REDES DE A BORDO DE VEHÍCULOS AUTOMÓVILES CON CABLE BIMETÁLICO

Antich, F.; Serrano, P.; Bons, J.; González, M.; Oliveras, V.(p)

Abstract

The development of this project consists in the study of viability of harnesses with conductive materials alternative to the copper for the development of power supply systems in automobile vehicles. The viability of the introduction of aluminum is being analyzed in combination with copper in the design of the conductive filaments of the cables, with the consequent decrease of the weight in the harness and therefore, of the fuel consumption of the vehicle and of the polluting emissions of C02 to the environment.

Seat is studying the application of a new bimetallic cable, composed by 85% aluminum and 15% copper, for its application in the wiring aggregates of Seat vehicles.

The technical pre-viability of the bimetallic cable, with the tests carried out by official laboratories has shown positive results. The bimetallic conductor can be treated in the same way that the habitual Cu conductor, that is to say, with the same connections and the same processes and productive equipments. For all that, the viability of a possible introduction of bimetallic cable in the wiring aggregates is being analyzed.

Keywords: Power supply, bimetallic cable

Resumen

El desarrollo de este proyecto representa la búsqueda de materiales alternativos al cobre en los conductores eléctricos en el cableado de los vehículos. Se ha analizado la viabilidad de la introducción del aluminio en combinación con el cobre en el diseño de los filamentos de los cables de los conductores eléctricos, consiguiendo reducciones de peso y coste en el sistema eléctrico, disminuyendo el consumo de combustible y las emisiones contaminantes de CO_2 en el medioambiente.

SEAT estudia la aplicación de un nuevo cable bimetálico, compuesto de 85% de aluminio y 15% de cobre, para la aplicación en el cableado de los vehículos SEAT

En la fase de pre-viabilidad del cable bimetálico, se han realizado pruebas oficiales de laboratorios, y se han obtenido resultados positivos. El conductor bimetálico se trata de la misma manera que el habitual cable de conductor eléctrico de Cu, se pueden utilizar: las mismas conexiones, el mismo proceso productivo y los mismos equipos. Es por ello que se está analizando la viabilidad de una posible introducción del cable bimetálico en los conductores eléctrico de los vehículos.

Palabras clave: Cable bimetálico, redes de abordo

1. Introducción

El objetivo del presente proyecto es la búsqueda de materiales alternativos en el cableado de los vehículos (actualmente los conductores son 100% de cobre), para conseguir reducciones de peso y de coste en el sistema eléctrico, repercutiendo los resultados en el consumo de combustible y en la mejora medio ambiental.

La finalidad es tener una alternativa 100% efectiva para la construcción de conductores eléctricos y su posterior utilización en cualquier vehículo.

2. Descripción del producto desarrollado y objeto del proyecto.

Este proyecto es la evolución de los desarrollos actuales en SEAT, buscando un concepto innovador a nivel de peso, coste material y eficiencia medio ambiental.

Uno de los problemas más candentes en la actual sociedad es el cuidado del medio ambiente y su preservación. SEAT no se queda atrás en este aspecto y busca una alternativa para emplear nuevos materiales en el cableado de los vehículos, reduciendo el peso y así ahorrando combustible y mejorando el medio ambiente.

Se está desarrollando un nuevo conductor eléctrico bimetálico compuesto por la interacción de 2 metales diferentes: el aluminio y el cobre. El interior del cable es de aluminio y el exterior de cobre, que siempre será constante para cada sección.

Se han realizado varios tipos de ensayos de diferente índole (mecánicos, eléctricos, etc), siguiendo las prescripciones exigidas. Se pueden destacar una relación de ensayos, tales como:

- Tracción del cable con PVC.
- Vibración prolongada.
- Comparativa en caídas de tensión antes de ensayos.
- Comparativa en caídas de tensión después de corrosión.
- Comparativa de tracción en engrapado después de ensayos.
- Incremento temperatura por calentamiento de corriente.
- Ensayo de flexibilidad comparativa CCA/CU.
- Ensayo de baja frecuencia en secciones de 0.35 y 0,5 mm2.
- Envejecimiento térmico (3000 h 105º).
- Ensayos de arrollamiento en frío (-40º C).
- Etc...

2.1 Características del CCA.

Los materiales que se han empleado son:

- Cobre (Cu): 99,5% electrolítico.
- Bimetálico (CCA): 85% Al 15% Cu

Se ha procedido a verificar el porcentaje de espesor y volumen de cobre siguiendo la normativa ASTM B566 [1] aplicable a cables de aluminio con recubrimiento de cobre para aplicaciones eléctricas.

Conforme lo establecido por la Norma ASTM B566 para cables de la clase 15H, ha de cumplirse los siguientes requerimientos para el espesor y volumen de cobre en el cable:

El mínimo espesor de cobre (recubrimiento) no debe ser inferior al 5% del radio del cable.

El volumen de cobre (área del recubrimiento) debe de encontrarse entre el 13% y 17% del volumen total (área total de la sección del cable).

La clase 15H corresponde a un volumen nominal del 15% en cobre estirado en frío.

La reducción del peso del cable por sección queda presentada en la Figura 2.

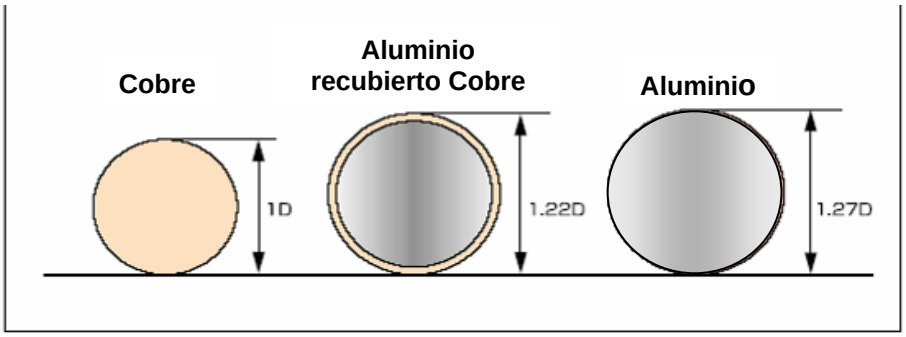


Figura 1. Comparación de diámetros necesarios para la misma resistencia

MATERIAL	SECCIÓN	PESO
Cobre	1	1
Aluminio recubierto de cobre	1,48	0,488

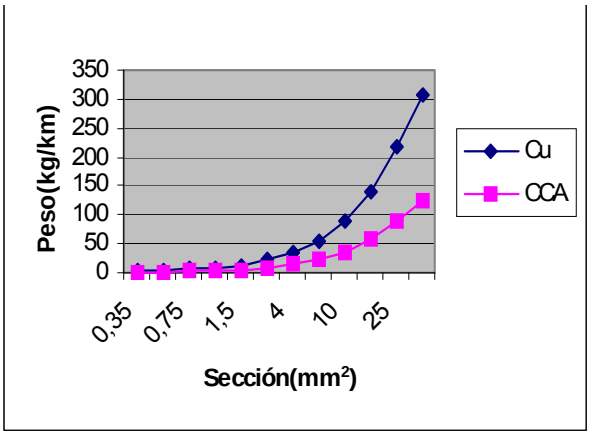


Figura 2. Gráfica Sección / Peso para cable Cu y CCA.

2.2 Ensayos

A continuación se muestran los resultados de varias pruebas realizadas durante la fase de pre-viabilidad del cable bimetálico.

2.2.1 Tracción del cable con PVC

Esta prueba consiste en comprobar la fuerza de tiraje del cable. En las secciones analizadas, el cable de CCA tiene un porcentaje de resistencia a la tracción inferior al cobre, según los datos de la Figura 3, estando dentro de los límites.

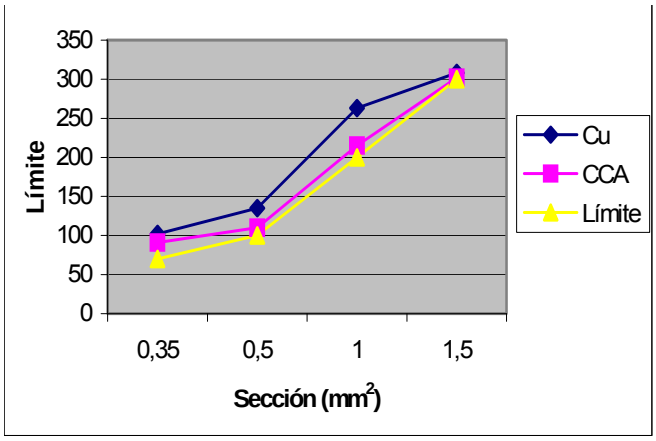


Figura 3. Comparativa de valores de tracción del cable con PVC (Cu/CCA)

2.2.2 Vibración prolongada.

Se toman los cables de cada sección de alrededor de 1 m de longitud y con conectores en ambos extremos. Se fijan uno de los extremos de las muestras sobre un vibrador, mientras que el otro extremo debe estar fijado a una estructura externa a la mesa de vibración. Se realiza un ensayo de tracción del crimpaje a una velocidad de 80 mm/min. La separación entre mordazas es de 200 mm.

La vibración comparativa en grado de agudeza 1 Cu/CCA, ha dado un comportamiento del cable CCA comparable al cobre en cuanto a soportar estados de vibraciones, dentro de las prescripciones exigidas.

Figura 4 Montaje del ensayo

2.2.3 Comparativa en caídas de tensión antes de los ensayos

En las secciones a partir de 16 mm^2 el comportamiento eléctrico es muy parecido entre ambos conductores. Cada resultado expuesto en la Tabla 1 y graficado en la Figura 5 corresponde a una media de 3 mediciones.

SECCION (mm^2)	A	Límite(mV)	Cu (mV)	CCA (mV)
0,35	2	3	1,9	2,3
	1		---	1,2
0,5	2	3	1,5	2,2
	1		---	1,2
1	6	6	3,5	4,7
	2		---	1,4
1,5	10	6	5	5,8
	6		---	3,5
4	20	8	3,8	4,3
	16		---	3,3
6	25	6,5	4,4	5,4
	20			4,3
16	65		5,6	5,7
	40		---	3,5
35	120		15,8	8,9
	90		---	7,8

Tabla 1. Valores CDT según sección.

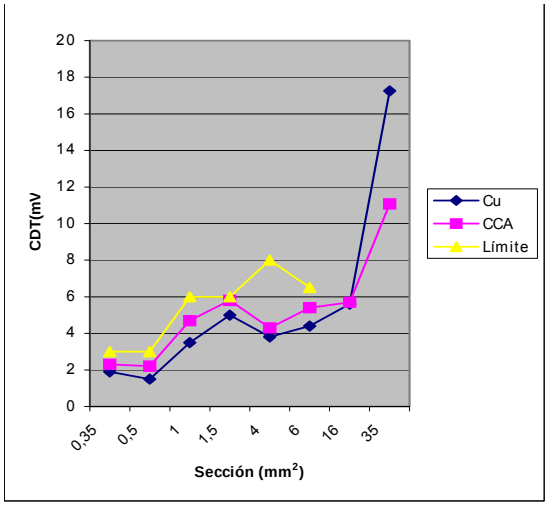


Figura 5. Gráfico CDT según sección

De aquí se puede exponer dos conclusiones:

- El cable CCA debe medirse con intensidades propias a su resistencia óhmica, así a un cable de 1 mm^2 CCA debe aplicársele la intensidad correspondiente a un cable de 0,5 Cu.

- Por otra parte, esta regla no es del todo exacta, ya que si se analiza la Tabla 1 se puede observar que para equipararse con el cobre, el cable CCA podría asumir más intensidad que la nominal que se le ha aplicado.

Ya en esta comparativa se puede ver que la gran ventaja del CCA respecto al cable de aluminio 99% reside precisamente en la factibilidad de la interacción entre el conductor con recubrimiento de cobre y los materiales habituales de los terminales, latón, latón estañado, bronce, etc.

2.2.4 Comparativa en caídas de tensión después de corrosión.

Ciclos de corrosión soportados según DIN EN 600 68-2-11 Ka. El ensayo consta de 6 ciclos de 24 horas, es decir, 144 horas de corrosión salina. Los valores obtenidos en la caída de tensión en el ensayo de corrosión salina se muestran en la tabla 2.

Se comprueba lo mismo que lo visto en el apartado anterior 2.2.3, el cable CCA muestra resultados equivalentes al de cobre, estando dentro de los límites requeridos en la corrosión salina. (Tabla 2 y Figura 6)

SECCION (mm^2)	A	Límite (mV)	Cu (mV)	CCA (mV)
0,35	2	4,5	1,9	4,5
	1		---	2
0,5	2	4,5	1,5	3,2
	1		---	1,8
1	6	6	8,8	5,6
	2		---	1,8
1,5	10	9	4,6	8,2
	6		---	4,2
4	20	12	6,6	5,9
	16		---	5,1
6	25	10	5,9	8,4
	20			5
16	65		7	8,6
	40		---	5
35	120		6,4	6,4
	90			5

Tabla 2. Valores de caída de tensión según sección tras corrosión salina

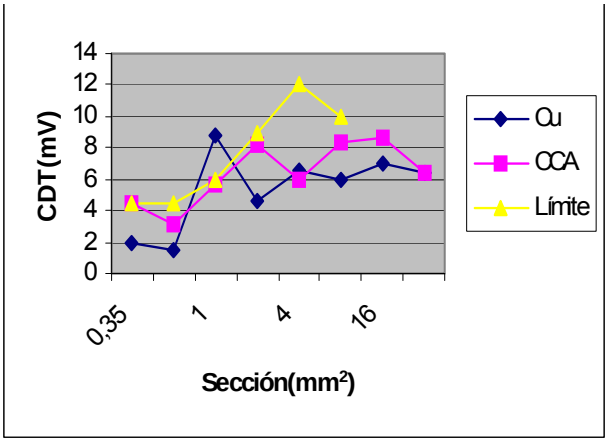


Figura 6. Gráfico CDT según sección tras corrosión salina

2.2.5 Comparativa de tracción en engrapado después de los ensayos.

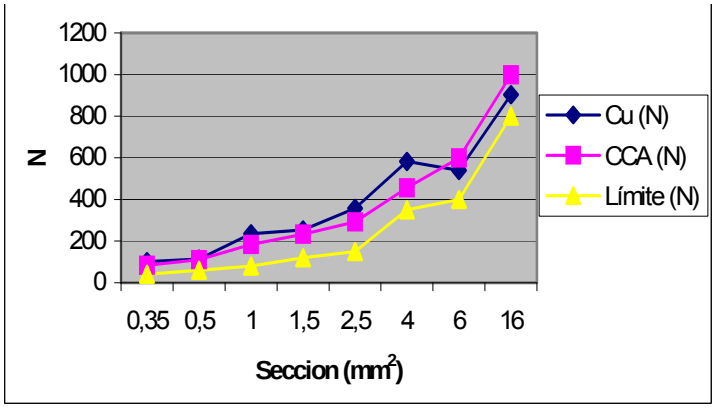


Figura 7. Resultados de tracción de engrapado según sección.

Se comprueba que las tracciones alcanzadas están dentro de las prescripciones (Figura 7).

2.2.6 Incremento de la temperatura por el calentamiento de corriente.

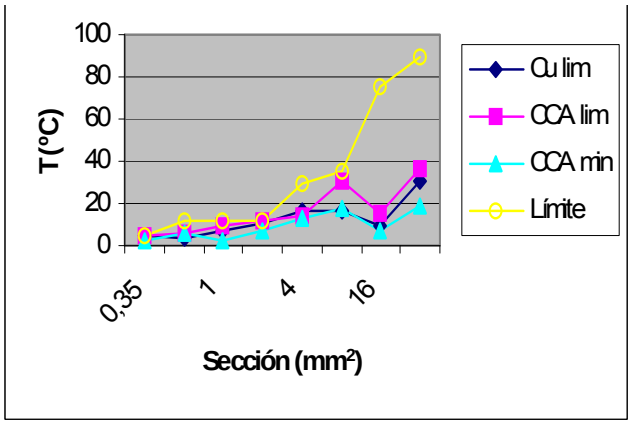


Figura 8. Valores de temperatura por calentamiento de corriente

SECCION (mm2)	A	Límite (ºC)	Cu (ºC)	CCA (ºC)
0,35	2	5	4,8	4,2
	1		---	2,9
0,5	2	12	3	6,3
	1		---	5,5
1	6	12	6,8	9
	2		---	2,8
1,5	10	12	10,3	11,9
	6		---	6,7
4	20	30	16,3	13,7
	16		---	12,4
6	25	35	16,5	30,8
	20		---	17,3
16	65	75	9,9	15,1
	40		---	7,5
35	120	90	31,06	36,3
	90		---	19,3

Tabla 3. Valores de temperatura por calentamiento de corriente

Se ha comprobado que las temperaturas alcanzadas son parecidas en algunas secciones, pero con algunos resultados dispersos en general, teniendo en cuenta la corriente empleada (ver Figura 8 y Tabla 3).

2.2.7 Ensayo de flexibilidad comparativa CCA/CU

Se han realizado ensayo de flexiones a 30.000 y 60.000 ciclos todas las muestras, y en algunos casos hasta 100.000. La norma UNE 21031 exige 30.000 ciclos de flexión. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

MUESTRA	30.000 Ciclos	60.000 Ciclos
CCA 0,5 mm2	30000	57235
CU 0,5 mm2	30000	60000
CCA 1 mm2	30000	60000
CU 1 mm2	30000	60000
CCA 1,5 mm2	30000	48142
CU 1,5 mm2	30000	59569

Tabla 4. Valores de ciclos por sección

2.2.8 Ensayo de baja frecuencia en sección de 0,35 y 05 mm^2.

Las muestras son fijadas por su conector y se les aplica un movimiento senoidal de 25 mm de amplitud y 1 s de periodo en un punto a 10 cm de la fijación (ver Figura 9).

El ensayo es realizado a temperatura ambiente y tiene una duración de 500 ciclos, estando cada uno de ellos compuesto de un primer movimiento seno de duración igual a un periodo, seguido por una etapa de reposo de 15 minutos.

Durante todo el ensayo se monitorizará la resistencia de cada uno de los cables, bajo una corriente constante de 100 mA , medida entre el conector y el extremo libre del cable.

En cada etapa senoidal del movimiento se toma un registro de la resistencia con una frecuencia de adquisición de 100 Hz, para evaluar la variación de resistencia a lo largo del ensayo y la posible presencia de microcortes durante el movimiento (ver tabla 5a).

Esquema del proceso del ensayo a baja frecuencia

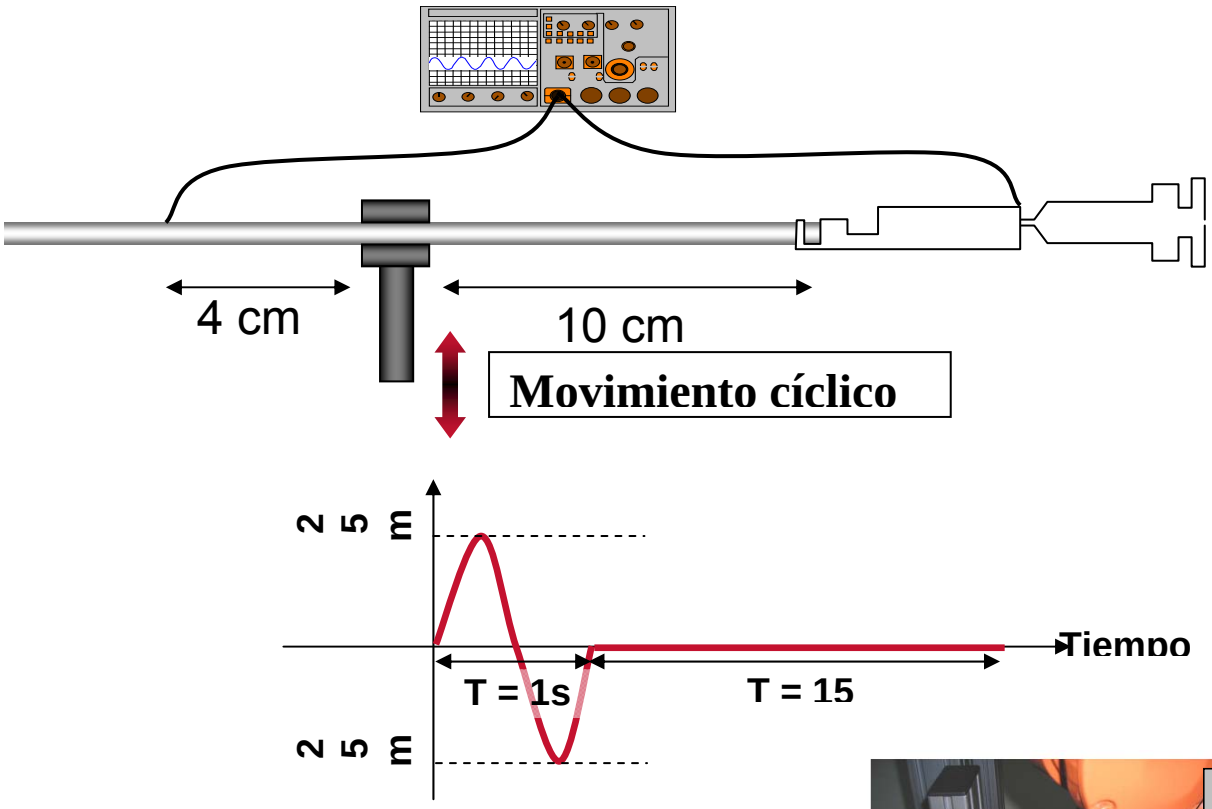
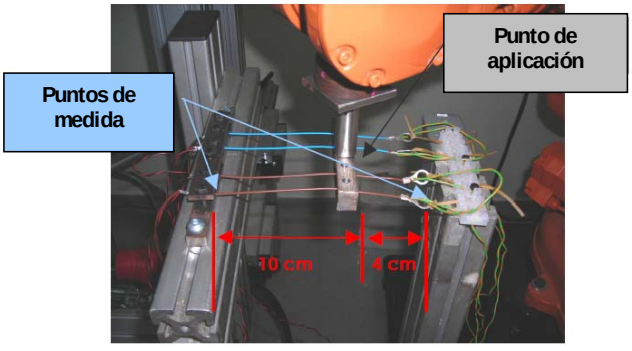


Figura 9 Ensayo Baja Frecuencia



	Rinicial (mΩ)	Rfinal(mΩ)	Microcortes
CCA 0,35mm^2	10,55	10,3	No detectados
Cu 0,35mm^2	6,45	6,55	No detectados
CCA 0,5mm^2	8,45	8,55	No detectados
Cu 0,5mm^2	4,35	4,45	No detectados

Tabla 5a. Valores de la resistencia y microcortes

Tras los cambios climáticos, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5b

	Rinicial (mΩ)	Rts(mΩ)	Rfw(mΩ)
CCA 0,35 mm^2	12,9	14,9	15,8
Cu 0,35 mm^2	9,6	11,25	11,25

Tabla 5b. Valores de resistencia tras cambios climáticos

2.2.9 Envejecimiento térmico (3000 h 105 ºC).

Se mantienen las muestras en una estufa (Figura 10) durante 3000 horas a 105 C colgadas, de forma que el aislante no toque la bandeja, y separadas entre sí al menos 20 m. Una vez que salgan de la estufa, se dejan en una sala a 23 C durante al menos 16 horas.

Figura 10. Muestras en la cámara estufa

3 Conclusiones.

- Todas las muestras previas CCA pasan los ensayos de los requerimientos exigidos para el cable Cu.
- La previabilidad técnica del cable bimetálico, con los ensayos realizados ha mostrado resultados positivos.
- En los ensayos adicionales diseñados para comparar CCA y Cu la tendencia es positiva.

4 Descripción de las innovaciones presentadas en el producto

La principal novedad tecnológica presente en este proyecto es la utilización conjunta de aluminio y cobre, como material alternativo, en las redes de abordo de los vehículos automóviles.

5 Incidencia del nuevo producto en el sector del automóvil.

La introducción de Aluminio junto con el cobre en la composición de las filásticas de los cables permite conseguir un gran potencial de reducción del peso en los mazos de cables del vehículo, con la consecuente disminución del consumo de combustible y las emisiones de CO_2.

Adicionalmente, actualmente en el mercado mundial el coste en bruto del Aluminio es menor al del Cobre, con el consiguiente potencial económico.

Referencias

[1] ASTM B566 - 04a Standard Specification for Copper-Clad Aluminum Wire.

[2] UNE 21031-13/1M:2001. Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 13: Cables de dos o más conductores con cubierta de PVC resistente al aceite

Correspondencia (Para más información contacte con):

Víctor Oliveras Mérida
Centro Técnico de SEAT, S.A.
Autovía A-2, km 585. 08760 Martorell. España
Teléfono de contacto: (34) 937087084
E-mail de contacto: victor.oliveras@seat.es
URL: www.seat.es