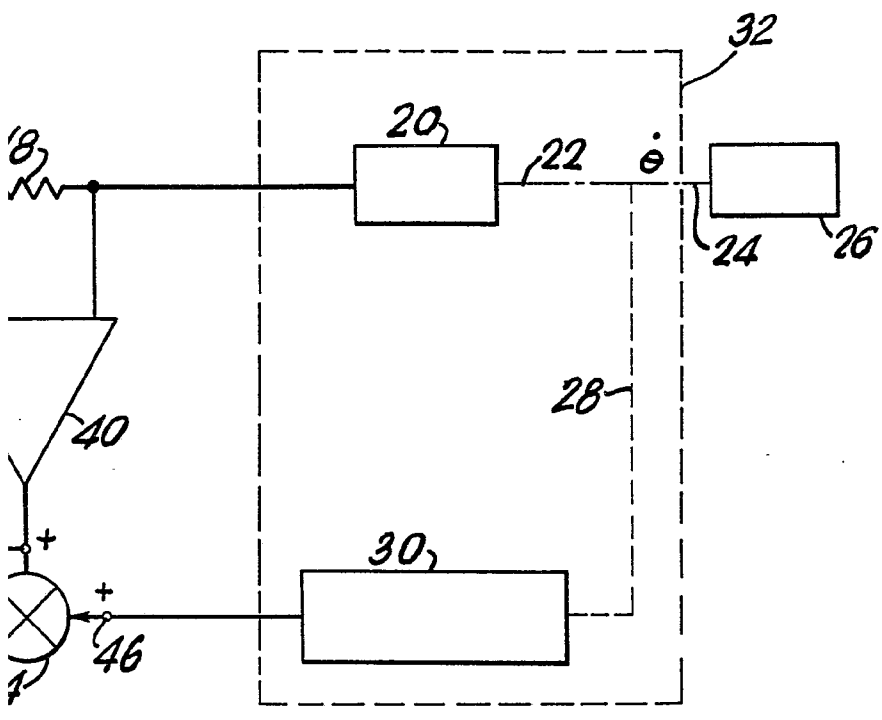


FIG. 1

ω  
///

*Almarie de Ezoburo*  
Por Poder,