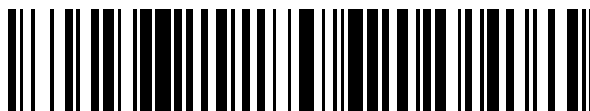


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 410 882**

51 Int. Cl.:

**B60W 20/00** (2006.01)  
**B60W 10/04** (2006.01)  
**F01N 9/00** (2006.01)  
**F02D 37/00** (2006.01)  
**F02M 25/07** (2006.01)  
**B60K 6/48** (2007.01)  
**F02D 41/02** (2006.01)  
**F02D 41/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2007 E 07719724 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013 EP 2021219**

54 Título: **Procedimiento y aparato para reducir las emisiones de óxido de nitrógeno en sistemas de grupos electrógenos**

30 Prioridad:

**09.05.2006 US 798901 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.07.2013**

73 Titular/es:

**MOSAID TECHNOLOGIES INC. (100.0%)**  
**11 Hines Road Suite 203**  
**Ottawa, Ontario K2K 2X1, CA**

72 Inventor/es:

**BOUCHON, NICOLAS;**  
**COLLINS, HEIDI y**  
**BOUVIER, MATHIEU**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 410 882 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para reducir las emisiones de óxido de nitrógeno en sistemas de grupos electrógenos

### Antecedentes de la invención

#### 1. Campo de la invención

- 5 Esta invención se refiere a conjuntos de generador/motor (grupos electrógenos) y más particularmente a aparatos y procedimientos para reducir las emisiones de óxido de nitrógeno en un grupo electrógeno de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 13, respectivamente.

#### 2. Descripción de la técnica relacionada

- 10 Aparatos y procedimientos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 se describen en los documentos EP 0 867 323 A2, EP 1 375 237 A2 y US 6.314.346 B1.

En los motores convencionales, las altas temperaturas de la cámara de combustión pueden proporcionar condiciones que facilitan la formación de óxidos de nitrógeno (NOx). Es bien conocido que los óxidos de nitrógeno tienen efectos perjudiciales sobre el medio ambiente.

- 15 Para reducir la formación de óxidos de nitrógeno en los motores de combustión, dichos motores emplean típicamente un sistema de recirculación de gases de escape que alimenta gases de escape, en particular dióxido de carbono, de nuevo en la cámara de combustión para reducir la cantidad de oxígeno introducido en la cámara de combustión y de ese modo reducir uno de los componentes necesarios para la combustión, para reducir las temperaturas de la cámara de combustión. Con temperaturas de la cámara de combustión más bajas, se forman menos óxidos de nitrógeno. Sin embargo, con menos oxígeno siendo introducido en la cámara de combustión, la potencia disponible del motor se reduce.
- 20

- Típicamente, la recirculación de gases de escape de nuevo en la cámara de combustión es controlada por una válvula EGR que varía la cantidad de gas de escape recirculado en la cámara de combustión. Cuando se colocan cargas particularmente exigentes en el motor, los sistemas de EGR típicamente desactivan la válvula de EGR para evitar que el gas de escape sea recirculado de modo que el motor puede desarrollar una salida de potencia adecuada.
- 25

- Ciertas aplicaciones de motores, tales como aplicaciones de grupos electrógenos, colocan cargas continuas en un motor. Si el grupo electrógeno se utiliza en un vehículo híbrido, por ejemplo, cargas adicionales para la conducción del vehículo se colocan en el motor y estas cargas adicionales pueden requerir que el motor se enfrente a mayores cargas transitorias en general, y estas cargas transitorias pueden requerir que el motor desarrolle más potencia lo que requiere más oxígeno que puede ser obtenido simplemente por desactivación de la recirculación del gas de escape. Esto, sin embargo, resulta en un aumento de las emisiones de NOx. Las cargas impuestas por los generadores en los motores en los vehículos híbridos pueden ser bastante grandes y los motores pueden requerir grandes variaciones en la carga motriz, lo que puede resultar en la desactivación frecuente de la recirculación de los gases de escape que causan un aumento correspondiente en la producción de emisiones de NOx.
- 30

#### 35 Sumario de la invención

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 para reducir las emisiones de óxido de nitrógeno en un grupo electrógeno.

- 40 El aparato incluye un motor y un generador y un eje acoplado al motor y al generador. El aparato también incluye un controlador del generador operativamente configurado para controlar la transferencia de energía entre el generador y el eje, un controlador de motor operativamente configurado para controlar la transferencia de energía entre el motor y el eje y un controlador del sistema en respuesta a una señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) que representa una corrección de la velocidad del eje para alcanzar una transferencia de energía deseada al eje. El controlador del sistema hace que el controlador del generador para hacer que el generador reduzca la carga sobre el eje, mientras que hace que el controlador del motor haga que el motor busque una velocidad del eje de estado estacionario asociada con la transferencia de energía deseada para el eje, cuando la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) cumple un criterio.
- 45

- El controlador de sistema puede estar configurado operativamente para hacer que el controlador del generador reduzca la carga sobre el eje, haciendo mientras que el controlador del motor haga que el motor busque la velocidad del eje de estado estacionario cuando la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) excede un valor predefinido.
- 50

El controlador del motor puede estar configurado operativamente para controlar el motor en respuesta a una señal de comando de cantidad de inyección (IQCM) y para controlar el generador en respuesta a una señal de comando de transferencia de energía (ETCM). El controlador del sistema puede ser operable para producir la señal de comando de cantidad de inyección (IQCM) y la señal de comando de transferencia de energía (ETCM), en respuesta

a una señal de punto de ajuste de transferencia de energía (ETS) que representa un punto de ajuste de transferencia de energía y dicha señal de corrección de la velocidad del eje, donde dicha señal de corrección de la velocidad del eje representa una diferencia entre una velocidad del eje de dicho eje y un punto de ajuste de la velocidad del eje asociado con el punto de ajuste de transferencia de energía.

- 5 El controlador del sistema puede incluir un procesador operativamente configurado para producir la señal de corrección de la velocidad del eje del generador (SSC) en respuesta a una señal de punto de ajuste de la velocidad del eje (SSS) que representa una velocidad del eje para el punto de ajuste de transferencia de energía en respuesta a una señal de velocidad del eje (SS) que representa la velocidad del eje.

10 El procesador puede estar configurado operativamente para producir la señal de punto de ajuste de la velocidad del eje (SSS).

El aparato puede incluir una tabla de búsqueda y el procesador puede estar configurado operativamente para encontrar un punto de ajuste de la velocidad del eje (SSS) asociado con el punto de ajuste de transferencia de energía (ETS) en la tabla de búsqueda.

- 15 El controlador del sistema puede incluir un procesador configurado operativamente para producir una señal de cantidad de inyección del estado estacionario (SSIQ) en respuesta a la señal de punto de ajuste de transferencia de energía (ETS) y operativamente configurado para producir una señal de corrección de la cantidad de inyección (IQC) en respuesta a la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

20 El procesador puede estar configurado operativamente para encontrar una cantidad de inyección del estado estacionario (SSIQ) asociado con la señal del punto de ajuste de transferencia de energía (ETS) en la tabla de búsqueda.

El procesador puede estar configurado operativamente para aplicar una función de respuesta del estado estacionario a la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

El procesador puede estar configurado para aplicar una función de control integral de la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

- 25 El procesador puede estar configurado operativamente para producir una señal de corrección de la transferencia de energía (ETC) en respuesta a la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

El procesador puede estar configurado operativamente para aplicar una función de respuesta transitoria a la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

- 30 El procesador puede estar configurado operativamente para aplicar al menos una de una función de control proporcional, una función de control derivada y una función de control proporcional/derivada de la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento como se define en la reivindicación 13 para reducir las emisiones de óxido de nitrógeno en un grupo electrógeno que comprende un motor y un generador y un eje acoplado al motor y al generador.

- 35 El procedimiento implica hacer que el generador para reducir la carga sobre el eje, haciendo mientras que el motor busque una velocidad del eje de estado estacionario para una transferencia de energía deseada al eje cuando la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) que representa una corrección de la velocidad del eje para alcanzar la transferencia de energía deseada que cumple con un criterio.

40 El procedimiento puede implicar hacer que el generador reduzca la carga sobre el eje, haciendo mientras que el motor busque la velocidad del eje de estado estacionario cuando la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) excede un valor.

El procedimiento puede implicar hacer que el generador reduzca la carga sobre el eje, haciendo mientras que el motor busque la velocidad del eje de estado estacionario cuando la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) excede un valor predefinido.

- 45 El grupo electrógeno puede incluir un controlador de motor operable para controlar el motor en respuesta a una señal de comando de cantidad de inyección (IQCM) y un controlador del generador operable para controlar el generador en respuesta a una señal de comando de transferencia de energía (ETCM). El procedimiento puede entonces implicar la producción de la señal de comando de cantidad de inyección (IQCM) y la señal de comando de transferencia de energía (ETCM), en respuesta a una señal de punto de ajuste de transferencia de energía (ETS) que representa un punto de ajuste de transferencia de energía y dicha señal de corrección de la velocidad del eje, dicha señal de corrección de la velocidad de eje que representa una diferencia entre una velocidad del eje de dicho un punto de ajuste de la velocidad del eje asociado con el punto de ajuste de transferencia de energía de tal manera que la señal de comando de transferencia de energía (ETCM) hace que el generador reduzca la carga sobre el eje, mientras que la señal de cantidad de inyección hace que el motor del eje busque la velocidad del eje de estado
- 50

estacionario cuando la señal de corrección de la velocidad del eje cumple un criterio.

5 El criterio puede incluir un valor umbral de la velocidad del eje de tal manera que la señal de comando de transferencia de energía (ETCM) hace que el generador reduzca la carga sobre el eje, mientras que la señal de comando de cantidad de inyección (IQCM) hace que el motor busque la velocidad del eje de estado estacionario cuando la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) alcanza el valor umbral de la velocidad del eje.

El procedimiento puede implicar además producir la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) en respuesta a una señal de punto de ajuste de la velocidad del eje (SSS) que representa una velocidad del eje para el punto de ajuste y de transferencia de energía en respuesta a una señal de velocidad del eje (SS) que representa la velocidad del eje.

10 La producción de la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) puede incluir la producción de la señal de punto de ajuste de la velocidad del eje (SSS).

15 La producción de la señal de punto de ajuste de la velocidad del eje (SSS) puede implicar la búsqueda de una velocidad del eje asociada con el punto de referencia de transferencia de energía (ETS) en una tabla de búsqueda. La producción de la señal de comando de cantidad de inyección (IQCM) puede implicar la producción de una señal de la cantidad de inyección del estado estacionario (SSIQ) en respuesta a la señal de punto de ajuste de transferencia de energía (ETS) y la producción de una señal de corrección de la cantidad de inyección (IQ) en respuesta a la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

20 La producción de señal de la cantidad de inyección del estado estacionario (SSIQ) puede implicar la búsqueda de una cantidad de inyección del estado estacionario (SSIQ) asociada con la señal de punto de ajuste de transferencia de energía (ETS) en una tabla de búsqueda.

La producción de la señal de corrección de la cantidad de inyección (IQ) puede implicar la aplicación de una función de respuesta del estado estacionario a la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

La aplicación de la función de respuesta del estado estacionario puede implicar la aplicación de un procedimiento de control integral para la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

25 La producción de la señal de comando de transferencia de energía (ETCM) implica la producción de una señal de comando de la transferencia de energía (ETC) en respuesta a la señal de la velocidad del eje (SS).

La producción de la señal de corrección de la transferencia de energía (ETC) puede implicar la aplicación de una función de respuesta transitoria a la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

30 La aplicación de la función de respuesta transitoria puede implicar la aplicación de al menos una de una función de control proporcional, una función de control derivada y una función de control derivada proporcional a la señal de corrección de la velocidad del eje.

Otros aspectos y características de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica tras la revisión de la siguiente descripción de realizaciones específicas de la invención en conjunción con las figuras que se acompañan.

### 35 **Breve descripción de los dibujos**

En los dibujos que ilustran realizaciones de la invención,

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema para la reducción de óxidos de nitrógeno en un grupo electrógeno, de acuerdo con una primera realización de la invención;

La figura 2 es un diagrama de bloques de un controlador del sistema del sistema que se muestra en la figura 1;

40 La figura 3 es un diagrama de procedimiento que ilustra un procedimiento ejecutado por el circuito de procesador mostrado en la figura 2 para producir una señal de comando de cantidad de inyección;

La figura 4 es un diagrama de procedimiento que ilustra un procedimiento ejecutado por el circuito procesador de la figura 2 para la producción de una señal de comando de transferencia de energía;

45 La figura 5 es un diagrama de procedimiento que ilustra un procedimiento ejecutado por el circuito procesador mostrado en la figura 2 la incorporación de los procedimientos de las figuras 3 y 4 y un procedimiento adicional para la determinación de una señal de corrección de la velocidad del eje para su uso por los procedimientos de las figuras 3 y 4.

### **Descripción detallada**

50 Haciendo referencia a la figura 1, un conjunto generador, también conocido como un grupo electrógeno, de acuerdo con una primera realización de la invención se muestra genéricamente en 10. En esta forma de realización, el grupo

eléctrico incluye un motor de combustión interna **12**, un generador eléctrico **14**, y un sistema de control mostrado genéricamente en **16**. El motor **12** y el generador **14** están, en esta realización, acoplados a un eje giratorio **18** de tal manera que el motor puede transferir energía al generador. El eje **18** puede estar conectado además a otros dispositivos que requieren potencia motriz tal como un eje de accionamiento de un vehículo híbrido, por ejemplo.

5 En esta realización, el sistema de control **16** incluye un controlador del motor **20**, un controlador del generador **22**, y un controlador del sistema **24**. En algunas formas de realización, el controlador del motor **20** puede ser incorporado en el motor **12** y el controlador del generador **22** puede ser incorporado en el generador **14**. El controlador del sistema **24** puede ser incorporado en el controlador del motor **20** o el controlador del generador **22**, o como un dispositivo separado, o como parte de un controlador principal de un vehículo híbrido, por ejemplo.

10 El controlador del sistema **24** es operable para recibir una señal de punto de ajuste de transferencia de energía (ETS) en una entrada de señal de ETS **26** y recibir una señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) en una entrada de señal de SSC **28**. El controlador del sistema **24** tiene, además, una salida de señal de cantidad de comando de cantidad de inyección (IQCM) **30** y una salida de señal de comando de transferencia de energía (ETCM) **32** para producir una señal de IQCM para la recepción por el controlador del motor **20** y para producir una  
15 señal de ETCM para la recepción por el controlador del generador **22**. Ambos, las señales IQCM y ETCM, son producidas por el controlador del sistema **24** en respuesta a las señales ETS y SSC recibidas en las entradas **26** y **28**.

La señal de ETS puede ser producida por un controlador externo tal como un controlador del sistema (no mostrado) de un vehículo híbrido donde se utiliza el grupo eléctrico. La señal de ETS puede producirse como resultado de  
20 la ejecución de un algoritmo de optimización ejecutado en el controlador externo, por ejemplo. El controlador externo puede detectar una posición del pedal del acelerador, por ejemplo, y sobre la base de la posición del pedal del acelerador detectada puede producir una señal de punto de ajuste de transferencia de energía óptima, es decir, la señal de ETS, para su uso por el controlador del sistema **24**. La señal de ETS puede ser una señal de digital o analógica que representa el punto de ajuste de transferencia de energía. La consigna de la transferencia de energía  
25 puede representar la potencia total deseada del motor para dar servicio a la carga requerida por el tren de transmisión de un vehículo híbrido en unidades de par de torsión o momento, por ejemplo.

La señal de SSC recibida por el controlador del sistema **24** puede ser producida por el controlador externo, por un dispositivo independiente o por el controlador del sistema **24** tal como se describirá a continuación. En general, la  
30 señal de SSC representa una diferencia entre una señal de punto de ajuste de la velocidad del eje que se puede derivar a partir de la señal de ETS y una señal de corriente de velocidad del eje que representa la velocidad actual del eje **18**. En otras palabras, la señal de SSC representa una diferencia entre RPM de un eje deseado y RPM del eje actual. Puesto que la señal de ETS representa un punto de ajuste de transferencia de energía, la señal de SSC se puede derivar de la señal de ETS donde la relación entre la transferencia de energía desde el motor **12** y el generador **14** a la velocidad del eje es conocida. Una tabla de búsqueda sencilla, por ejemplo, puede proporcionar  
35 una asociación de valores de transferencia de energía con la velocidad del eje.

La señal de ETCM puede ser analógica o digital, por ejemplo, tal como se determina por una entrada **23** en el controlador del generador **22** para la recepción de dicha señal de. La señal de ETCM puede representar un par deseado en un rango. El rango puede estar entre **-300** Newton-metros a **+300** Newton-metros, por ejemplo, dependiendo de la potencia requerida para lograr la aceleración deseada en el vehículo híbrido y/o la potencia de salida requerida del sistema de grupo eléctrico. El rango positivo y negativo del par de torsión representa la  
40 posibilidad de que el generador que actúa en un modo de motor donde se suministra potencia al eje y la posibilidad de que el generador que actúa como un verdadero generador donde se recibe la potencia desde el eje. Alternativamente, la señal de ETCM puede representar una potencia deseada en un rango tal como desde **-100** kW a **+100** kW por ejemplo, de nuevo dependiendo del vehículo híbrido y/o sistema de grupo eléctrico.

45 La señal de IQCM puede ser analógica o digital tal como se determina por una entrada **25** para la recepción de dicha señal de en el controlador del motor **20**. La señal de IQCM puede representar una cantidad de inyección deseada de combustible o de aire, por ejemplo, en un rango. El rango puede ser expresado en gramos por carrera, por ejemplo, según lo determinado por la entrada **25** del controlador del motor **20**.

en general, el controlador del sistema **24** produce las señales de IQCM y de ETCM para hacer que el controlador del generador **22** haga que el generador **14** reduzca su carga en el eje **18**, haciendo mientras que el controlador del motor **20** para hacer que el motor **12** busque una velocidad del eje de estado estacionario asociado con una transferencia de energía deseada para el eje como se determina por la señal de ETS, cuando la señal de SSC cumple un criterio.

50 El criterio puede ser que la señal de SSC supere un valor recibido en una entrada de valor **34** del controlador del sistema **24** desde un controlador externo (no mostrado) que puede estar controlando un vehículo híbrido, por ejemplo, si el grupo eléctrico se utiliza en tal vehículo. Alternativamente, el valor puede ser un valor predefinido fijado por un usuario, por ejemplo.

Haciendo referencia a la figura **2**, el controlador del sistema **24** se muestra en mayor detalle. En esta forma de realización, el controlador del sistema **24** incluye un circuito de procesador que comprende un microprocesador **40**

conectado a la memoria de parámetro **42**, memoria de programa **44**, un lector de medios **46**, y un puerto de entrada/salida (I/O) **48**.

La memoria de parámetro **42** incluye una tabla de búsqueda de cantidad de inyección (IQLU) **43** y una tabla de búsqueda de velocidad del eje (SSLU) **45**. La tabla de búsqueda de cantidad de inyección (IQLU) **43** asocia diferentes cantidades de inyección del estado estacionario (SSIQ) con sus correspondientes puntos de ajuste de transferencia de energía. Por lo tanto, dado un punto de ajuste de transferencia de energía, una cantidad de inyección del estado estacionario correspondiente (SSIQ) puede obtenerse a partir de la tabla IQLU **43**. La tabla de búsqueda de velocidad del eje (SSLU) **45** asocia varios puntos de ajuste de velocidad del eje con sus correspondientes puntos de ajuste de transferencia de energía. Por lo tanto, dado un punto de ajuste de transferencia de energía, una correspondiente velocidad de consigna del eje (SSS) puede ser obtenida a partir de la tabla SSLU **45**.

El puerto de I/O **48** proporciona la entrada de señal de ETS **26**, la entrada de señal de SSC **28**, y el valor de entrada **34**, y proporciona la salida IQCM **30** y la salida ETCM **32**. El microprocesador **40** escribe los valores para el puerto de I/O **48** para hacer que las señales en la salida IQCM **30** y la salida ETCM **32** tengan valores analógicos o digitales deseados para la recepción por el controlador del motor **20** y el controlador del generador **22**, respectivamente, que se muestra en la figura **1**. Del mismo modo, el puerto de I/O **48** está configurado para recibir en la entrada de señal de ETS **26**, la entrada de señal de SSC **28**, y el valor de entrada **34**, respectivas señales analógicas o digitales que representan las señales ETS y SSC, y la señal de valor de criterio SSC. Como se mencionó anteriormente, estas señales pueden ser proporcionadas por otros componentes de un sistema global donde se utiliza el grupo electrógeno **10**, por un sistema separado o por el controlador del sistema **24** en sí.

El controlador del sistema **24** genera la señal de IQCM y la señal de ETCM mediante la ejecución de las instrucciones que se pueden proporcionar al microprocesador **40** en un medio legible por ordenador **50**, tal como un CD-ROM o EPROM (no mostrado), por ejemplo. El medio legible por ordenador **50** puede ser recibido en el lector de medios **46** para transferir así los códigos desde el medio legible por ordenador **50** a la memoria de programa **44**. Alternativamente, la memoria de programa **44** puede ser cargada con los códigos o el lector de medios **46** puede ser reemplazado con una interfaz para la conexión a una red, tal como Internet, por ejemplo, para recibir códigos para dirigir el controlador del sistema **24** para llevar a cabo las funciones descritas en este documento.

Haciendo referencia a las figuras **2** y **3**, los códigos almacenados en la memoria del programa **44** que se muestran en la figura **2** dirigen el controlador del sistema **24** para producir la señal de IQCM en respuesta a la señal de ETS recibida en la entrada de señal de ETS **26** y la señal de SSC recibida en la entrada de señal de SSC **28**. Para producir la señal de IQCM, el controlador del sistema **24** es dirigido por los códigos almacenados en la memoria del programa **44** para producir una señal de cantidad de inyección del estado estacionario (SSIQ) y para producir una señal de corrección de la cantidad de inyección (IQC) y para combinar estas señales, mediante la adición o sustracción digital o analógica, por ejemplo, para producir la señal de IQCM.

La señal de SSIQ se produce haciendo que el controlador del sistema **24** haga frente a la tabla IQLU **43** para encontrar un valor SSIQ asociado con la señal de ETS actual recibida por el controlador del sistema en la entrada de señal de ETS **26**.

La señal de IQC se produce sometiendo la señal de SSC recibida por el controlador del sistema **24** en la entrada de la señal de SSC **28**, a una función de respuesta en estado estacionario (SSR) **51**. La función de SSR **51** puede ser una función de control integral, por ejemplo. Por ejemplo, la función de SSR **51** puede integrar la señal de SSC en el tiempo de tal manera que la señal de IQC cambie relativamente de forma lenta en respuesta a los cambios en la señal de SSC. En general, la señal de IQC corrige la señal de SSIQ determinada a partir de la tabla IQLU **43** para compensar los errores en la cantidad de inyección causados por el desgaste del motor, la calidad del combustible, los cambios de altitud, la temperatura del motor, temperatura ambiente, las restricciones de admisión del motor, las restricciones de escape del motor, incluyendo el tipo de combustible no sólo los combustibles alternativos líquidos sino los combustibles alternativos gaseosos, tales como gas natural, hidrógeno y mezclas de los mismos, la fluctuación en los números de los combustibles de cetano, la fluctuación en el número de octano de los combustibles, la fluctuación en el calentamiento de los valores, la variación en los combustibles emulsionados a los que se añade agua, las adiciones accidentales de agua, las variaciones de la fuerza de inercia, los cambios de orientación, el desgaste del inyector, propano de flujo de dos fases, las partículas en el comportamiento del combustible y el conductor y/o de otras condiciones, por ejemplo.

Haciendo referencia a las Figuras **2** y **4**, los códigos almacenados en la memoria del programa **44** se muestran en la figura **2** también dirigir el controlador del sistema **24** para producir la señal de ETCM en respuesta a la señal de SSC recibida en la entrada de señal de SSC **28** y la señal de ETS recibida en la entrada de señal de ETS **26**. Para producir la señal de ETCM, el controlador del sistema **24** está dirigido por los códigos almacenados en la memoria del programa **44** para producir una señal de corrección de la transferencia de energía (ETC) en respuesta a la señal de SSC y para combinar la señal de ETC con la señal de ETS mediante la adición o sustracción digital o analógica, por ejemplo, para producir la señal de ETCM.

La señal de ETC es producida por el controlador del sistema **24** mediante la aplicación de una función de respuesta

transitoria (TR) **52** a la señal de SSC. La función de TR **52** puede incluir al menos una de una función de control proporcional, una función de control derivada o una combinación de estas dos funciones, por ejemplo. Por ejemplo, con una función de TR **52** implementada como una función de la proporción, la señal de SSC puede ser multiplicada por un factor de ganancia para producir un producto y este producto puede actuar como la señal de ETC. En general, la señal de ETC sirve para modificar la señal de ETS para ajustar la señal de ETS para compensar los cambios rápidos en la señal de SSC.

En otra forma de realización, haciendo referencia a las Figuras **2** y **5**, el controlador del sistema **24** puede ser configurado, además, con los códigos, contenidos en la memoria del programa **44** que se muestra en la figura **2**, para dirigir el controlador del sistema para producir la señal de SSC. Para producir la señal de SSC, los códigos dirigen el controlador del sistema **24** para producir una señal de punto de ajuste de la velocidad del eje (SSS) y para producir la señal de SSC mediante la combinación de la señal de SSS y una señal de velocidad del eje (SS) por sustracción digital o analógica, por ejemplo, de la señal de SS de la señal de SSS. Para producir la señal de SSS, el procesador está dirigido por un bloque de códigos **54** contenido en la memoria del programa **44**, utilizar la señal de ETS para dirigir a la tabla SSLU **45** para encontrar un valor de SSS asociada con la señal de ETS actual.

Se apreciará que, en general, se puede observar que con la característica adicional de la producción de la señal de SSC, el controlador del sistema **24** puede ser considerado como produciendo la señal de IQCM y la señal de ETCM en respuesta a la señal de ETS y la señal de SS.

En general, los componentes arriba mencionados implementan un bucle de control de potencia interno rápido y un bucle de control de velocidad externo para realizar ajustes de carga rápida, pero temporal a la velocidad del eje y la potencia extraída del mismo o proporcionada al mismo y aplicar un esquema de compensación de la carga del motor (por ejemplo, reducción) sincronizada con la carga del generador solicitada, con un bucle de control de velocidad de autoajuste más lento. Esto proporciona una rápida respuesta de velocidad del eje, una rápida respuesta de potencia en el eje, y una baja producción de NO<sub>x</sub> por el motor de combustión interna debido a la reducción de la cantidad de inyección de transitorios relacionada con la velocidad que resulta en un abastecimiento de combustible del motor mejor controlado.

A velocidades constantes, cambios rápidos de carga en el eje **18** pueden ser servidos mediante la modificación de la cantidad de inyección suministrada al motor según lo determinado por el controlador del motor. La sincronización de la carga del motor y la compensación de la carga del motor efectuado mediante la reducción de la demanda de potencia del generador se puede realizar muy rápidamente de tal manera que la velocidad de funcionamiento del eje no se ve afectada en ningún grado significativo. La compensación de la carga del motor a una velocidad constante no suele resultar en altas emisiones de NO<sub>x</sub> debido a que los cambios de carga a una velocidad dada son típicamente relativamente pequeños, por lo tanto, los valores de cantidad de inyección no son excesivamente altos.

Los cambios rápidos de velocidad del eje se obtienen al comprometer el control de potencia temporalmente en favor del control de velocidad, durante los incrementos del punto de ajuste de velocidad de operación. Esto se realiza haciendo que la carga impuesta sobre el motor por el generador sea reducida mientras se mantiene alimentación del motor (es decir, cantidad de inyección) relativamente constante. Dado que la carga impuesta por el generador se reduce, sin embargo, el motor todavía está siendo impulsado a la misma velocidad, la potencia que de otro modo hubiera sido proporcionada al generador se utiliza para aumentar la velocidad del eje y, por tanto, la velocidad del motor. El sacrificio de potencia suministrada al generador durante los aumentos de velocidad permite unas bajas emisiones de NO<sub>x</sub> y permite que los aumentos de velocidad se produzcan más rápidamente. También, puesto que abastecimiento de combustible se mantiene a la misma velocidad, mientras que se reduce la carga impuesta por el generador, no hay un aumento en el consumo de combustible. El sistema es por lo tanto energéticamente más eficiente.

**REIVINDICACIONES**

**1.** Aparato para reducir las emisiones de óxido de nitrógeno en un grupo electrógeno (10) que comprende un motor (12) y un generador (14) y un eje (18) acoplado al motor (12) y al generador (14), comprendiendo el aparato:

- 5 - Un controlador del generador (22) operativamente configurado para controlar la transferencia de energía entre el generador (14) y el eje (18);
- Un controlador de motor (20) operativamente configurado para controlar la transferencia de energía entre el motor (12) y el eje (18); y
- 10 - Un controlador del sistema (24) sensible a una señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) que representa una corrección de la velocidad del eje para alcanzar una transferencia de energía deseada para el eje,

estando el aparato **caracterizado porque** el controlador del sistema (24) está configurado para hacer que dicho controlador del generador (22) haga que el generador (14) reduzca la carga sobre el eje (18), mientras que provoca que dicho controlador del motor (20) haga que el motor (12) busque una velocidad del eje de estado estacionario asociada con dicha transferencia de energía al eje (18), cuando dicha señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) cumple un criterio deseado.

**2.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho controlador del sistema (20) está configurado operativamente para hacer que dicho controlador del generador (22) reduzca la carga sobre el eje (18), mientras que hace que dicho controlador del motor (20) dirija al motor (12) para buscar dicha velocidad de eje de estado estacionario cuando dicha señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) excede un valor.

**3.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho controlador del sistema (20) está configurado operativamente para hacer que dicho controlador del generador (22) reduzca la carga sobre el eje (18), mientras que hace que dicho controlador del motor (20) dirija el motor (12) para buscar dicha velocidad del eje de estado estacionario cuando dicha señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) supera un valor predefinido.

**4.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho controlador del motor (20) está configurado operativamente para controlar el motor (12) en respuesta a una señal de comando de cantidad de inyección (IQCM) y dicho controlador del generador (22) está configurado operativamente para controlar el generador (14) en respuesta a una señal de comando de transferencia de energía (ETCM) y donde dicho controlador del sistema (24) es operable para producir dicha señal de comando de cantidad de inyección (IQCM) y dicha señal de comando de transferencia de energía (ETCM), en respuesta a:

- 30 una señal de punto de ajuste de transferencia de energía (ETS) que representa un punto de referencia de transferencia de energía, y
- dicha señal de corrección de la velocidad del eje (SSC), donde dicha señal de corrección de la velocidad del eje representa una diferencia entre una velocidad del eje y un punto de ajuste de la velocidad del eje asociado con dicho punto de ajuste de transferencia de energía.

**5.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicho controlador del sistema (24) incluye un procesador operativamente configurado para producir dicha señal de corrección de la velocidad del eje del generador (SSC) en respuesta a una señal de punto de ajuste de la velocidad del eje (SSS) que representa una velocidad del eje para dicho punto de ajuste de transferencia de energía y en respuesta a una señal de velocidad del eje (SS) que representa una velocidad del eje.

**6.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además una tabla de búsqueda (45) y en el que dicho procesador está configurado operativamente para encontrar un punto de ajuste de velocidad del eje (SSS) asociado con dicho punto de ajuste de transferencia de energía (ETS) en dicha tabla de búsqueda (45).

**7.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho controlador del sistema (24) comprende un procesador configurado operativamente para producir una señal de la cantidad de inyección del estado estacionario (SSIQ) en respuesta a dicha señal de punto de ajuste de transferencia de potencia (ETS) y operativamente configurado para producir una señal de corrección de la cantidad de inyección (IQC) en respuesta a dicha señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

**8.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además una tabla de búsqueda (43) y en el que dicho procesador está configurado operativamente para encontrar una cantidad de inyección de estado estacionario (SSIQ) asociada con dicha señal de punto de ajuste de transferencia de energía (ETS) en dicha tabla de búsqueda (43).

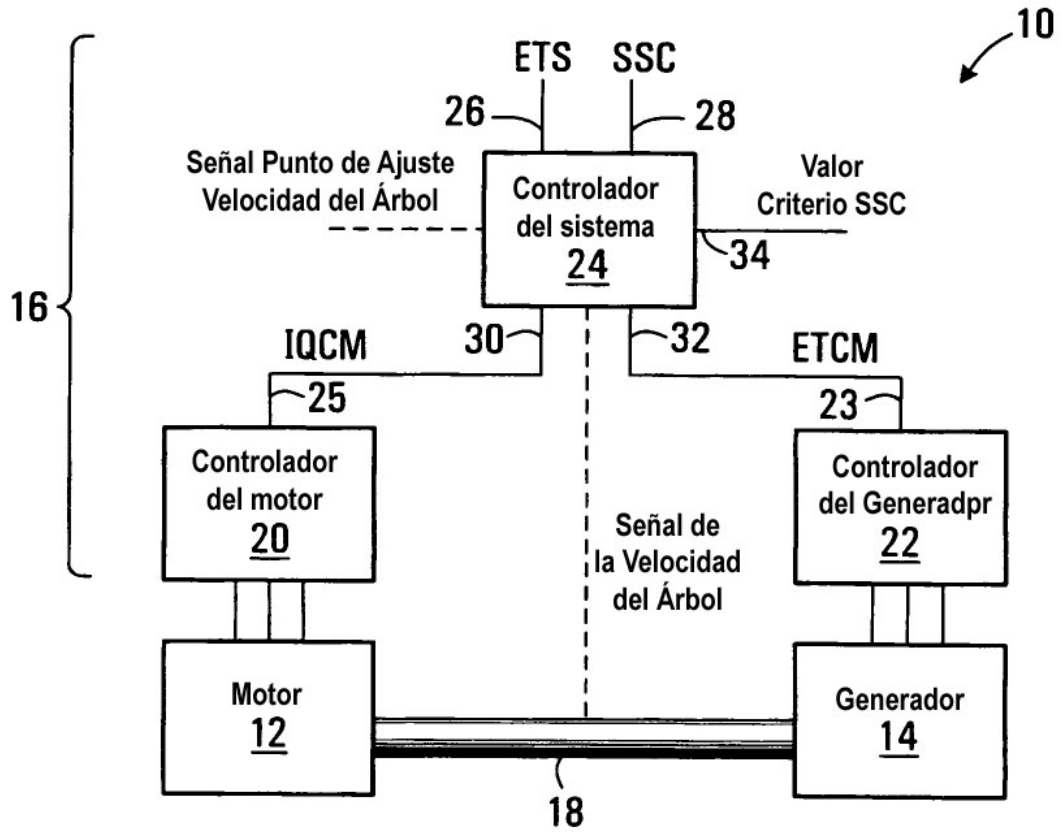
**9.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en el que el procesador está configurado operativamente para aplicar al menos una de:



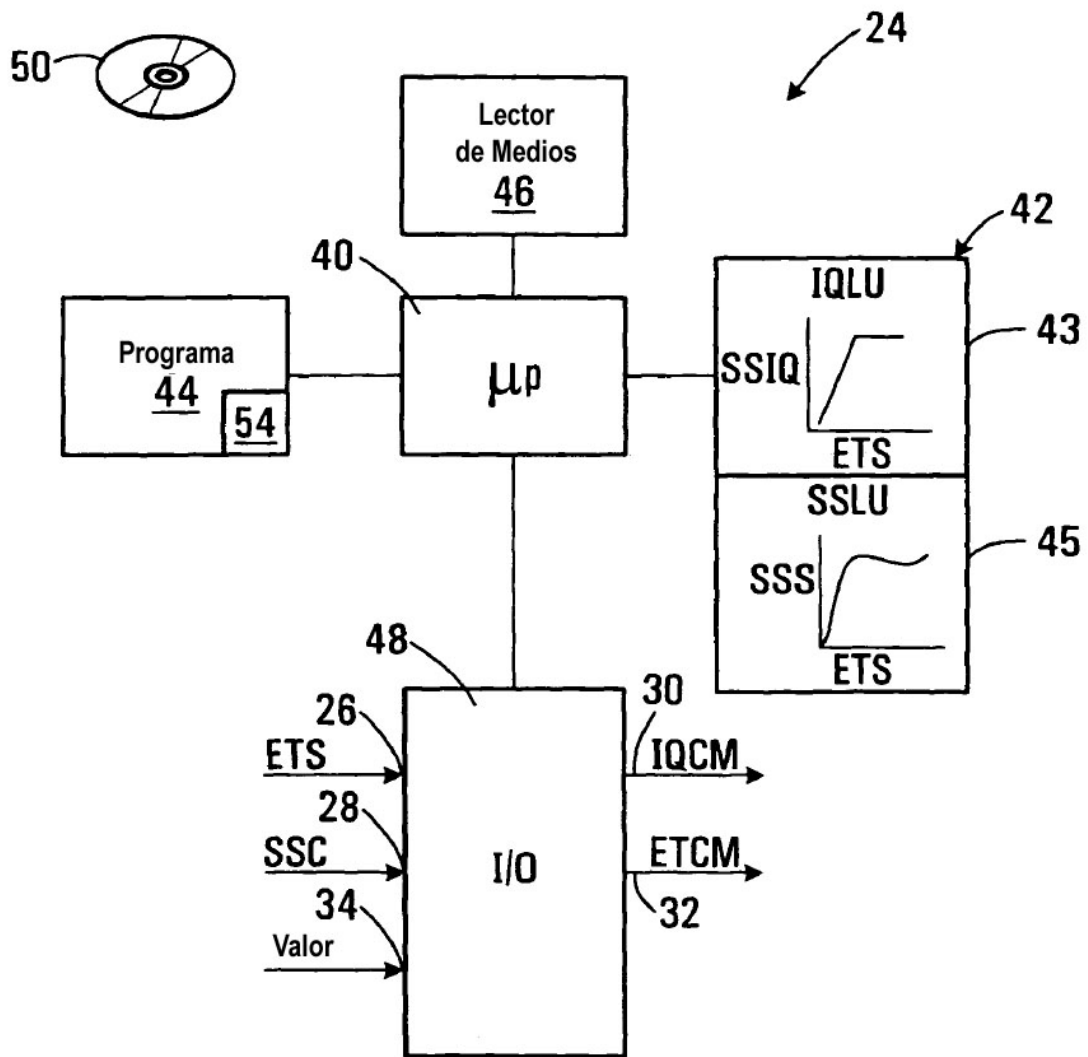
una función de respuesta en estado estacionario (51) a dicha señal de corrección de la velocidad del eje (SSC), y

una función de control integral a dicha señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).

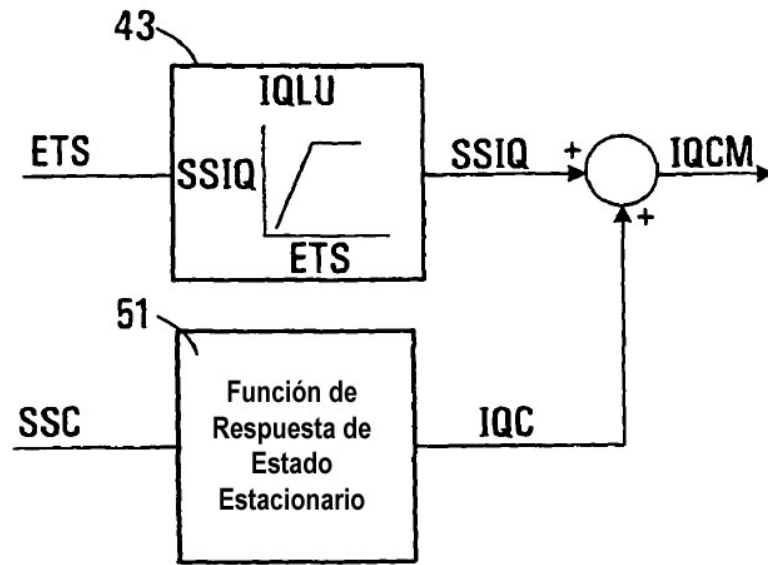
- 5       **10.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho controlador del sistema (24) comprende un procesador operativamente configurado para producir una señal de corrección de la transferencia de energía (ETC) en respuesta a dicha señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).
- 11.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicho procesador está configurado operativamente para aplicar una función de la respuesta transitoria (52) a dicho señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).
- 10       **12.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho procesador está configurado operativamente para aplicar al menos una de una función de control proporcional, una función de control derivada y una función de control proporcional/derivada a dicha señal de corrección de la velocidad del eje (SSC).
- 13.** Procedimiento para reducir las emisiones de óxido de nitrógeno en un grupo electrógeno (10) que comprende un motor (12) y un generador (14) y un eje (18) acoplado al motor (12) y al generador (14), estando el procedimiento **caracterizado por**
- 15       provocar que el generador (14) reduzca la carga sobre el eje (18), haciendo mientras que el motor (12) busque una velocidad del eje de estado estacionario para una transferencia de energía deseada para el eje (18) cuando la señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) que representa una corrección de la velocidad del eje para llegar a dicha transferencia de energía deseado cumple un criterio.
- 20       **14.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la provocación comprende provocar que el generador (14) reduzca la carga sobre el eje (18), haciendo mientras que el motor (12) busque dicha velocidad de eje de estado estacionario cuando dicha señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) excede un valor.
- 25       **15.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la provocación que comprende provocar que el generador (14) reduzca la carga sobre el eje (18), haciendo mientras que el motor (12) busque dicha velocidad de eje de estado estacionario cuando dicha señal de corrección de la velocidad del eje (SSC) excede un valor predefinido.



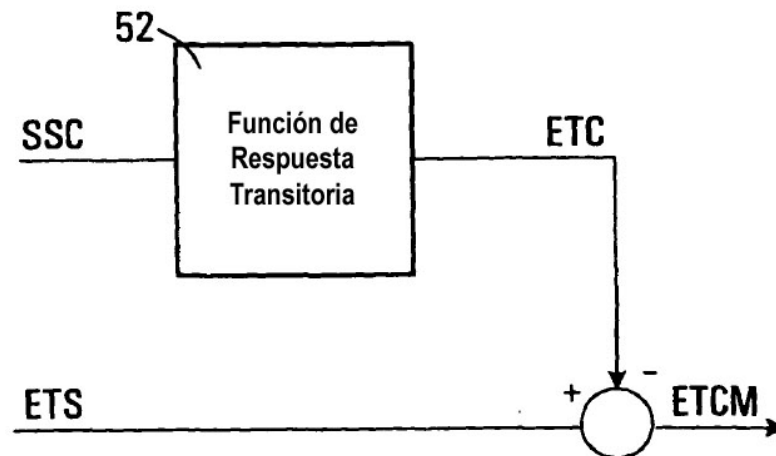
**FIG. 1**



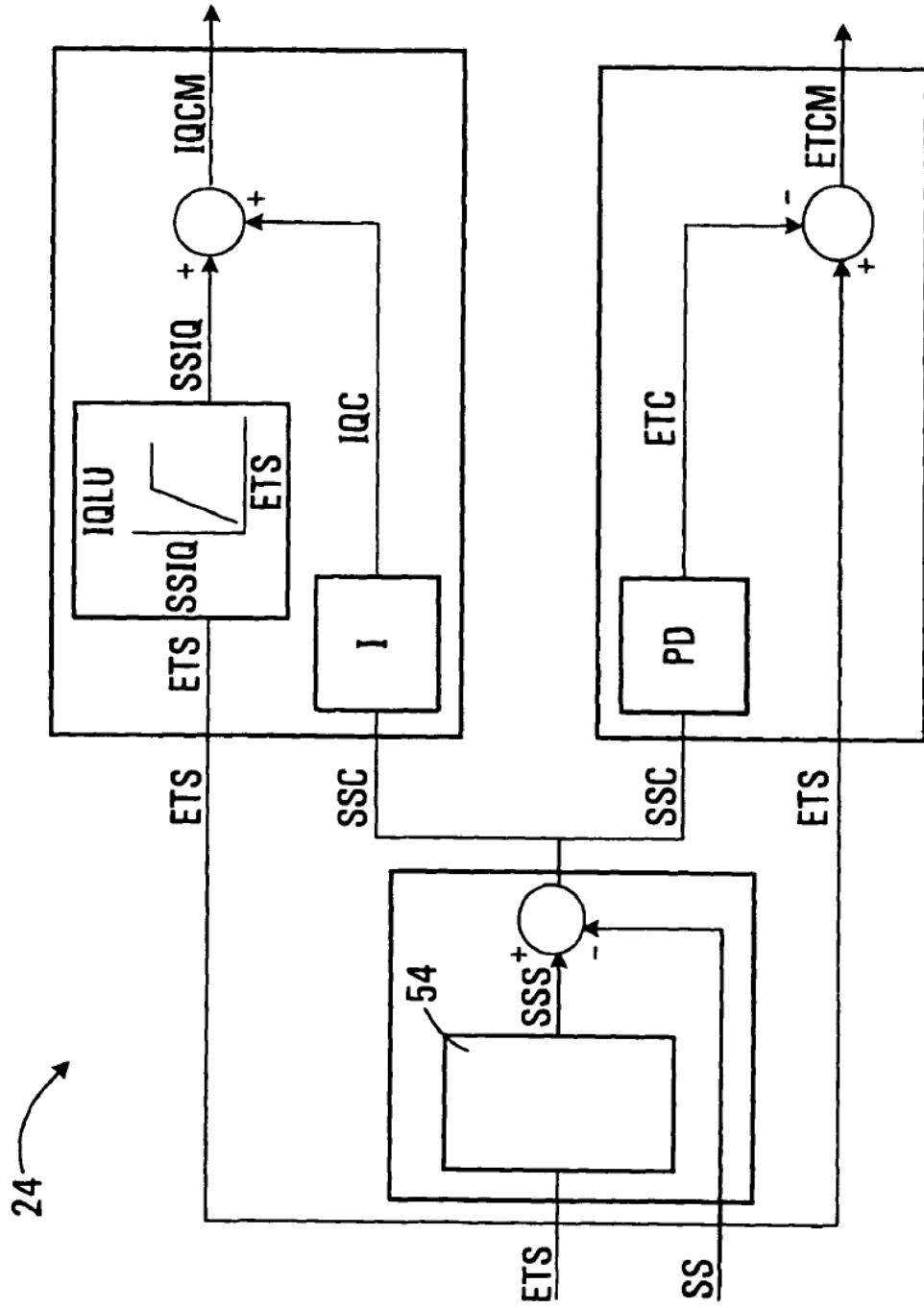
**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**