



⑩ ES	⑪ NUMERO	⑩ A I
	443.562	
	⑫ FECHA DE PRESENTACION	
	17.12.75	

P.- 61.877

PATENTE DE INVENCION

⑬ PRIORIDADES:	⑭ FECHA	⑮ PAIS
⑰ NUMERO		
534.078	18.12.74	EE.UU.
534.079	18.12.74	EE.UU.

⑯ FECHA DE PUBLICIDAD	⑰ CLASIFICACION INTERNACIONAL	⑱ PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B61C	

⑲ TITULO DE LA INVENCION
"UN METODO Y UN DISPOSITIVO PARA CONTROLAR A UN VALOR MAXIMO EL PATINAMIENTO DE LAS RUEDAS EN UNA LOCOMOTORA ELECTRICA"

⑳ SOLICITANTE (S)
GENERAL MOTORS CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
General Motors Building, 3044 West Grand Boulevard, Detroit, Michigan, 48202, Estados Unidos de América

㉑ INVENTOR (ES)
Charles Freddie Logston Jr., Bruce Russell Meyer, Alfred Philips De Buhr y Benjamin Charles Liebenthal

㉒ TITULAR (ES)

㉓ REPRESENTANTE
D. FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ

Este invento se refiere a un método de controlar el resbalamiento o patinamiento de las ruedas de una locomotora y, en particular, a un sistema o dispositivo de control para llevar a cabo dicho método.

5 Las locomotoras eléctricas que son accionadas por fuentes de alimentación de corriente que se encuentran a bordo de las mismas o a lo largo de la vía férrea, se denominan en lo que sigue locomotoras eléctricas.

Es práctica usual limitar el patinamiento máximo permitido en locomotoras eléctricas a un valor muy bajo. 10 Cualquier patinamiento de las ruedas que exceda el valor límite se ha considerado que es excesivo e indeseable. En general, el control del patinamiento de las ruedas se realiza detectando el patinamiento excesivo de las ruedas siempre que ocurra (por ejemplo, por comparación de las corrientes 15 de motor) y realizando una acción correctiva mediante la reducción de la corriente alimentada a los motores de tracción hasta que el patinamiento de las ruedas retorne a un valor inferior al bajo límite establecido. Se ha encontrado 20 que a medida que aumenta el patinamiento de las ruedas, aumenta también usualmente la adherencia al carril o el rozamiento entre la rueda y el carril, hasta llegar a un cierto valor máximo y luego la adherencia disminuye al aumentar nuevamente el patinamiento. Así, para que la locomotora consiga una 25 fuerza de tracción óptima, particularmente durante un servi

5 cio de arrastre, es deseable permitir que las ruedas patinen en medida suficiente para alcanzar el valor máximo de adherencia. El límite tradicional del patinamiento de las ruedas es sustancialmente inferior al que proporciona la adherencia máxima. Es entonces deseable proporcionar un método de controlar el patinamiento de las ruedas en forma que permita alcanzar la adherencia máxima.

10 El método del invento se lleva a cabo determinando las características E/n en función de I del motor serie de tracción, siendo E la fuerza contra electromotriz, n las revoluciones por minuto del motor e I la intensidad de corriente del motor; proporcionando señales que representan la intensidad de corriente del motor y la velocidad de la locomotora; calculando luego, sobre la base de estos parámetros, 15 la tensión de motor límite que proporcionará un porcentaje máximo deseado de patinamiento de las ruedas y limitando la tensión de suministro máxima a ese valor. Más particularmente, el método del invento contempla la resolución de la ecuación $V = E + IR$, donde V es una tensión de motor ideal para una 20 condición de no patinamiento y R es la resistencia del motor, y el aumento de la tensión V en un factor que representa el porcentaje máximo deseado de patinamiento de las ruedas, para proporcionar una tensión límite a la cual se controla la tensión de motor máxima real. El método del invento puede 25 utilizarse tanto para controlar motores serie individuales



como para controlar simultáneamente varios motores serie dis-
puestos en paralelo.

5 El invento se lleva a cabo proporcionando circuitos
que generan señales correspondientes a la intensidad de corrien-
te de motor y a la velocidad del motor en una condición de no
patinamiento, un circuito de cálculo que responde a esas seña-
les para determinar una tensión límite, y un control para lí-
mitar la tensión máxima suministrada al motor al valor de la
tensión límite para establecer el patinamiento máximo para las
10 ruedas impulsadas por el motor, en el que el circuito de cál-
culo utiliza un generador, previamente programado, de la fun-
ción E/n en función de I , siendo E la fuerza contra electromo-
triz del motor, n la velocidad del motor e I la intensidad de
la corriente de motor. En particular, el circuito de cálculo re-
suelve la ecuación $V = E \div IR$, donde R es la resistencia del
15 motor, para establecer la tensión V de motor para un motor
que se encuentra en una condición de no patinamiento, e in-
cluye un circuito para aumentar V en una magnitud que represen-
ta el patinamiento máximo deseado.

20 Una realización preferida del invento incluye un
circuito para hacer máxima una corriente, que responde a una
corriente de motor y que tiene el efecto de variar la tensión
límite calculada de manera que se hace máxima la corriente de
motor.

25 Las reivindicaciones anejas definen el alcance del
invento reivindicado. El invento y la forma en que puede rea-



lizarse se describirán particularmente en lo que sigue con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

5 la figura 1 es un diagrama que ilustra la relación existente entre el rozamiento y el porcentaje de resbalamiento o patinamiento de una rueda de una locomotora sobre un carril;

la figura 2 es una curva que ilustra una característica típica de un motor serie, la fuerza contra electromotriz por r.p.m. en función de la intensidad de corriente de motor;

10 la figura 3 es un diagrama que ilustra las curvas del motor a una velocidad constante de la locomotora;

la figura 4 es un diagrama de bloques de un control para una locomotora que incorpora un control de patinamiento de las ruedas de acuerdo con el invento;

15 la figura 5 es un diagrama de bloques del control de patinamiento de ruedas de acuerdo con el invento;

la figura 6 es un diagrama de circuito esquemático del generador de la función E/n de la figura 5;

20 la figura 7 es un diagrama de bloques del circuito para hacer máxima la corriente de la figura 5; y

la figura 8 ilustra una serie de trenes de impulsos utilizados en la operación del circuito para hacer máxima la corriente de la figura 7.

25 La figura 1 es un diagrama que ilustra la variación del porcentaje de rozamiento o de la adherencia entre las ruedas de la locomotora y el carril, en función del porcenta-



24

je de patinamiento de las ruedas. Las curvas 10, 12, 14 y 16
representan esa relación para un carril seco con arena, un ca-
rril seco, un carril húmedo y un carril con aceite, respectiva-
mente. Estas comparaciones cuantitativas revelan que, a valo-
res bajos de patinamiento de la ruedas, el porcentaje de ro-
zamiento aumenta a medida que aumenta el patinamiento de las
ruedas, y, para la mayoría de las condiciones del carril, la
adherencia o el rozamiento alcanza un máximo y luego disminu-
ye al aumentar el patinamiento de las ruedas. Es notable que
en las curvas 10, 12 y 14, los máximos se producen a porcen-
tajos de patinamiento sustancialmente diferentes. En el caso
del carril con aceite, la adherencia aumenta con el patinamien-
to de la rueda. Tradicionalmente, las locomotoras eléctricas
están provistas de detectores del patinamiento de las ruedas
y de dispositivos de corrección que están destinados a mante-
ner el patinamiento de las ruedas a un porcentaje muy bajo
(aproximadamente 1/2 a 1-1/2%) entre las líneas verticales
18 y 20. Así, una locomotora equipada de este modo permitirá
que ocurra el patinamiento de las ruedas hasta que éste alcan-
ce, por ejemplo, la línea 18, y si el patinamiento supera ese
valor, se detecta este hecho y, entonces, es corregido temp-
oralmente hasta que se produce de nuevo. Nominalmente, el pa-
tinamiento está limitado a un porcentaje tan bajo que no se
consigue alcanzar los valores máximos de adherencia con el ca-
rril que se producen en los máximos de las curvas, restrin-



giéndose por tanto el esfuerzo tractor de la locomotora a un valor mucho más bajo que el que permitiría la adherencia del carril.

5 El presente invento está destinado a permitir que ocurra un porcentaje suficiente de patinamiento de las ruedas, de modo que la rueda pueda ser libre para funcionar al valor de adherencia máximo para cada condición particular del carril, y a limitar el porcentaje de patinamiento de la rueda a un valor máximo, de por ejemplo 10% a 15%, en la línea 22 en el lado de la derecha de los máximos de las curvas 10 y 12, todo
10 ello sin detectar realmente el patinamiento en el sentido tradicional. En lugar de ello, el control se lleva a cabo en forma que se limite la tensión de motor de modo que no pueda sostenerse un porcentaje mayor de patinamiento.

15 El control se basa en la característica de fuerza contra-electromotriz por r.p.m. en función de la intensidad de corriente de motor (E/n en función de I), de un motor serie. La curva de la figura 2 ilustra tal característica para un tipo específico de motor con toda la excitación, no derivado.
20 Si la corriente de campo es derivada o si la corriente de motor es excitada por separado, existe una curva E/n independiente para cada grado de derivación o de corriente de campo. Para el control descrito en esta memoria, la locomotora utilizará motores serie con toda la excitación conectados en paralelo.
25 Si la velocidad del motor y la corriente del motor son conoci-

24 D



das, la fuerza contra-electromotriz desarrollada por el motor de tracción nominal puede calcularse haciendo uso de la curva E/n. Utilizando la fuerza contra-electromotriz o E desarrollada a partir de la curva E/n y la ecuación básica del motor

5 $v = E + IR + V_b$; donde V es la tensión total del motor, R es la resistencia total del motor y V_b es la caída de tensión en escobillas; puede desarrollarse una serie de curvas de motor de kilómetros por hora, para un motor con toda la excitación, nominal. (Como el valor de V_b es nominal, puede ignorarse en

10 el cálculo). Controlando la tensión del motor a lo largo de una de las curvas en kilómetros por hora para el motor, el motor particular está limitado a esa velocidad máxima con independencia de la corriente del motor o de la carga del motor.

El diagrama de la figura 3 muestra una gráfica

15 de tensiones del motor en función de la intensidad de corriente del motor para cuatro motores A, B, C y D en curvas 24, 26, 28 y 30, respectivamente, para una velocidad específica de la locomotora en un instante de tiempo. Se representan cuatro curvas distintas de motor debido a que las diferencias de tamaño de las ruedas dan como resultado distintas velocidades del motor y debido a que las tolerancias de fabricación dan como resultado características E/n ligeramente distintas. Aun cuando existan algunas diferencias en las tolerancias entre los cuatro motores, cualquier eje puede estar limitado a una

20 cierta velocidad con porcentaje máximo de patinamiento contro-

25



lado. La tensión de motor aplicada a todos los motores viene representada por la línea horizontal 32. Así, la corriente de cada motor se encuentra en el punto en que la curva respectiva de motor interseca a la línea 32. La corriente (intensidad) más baja de motor (la corriente del motor D) se ilustra en la línea 34. Por encima de las cuatro curvas de motor está trazada una curva de control 36 en línea interrumpida para este instante particular y para esta velocidad particular de la locomotora. La curva de control representa una curva de motor a una velocidad superior que la de cualquiera de los motores que se encuentran en condiciones de no patinamiento. Si una cualquiera de las ruedas accionadas por estos motores comienza a patinar mientras la velocidad del tren es todavía constante, esa curva de velocidad de motor particular se desplaza hacia la izquierda. Mediante limitación a lo largo de ella de la tensión establecida por la curva 36 de control de línea interrumpida y la intensidad de corriente de motor más baja, se impide que cualquiera de los ejes patine a una velocidad superior a un valor representado por esa línea de control de trazos, de modo que se establece un control de velocidad de patinamiento máximo para todos los ejes, aún cuando la velocidad de patinamiento real en kilómetros por hora sea distinta para cada eje. Haciendo uso de la corriente de motor inferior para limitar la tensión del generador principal a la curva 36 de control de trazos, cualquier motor que patine ve limitada



su velocidad a lo largo de la tensión límite representada por la línea 38 que es fijada por la corriente de motor más baja, y por la línea de control 36 de trazos, después de que la corriente del motor que patina se convierte en la corriente de motor más baja. En otras palabras, el sistema de control establece una tensión límite 38 basada en la intensidad de corriente 34 de motor más baja y en la línea de control 36. Si, entonces, el motor A comenzase a patinar, la curva 24 de motor tendería a desplazarse hacia la línea 36; sin embargo, no se le permitiría superar la línea 38, ya que la tensión disponible está limitada por el control. La reducción de la intensidad que se produce durante el patinamiento dará lugar entonces a que el punto de funcionamiento del motor A siga la línea 38 hacia la izquierda, hasta que su corriente se hace menor que la corriente previa más baja en la línea 34. Nuevas disminuciones de la corriente de motor para el motor A que se encuentra en condición de patinamiento harán que su punto de funcionamiento siga entonces la línea 36 hacia la izquierda, lo que dará como resultado una reducción de la tensión de todos los motores. A medida que disminuye la intensidad de corriente del motor que patina, disminuye proporcionalmente el par motor hasta que se alcanza un equilibrio entre la adherencia a la vía y el par motor. Siempre que ocurre esto, el punto de funcionamiento del motor A detendrá su desplazamiento hacia la izquierda. Durante el funcionamiento real, la curva de control



36 cambiará continuamente a medida que cambia la velocidad de la locomotora y la tensión límite 38 cambiará para seguir la corriente de motor más baja.

5 La figura 4 ilustra diagramáticamente un control para una locomotora diesel-eléctrica que incorpora el control de patinamiento de las ruedas objeto del invento. Un motor diesel 40 acciona un generador 42 que tiene un arrollamiento de campo 44 alimentado por un control 46 usual de excitación de generador que efectúa nominalmente una salida de potencia constante del generador 42. Cuatro motores serie, A, B, C y D 10 están conectados en paralelo con el generador, accionando cada motor un eje de la locomotora. Los transductores 48 de corriente de motor producen señales de salida en las líneas 50 proporcionales a la corriente de cada motor. Las líneas 50 están conectadas a entradas de un control 52 de patinamiento de las 15 ruedas. La salida del control de patinamiento de las ruedas es alimentada por la línea 53 al control 46 de excitación del generador para prever una limitación de la tensión del generador durante las condiciones de patinamiento de las ruedas. Un requisito del control de patinamiento de las ruedas es que debe 20 tener una entrada proporcional a la velocidad de la locomotora con el fin de determinar el valor n que representa las revoluciones por minuto de un motor que se encuentra en una condición de no patinamiento. Hay disponibles varias elecciones para la fuente de alimentación de señales de velocidad de la lo- 25

24



comotora: puede emplearse detección de la velocidad por radar o por laser, o bien puede hacerse uso de la velocidad de una rueda loca si existe alguna en la locomotora. La figura 4
5 representa otro esquema de aproximación a la velocidad de la locomotora, que implica la detección de la velocidad del motor de tracción más lento. Se supone que el más lento de los motores de tracción no se encuentra trabajando en condiciones de patinamiento sustancialmente, aún cuando otro motor pueda estar patinando a su máximo valor controlado. La experiencia
10 en el servicio real ha demostrado que esta suposición es en general correcta y que se obtienen resultados satisfactorios. Así, en la figura 4, transductores 54 de velocidad del motor, que responden a cada motor individual, proporcionan una señal proporcional a cada velocidad del motor en las líneas 56. El
15 detector 58 de velocidad más baja percibe la señal inferior en las líneas 56 y suministra esa señal en la línea 60 a una entrada del control 52 de patinamiento de las ruedas.

El control 52 de patinamiento de las ruedas se representa como un diagrama de bloques en la figura 5. Las líneas 50 que transmiten las señales de corriente de motor son alimentadas a un detector 62 de corriente inferior que tiene una salida proporcional a la corriente de motor más baja. La señal de corriente más baja es suministrada por la línea 64 a dos bloques de función. Un bloque de función 66 es un generador de funciones que suministra una señal de salida en la
20
25



5 línea 68 que es proporcional a la E/n determinada por la señal de corriente más baja, y la curva de E/n en función de I , específica, programada en el generador de funciones, cuya curva viene determinada empíricamente para el tipo específico de motor empleado en la locomotora. El otro bloque de función, 70, en respuesta a la señal de corriente más baja, proporciona una señal de salida en la línea 72 que es proporcional a IR . Un simple circuito de resistencias es adecuado para suministrar la señal IR . La señal de velocidad de motor más baja en la línea 60, que representa la señal n , y la señal E/n en la línea 68, son alimentadas a un multiplicador 74 que proporciona una señal E en la línea 76 que es combinada, en un sumador 78, con la señal IR en la línea 72 para proporcionar la señal V en la línea 80 que representa la tensión ideal de un motor que funciona a la velocidad de la locomotora y con la intensidad de corriente I . Un circuito 82 de ajuste de ganancia del porcentaje de patinamiento, que comprende de preferencia un amplificador operacional, incrementa la señal V en la línea 80 en una magnitud correspondiente al porcentaje máximo deseado de patinamiento de las ruedas para proporcionar una señal de tensión límite en la línea 53 con objeto de regular el control 46 de excitación del generador. Un circuito 84 para hacer máxima la intensidad de corriente, descrito en lo que sigue, puede utilizarse opcionalmente para ajustar el porcentaje de patinamiento permitido por el circuito 82, para incrementar el par motor combinado.

10

15

20

25

240



5 El generador 66 de la función E/n se representa en la figura 6 y comprende varias etapas, cada una de las cuales genera una línea recta que se aproxima a alguna parte de la curva E/n representada en la figura 2, y un selector de diodos para seleccionar la tensión más baja de las varias tensiones producidas. La primera etapa del generador 66 de funciones incluye una unidad 86 de control de la pendiente y una unidad de desplazamiento 88. La unidad 86 de control de la pendiente incluye un amplificador operacional 90 que tiene su terminal de entrada negativo conectado a través de una resistencia 92 a la línea 64 y conectado a través de una resistencia 94 de realimentación a la salida del amplificador. El terminal de entrada positivo está conectado a través de una resistencia 96 a tierra. La unidad 98 de desplazamiento incluye un amplificador operacional 98 que tiene su terminal de entrada negativo conectado a través de una resistencia 100 a la salida del amplificador 90, a través de una resistencia 102 de realimentación a la salida del amplificador 98, y a través de una resistencia 104 a una fuente de alimentación de -15 voltios (no representada).
10
15
20 El terminal de entrada positivo está conectado a través de una resistencia 106 a tierra. La unidad 86 de control de la pendiente tiene una ganancia seleccionada para aproximarse a una parte de la curva E/n en función de I, de modo que su salida será una señal que consiste en una función lineal de la señal de corriente más baja en la línea 64. El amplificador de la
25



unidad 88 de desplazamiento tiene una ganancia unitaria y, en virtud de las señales de polarización suministradas a través de la resistencia 104, se superpone una tensión de desplazamiento en la salida de la unidad de control de la pendiente. Etapas sucesivas del generador de la función E/n incluyen las unidades 86' y 86" de control de la pendiente y las unidades 88' y 88" de desplazamiento que son idénticas a las existentes en la primera etapa, excepto por los valores de resistencia que son seleccionados para proporcionar una señal de salida apropiada a la parte de la curva que ha de simularse. Pueden utilizarse más de tres etapas: se ha encontrado que cinco etapas proporcionan una reproducción aceptable de la función E/n en función de I. Las salidas de las diversas etapas están conectadas a través de diodos 108, que permiten que la tensión más baja generada en las diversas etapas sea hecha pasar a la línea 68.

El método de control, tal como es realizado por el aparato ilustrado, implica entonces determinar empíricamente la característica E/n en función de I de los motores de tracción, y programar al generador de funciones 66 para reproducir esa característica, detectar la intensidad de corriente más baja de los diversos motores mediante el detector 62, derivar las señales IR y E/n aplicando la intensidad de corriente de motor más baja a los generadores de función 70 y 66, multiplicar la señal E/n por la señal n que representa una

24 DIC 1975



5 velocidad de un motor que se encuentra en condición de no patinamiento a través del multiplicador 74 para obtener la señal E, y sumar las señales E e IR para obtener la señal V que representa la tensión de un motor que se encuentra en
10 condición de no patinamiento. Luego, esa señal V es incrementada por un factor de porcentaje máximo deseado de patinamiento en el circuito 82 para proporcionar una señal de tensión límite en la línea 53. El ajuste de la ganancia del porcentaje de patinamiento no ha de ser aplicado a la señal V, ya que puede ser aplicado en cualquier parte del circuito de
15 cálculo, si se desea; por ejemplo, puede ser aplicado a la señal de velocidad en la línea 60 para obtener un efecto similar pero ligeramente diferente.

15 Describiendo el funcionamiento del sistema con referencia a la figura 1, supondremos que la locomotora está funcionando sobre carriles secos, de modo que es aplicable principalmente la curva 12. Inicialmente, el control 46 de excitación del generador está suministrando una potencia constante a los diversos motores de la locomotora de modo que,
20 a medida que se incrementa el porcentaje de patinamiento de las ruedas, se incrementa el porcentaje de rozamiento o de adherencia de las ruedas de modo que el par sobre las ruedas o el par motor aumenta. La intensidad de la corriente del motor se incrementa en forma proporcional al par y la tensión
25 disminuye correspondientemente para satisfacer la necesidad



de potencia constante. La potencia de una locomotora está en general equilibrada, de modo que sobre un carril seco, el patinamiento de las ruedas no superará al máximo de rozamiento; sin embargo, si se tropieza con alguna perturbación, tal como un tramo deslizante, el eje afectado se encontrará momentáneamente con un par excesivo, de manera que el porcentaje de patinamiento de las ruedas para ese eje particular podría aumentar rápidamente hasta sobrepasar el máximo de la curva de rozamiento, de modo que el patinamiento de las ruedas alcanza el porcentaje máximo deseado de patinamiento en la línea 22. Cuando se produce un resbalamiento brusco y disminuye el par sobre las ruedas, la intensidad de corriente del motor disminuye y la tensión de motor tiende a aumentar en correspondencia. En todo este proceso, el circuito 52 de control de patinamiento de las ruedas ha estado calculando la señal de tensión en la línea 53; sin embargo, esa tensión límite no tiene efecto alguno sobre el funcionamiento del motor hasta que la tensión del motor alcance el valor de la señal de tensión límite que se produce cuando el patinamiento de las ruedas alcanza su valor máximo deseado en la línea 22. Ese valor, con referencia a la figura 3, se encuentra en la línea 38 de tensión límite si la corriente del motor que se encuentra en condiciones de patinamiento es superior a la corriente de motor más baja; o está en la tensión de la línea 36 si la corrien-

24



te del motor que se encuentra en condiciones de patinamiento es la corriente de motor más baja. El punto operativo del eje que patina oscilará entonces en torno a la línea 22.

5 Para mejorar aún más el control de patinamiento de las ruedas, el circuito puede modificarse para variar la tensión límite con objeto de hacer máxima la tracción combinada de los motores. La tracción sobre el enganche de la locomotora es proporcional a la suma de los pares de los motores y, por tanto, a la suma de las intensidades de corriente
10 de los motores. El valor máximo del par combinado puede alcanzarse haciendo máximas las corrientes de motor combinados dentro del límite del porcentaje de patinamiento máximo establecido por el control. La figura 7 representa un diagrama de bloques del circuito 84 para hacer máxima la corriente,
15 así como un diagrama esquemático del circuito 82 de ajuste de ganancia del porcentaje de patinamiento. Las señales de corriente de motor individuales en la línea 50 se combinan en un sumador 110. La suma de intensidades de corriente es filtrada por el filtro 112 y es alimentada a una entrada de un comparador 114. La señal de intensidad de corriente total
20 es suministrada también a un circuito de muestreo y retención 116 que tiene su salida conectada a la otra entrada del comparador 114. La salida del comparador está conectada a un acumulador 118 que comprende un contador ascendente/descendente.
25 Como se muestra en la figura 8, impulsos A procedentes de un



reloj 120 activan periódicamente el circuito de muestreo y retención para registrar un nuevo valor e impulsos B, que retardan a los impulsos A, activan el acumulador para registrar la salida del comparador 114, que tiene una salida que es un "1" lógico si el valor de la señal de corriente combinada ha aumentado durante el período comprendido entre el impulso ascendente A y el impulso ascendente B, y que es un "0" lógico si el valor de la corriente se ha reducido en ese corto período de tiempo. El acumulador 118 combina algebraicamente las salidas de comparador para ocho períodos, con el fin de establecer una tendencia de cambios de corriente. Una red de decisión 122 tiene un circuito lógico que es disparado por el impulso C, el cual es derivado desde los impulsos de reloj por un divisor de frecuencia 124 y un elemento 126 de desplazamiento de fase. Después de ocho impulsos A, la red de decisión es habilitada por el impulso C para que responda a la tendencia del acumulador. Después de esa lectura, un impulso D repone al acumulador para dar comienzo a una nueva medición de tendencia. Asimismo, después de un impulso C, un contador 128 ascendente/descendente es habilitado por un impulso ascendente E, para que registre la salida de la red de decisión y produzca una señal de salida para un multiplexador 130 que pone resistencias 132 selectivamente en el circuito 82 de ajuste de ganancia del porcentaje. El circuito 82 comprende un amplificador operacional 134 conectado a tra-

240161975



vés de una resistencia de entrada 136 a una línea 80 que transmite la señal V. Una salida en la línea 53 representa la señal de tensión límite. Una resistencia 138 de realimentación a través del amplificador 134 establece la ganancia del amplificador que, por tanto, selecciona nominalmente el porcentaje máximo de patinamiento. El circuito para hacer máxima la intensidad de corriente puede entonces alterar el porcentaje máximo de patinamiento cambiando selectivamente resistencias 132 en paralelo con la resistencia de realimentación 138 para reducir la ganancia del amplificador. Después de que se ha conseguido dicho cambio en la ganancia, la salida del acumulador 118 indica eventualmente el resultado de ese cambio de ganancia. Si aumenta la intensidad de la corriente combinada de los motores, la salida de la red de decisión permanece invariable, de manera que el contador 128 cuenta por pasos de nuevo en el mismo sentido que durante el intervalo previo, para cambiar la resistencia de realimentación del circuito 82 en el mismo sentido, intentando por tanto dar lugar a un nuevo aumento de la intensidad de la corriente combinada de los motores. Sin embargo, si disminuye la intensidad de corriente combinada, esto se reflejará en la tendencia del acumulador y la red de decisión 122 producirá una salida que dirige, a través de un contador 128, un cambio en sentido opuesto de la ganancia del amplificador. Así, en efecto, el porcentaje máximo de



5 patinamiento está siendo variado en forma constante, en busca del valor que hará máximas las corrientes de motor combinadas. El circuito lógico 140 de límite limita simplemente el margen de las salidas del contador 128 en forma consistente con el número de resistencias 132 disponibles en la salida del multiplexador. Este circuito para hacer máxima la intensidad de corriente se describe con detalle en la solicitud de patente española nº 443.562 que se incorpora a esta memoria por referencia.

10 Aplicando el control descrito para limitar la tensión máxima a una pluralidad de motores serie conectados en paralelo, se mejoran grandemente las características de adherencia de una rueda que patina con respecto a los sistemas de detección-corrección del patinamiento usuales, permitiendo que la rueda que patina utilice la adherencia de carril disponible que está presente solamente a porcentajes de patinamiento más elevados que los tradicionalmente permitidos. Además, el empleo del circuito para hacer máxima la intensidad de corriente permite entonces que la tracción total en el enganche de la locomotora sea aumentada hasta un máximo para ese tipo particular de configuración de motor de tracción. Este tipo de sistema de control que limita la velocidad de patinamiento máxima de un motor serie de tracción puede ser aplicado a locomotoras eléctricas mediante el control de la excitación del generador principal o de un valor de ten-

15

20

25



5 sión, a través de rectificadores controlados de silicio en una locomotora eléctrica que obtiene su potencia a partir de una red de alimentación de corriente de la vía férrea. Este sistema puede también utilizarse para controlar individualmente motores serie de tracción únicos, con un sistema separado para cada motor. Pueden proporcionarse rectificadores controlados de silicio individuales para regular la tensión para cada motor individual. Estos sistemas de controlar la velocidad de patinamiento pueden proporcionar una utilización mucho más elevada de la adherencia en servicio de arrastre, sin la necesidad de controles pesados y complejos necesarios para motores excitados por separado. El refinamiento de estos sistemas, junto con las tensiones de motor reguladas mediante rectificadores controlados de silicio individuales, pueden proporcionar el último avance en la utilización de la adherencia disponible haciendo funcionar cada motor en el máximo de su curva individual de fricción-patinamiento, con independencia de las condiciones de adherencia y en una base de instante por instante.

10
15
20 Otra ventaja de este sistema de control es que hace innecesaria la aplicación de arena a los carriles cada vez que patinan las ruedas. En lugar de percibir el patinamiento de la rueda y aplicar arena cuando tiene lugar, es preferible ahora detectar una condición de baja adherencia y hacer uso de ese parámetro para iniciar la operación de



24 DEC 1975

5 echar arena. Así, comparando una señal de regulador de carga
con una señal de realimentación determinada por la tensión y
la intensidad de corriente del generador, se determina cuán-
do la salida de potencia es sustancialmente menor que el va-
lor solicitado. Cuando eso ocurre, y el acelerador de la lo-
comotora se encuentra en un margen elevado, y la intensidad
de corriente de motor más baja se encuentra por debajo de un
valor especificado, por ejemplo, 1200 amperios, se pondrá en
funcionamiento el sistema de arena. Esto evita el empleo de
10 la arena cuando es innecesario, pero da lugar a que se eche
arena en la vía cuando los niveles de adherencia son tan ma-
los que no puede conseguirse suficiente potencia para tirar
del tren.

15 Así, este invento proporciona un método de contro-
lar el patinamiento de las ruedas en una locomotora eléctrica
de tal manera que permite que las ruedas alcancen su máxima
adherencia al carril. Tal método del control de patinamiento
de las ruedas, limita el porcentaje máximo de patinamiento y,
sin embargo, permite que se produzca un patinamiento suficien-
te para que las ruedas alcancen su adherencia máxima.

20 Una realización preferida del invento proporciona,
en tal circuito de control de patinamiento de las ruedas, me-
dios para controlar el patinamiento de las ruedas merced al
método del invento, para varios motores, funcionando un cir-
cuito para hacer máxima la intensidad de corriente de motor
25

24



5 tiene al menos un motor serie de tracción que impulsa una rueda de tracción y medios para suministrar energía eléctrica al motor, caracterizado porque comprende las operaciones de: determinar las características de E/n en función de la intensidad de corriente del motor de dicho motor, siendo E la fuerza contra-electromotriz y siendo n la velocidad del motor en r.p.m.; proporcionar una señal eléctrica de velocidad que representa la velocidad de la locomotora, que es proporcional a n para una condición de no patinamiento; proporcionar una señal de corriente proporcional a la corriente del motor; calcular eléctricamente la tensión de motor requerida para accionar dicho motor y su rueda asociada con un porcentaje máximo deseado de patinamiento de rueda utilizando dichas características E/n , dicha señal de velocidad y dicha señal de corriente; y controlar la tensión máxima suministrada al motor al valor de la tensión calculada para limitar así el patinamiento real de las ruedas al valor del porcentaje máximo deseado de patinamiento de las ruedas.

20 2ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque la operación de calcular eléctricamente la tensión de motor comprende calcular eléctricamente la tensión de motor ideal para una rueda que no patine, utilizando dichas características E/n , dicha señal de velocidad y dicha señal de corriente, e incrementar eléctricamente la tensión de motor ideal calculada, por un factor que representa el por-

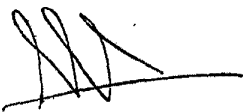
17.12.75

porcentaje máximo deseado de patinamiento de las ruedas.

3a.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2a, caracterizado porque incluye las operaciones de determinar el valor de la resistencia interna R de dicho motor, y emplear luego dicho valor de la resistencia interna en el cálculo eléctrico de dicha tensión de motor ideal por medio de la ecuación $V = E + IR$, donde V es la tensión ideal de motor para una condición de no patinamiento empleando la característica E/n y dicha señal n de velocidad, R representa la resistencia interna de dicho motor e I representa la mencionada señal de corriente.

4a.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1a, en el que la locomotora eléctrica está dotada de una pluralidad de ruedas de tracción impulsadas por una pluralidad de motores serie instalada en paralelo, caracterizado porque la señal de corriente proporcional a la corriente de motor proporcionada, es una señal de corriente proporcional a la corriente de motor más baja de la pluralidad de motores.

5a.- Un dispositivo de control de patinamiento de las ruedas para llevar a la práctica el método según la reivindicación 1a, caracterizado porque el dispositivo de control comprende: medios acoplados a dicho motor para proporcionar una señal I de intensidad de corriente correspondiente a la corriente de motor; medios para proporcionar una señal n de velocidad correspondiente a la velocidad del



motor para una condición de no patinamiento del motor; un generador de funciones conectado para responder a dicha señal de corriente I y programado para producir una señal de salida en función de I que representa E/n, siendo E la fuerza contra-electromotriz del motor; un circuito que tiene como entradas dicha señal de intensidad de corriente, dicha señal de velocidad y dicha señal E/n, siendo operativo dicho circuito para calcular y producir, a partir de dichas entradas una tensión límite superior en una cantidad programada a $V = E + IR$, siendo V la tensión del motor para una condición de no patinamiento, R la resistencia del motor, y la cantidad programada en exceso de V representa un porcentaje deseado de patinamiento; y medios que responden a dicha tensión límite para limitar la tensión máxima suministrada al motor a un valor correspondiente a dicha tensión límite, estableciéndose por tanto un porcentaje máximo de patinamiento de la rueda de tracción accionada por el motor.

6a.- Un dispositivo de control de patinamiento de las ruedas para llevar a la práctica un método según la reivindicación 4a, caracterizado porque dicho dispositivo comprende medios acoplados a dicha pluralidad de motores de tracción para proporcionar una señal de intensidad de corriente I correspondiente a la corriente de motor más baja de dicha pluralidad de motores ; medios para proporcionar

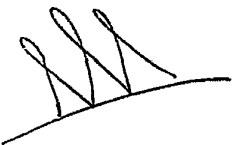


una señal n de velocidad correspondiente a la velocidad del motor para una condición de no patinamiento; un generador de funciones conectado para responder a dicha señal I de intensidad de corriente y programado para proporcionar una señal de salida en función de I que representa E/n , siendo E la fuerza contraelectromotriz del motor; un circuito que tiene como entradas dicha señal de corriente I, dicha señal de velocidad n y dicha señal E/n , operativo para calcular y producir, a partir de dichas entradas, una señal $V = E + IR$, siendo V la tensión de los motores para una condición de no patinamiento y siendo R la resistencia del motor; medios para aumentar la señal V en un factor que representa un porcentaje máximo de patinamiento deseado para obtener una tensión límite; medios que responden a dicha tensión límite para limitar la tensión máxima suministrada a los motores a un valor correspondiente a dicha tensión límite, estableciéndose por tanto un porcentaje máximo de patinamiento de las ruedas accionadas por los motores.

7ª.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6ª, caracterizado porque dicho dispositivo incluye un circuito de optimización, que responde a la corriente de motor combinada de la pluralidad de motores para modificar la tensión límite con objeto de aumentar la corriente de motor combinada sustancialmente hasta su valor máximo, dentro del límite del patinamiento máximo deseado de las ruedas.

16.3.77

- 28 -



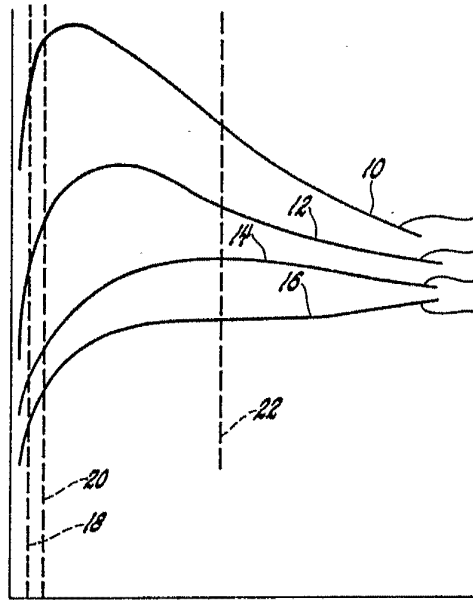


Fig. 1

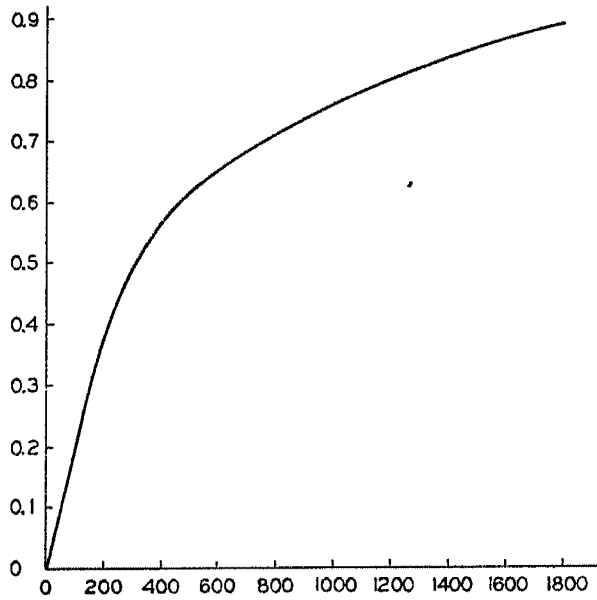


Fig. 2

Fernando de Elizburu
Por Poder



24 DEC 1938

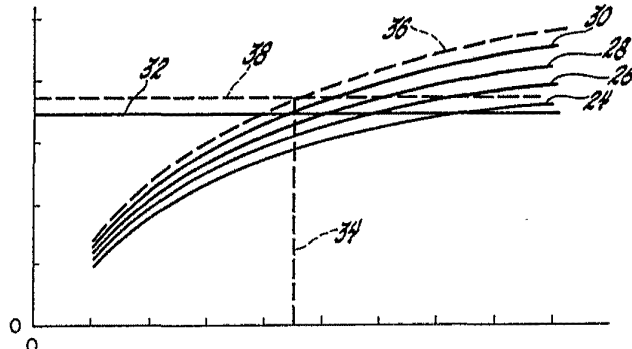


Fig. 3

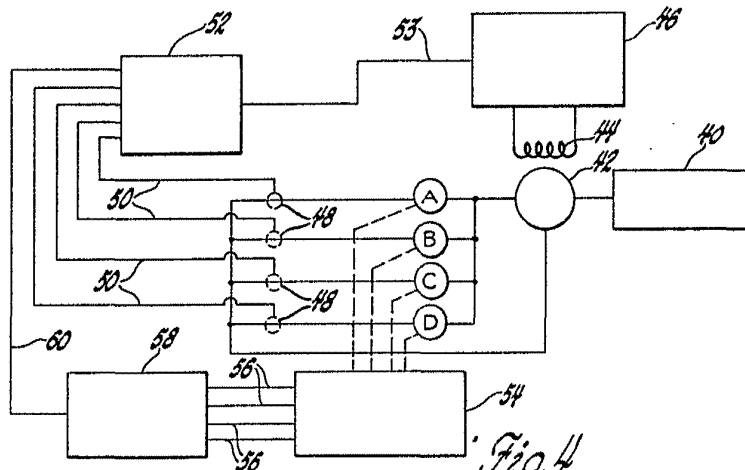


Fig. 4

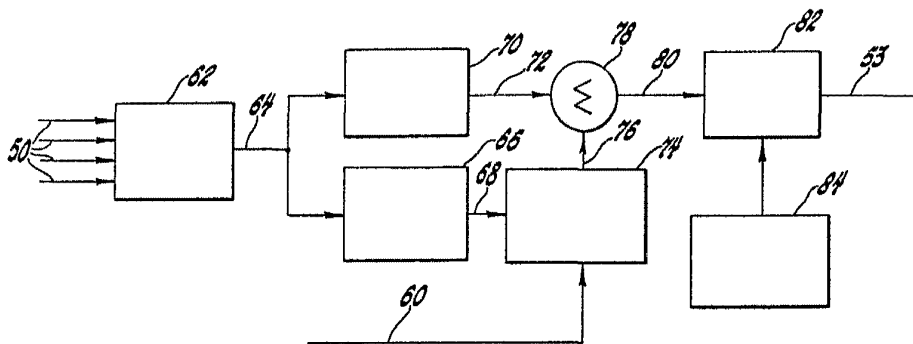


Fig. 5

Fernando de Elizaburu
Por Poder.

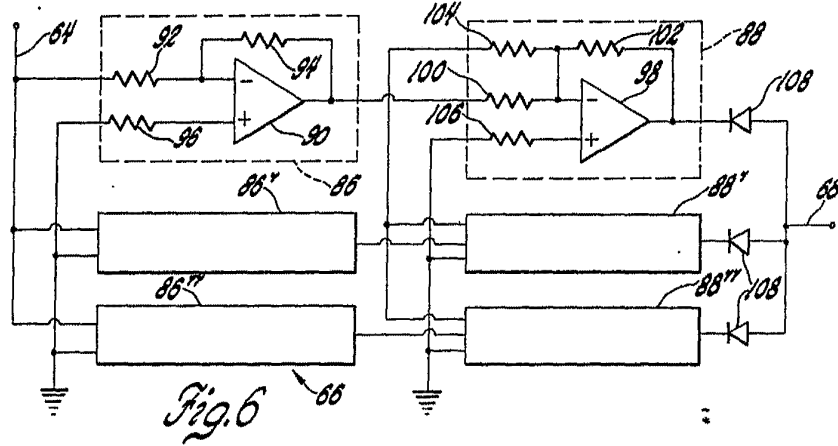


Fig. 6

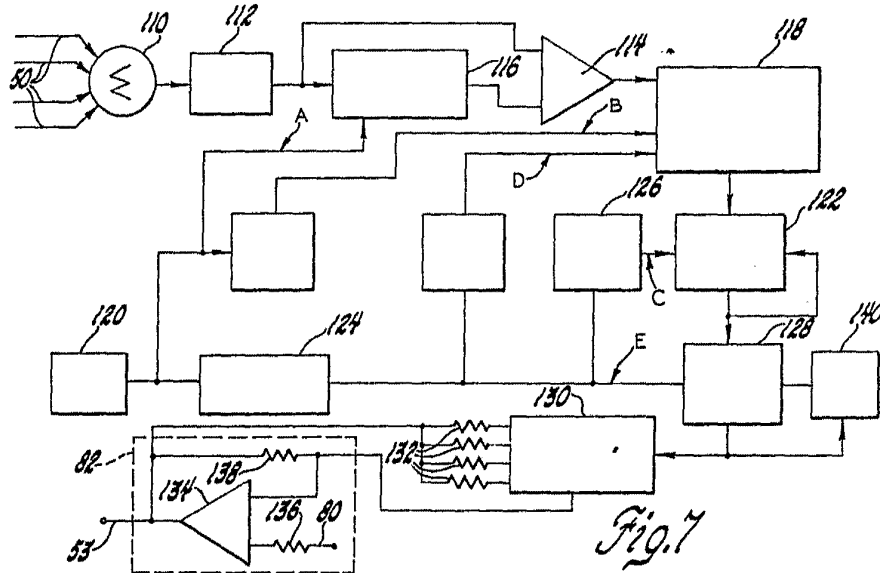


Fig. 7

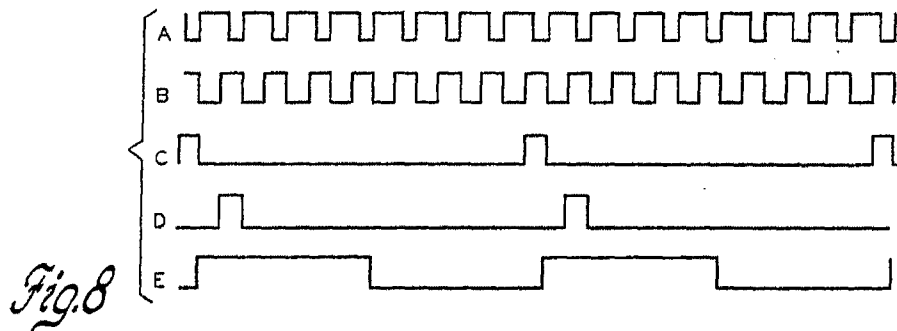


Fig. 8

Fernando de Elizaburu
Per P...
[Signature]