

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 543**

51 Int. Cl.:

**B60L 9/00** (2006.01)

**B60L 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **99400157 .6**

96 Fecha de presentación: **22.01.1999**

97 Número de publicación de la solicitud: **0931688**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.07.1999**

54 Título: **CADENA DE TRACCIÓN EN TENSIÓN QUE INCLUYE BUSES DE ALIMENTACIÓN DE UNA UNIDAD DE TRACCIÓN ELÉCTRICA.**

30 Prioridad:  
**26.01.1998 FR 9800773**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2011**

73 Titular/es:  
**ALSTOM TRANSPORT S.A.  
38, AVENUE KLÉBER  
75116 PARIS, FR**

72 Inventor/es:  
**Liu, Rong Fan**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 369 543 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**

Cadena de tracción en tensión que incluye buses de alimentación de una unidad de tracción eléctrica

5 La presente invención se refiere a las cadenas de tracción eléctrica, en general, y más particularmente a una cadena de tracción en tensión que incluye buses de alimentación de una unidad de tracción eléctrica, tal como se divulga en el documento intitulado "Germany's intercity express ABB three-phase propulsion" de D-Schmidt

En el campo de las cadenas de tracción eléctrica, la tecnología GTO (GATE TURN OFF) favorece la aplicación de esquemas eléctricos de potencia de una cadena de tracción eléctrica de los buses del tipo buses comunes.

La tecnología IGBT (INSULATE GATE BIPOLAR TRANSISTOR) es susceptible de favorecer la aplicación de esquemas eléctricos de potencia de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo buses separados.

10 Los esquemas eléctricos de potencia de una cadena de tracción eléctrica de la técnica anterior que incluye buses del tipo buses comunes tienen como ventaja que:

- el conjunto de la potencia de tracción se divide entre los Puentes monofásicos de conmutación forzada (en lo sucesivo PMCF) en un mismo bus, por lo tanto no hay sobreintensidades al nivel de los PCMF en caso de dispersión de las potencias de tracción de cada ondulator,
- 15 - en el caso de un bus compuesto por un número N de PMCF, el entrelazado de los N PMCF permite minimizar todas las rayas de la familia 1 a la familia N-1, de ahí un rendimiento desde el punto de vista de la ausencia de oscilaciones en la red de catenaria tanto más elevado como el nivel del valor de la corriente primaria IPE asegurado,
- en el caso de un PMCF aislado, el esfuerzo total de arranque queda siempre asegurado a la vez que se respeta la calidad del entrelazado de los v restantes,
- 20 - el auxiliar es fácil de instalar en el bus continuo.

Tales esquemas eléctricos de potencia de una cadena de tracción eléctrica de la técnica anterior que incluye buses del tipo buses comunes tienen los inconvenientes de que:

- un cortocircuito del bus común conlleva un sobrecódigo en todos los motores de tracción,
- 25 - debido a que la conmutación de los IGBT necesita una baja inductancia del circuito, el cortocircuito en el conjunto de los condensadores del bus común, puede provocar una sobreintensidad fenomenal.

Los esquemas eléctricos de potencia de una cadena de tracción eléctrica de la técnica anterior que incluye buses del tipo buses separados por eje tienen como ventaja que:

- 30 - en caso de cortocircuito de un bus, la sobreintensidad se minimiza y el sobrepar del motor se limita a un solo ondulator, por lo tanto no hay influencia sobre los otros buses.

Tales esquemas eléctricos de potencia de una cadena de tracción eléctrica de la técnica anterior que incluye buses del tipo buses separados por eje tienen los inconvenientes que:

- siendo los funcionamientos de cada bus independientes, debido a las dispersiones de las mediciones de las tensiones continuas y de las potencias de tracción en cada ondulator, la calidad del entrelazado de los N PMCF en N buses separados no puede asegurar los armónicos y el valor de la corriente primaria IPE son por lo tanto degradados.
- 35 - debido al mismo problema del entrelazado, los PMCF deberán ser ligeramente sobredimensionados,
- los auxiliares son difíciles de instalar en los buses separados.

40 La siguiente tabla 1 agrupa el conjunto de las prestaciones de los diferentes esquemas eléctricos de potencia de una cadena de tracción eléctrica de la técnica anterior.

Tabla 1

Prestaciones/cofiguraciones	Harmónicos e IPE	Soporte de cortocircuito	Disponibilidad en modo degradado
Buses comunes (por motriz)	Bueno	Malo	Bueno
Buses separados (por eje)	Malo	Bueno	Malo

(CONT)			
Buses comunes por bogie	Medio	Medio	Medio

continuación	Con auxiliar de gran potencia	Independencia de los ejes
Buses comunes (por motriz)	Buenos	Malo
Buses separados (por eje)	Malo	Bueno
Buses comunes por bogie	Malo	Medio

5 Un objeto de la invención es una cadena de tracción eléctrica que incluye buses de alimentación de una unidad de tracción eléctrica que presenta las ventajas de las cadenas de tracción que incluyen buses de alimentación del tipo buses comunes según la técnica anterior, así como las ventajas de las cadenas de tracción que incluyen buses de alimentación del tipo buses separados según la técnica anterior.

Otro objeto de la invención es una cadena eléctrica que incluye buses de alimentación de una unidad de tracción eléctrica que no presenta los inconvenientes de las cadenas de tracción eléctrica según la técnica anterior.

10 Otro objeto de la invención es una cadena de tracción eléctrica que incluye buses de alimentación de una unidad de tracción eléctrica cuyo conjunto de prestaciones son mejoradas.

Según la invención, la cadena de tracción en tensión incluye buses de alimentación de una unidad de tracción eléctrica según la reivindicación 1.

Una ventaja de la cadena de tracción en tensión que incluye buses de alimentación de una unidad de tracción eléctrica de la invención es una mejor prestación de las potencias así como de los armónicos.

15 Otros objetivos, características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción de la realización preferida de una cadena de tracción en tensión que incluye buses de alimentación de una unidad de tracción eléctrica, descripción realizada en conexión con los dibujos en los cuales:

- la figura 1 es un esquema eléctrico de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo buses separados según la técnica anterior,
- 20 - las figuras 1A a 1D muestran, respectivamente, los niveles de armónicos y la forma de las cuatro corrientes secundarias obtenidas por el esquema eléctrico de la figura 1,
- la figura 2 es un esquema eléctrico de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo buses comunes por bogie según la técnica anterior,
- 25 - las figuras 2A a 2D muestran, respectivamente, los niveles de armónicos y la forma de las cuatro corrientes secundarias obtenidas por el esquema eléctrico de la figura 2.
- la figura 3 es un esquema eléctrico de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo buses comunes según la técnica anterior,
- las figuras 3A a 3D muestran, respectivamente, los niveles de armónicos y la forma de las cuatro corrientes secundarias obtenidas por el esquema eléctrico de la figura 3.
- 30 - la figura 4 es un esquema eléctrico de una primera realización preferida de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo buses semicomunes según la invención,
- las figuras 4A a 4B muestran, respectivamente, los niveles de armónicos y la forma de las cuatro corrientes secundarias obtenidas por el esquema eléctrico de la figura 3.
- 35 - la figura 5 es un esquema eléctrico de otra realización preferida de una cadena de tracción eléctrica que incluye dos buses del tipo buses semicomunes según la invención,
- las figuras 5A a 5C muestran, respectivamente, los esquemas equivalentes del esquema eléctrico de la figura 5, en el caso de las corrientes continuas, de las corrientes 2F y de un cortocircuito del bus superior.
- La figura 6 es un esquema eléctrico de otra realización preferida de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo semicomunes,

- La figura 7 es un esquema eléctrico de otra realización preferida de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo semicomunes según la invención.

La figura 1 es un esquema eléctrico de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo buses separados según la técnica anterior.

- 5 Esta figura 1 muestra una cadena de tracción de cuatro buses, incluyendo cada bus un PCMF y un filtro 2F.

Las figuras 1A a 1D muestran, respectivamente, los niveles de armónicos y la forma de las cuatro corrientes secundarias obtenidas por el esquema eléctrico de la figura 1 en funcionamiento normal con un PCMF parado.

La figura 2 es un esquema eléctrico de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo buses comunes por bogie según la técnica anterior.

- 10 Esta figura 2 muestra una cadena de tracción de cuatro buses, incluyendo cada bus un PCMF y un filtro 2F, estando los buses configurados por pares de manera a que cada par de buses esté asociado a dos PCMF.

Las figuras 2A a 2D muestran, respectivamente, los niveles de armónicos y la forma de las cuatro corrientes secundarias obtenidas por el esquema eléctrico de la figura 2 en funcionamiento normal con un motor parado

- 15 La figura 3 es un esquema eléctrico de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo buses comunes según la técnica anterior.

Esta figura 3 muestra una cadena de tracción de cuatro buses, incluyendo cada bus un PCMF comprendiendo uno únicamente de los buses un filtro 2F., estando los buses configurados de manera que el conjunto de los buses esté asociado a los cuatro PCMF.

- 20 Las figuras 3A a 3B muestran, respectivamente, los niveles de armónicos y la forma de las cuatro corrientes secundarias obtenidas por el esquema eléctrico de la figura 3.

La figura 4 es un esquema eléctrico de una primera realización preferida de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo semicomunes según la invención.

La cadena de tracción en tensión incluye buses de alimentación de una unidad de tracción eléctrica.

- 25 Los buses de alimentación incluyen cada uno un filtro 2F cuyos puntos medios están conectados entre sí, preferiblemente mediante elementos interruptores.

La figura 4 muestra por lo tanto una cadena de tracción de cuatro buses que incluye un PMCF y un filtro 2F, estando los filtros 2F configurados de manera que los puntos medios de los filtros 2F del conjunto de los buses de alimentación están conectados entre sí.

- 30 Las figuras 4A y 4B muestran, respectivamente, los niveles de armónicos y la forma de las cuatro corrientes secundarias obtenidas por el esquema eléctrico de la figura 4.

La figura 5 representa el esquema eléctrico de la primera realización preferida de la cadena de tracción eléctrica que incluye dos buses del tipo buses semicomunes según la invención.

Las figuras 5A y 5B muestran esquemas equivalentes del esquema eléctrico de la figura 5, en el caso, respectivamente, de las corrientes continuas, de las corrientes 2F y de un cortocircuito del bus superior.

- 35 La figura 6 es un esquema eléctrico de otra realización preferida de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo buses semicomunes.

Según esta otra realización preferida de la cadena de tracción eléctrica los buses de alimentación están directamente conectados mediante elementos con reactancia.

- 40 La figura 7 es un esquema eléctrico de otra realización preferida de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo buses semicomunes según la invención.

Según esta otra realización preferida de la cadena de tracción eléctrica según la invención, una primera mitad de los buses de alimentación incluyen cada uno un filtro 2F, la otra mitad de los buses de alimentación está conectada por pares a la primera mitad de los buses de alimentación y los puntos medios de los filtros 2F de la primera mitad de los buses de alimentación están conectados entre sí

- 45 Simulaciones

Las simulaciones definidas a continuación se han realizado en cuatro tipos de esquemas eléctricos de potencia de una cadena de tracción eléctrica de la técnica anterior que incluye buses del tipo buses

Configuración de las cadenas de tracción:

Opción 1 según la técnica anterior

cadena de tracción de cuatro buses, incluyendo cada bus un PMCF y un filtro 2F (figura 1)

Opción 2 Según la técnica anterior

- 5 Cadena de tracción de cuatro buses, incluyendo cada bus un PCMF y un filtro 2F, estando los buses configurados por pares de manera que cada par de buses está asociado a dos PMCF (figura 2)

Opción 3 según la técnica anterior

- 10 Cadena de tracción de cuatro buses, incluyendo cada bus un PCMF, incluyendo uno únicamente de los buses un filtro 2F, estando los buses configurados por pares de manera que el conjunto de los buses está asociado a cuatro PMCF (figura 3).

Opción 4 según la invención

Cadena de tracción de cuatro buses, incluyendo cada bus un PCMF y un filtro 2F, estando los filtros 2F configurados de manera que los puntos medios de los filtros 2F del conjunto de buses de alimentación están conectados entre sí (figura 4).

- 15 Resultados de la simulación en el caso en el que existen pequeñas dispersiones entre los buses

La siguiente tabla 2 indica los resultados de la simulación para dispersiones limitadas entre los buses continuos

Tabla 2

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Número de buses	4	2	1	-
Número de PMCF y onduladores por bus	1	2	4	-
Número de PMCF entrelazados	4	4	4	-
Valores de la dispersión de $U_c$ en el bus 1	10%	10%	0%	-
Valor de la dispersión de la potencia en el bus 1	10%	10%	0%	-
Valor de la corriente primaria IPE	malo	medio	bueno	-
Espectro de la corriente primaria IPE	Fig 1A	Fig 2A	Fig 3A	-
Curvas de las cuatro corrientes secundarias	Fig 1B	Fig 2B	Fig 3B	-

- 20 La comparación de los niveles de armónicos para pequeñas dispersiones debidas a un error de medición de  $U_c$  o de pilotaje de los onduladores muestra que un desequilibrio del orden del 10% de  $U_c$  y de la potencia en un bus deja aparecer:

- una primera familia de rayas y el 58% de aumento del valor de la corriente primaria IPE, en el caso de cuatro buses compuestos cada uno por un PMCF,
  - una segunda familia de rayas y el 35% de aumento del valor de la corriente primaria IPE, en el caso de dos buses separados compuestos cada uno por dos PMCF.
- 25

Los resultados parecen aceptables para el bus separado siempre que la catenaria esté perfecta.

Sin embargo, si la locomotora está lejos de la subestación bajo una catenaria, los armónicos y la IPE de la corriente. corre el riesgo de degradarse sensiblemente.

La siguiente tabla 3 indica los resultados de simulación para una diferencia de potencia importante entre onduladores.

Tabla 3

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Número de buses	4	2	-	1
Número de PMCF y onduladores por bus	1	2	-	4
(CONT)				
Número de PMCF entrelazados	4	4	-	4
Valores de la dispersión de $U_c$ en el bus 1	0%	0%	-	0
Valor de la dispersión de la potencia en el bus 1	100%	50%	-	0
Valor de la corriente primaria IPE	malo	medio	-	bueno
Espectro de la corriente primaria IPE	Fig 1C	Fig 2C	-	Fig 4A
Curvas de las cuatro corrientes secundarias	Fig 1D	Fig 2D	-	Fig 4B

- 5 En el caso en el que la diferencia de potencia es importante entre los buses separados, los armónicos y la IPE ya no se pueden asegurar.
- Con relación a la opción 1, si el ondulator en el bus 1 está cortado (caso ficticio), la IPE puede subir cuatro veces más de lo normal.
- Con relación a la opción 2, si el ondulator en el bus 1 está cortado, la IPE puede subir dos veces más de lo normal.
- 10 Este tipo de situación se puede dar eventualmente cuando la potencia del auxiliar ligado a los buses continuos de tracción es importante.
- La opción 4 según la invención, denominada esquema de buses separados-comunes, muestra una prestación idéntica al esquema de buses comunes.
- 15 La figura 5 es un esquema eléctrico de otra realización preferida de la cadena de tracción eléctrica que incluye dos buses del tipo buses semicomunes según la invención.
- Las figuras 5A a 5C muestran, respectivamente, los esquemas equivalentes del esquema eléctrico de la figura 5, en el caso de las corrientes continuas, de las corrientes 2F y de un cortocircuito del bus superior.
- El esquema eléctrico de la cadena de tracción eléctrica que incluye dos buses del tipo buses semicomunes según la invención incluye una conexión entre los buses individuales por las bobinas de reactancia.
- 20 Según la primera realización preferida del esquema eléctrico de una cadena de tracción eléctrica que incluye buses del tipo buses semicomunes según la invención, la cadena de tracción eléctrica incluye una conexión entre los filtros 2F (figura 4).
- La ventaja de esta primera realización preferida del esquema eléctrico es conservar las ventajas de los buses separados así como las ventajas de los buses comunes sin añadir equipos importantes.
- 25 En el caso de un funcionamiento en régimen permanente de la cadena de tracción eléctrica según la invención, la conexión de los filtros 2F permite un paso de las energías entre los buses e impone la unificación de las tensiones continuas  $U_c$ .
- De este modo, las corrientes de los PMCF se unifican, conservándose de este modo la ventaja de la cadena de tracción eléctrica de buses comunes.
- 30 En el caso de un cortocircuito de un bus continuo, el caudal de energía de los otros buses pasa por las bobinas de reactancia 2F

De este modo se conserva la ventaja de la cadena de tracción eléctrica de buses separados.

Conclusiones

5 Con el fin de evitar las sobreintensidades en caso de cortocircuito del bus continuo, la elección del esquema con bus continuo-separado degrada la prestación de los armónicos y de la IPE a causa de la dispersión de las tensiones  $U_c$  y de cargas.

Sin embargo, debido a la aparición de armónicos de rangos bajos, la degradación corre el riesgo de sobrecargarse en caso de resonancia de la catenaria.

10 Es mérito de la solicitante proponer un esquema de potencia, denominado de buses comunes basado en el esquema denominado de buses separados, siendo la particularidad de este esquema poner en común los condensadores 2F en todos los buses.

Los resultados de simulación muestra de este modo que el esquema de potencia de buses semicomunes según la invención presenta los mismos armónicos y el mismo valor de la IPE que los presentados por el esquema en buses comunes de la técnica anterior a la vez que se preservan las ventajas del esquema de potencia de buses separados de la técnica anterior en lo que se refiere a los estados transitorios.

15

**REIVINDICACIONES**

1.- Cadena de tracción en tensión que incluye buses de alimentación de una unidad de tracción eléctrica, en la cual al menos una parte de dichos buses de alimentación incluye un filtro, **caracterizada porque** los puntos medios de dichos filtros de dichos buses de alimentación están conectados entre sí.

5 2.- Cadena de tracción en tensión según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha parte constituye una primera mitad de dichos buses de alimentación, estando la otra mitad de dichos buses de alimentación conectada por pares a dicha primera mitad de dichos buses de alimentación.

3.- Cadena de tracción en tensión según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** el o cada filtro incluye un condensador conectado en serie a una bobina de reactancia.

10

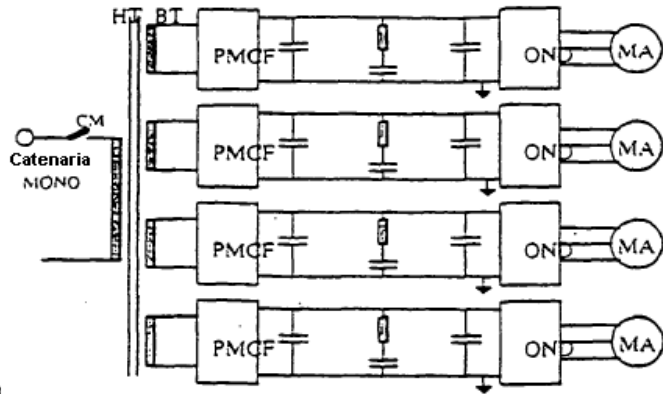


Fig. 1

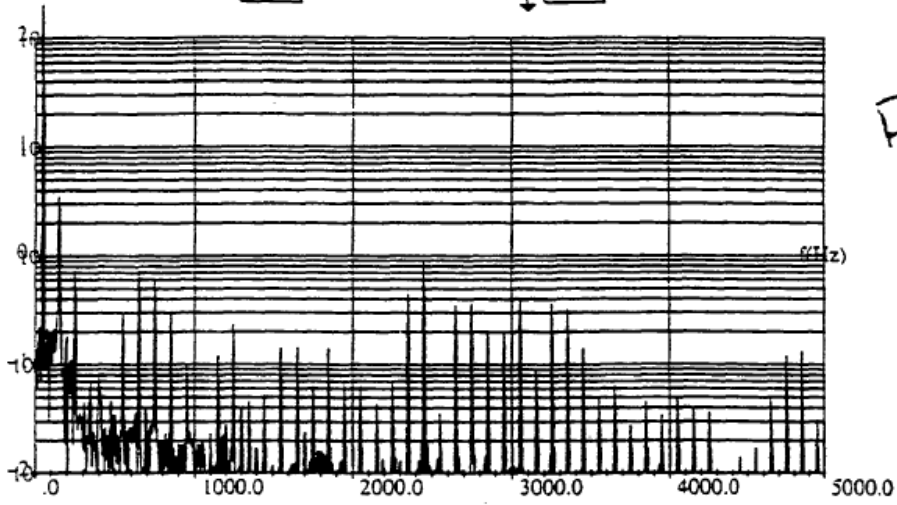


Fig. 1A

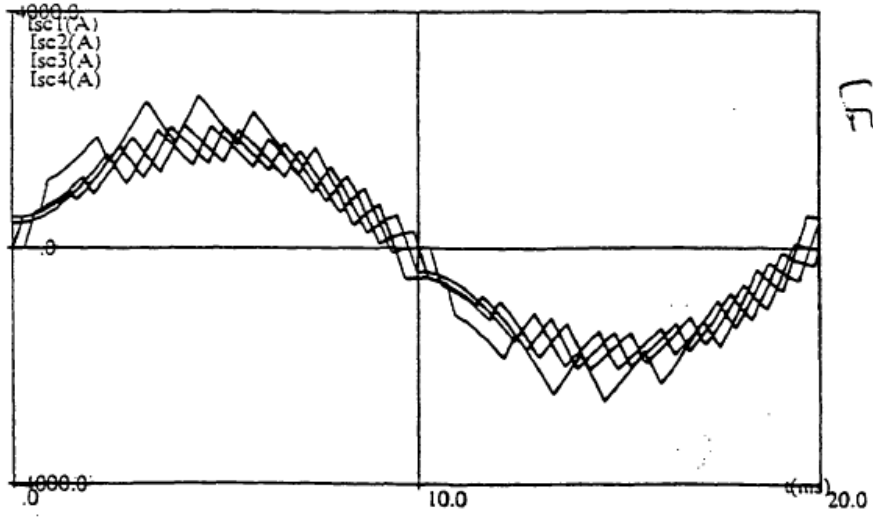


Fig. 1B

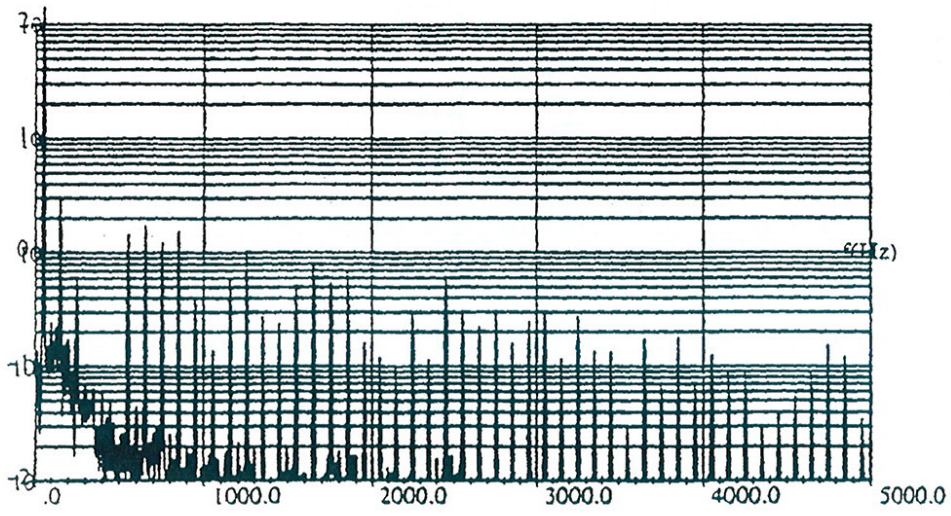


Fig. 1C

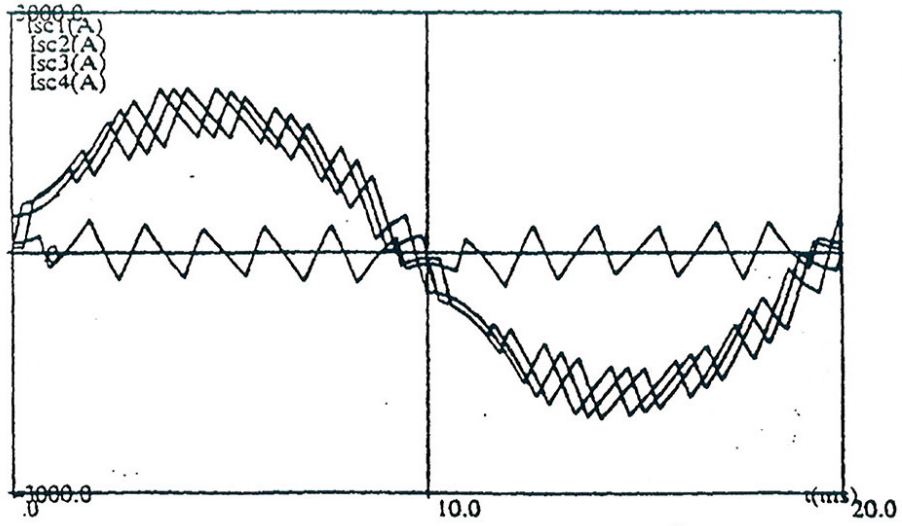


Fig. 1D

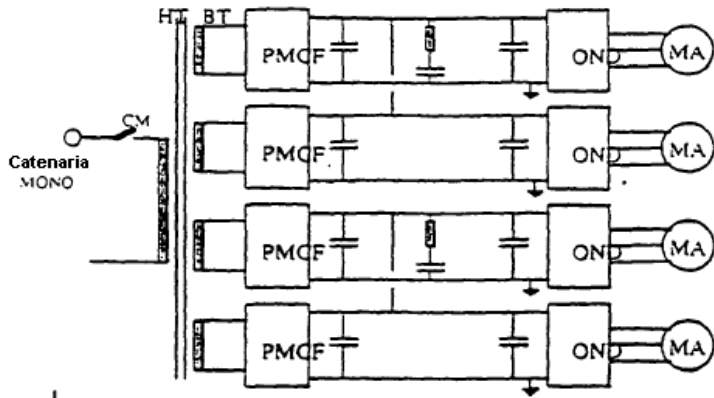


Fig. 2

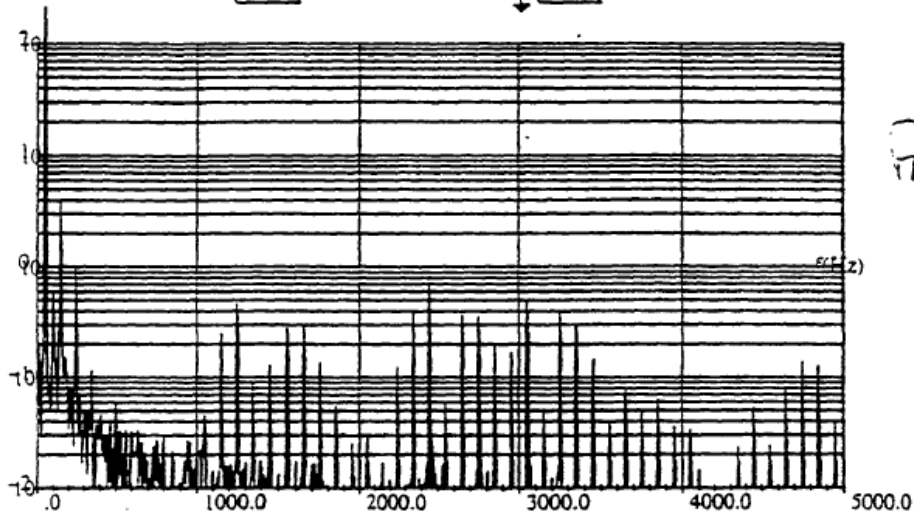


Fig. 2A

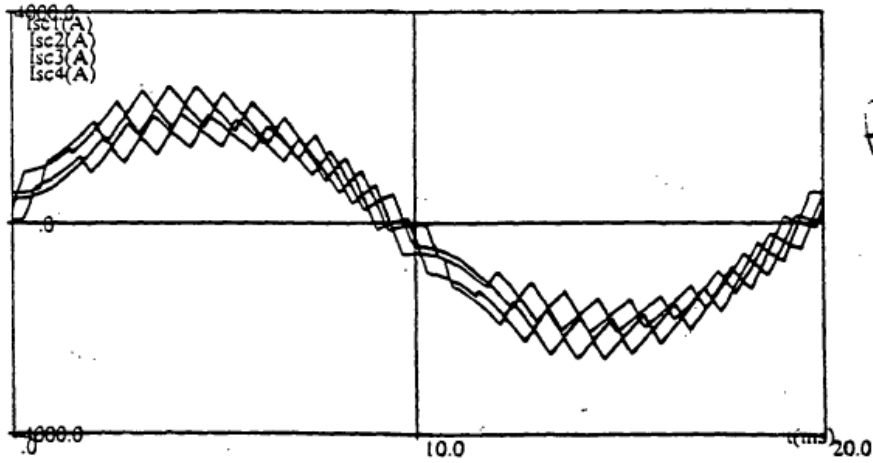


Fig. 2B

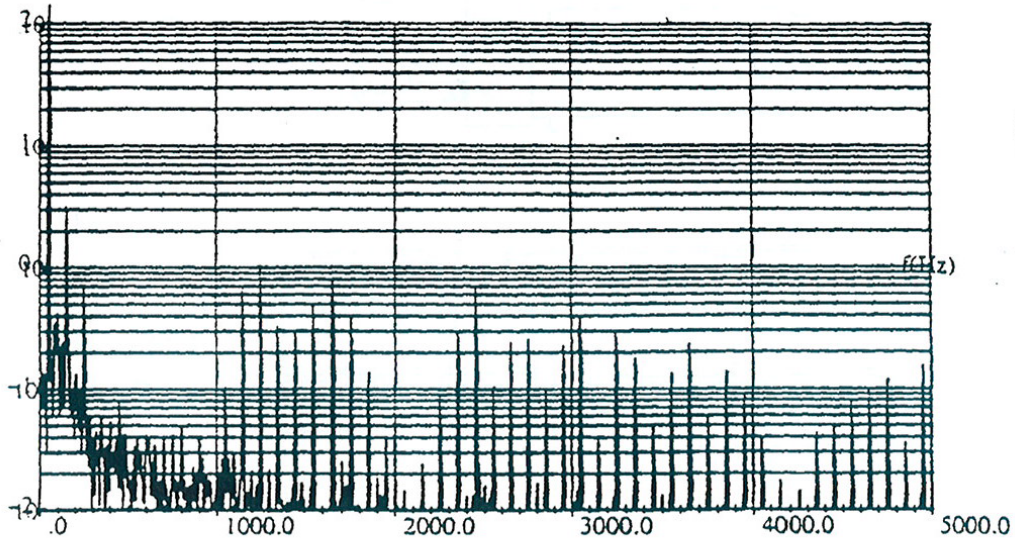


Fig. 2C

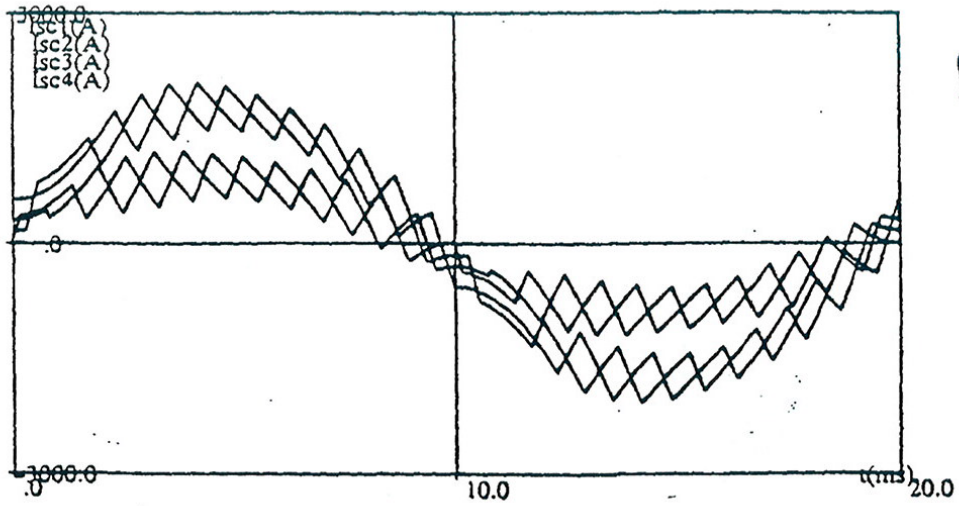


Fig. 2D

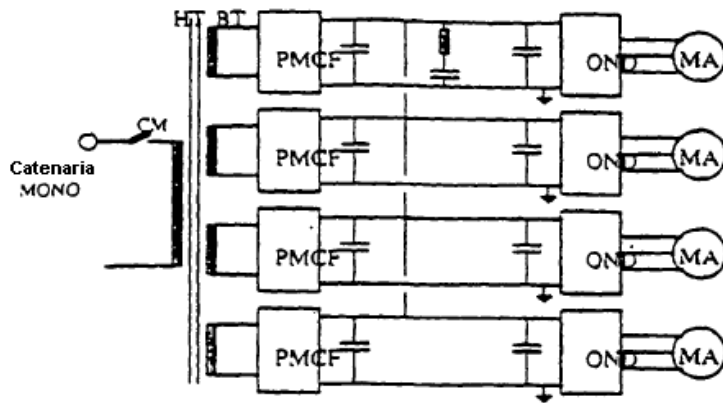


Fig. 3

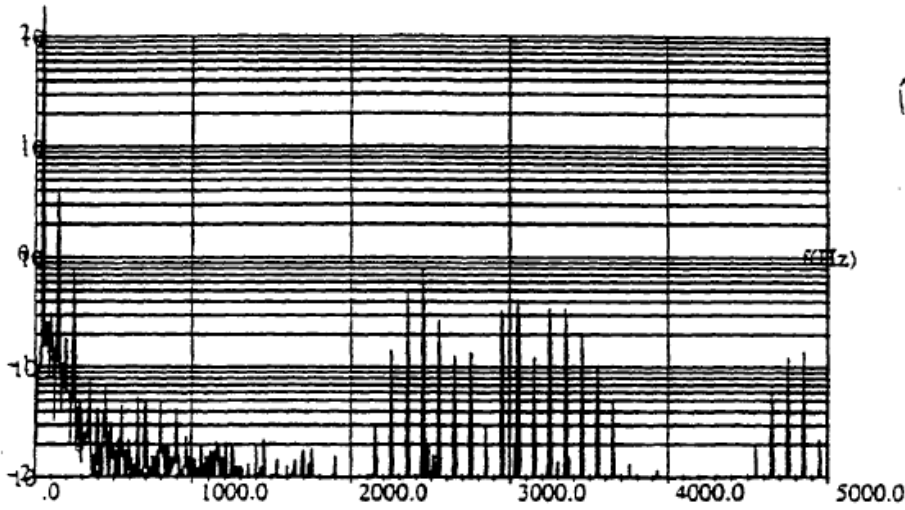


Fig. 3A

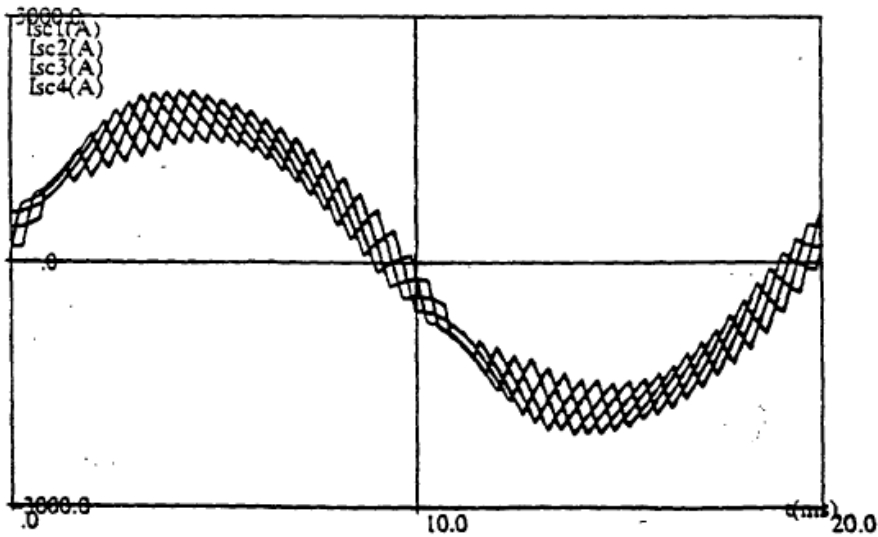


fig 3B

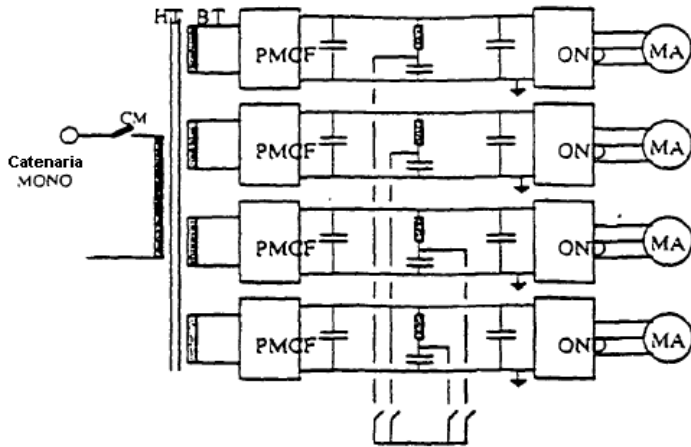


Fig. 4

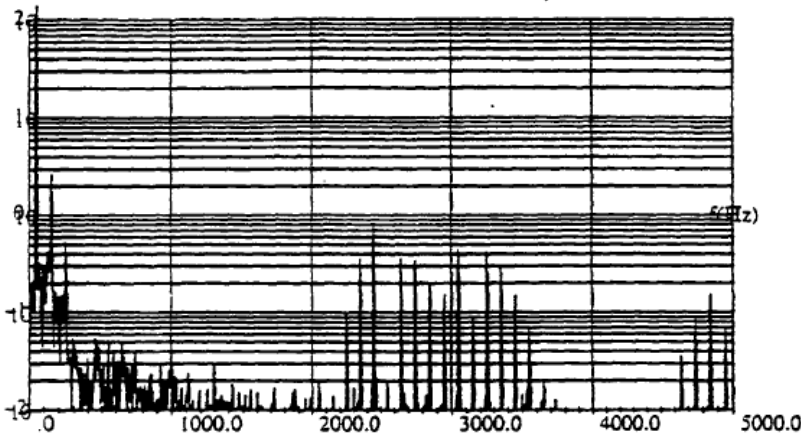


Fig. 4A

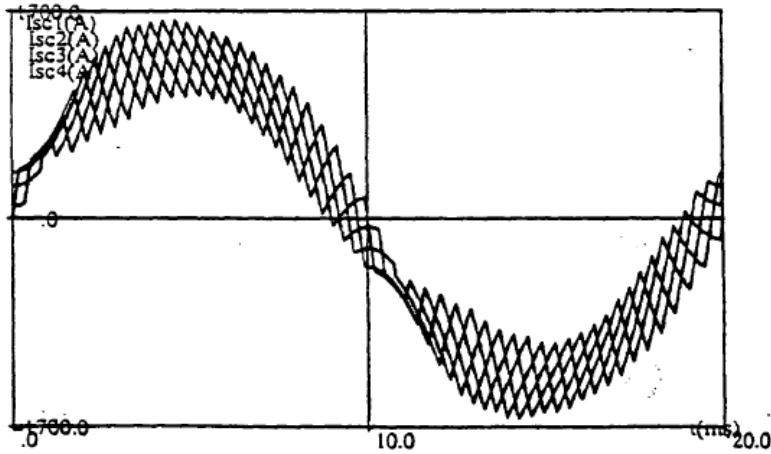


Fig. 4B

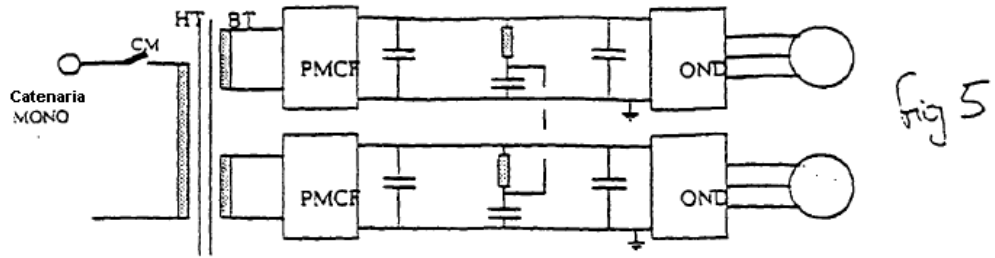


fig 5

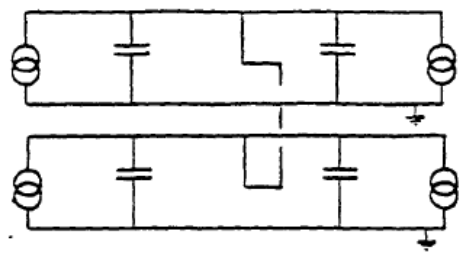


fig 5A

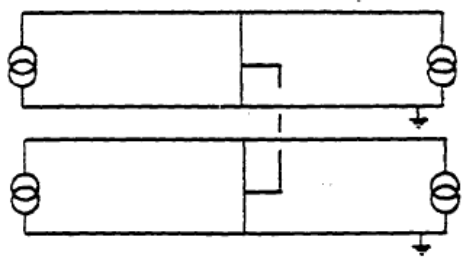


fig 5B

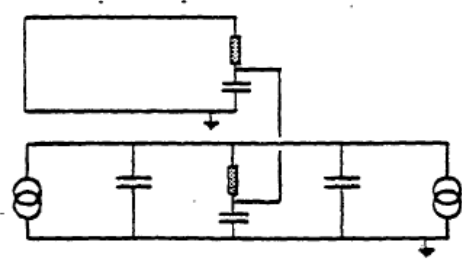


fig 5C

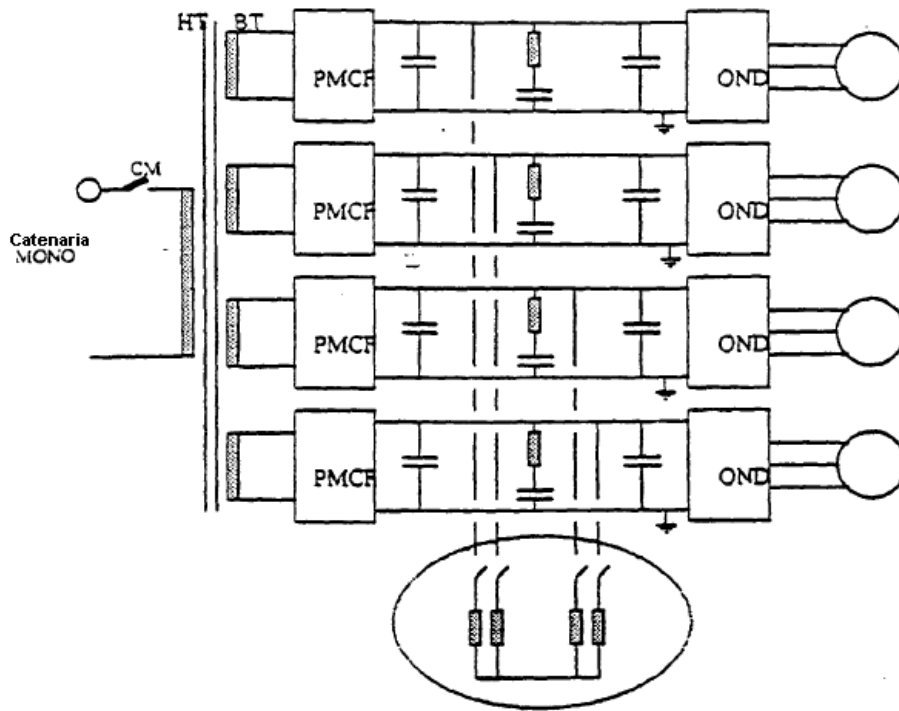


Fig. 6

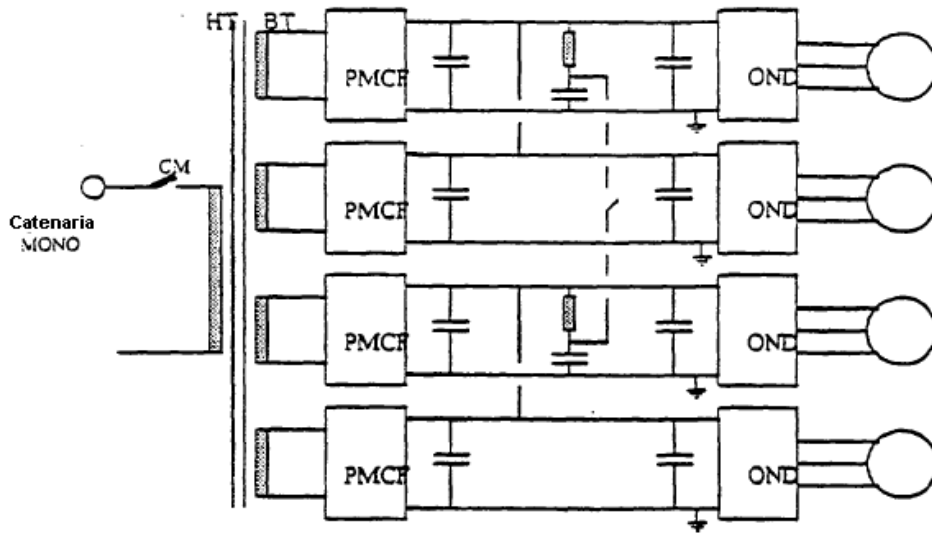


Fig. 7