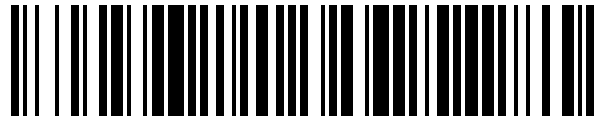


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 230 424**

21 Número de solicitud: 201930057

51 Int. Cl.:

**B60L 7/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**15.01.2019**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**03.06.2019**

71 Solicitantes:

**ZUMA INNOVATION S.L. (100.0%)**

**Oletxe 43, 1º izq.**

**48960 Galdakao (Bizkaia) ES**

72 Inventor/es:

**ZUBIETA ANDUEZA, Mikel y**

**MADARIAGA LANDAJO, Jon**

54 Título: **SISTEMA ANTIEMBALAMIENTO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

**ES 1 230 424 U**

**DESCRIPCIÓN**

Sistema antiembalamiento para vehículos eléctricos

**SECTOR TÉCNICO**

La presente invención se enmarca en el sector de los vehículos eléctricos con función de frenada regenerativa.

**5 ANTECEDENTES**

10 En el estado de la técnica se conocen múltiples soluciones (US3630304A, US20110251770A1, US6122588A, US20080300762A1, US20090227418A1 o CN102447431B) para aplicar la frenada regenerativa en carreteras con pendiente descendente, pero todos los conocidos tienen la premisa de no interferir en el deseo de desplazamiento del usuario, o dicho de otro modo, que el usuario se desplace con libertad, siendo los sistemas de control los encargados de que ese desplazamiento sea lo más eficiente posible. Sin embargo, sin poder imponerse al deseo del usuario, es complicado garantizar la seguridad cuando la frenada regenerativa se aplique en situaciones límite.

15 La frenada regenerativa aplicable mediante un motor eléctrico está limitada por la velocidad a la que gira el motor, siendo la capacidad de frenada regenerativa menor cuanto mayor sea la velocidad. Esta característica de los motores eléctricos representa riesgos en el descenso que no existen en el ascenso. En una subida en la que el motor está aplicando el máximo par de propulsión correspondiente a la velocidad de desplazamiento, un aumento de la pendiente supondrá que el motor no pueda aplicar el par de propulsión necesario a la velocidad de desplazamiento, por lo que decelerará hasta una velocidad menor de mayor par de propulsión que equilibre el sistema. Se trata de un sistema estable. Sin embargo, en una bajada en la que el motor está aplicando el máximo par de frenada correspondiente a la velocidad de desplazamiento, un aumento de la pendiente supondrá que el motor no pueda aplicar el par de frenada necesario a la velocidad de desplazamiento, por lo que acelerará hasta una velocidad mayor en la que va a disponer de un par de frenada todavía menor, por lo que el vehículo se "embalará" con una aceleración cada vez mayor. Se trata de un sistema inestable.

**DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

25 Para superar los inconvenientes del estado de la técnica, la presente invención propone un vehículo provisto de un motor eléctrico con una entrada de par de control al motor eléctrico, de un estimador de la velocidad del vehículo, de un estimador de la aceleración del vehículo, y de un estimador del par mecánico del motor eléctrico,

30 que comprende un control de antiembalamiento cuyas entradas son la velocidad medida por el estimador de la velocidad, la aceleración medida por el estimador de la aceleración, el par mecánico del motor eléctrico medido por el estimador del par mecánico del motor eléctrico, y la señal de control del par y cuya salida es el par limitado de control del motor eléctrico que se corresponde con el par de control que comanda el motor eléctrico.

35 De este modo, limitando el par de control mediante el control antiembalamiento se asegura que el motor siempre se mantendrá en una zona de funcionamiento estable, siendo capaz de ofrecer par de frenada suficiente como para controlar el vehículo en toda condición. El comportamiento en descenso sería en la práctica muy similar al de subida; el vehículo reducirá su velocidad cuanto mayor sea la pendiente, siendo la pendiente máxima operable muy similar en subida y bajada para la mayoría de motores del estado de la técnica.

Preferentemente, el control de antiembalamiento opera según el siguiente procedimiento:

a) Determinar el par máximo en regeneración que puede realizar el motor eléctrico para la velocidad del vehículo.

Hay que considerar que se trata de un valor negativo al ser un par de regeneración.

40 b) Determinar la aceleración de frenada máxima que puede aplicarse al vehículo cuando el motor eléctrico está aplicando un par mecánico, el vehículo se desplaza a la velocidad, y considerando un margen de par de control.

$$a_{fr} = (T_m - T_c - T_{lim}(V)) \cdot K_{m/m} \quad (1)$$

Hay que considerar que el par de control tiene siempre valor positivo.

c) Compara la aceleración de frenada máxima con la aceleración del vehículo, y

45 - si la aceleración de frenada máxima es mayor o igual que la aceleración del vehículo, el par limitado de control se corresponde con la señal de control de par, mientras que

- si la aceleración de frenada máxima es menor que la aceleración del vehículo, el par limitado de control se corresponde con el par máximo en regeneración.

Cuando la aceleración del vehículo es igual a la aceleración de frenada máxima, el par realizado por el motor

debería reducirse (al trabajar en regeneración son valores negativos) desde el par mecánico que está realizando el motor en ese momento hasta el par máximo en regeneración que puede realizar el motor eléctrico para la velocidad del vehículo más el par de control para anular la aceleración, y que el vehículo se desplace a velocidad constante. Entonces todavía queda el margen del par de control, para aumentar el par de frenada hasta el valor del par máximo de regeneración que puede realizar el motor eléctrico para la velocidad del vehículo, y controlar el vehículo reduciendo su velocidad. De este modo la capacidad de controlar el vehículo en situaciones límite depende del valor del par de control. Cuanto mejor sea la dinámica y precisión del motor y del control menor puede ser el margen del par de control, y por lo tanto mayor es el rango de uso del motor en regeneración.

En algunas realizaciones, como en las figuras 2, 4, 5 y 6, el vehículo comprende al menos un medio de aplicación de par adicional por parte de un usuario del vehículo.

Resulta habitual que los vehículos eléctricos dispongan de otros elementos para la propulsión o retención, siendo el más habitual el freno por fricción. La aplicación del freno por fricción en concreto, reduce la necesidad de par de frenada por parte del motor en las bajadas, por lo que el vehículo podrá circular a mayor velocidad y/o podrá descender por pendientes mayores. Mientras se mantenga la aplicación de este par adicional el sistema podrá garantizar la estabilidad del sistema, pero si por algún motivo se deja de aplicar este par adicional de forma repentina es posible que el sistema se convierta en inestable. Para mantener la estabilidad del sistema en todo momento la variación del par adicional se debería de realizar de forma progresiva según la capacidad que tenga el sistema, según el valor de par de control, para mantener el sistema controlado y estable.

Para garantizar la estabilidad en toda situación se necesitaría considerar la repercusión de estos pares adicionales en la entrada de par mecánico al control antiembalamiento tal y como se ilustra en la figura 6. Así, en algunas realizaciones, el vehículo está provisto de un estimador del par adicional por parte del usuario del vehículo en el que al par mecánico de entrada del control antiembalamiento se le suman los valores de los pares adicionales medidos por los estimadores de los pares adicionales por parte del usuario del vehículo.

$$T_m = T_m + T_a \quad (2)$$

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con unos ejemplos de realización práctica del vehículo, se acompaña como parte integrante de la descripción, un juego de figuras en el que con carácter ilustrativo y no limitativo, en las que se ha representado lo siguiente:

La figura 1 es una representación simplificada de un usuario montado en un vehículo eléctrico según una realización preferida de la invención.

La figura 2 es un diagrama de control con control antiembalamiento en un vehículo eléctrico controlado en par por el usuario.

La figura 3 es un diagrama de control interno del control antiembalamiento para un vehículo eléctrico según una realización preferida de la invención.

La figura 4 es un diagrama de control con control antiembalamiento en un vehículo eléctrico controlado en velocidad por el usuario.

La figura 5 es un diagrama de control con control antiembalamiento en una bicicleta eléctrica.

La figura 6 es un diagrama de control con control antiembalamiento en un vehículo eléctrico controlado en par por el usuario similar a la figura 2, en donde se incluye la estimación del par adicional de frenada como entrada al control para la máxima seguridad.

### **DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION**

Tal y como se puede apreciar en las figuras 1 y 2, la presente invención se refiere a un vehículo 1 provisto de un motor eléctrico M con una entrada de par de control  $T_{mc}^*$  al motor eléctrico M, de un estimador VE de la velocidad V del vehículo 1, de un estimador aE de la aceleración a del vehículo 1, y de un estimador TmE del par mecánico Tm del motor eléctrico (M).

Concretamente el vehículo 1 comprende un control de antiembalamiento CAE cuyas entradas son la velocidad V medida por el estimador VE de la velocidad V, la aceleración a medida por el estimador aE de la aceleración a, el par mecánico Tm del motor eléctrico M medido por el estimador TmE del par mecánico Tm del motor eléctrico M,

y la señal de control del par  $T_m^*$  y cuya salida es el par limitado de control  $T_{mcl}^*$  del motor eléctrico M que se corresponde con el par de control  $T_{mc}^*$  que comanda el motor eléctrico M.

5 De este modo, en la realización de la figura 2, referida a un vehículo eléctrico 1 con control de par  $T^*$  como por ejemplo una motocicleta eléctrica, el usuario U ordena una señal de par  $T_m^*$  mediante el acelerador, que es  
 10 analizada y limitada por parte del control de antiembalamiento CAE, antes de aplicarla al motor M con lo que se garantiza que el motor M siempre dispondrá de capacidad para controlar la velocidad V del vehículo 1. El motor M aplica una fuerza motor  $f_m$  según la constante de motor  $K_m$  que se añade a la fuerza frenada  $F_b$  correspondiente al par de frenada  $T_b$  según la constante de frenada  $K_b$ , y la fuerza de resistencia del terreno  $T_g$  según el terreno G. Relacionando la fuerza resultante con la masa m, se obtiene la aceleración a del vehículo eléctrico 1, y también la velocidad V mediante un proceso de integración 1/s. Y en base a la velocidad percibida  $V_p$  por el usuario U, esta variara el par  $T_m^*$  o un par adicional  $T_a$ .

Preferentemente el control de antiembalamiento CAE opera según el siguiente procedimiento, ilustrado en la figura 3:

15 a) Determinar el par máximo en regeneración  $T_{min}(V)$  que puede realizar el motor eléctrico M para la velocidad V del vehículo 1.

b) Determinar la aceleración de frenada máxima  $a_{fr}$  que puede aplicarse al vehículo 1 cuando el motor eléctrico M está aplicando un par mecánico  $T_m$ , el vehículo 1 se desplaza a la velocidad V, y considerando un margen de par de control  $T_c$ .

20 La aceleración de frenada máxima  $a_{fr}$  se obtendrá de aplicar primero la constante de motor  $K_m$  para obtener la fuerza de frenada máxima  $F_{fr}$  y luego la masa m al par de frenada  $T_{fr}$  resultante de restar el margen de par de control  $T_c$  y el par máximo de regeneración  $T_{min}(V)$  al par mecánico  $T_m$ .

c) Comparar la aceleración de frenada máxima  $a_{fr}$  con la aceleración a del vehículo 1, y

25 - si la aceleración de frenada máxima  $a_{fr}$  es mayor o igual que la aceleración a del vehículo 1, el par limitado de control  $T_{mcl}^*$  se corresponde con la señal de control de par  $T_m^*$ , mientras que

- si la aceleración de frenada máxima  $a_{fr}$  es menor que la aceleración a del vehículo 1, el par limitado de control  $T_{mcl}^*$  se corresponde con el par máximo en regeneración  $T_{min}(V)$ .

30 Según otra realización, representada en la figura 4, el vehículo 1 que está controlado en velocidad por el usuario U dispone del mismo control antiembalamiento CAE con la misma operativa interna. En este caso en vez de limitar la señal de par  $T_m^*$  proveniente del usuario U, se limita la señal de par  $T_m^*$  que esta vez proviene del control de velocidad CV que calcula la señal de par  $T_m^*$  según la señal de velocidad  $V^*$  proveniente del usuario U y la velocidad V del vehículo 1.

35 Según otra realización, representada en la figura 5, el mismo control antiembalamiento CAE se aplica a una bicicleta eléctrica en la que la señal de par  $T_m^*$  se calcula mediante el control de la bicicleta BC que puede considerar en su algoritmo la velocidad V y aceleración a del vehículo 1, las fuerzas  $F_g$  del terreno G determinadas mediante el estimador de fuerzas del terreno  $F_{gE}$  y el par  $T_u$  realizado por el usuario U relacionado con la potencia  $P_u$  realizada por el usuario U y la cadencia de pedaleo  $n_u$  que es proporcional a la velocidad V del Vehículo 1 según la constante de pedaleo  $K_p$ . De este modo, en esta configuración el usuario U controla el sistema con dos entradas; el par de frenado  $T_b$  correspondiente a la entrada  $T_{a1}$  y la potencia  $P_u$  correspondiente a la entrada  $T_{a2}$ . El par  $T_u$  realizado por el usuario supone una fuerza de avance  $F_u$  según la constante de pedaleo  $K_p$  que se tiene que contribuye al sumatorio de fuerzas que determina el desplazamiento del vehículo 1.

45 Como se observa en las figuras 2, 4, 5 y 6, los vehículos de estas realizaciones comprenden al menos un medio de aplicación de par adicional  $T_a$  por parte de un usuario U del vehículo 1, en este caso un freno de fricción que aplica un par  $T_b$ . En estas realizaciones la aplicación de este par adicional  $T_a$  no incide en el funcionamiento del control antiembalamiento CAE, y se pueden plantear otras realizaciones similares a las indicadas sin ningún par adicional  $T_a$  por parte del usuario U.

50 Pero también se pueden plantear otras realizaciones como la de la figura 6 en la que el vehículo 1 está provisto de un estimador  $T_{aE}$  del par adicional  $T_a$  por parte del usuario U del vehículo 1 en el que al par mecánico  $T_m$  de entrada del control antiembalamiento CAE se le suman los valores de los pares adicionales  $T_a$  medidos por los estimadores  $T_{aE}$  de los pares adicionales  $T_a$  por parte del usuario U del vehículo 1. De forma que se puede garantizar la estabilidad del vehículo en todo momento.

En este texto, la palabra "comprende" y sus variantes (como "comprendiendo", etc.) no deben interpretarse de forma excluyente, es decir, no excluyen la posibilidad de que lo descrito incluya otros elementos, pasos etc.

Por otra parte, la invención no está limitada a las realizaciones concretas que se han descrito sino abarca también, por ejemplo, las variantes que pueden ser realizadas por el experto medio en la materia (por ejemplo, en cuanto a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro de lo que se desprende de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Vehículo (1) provisto de un motor eléctrico (M) con una entrada de par de control ( $T_{mc}^*$ ) al motor eléctrico (M), de un estimador (VE) de la velocidad (V) del vehículo (1), de un estimador (aE) de la aceleración (a) del vehículo (1), y de un estimador ( $T_{mE}$ ) del par mecánico ( $T_m$ ) del motor eléctrico (M),
- 5      caracterizado por que comprende un control de antiembalamiento (CAE) cuyas entradas son la velocidad (V) medida por el estimador (VE) de la velocidad (V), la aceleración (a) medida por el estimador (aE) de la aceleración (a), el par mecánico ( $T_m$ ) del motor eléctrico (M) medido por el estimador ( $T_{mE}$ ) del par mecánico ( $T_m$ ) del motor eléctrico (M), y la señal de control del par ( $T_m^*$ ) y cuya salida es el par limitado de control ( $T_{mcl}^*$ ) del motor eléctrico (M) que se corresponde con el par de control ( $T_{mc}^*$ ) que comanda el motor eléctrico (M).
- 10     2. Vehículo según la primera reivindicación, que comprende al menos un medio de aplicación de par adicional ( $T_a$ ) por parte de un usuario (U) del vehículo (1).
- 15     3. Vehículo según la reivindicación 2, provisto de un estimador ( $T_{aE}$ ) del par adicional ( $T_a$ ) por parte del usuario (U) del vehículo (1) en el que al par mecánico ( $T_m$ ) de entrada del control antiembalamiento (CAE) se le suman los valores de los pares adicionales ( $T_a$ ) medidos por los estimadores ( $T_{aE}$ ) de los pares adicionales ( $T_a$ ) por parte del usuario (U) del vehículo (1).

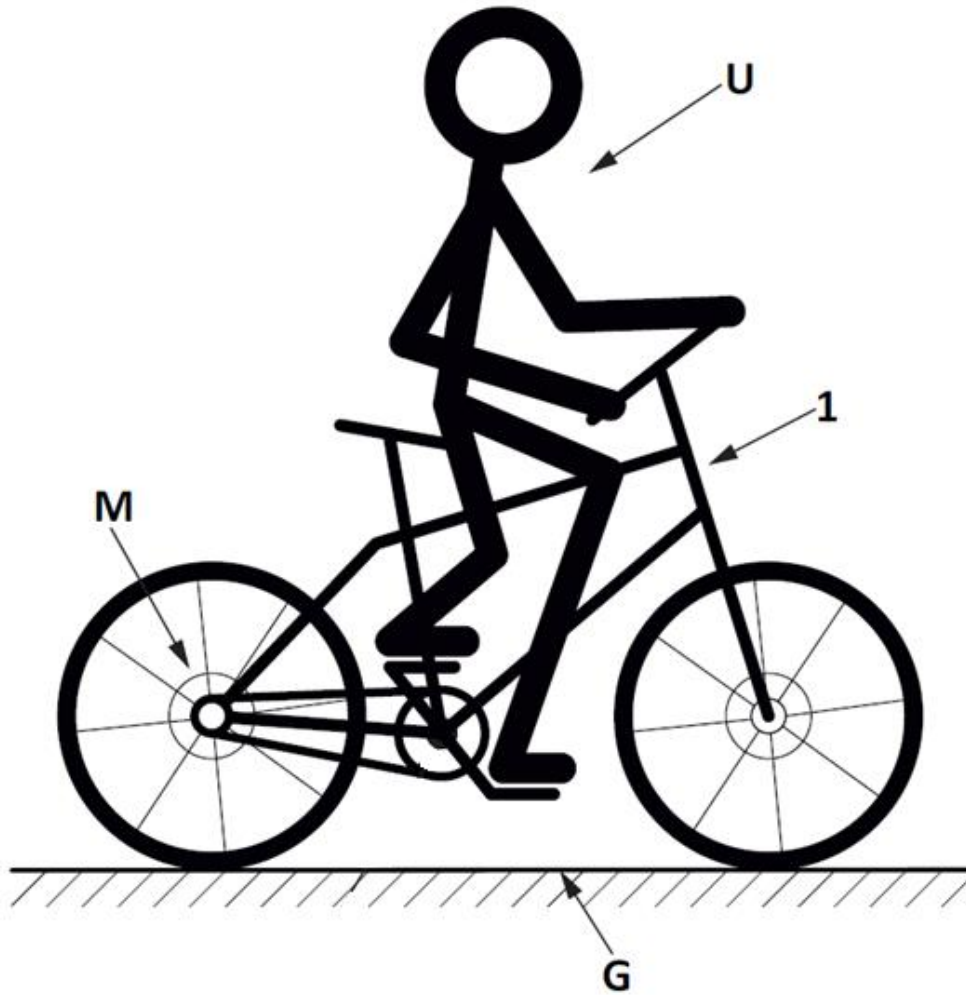


FIG. 1





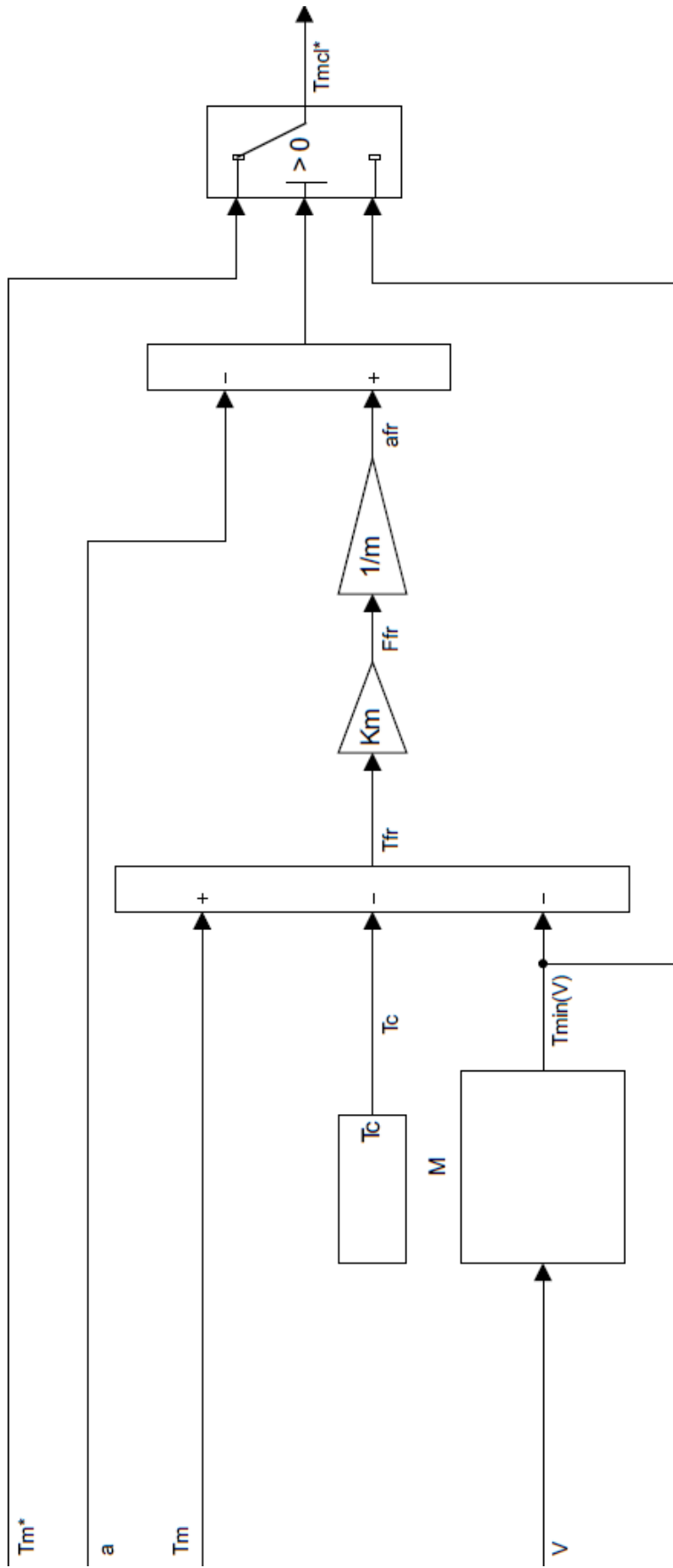


FIG. 3



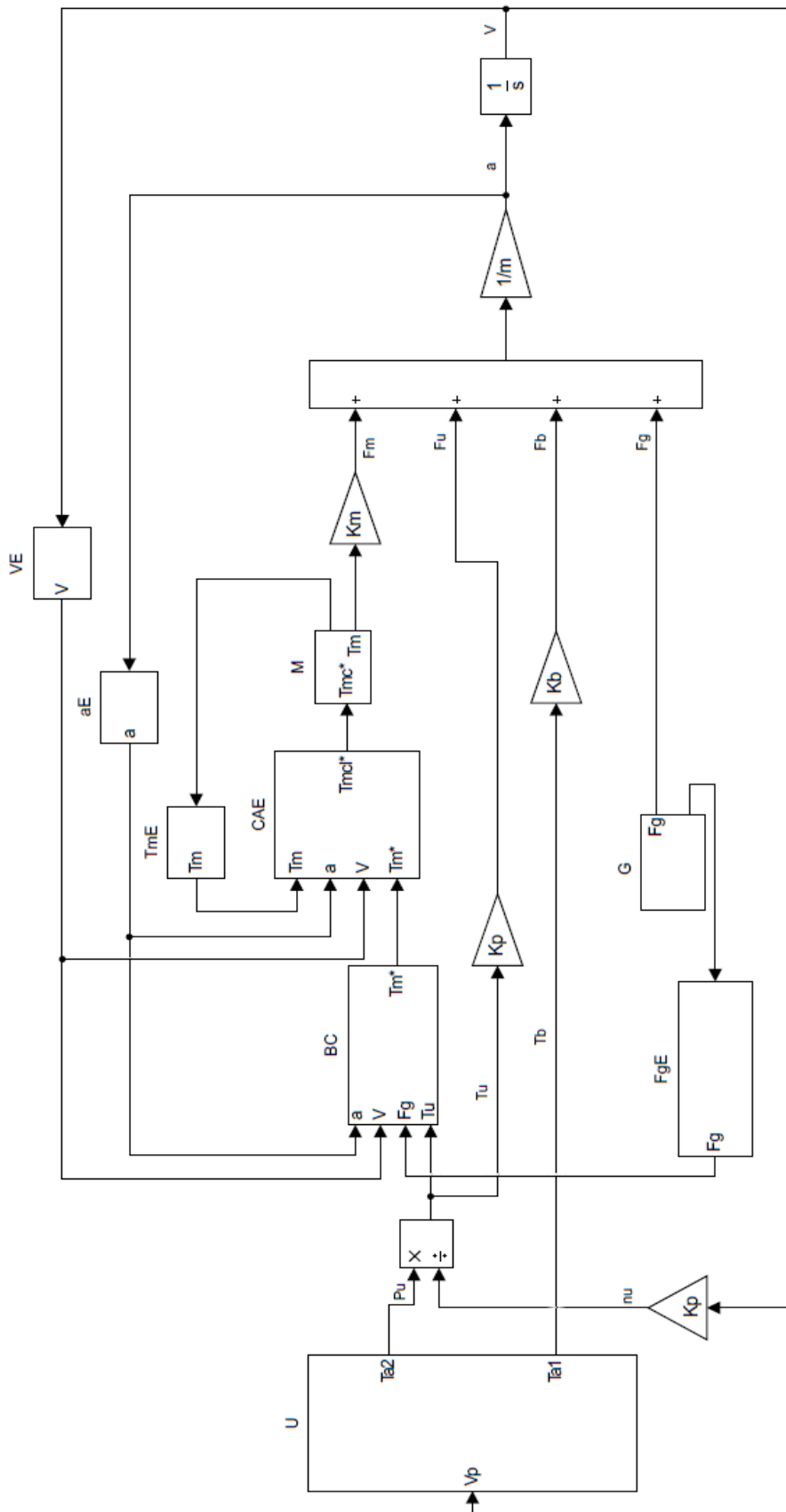


FIG. 5

