

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 852**

51 Int. Cl.:
B60L 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **99402060 .0**
96 Fecha de presentación: **13.08.1999**
97 Número de publicación de la solicitud: **0982176**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.2000**

54 Título: **SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE UN VEHÍCULO CON TRACCIÓN ELÉCTRICA.**

30 Prioridad:
28.08.1998 FR 9810830

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.01.2012

73 Titular/es:
**ALSTOM TRANSPORT SA
3, AVENUE ANDRÉ MALRAUX
92300 LEVALLOIS-PERRET, FR**

72 Inventor/es:
Gibard, Philippe

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 371 852 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).

DESCRIPCION

Sistema de alimentación de un vehículo con tracción eléctrica

[0001] La presente invención se refiere a la alimentación con energía eléctrica de vehículos de transporte colectivo con tracción eléctrica y se refiere más especialmente a la alimentación con energía eléctrica de tranvías.

- 5 **[0002]** Teniendo en cuenta el incremento de la circulación urbana, se ha vuelto necesario poder hacer circular vehículos de transporte colectivo tales como tranvías de gran capacidad que pueden alcanzar de 30 a 40 m de longitud y esto sin recurrir a una alimentación por catenaria, en particular en los centros de las ciudades ya muy ocupadas con equipos de todo tipo, garantizando a la vez prestaciones y velocidades comerciales compatibles con las necesidades de los sistemas de transporte.
- 10 **[0003]** No se conoce actualmente solución al problema de la autonomía con respecto a la catenaria de tranvías de gran galibo.
- [0004]** Las soluciones que tienden a permitir la circulación autónoma, sin catenaria, de vehículos eléctricos, solamente conciernen a vehículos pequeños de reducida capacidad y de masa, del orden de 30 toneladas.
- 15 **[0005]** Existen sistemas de captación continua de la energía eléctrica por el suelo pero estos sistemas plantean problemas difíciles y costosos de seguridad y de obra civil.
- [0006]** La invención se propone dar remedio a los inconvenientes de los dispositivos del estado de la técnica creando un sistema de alimentación con energía eléctrica de un tranvía autónomo de gran capacidad que aúna la simplicidad de concepción con un precio de coste razonable y con una relativa facilidad de instalación.
- 20 **[0007]** Se conoce por el documento DE-2405198 un sistema de alimentación según el preámbulo de la reivindicación 1. Sin embargo, este sistema comprende inconvenientes que se enuncian en este documento.
- [0008]** La presente invención se propone mitigar estos inconvenientes.
- [0009]** A tal efecto, tiene por objeto un sistema de alimentación según la reivindicación 1.
- [0010]** La invención se comprenderá mejor con ayuda de la descripción siguiente, determinada únicamente a título de ejemplo y hecha haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:
- 25 - la figura 1 es un esquema eléctrico del circuito de potencia del dispositivo de alimentación con energía eléctrica de un tranvía según la invención;
- la figura 2 es una vista esquemática de una parada de tranvía, que comprende medios de alimentación con energía eléctrica de los medios recargables dispuestos a bordo del vehículo;
- la figura 3 es una vista esquemática del sistema de gestión de la energía de alimentación del tranvía; y
- 30 - la figura 4 es un gráfico que representa la gestión de la potencia consumida en el volante de inercia del sistema con recuperación cinética de energía.
- [0011]** Con el fin de resolver el problema de la alimentación con energía eléctrica de un vehículo que debe recorrer un itinerario mayoritariamente en modo autónomo, el Solicitante ha previsto las soluciones siguientes:
- 35 - recarga rápida durante las paradas del vehículo en las estaciones, de un sistema de acumulación de energía cinética;
- recuperación de la energía de frenado del vehículo,
- reutilización óptima en modo autónomo de los componentes de base del tranvía tales como pantógrafos, equipos de tracción, motores, etc.,
- 40 - gestión electrónica de la energía a bordo del vehículo con control activo del consumo en modo de reserva en batería,
- circulación en modo convencional por captación de energía por catenaria, en el exterior de la zona urbana.
- [0012]** En la figura 1, se ha representado el esquema del circuito de potencia de un tranvía autónomo que combina un determinado número de las soluciones enunciadas más arriba.

[0013] Este circuito comprende un sistema de tracción 1 que alimenta a unos motores M1,M2,M3,M4 de accionamiento de las ruedas del vehículo.

[0014] El sistema de tracción 1 es alimentado por un lado en régimen convencional por un pantógrafo 2 a partir de una catenaria 3 y por otro lado, en régimen autónomo por un dispositivo de alimentación autónoma llevado a bordo del vehículo y designado por la referencia numérica general 4.

[0015] El dispositivo llevado a bordo 4 comprende un sistema 5 de acumulación cinética de energía y un sistema 6 de autonomía de emergencia ambos conectados a un punto común 7 con el pantógrafo 2 de transmisión de la energía de alimentación a partir de la catenaria 3.

[0016] El sistema 5 de acumulación cinética de energía comprende un motor síncrono 10 polifásico de imanes permanentes cuyo rotor es conocido por sí mismo, dispuesto en el exterior y realiza la función de masa de inercia.

[0017] Este motor está asociado a un dispositivo electrónico de alimentación 11 de frecuencia variable que permite regular una tensión fija en función de la velocidad del motor 10. La alimentación de una fase del motor 10 con ayuda de un puente de transistores IGBT 12, está representada en la figura 1.

[0018] En régimen de recarga, la masa del rotor del motor 10 es accionada a una velocidad elevada.

[0019] En régimen de descarga, el motor funciona como generatriz y suministra energía al sistema de tracción 1.

[0020] La tensión de alimentación del sistema de acumulación cinética de energía en la red de alta tensión está fijada a un valor comprendido entre 700 V y 800 V, lo cual permite un funcionamiento del sistema de tracción 1 idéntico, ya esté alimentado por la catenaria (tensión típica de 750V) o por el sistema de acumulación cinética de energía 5.

[0021] Esto permite en especial :

- garantizar buenas prestaciones a los vehículos en modo autónomo:

- conmutar fácilmente entre alimentación por catenaria y alimentación por el sistema de acumulación cinética de energía 5 sin recurrir a un sistema electrónico de conversión de tensión ni a un elemento electromagnético de conexión;

- una gran capacidad de recarga del sistema de acumulación cinética de energía 5 a partir de la energía de frenado recuperada del sistema de tracción 1.

[0022] El sistema de autonomía de emergencia 6 comprende una batería de tracción 14 a la cual está asociada un cargador 16 conectado al pantógrafo 2 con la finalidad de conectar o bien la catenaria 3, o bien un circuito de alimentación exterior que se describirá haciendo referencia a la figura 2.

[0023] El sistema de autonomía de emergencia 6 puede ser conectado mediante unos interruptores 17 en combinación con un interruptor 18, al sistema de tracción 1.

[0024] También puede conectarse mediante un interruptor 19 al sector de alimentación 3 para asegurar la carga de la batería de tracción 14.

[0025] Una conexión 20 permite la alimentación del sistema de tracción 1 por el sistema 5 de acumulación cinética de energía.

[0026] En la figura 2, se ha representado esquemáticamente una estación de parada para un tranvía equipado con el sistema de alimentación de la invención. Esta estación comprende una marquesina 22 que lleva un cable de contacto 23 situado por encima de la vía 24 y alimentado por el sector de alta tensión, estando este cable destinado a cooperar con el pantógrafo 2 del tranvía para asegurar la recarga del sistema de acumulación cinética de energía 5 y del sistema de autonomía de emergencia 6 durante la parada del tranvía en la estación.

[0027] La originalidad de esta arquitectura reside en especial en el hecho de que en modo autónomo, el sistema de acumulación cinética de energía 5 suministra él mismo la energía a los equipos auxiliares del tranvía y al sistema de tracción 1. No hay complemento de energía térmica, electroquímica o eléctrica alguna en paralelo en el sistema de acumulación cinética de energía. pero esto solamente es realizable con un nivel de prestaciones y de fiabilidad suficiente si se adoptan las disposiciones siguientes:

- una recarga del sistema de acumulación de energía 5 en las estaciones. El principio de recarga se describe a continuación mediante unas disposiciones simples de captación y de obra civil en las estaciones.

- una gestión en tiempo real de la energía disponible tal como se describe a continuación. Esta gestión permite optimizar las prestaciones del modo autónomo con respecto al perfil de consumo impuesto por la línea y por la conducción. Por otro lado, el sistema de autonomía de emergencia 6 permite, en los casos de descarga casi total del sistema de acumulación cinética de energía 5, la circulación del vehículo en modo degradado a velocidad reducida (típicamente de 25 km/h) hasta la próxima estación o una zona situada bajo catenaria.

[0028] La secuencia del funcionamiento es la siguiente : Se dará a título de ejemplo el paso del vehículo de una zona situada bajo catenaria a una zona autónoma.

10 1) Por orden del conductor durante la parada en estación (La figura 2), el pantógrafo 2 desciende por un dispositivo convencional de control (no representado), los equipos auxiliares pasan a potencia reducida y son alimentados por el sistema de acumulación cinética de energía 5 que conmuta a generador de energía.

2) A solicitud por parte del sistema de tracción 1, el sistema de acumulación cinética de energía 5 suministra entonces la potencia necesaria, lo cual permite el arranque y el aumento de la velocidad del vehículo; en frenado, el sistema de tracción 1 envía energía al sistema de acumulación cinética de energía 5.

15 3) En caso de necesidad de reprises de tracción, de paradas intempestivas impuestas por la conducción o por la línea, el consumo en el sistema de acumulación cinética de energía 5 aumenta sensiblemente; una gestión de la energía que será descrita con referencia a la figura 3, permite entonces limitar este consumo optimizando las prestaciones de tracción del vehículo garantizando a la vez una energía suficiente para alcanzar una próxima estación.

20 4) En la próxima estación, el pantógrafo 2 es accionado en el sentido de subida y la captación de energía es efectiva en un tiempo mínimo, lo cual permite la recarga del sistema de acumulación cinética de energía 5 y la alimentación a potencia máxima de los equipos auxiliares del vehículo por el cable de contacto 23 (La figura 2).

25 **[0029]** Los niveles de tensión suministrada por el sistema de acumulación cinética de energía 5, la catenaria 3 y el cable de contacto 23, son compatibles, lo cual permite conmutaciones cómodas de estas fuentes con respecto a las cargas utilizadoras.

[0030] Las prestaciones del sistema según la invención en modo autónomo son las siguientes.

30 **[0031]** En un recorrido tipo de 500 m entre dos estaciones, para una velocidad máxima comprendida entre 50 y 60 km/h, los cálculos muestran que es posible, mediante el frenado, recuperar del orden de 30 a 40% de la energía consumida durante la tracción. El complemento de energía es entonces fácilmente recuperable por las prestaciones de recarga del sistema de acumulación cinética de energía 5 durante una parada en estación de una duración típica de 15 a 20 s según el nivel de descarga.

35 **[0032]** Estas prestaciones permiten la supresión de la catenaria en las nuevas líneas de tranvía, en particular en centro ciudad donde la velocidad está generalmente limitada a 50 km/h; la catenaria solamente se vuelve necesaria para perfiles particulares de línea con pendientes considerables, o en zonas extra-urbanas con longitudes considerables entre estaciones o que necesiten velocidades máximas elevadas.

[0033] La captación de energía en estación se garantiza tal como se expone a continuación.

[0034] El principio de captación en estación es idéntico al situado bajo catenaria. Se vuelve a utilizar el pantógrafo 2 y la captación se efectúa por el cable 23 situado a altura mínima (típicamente de 3,60m a 4m) bajo la marquesina 22 de la estación.

40 **[0035]** Este cable puede ser flexible o rígido y estar integrado en la arquitectura y el urbanismo de las estaciones tal como se representa en la figura 2.

[0036] Esta solución no plantea problemas de seguridad específica puesto que es idéntica a la captación por catenaria.

45 **[0037]** Con el fin de minimizar el tiempo de subida del pantógrafo 2 durante la llegada a la estación, se puede concebir utilizar balizas de asistencia a la explotación dispuestas a la entrada de cada estación, y cuya detección por el vehículo controlaría la orden de subida del pantógrafo 2.

[0038] El descenso del pantógrafo está controlado por la orden de partida del conductor, el arranque del vehículo está temporizado y solamente es efectivo tras el retorno de información del pantógrafo 2 en posición baja.

[0039] El tiempo de subida y de bajada del pantógrafo a esta altura de captación es del orden de 1 s.

- [0040]** Tal como se ha indicado más arriba, el buen funcionamiento del sistema según la invención está condicionado por una gestión rigurosa de la energía disponible.
- [0041]** La figura 3 representa de manera esquemática los medios de gestión empleados en el sistema de alimentación según la invención.
- 5 **[0042]** Estos medios de gestión comprenden unos sensores 25 de la velocidad de rotación de dos de los motores de tracción M1 a M4, conectados a una central de tacometría 26.
- [0043]** Por otro lado, al sistema de tracción está asociado un circuito electrónico de control 28 que está unido por un lado a un manipulador de conducción 30 y por otro lado, a una red informática de a bordo 32 de la cual recibe consignas de velocidad.
- 10 **[0044]** La red informática de a bordo 32 está conectada a un ordenador central de a bordo 34 y a la central de tacometría 26.
- [0045]** Por otro lado está conectada con un circuito electrónico de control 36 asociado al sistema de acumulación cinética de energía 5 cuya máquina giratoria 10 está conectada a un sensor 38 de velocidad del volante de inercia.
- [0046]** Un sensor de corriente 40 está conectado en la línea que conecta el sistema de acumulación cinética de
15 energía 5 con el sistema de tracción 1.
- [0047]** La gestión de la energía del sistema según la invención se garantiza de la manera siguiente.
- [0048]** El sistema de acumulación cinética de energía 5 suministra o consume una potencia P proporcional a su velocidad de rotación Ω , $P = k1\Omega$.
- [0049]** La energía total E almacenada en el sistema de acumulación cinética de energía 5 es proporcional a un
20 momento de inercia, es decir $E = k2\Omega^2$.
- [0050]** En cualquier punto de velocidad Ω , el control de la energía del sistema de acumulación cinética de energía se efectúa por lo tanto en un plano (potencia, energía), donde cada variación de velocidad $\Delta\Omega$, una variación de potencia $\Delta P = k1 \Delta\Omega$ y una variación de energía $\Delta E = k2\Delta\Omega^2$.
- [0051]** Se destacará que la representación de la energía consumida en función de la potencia instantánea se efectúa
25 según una parábola que pasa por el punto de potencia máxima Pm para una energía máxima Em y para la velocidad máxima de rotación Ω_m del sistema de acumulación cinética de energía.
- [0052]** Para facilitar las medidas, así como una mejor precisión, la medida de energía se realiza a partir de la medida de la corriente I consumida o recuperada por el sistema de acumulación cinética de energía (según su signo), puesto que el sistema de acumulación cinética de energía regula una tensión constante en un intervalo de rotación muy
30 ancho, lo cual significa que la corriente I es proporcional a la potencia P.
- [0053]** Esta medida se realiza mediante el circuito electrónico de control 36 del sistema de acumulación cinética de energía asociado al sensor de corriente 40 y que calcula por integración en un paso de muestreo, la energía consumida y la energía restante, considerando también en este cálculo los valores de rendimientos correspondientes.
- 35 **[0054]** La localización del vehículo en el recorrido se garantiza tal como se expone a continuación.
- [0055]** El tranvía tiene de manera clásica, un equipo de medida de velocidad (central de tacometría 26), que recibe las medidas de velocidad de dos de los motores de tracción M1 y M4 y extrae de ellas un valor de velocidad de referencia del vehículo, así como un valor de distancia recorrida a partir de un instante dado (función odómetro); esto permite al ordenador central 34 del vehículo conocer su posición real en el recorrido (interestación y posición en la
40 interestación).
- [0056]** También es posible actualizar la posición del vehículo mediante balizas de radio (no representadas), situadas en diferentes puntos del recorrido; estas disposiciones son opcionales pero existen generalmente de manera clásica en las líneas modernas para la ayuda a la explotación.
- [0057]** El consumo energético en las condiciones nominales de conducción y de explotación del tranvía en cada
45 interestación se mide durante la fase de ensayos preliminares en la línea para diferentes velocidades máximas y se memoriza en el ordenador central 34 de cada vehículo.

[0058] Para cada interestación y en cualquier punto determinado por un paso de distancia pk del orden de la longitud del vehículo (30 a 40 m), el ordenador central de a bordo 34 conoce entonces los consumos energéticos nominales a suministrar $E(v, pk)$ para diferentes velocidades máximas v , hasta una próxima parada en estación.

5 **[0059]** Cuando el ordenador central 34 detecta, durante la tracción y en al menos dos pasos de distancia, un sobreconsumo en el sistema de acumulación cinética de energía (umbral regulable del orden de 20% de sobreconsumo por ejemplo), busca en la memoria en su tabla de consumos el valor de velocidad $v = V_r$ para el cual la energía que pueda suministrar hasta una próxima parada en una estación (integrando el frenado), es inmediatamente inferior a un umbral límite calculado para poder recargar el volante durante el tiempo de parada previsto para esta estación.

10 **[0060]** Este valor de velocidad V_r es entonces emitido por el ordenador de a bordo 34 con destino al sistema de tracción 1 que aplica esta consigna de limitación de velocidad cuando el manipulador de conducción 30 está en posición tracción; también se emite una señal de reducción de velocidad en la cabina para el conductor.

[0061] Durante el frenado, esta reducción es inhibida con el fin maximizar la recuperación de energía.

15 **[0062]** Cuando la reducción de velocidad es demasiado elevada o el sensor de velocidad 38 del sistema de acumulación cinética de energía detecta un umbral velocidad mínima del volante de inercia del motor 10, el sistema de acumulación cinética de energía regula entonces una tensión de salida más reducida, con la finalidad de adaptar esta tensión a la tensión del sistema de autonomía de emergencia 6 hasta aquí en reserva; entonces se realiza una conmutación automática en este sistema de emergencia 6 por el circuito electrónico de control 36 que cierra los interruptores 17 (La figura 1).

20 **[0063]** El sistema de baterías 14 permite la circulación del vehículo en modo degradado a velocidad reducida (típicamente 25 km/h) hasta una próxima parada en estación; este modo es un modo excepcional y la batería 14 está poco solicitada en número de ciclos, y por lo tanto en duración de vida.

[0064] El sistema de baterías se recarga mediante un cargador específico almacenado o a partir de la catenaria 3 cuando el vehículo circula por zonas de línea con catenaria (La figura 1).

25 **[0065]** El principio de control activo de energía está representado esquemáticamente en la figura 4 a través del ejemplo de interestación siguiente.

[0066] El primer arranque y el primer recorrido hasta la parada del vehículo está representado mediante un lazo designado mediante unas flechas simples.

30 **[0067]** La potencia total consumida es inferior a la potencia máxima disponible en el sistema de acumulación cinética de energía 5.

[0068] En el transcurso de este primer ciclo, la velocidad alcanza un valor máximo en el punto E_1 , y se mantiene a este valor durante el tramo E_1F_1 . Durante el tramo F_1A_2 se produce un frenado con recuperación de energía.

[0069] El segundo arranque y el segundo recorrido hasta la parada siguiente del vehículo está representado por un lazo $A_2B_2C_2D_2E_2A_3$ designado por las flechas dobles.

35 **[0070]** La potencia consumida se regula mediante el sistema de tracción en el límite de la característica máxima del sistema de acumulación cinética de energía 5; en el transcurso de la fase de tracción, el ordenador central 24 mide un sobreconsumo en el sistema de acumulación cinética de energía 5 con respecto al perfil de consumo memorizado en esta interestación; por lo tanto, se impone una reducción de velocidad al vehículo.

40 **[0071]** Durante el tramo B_2C_2 , la velocidad aumenta pero no se puede mantener a la velocidad máxima de manera que durante el tramo B_2C_2 , se procede al control de la energía consumida comparada con un umbral de energía por reducción de la consigna de velocidad.

[0072] Durante el tramo C_2D_2 , se alcanza un nuevo palier de velocidad. Esta velocidad inferior a la velocidad durante el palier E_1F_1 es mantenida durante el palier D_2E_2 .

45 **[0073]** Luego, durante el tramo E_2A_3 , interviene un frenado con recuperación de energía hasta la parada del vehículo.

[0074] El tercer arranque se supone inesperado, lo cual induce un sobreconsumo con reducción de velocidad máxima.

[0075] El tercer arranque y el tercer recorrido hasta la parada se representan mediante el lazo $A_3B_3C_3D_3E_3F_3$ designado por unas flechas triples.

[0076] Durante el tramo A_3B_3 , el vehículo pasa de la parada a una velocidad máxima compatible con la energía restante disponible en el sistema de acumulación cinética de energía 5.

[0077] Durante el tramo B_3C_3 , hay una nueva reducción de la velocidad de consigna y durante el tramo C_3D_3 , la velocidad del vehículo evoluciona hacia un palier que se mantiene durante el tramo D_3E_3 .

5 **[0078]** Se aprecia que en el transcurso de este palier, se sobrepasa la zona límite de descarga del volante 10 (La figura 1) indicada por la línea horizontal a trazos L.

[0079] Sin embargo, un frenado, durante el tramo E_3F_3 garantiza una recuperación de energía que durante la parada del vehículo en el punto F_3 vuelve a llevar la energía disponible al límite de descarga del volante, de manera que si la parada en el punto F_3 se encuentra en una estación que dispone de medios de carga, el volante 10 del motor puede ser relanzado para alcanzar una energía suficiente durante el tiempo de estacionamiento del vehículo para permitirle proseguir normalmente con su recorrido.

10

[0080] Si al contrario, el palier de velocidad se prolonga más allá del tramo D_3E_3 , tal como se indica a trazos por la flecha f, hay una conmutación en el sistema de autonomía de emergencia 6 que permite alimentar al sistema de tracción 1 de manera que el tranvía pueda llegar la próxima estación en régimen degradado con una velocidad del orden de 25 km/h.

15

[0081] Esta conmutación se garantiza con el circuito electrónico de control 36 que controla el cierre de los interruptores 17 (La figura 1).

[0082] Gracias a la disposición que se acaba de describir, el sistema de alimentación para vehículo con tracción eléctrica permite al vehículo presentar prestaciones muy bien adaptadas a los recorridos urbanos.

20 **[0083]** Por otro lado, el coste de un tal sistema es relativamente reducido con respecto a las prestaciones obtenidas mientras que su seguridad y su fiabilidad son destacables.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de alimentación de un vehículo con tracción eléctrica dotado de motores eléctricos de tracción (M1 a M4) alimentados por un sistema de tracción y medios con pantógrafo (2) de conexión del sistema de tracción (1) a una catenaria (3), que comprende un dispositivo de alimentación autónoma llevado a bordo del vehículo y que
- 5 comprende un sistema (5) de acumulación cinética de energía con máquina giratoria provista de rotor que constituye un volante de inercia y que funcionan o bien como motor, o bien como generatriz, medios (2,18) de conexión del sistema (5) de acumulación cinética de energía en régimen de carga al sector de alimentación durante las paradas del vehículo en estaciones, y en régimen de descarga, al sistema de tracción (1), **caracterizado por el hecho de que** dicho sistema (5) de acumulación cinética de energía es un sistema de recuperación de la energía de frenado
- 10 del vehículo, y comprende medios (28, 32, 34, 36) de gestión de la energía del sistema de acumulación cinética de energía (5) con vistas a permitir al vehículo utilizar lo mejor posible la energía de dicho sistema para permitirle realizar su recorrido entre recargas a partir del sector de alta tensión en dos estaciones sucesivas, un sensor (40) de la corriente encaminado por el sistema de acumulación cinética de energía (5) hacia el sistema de tracción (1), estando unos medios tacométricos (25,26) de determinación de la velocidad de rotación de al menos dos motores
- 15 eléctricos (M1,M4) de tracción del vehículo y de la distancia recorrida por el vehículo y un sensor (38) de la velocidad del volante de la máquina giratoria (10) del sistema de acumulación cinética de energía asociados a dichos medios de gestión ; comprendiendo dichos medios de gestión un ordenador central de a bordo (34) conectado mediante una red informática de a bordo (32) a un circuito electrónico de control (28) del sistema de tracción (1) y un circuito electrónico de control (36) del sistema de acumulación cinética de energía (5) conteniendo el ordenador central de a
- 20 bordo (34) del vehículo valores de velocidad correspondientes a unas energías que pueda suministrar hasta una próxima parada del vehículo en una estación, estando dichos valores de energía destinados a ser comparados con la energía que aún queda disponible en el sistema (5) de acumulación cinética de energía para suministrar al sistema de tracción (1) instrucciones de consigna de limitación de velocidad cuando el vehículo está en el estado de tracción y el dispositivo de alimentación autónoma (4) comprende además un sistema autónomo de emergencia (6)
- 25 que puede ser conectado al sector con vistas a su recarga o al sistema de tracción (1) con vistas a la alimentación de este en modo degradado, y que comprende una batería de tracción (14) y un cargador (16) de dicha batería a partir del sector, y medios (17, 19) de conmutación del sistema de autonomía de emergencia (6), ya sea al sistema de tracción, o bien al sector.
2. Sistema de alimentación según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** comprende además en
- 30 cada estación, un cable de contacto (23) de alimentación del sistema de acumulación cinética de energía (5) a partir del sector mediante dichos medios (2, 18) de conexión del sistema de tracción a la catenaria (3).
3. Sistema de alimentación según la reivindicación 2, **caracterizado por el hecho de que** comprende además medios de control de los medios de conexión al pantógrafo (2) con vistas a su puesta en contacto con el cable de contacto (23) a partir del momento de la llegada del vehículo en una estación y medios de control de retirada de los
- 35 medios de conexión al pantógrafo (2) con respecto al cable de contacto (23) cuando el vehículo se va de la estación.
4. Sistema de alimentación según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el circuito electrónico de control (36) de los medios (5) de acumulación cinética de energía comprende medios de accionamiento de los medios de conmutación (17) del sistema de autonomía de emergencia (6) al sistema de tracción (1) cuando la energía disponible en el sistema (5) de acumulación cinética de energía alcanza un valor mínimo predeterminado
- 40 por debajo del cual el sistema de acumulación cinética de energía (5) ya no se puede recargar en estación en el transcurso de una duración de parada normal.

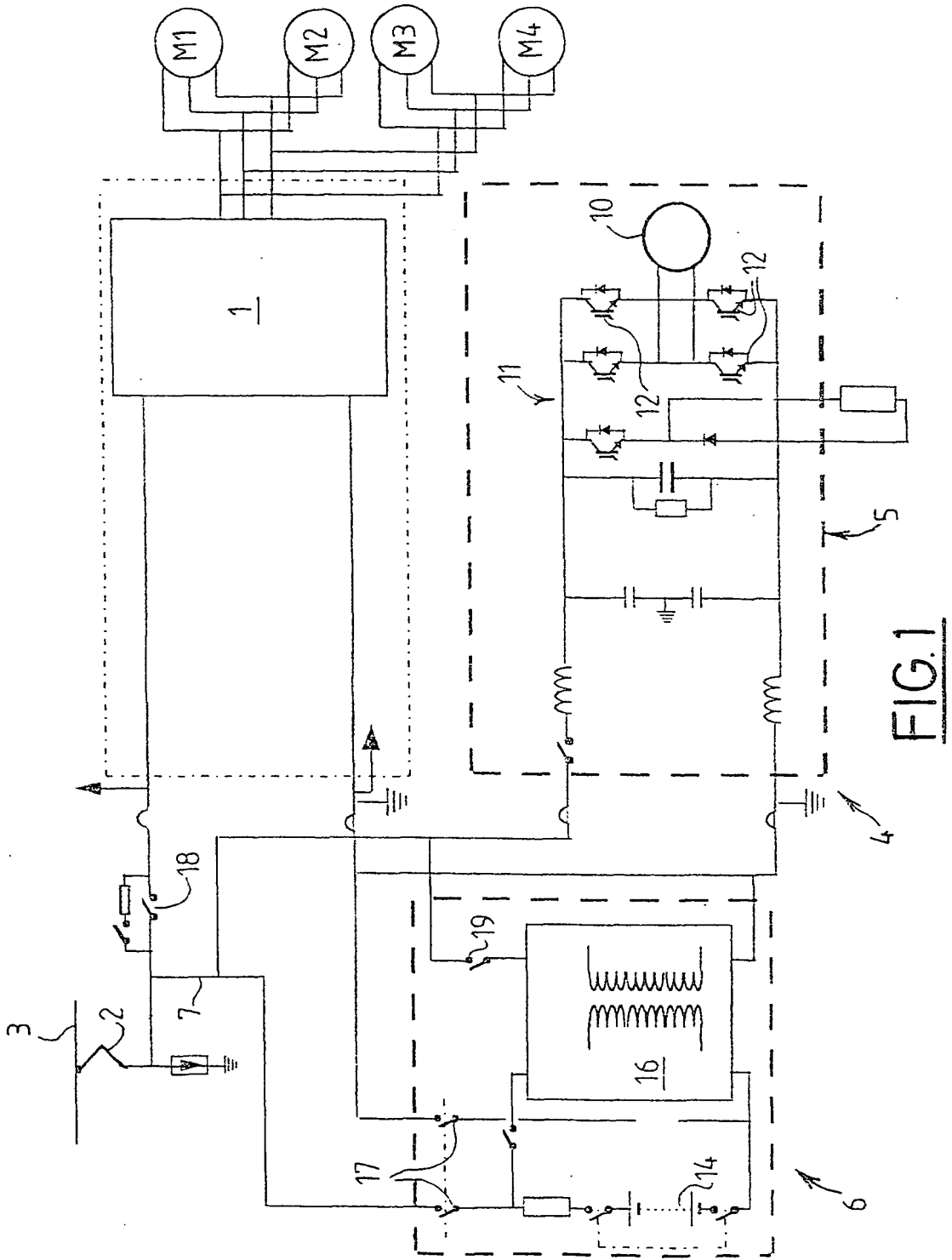


FIG. 1

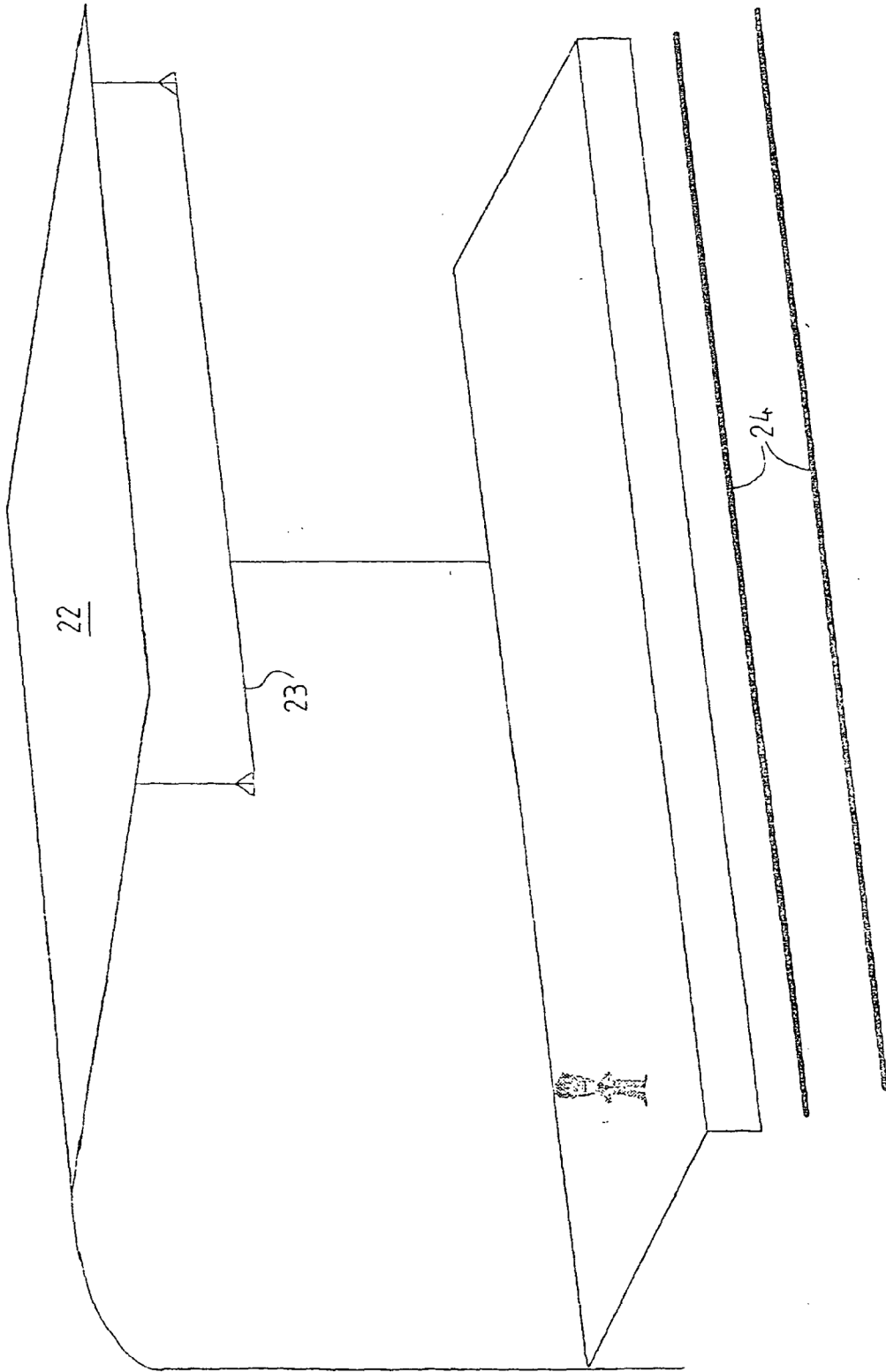


FIG.2

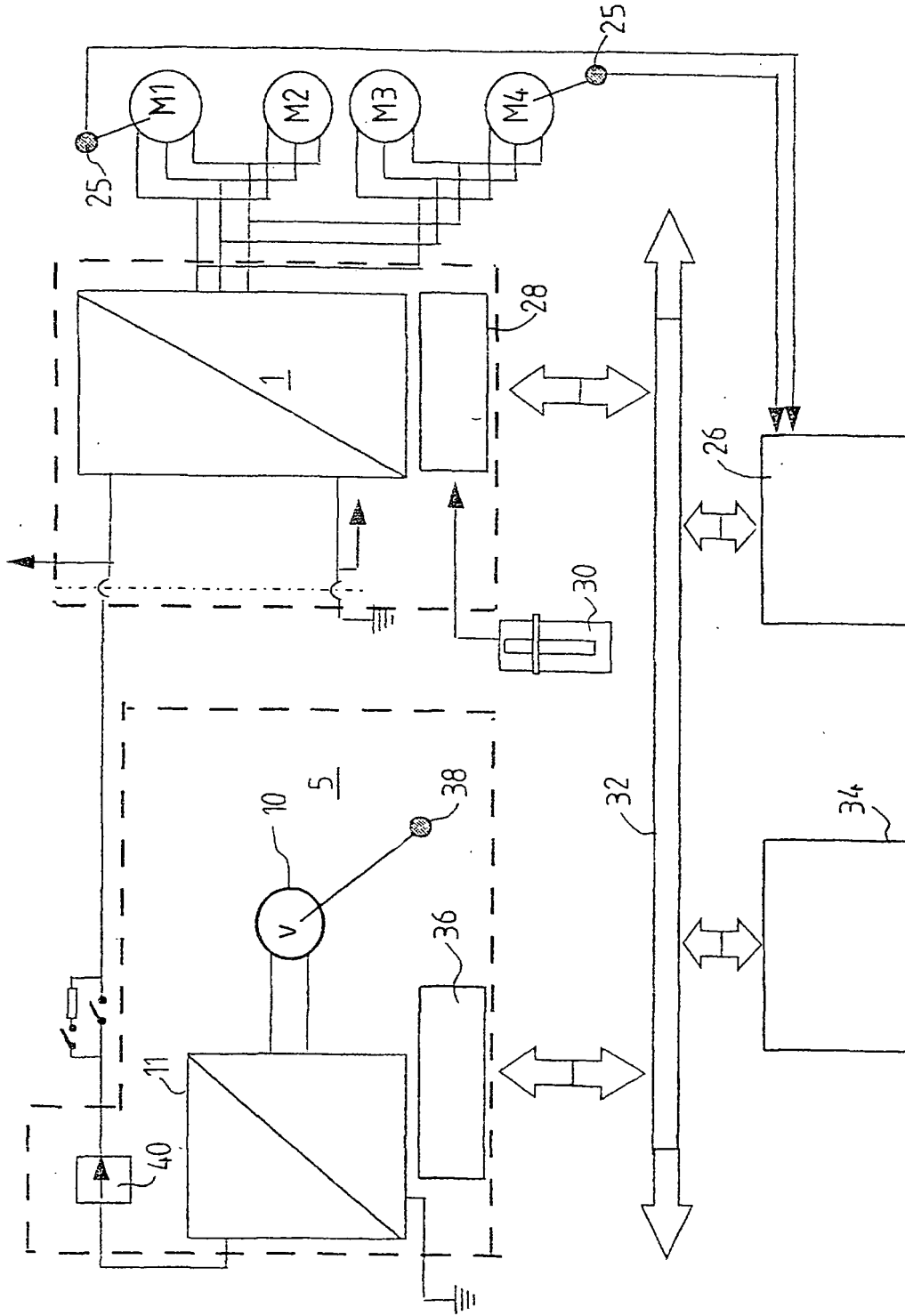


FIG. 3

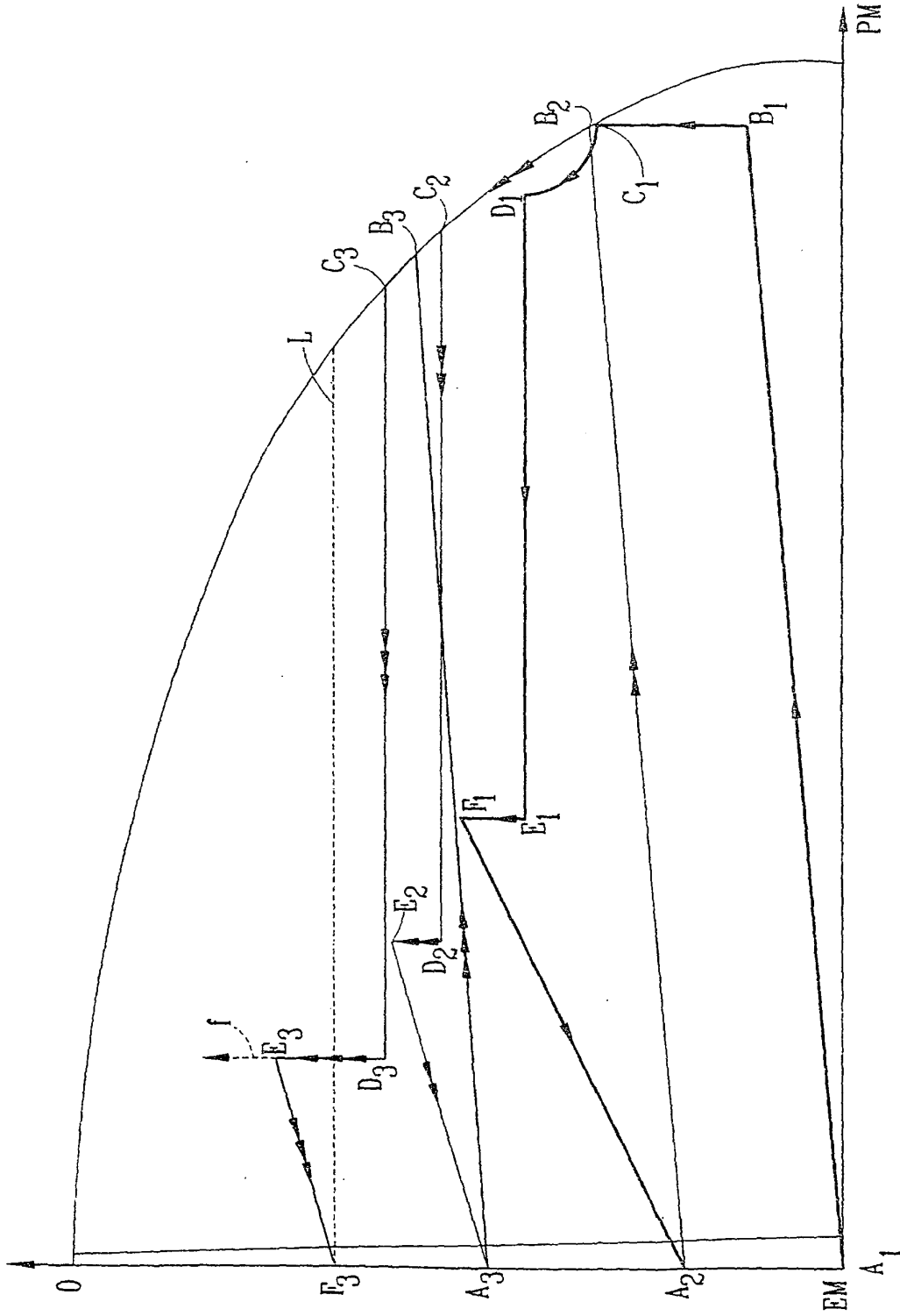


FIG.4