

MEDIDAS DE INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA POR PROCEDIMIENTO OBJETIVO EN EL INTERIOR DE UN VEHÍCULO

Carmen Delgado Bueno * y Juan Manuel Martín Jiménez **

* Instituto de Acústica. CSIC. Serrano 144. 28006 Madrid. España

** Nissan European Technology Center- España (NETC-E). Zona Franca. Sector B,C/3, 77-111
08040 Barcelona. España

SUMMARY

In this paper are presented measurements of speech intelligibility inside a vehicle, by means of an objective procedure (RASTI), to evaluate the communication process inside it. The aim of this study is to implement a procedure to check the improvement of speech communication among the passengers of a vehicle, in which it has been installed an Active Noise Control system.

INTRODUCCIÓN

El conductor y los pasajeros de un vehículo están expuestos a diversas clases de ruidos que, entre otros efectos, dificultan la comunicación entre sí, la opción de escuchar música o una emisora de radio y, tal vez, la posibilidad de escuchar una señal de alarma. Dichos ruidos provienen principalmente del motor, con sus elementos complementarios, de la rodadura sobre el pavimento, de la carrocería y de la fricción con el viento.

Este trabajo pretende facilitar un procedimiento de comprobación de la mejora en la comunicación, entre los ocupantes de un vehículo, al que se ha de aplicar un sistema de Control Activo del Ruido (CAR).

Entre las posibilidades de estudiar el efecto del ruido sobre la inteligibilidad de la palabra, bien mediante ensayos subjetivos en laboratorio, con un grupo significativo de oyentes y empleando como ruido de fondo el registrado en el interior del vehículo, o bien por procedimiento objetivo, midiendo directamente en su interior, con el sistema RASTI (Rapid Speech Transmission Index), hemos elegido este último, en una primera etapa del trabajo, atendiendo a su funcionalidad.

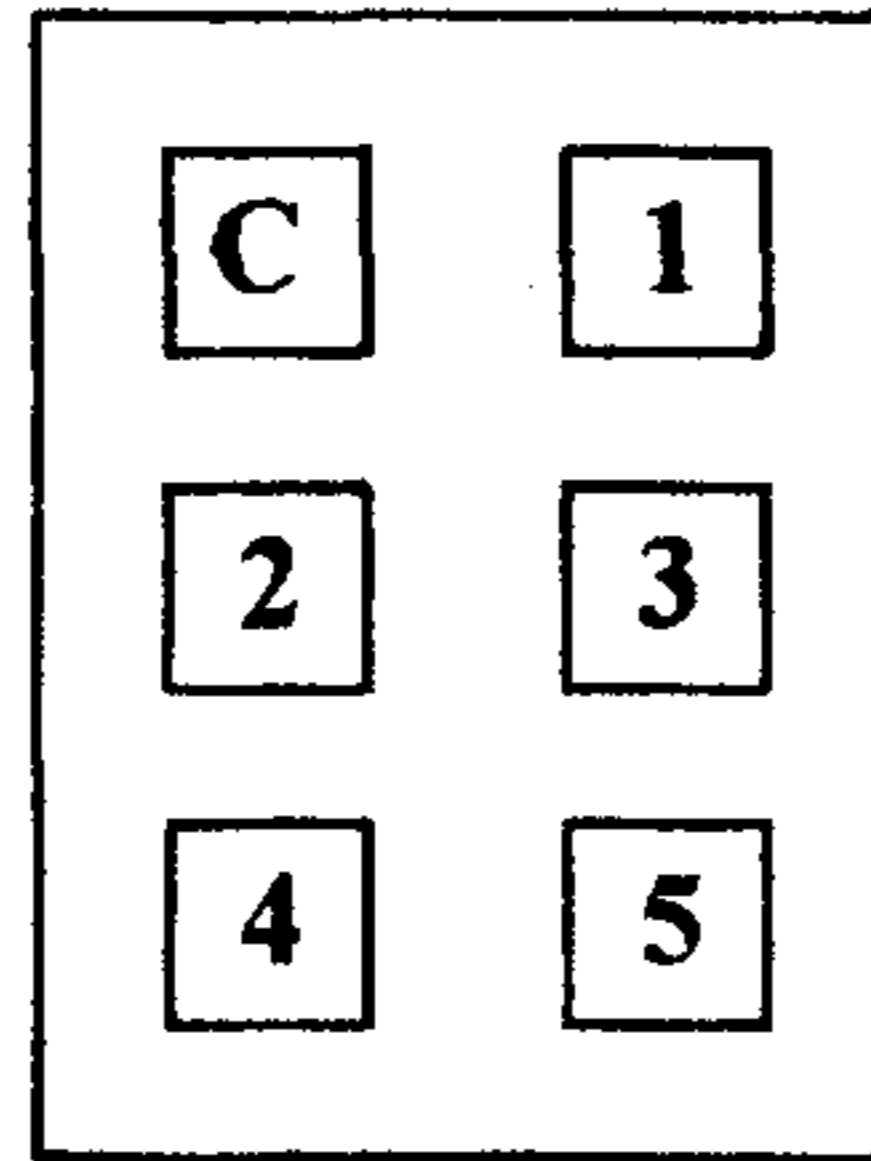
Las pruebas se han realizado en un vehículo comercial preparado para experimentación, tipo "furgoneta", que dispone de dos filas de asientos traseros.

REALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS

La instrumentación empleada ha sido, el Medidor de Transmisión de Palabra, modelo 3361 de Brüel & Kjaer, constituido por el Transmisor, modelo 4225 y el Receptor, modelo 4419. Los registros se han obtenido con la impresora modelo 2318. El tiempo fijado para cada registro ha sido de 8 segundos.

Los ensayos se han llevado a cabo en dos etapas: con el vehículo situado en una Cámara Semianecoica, y puesto en circulación en Pista de Pruebas. En ambos casos se ha variado el régimen del motor. En laboratorio se ha medido con 2.500, 3.000, 3.500 y 4.000 revoluciones por minuto. En pista, con 3.000, 3.5000 y 4.000 r.p.m.

Los puntos de medida se han fijado según el esquema adjunto, donde C representa la posición del conductor. Se han hecho tomas emitiendo desde el punto C y registrando en todos los restantes, y emitiendo desde cada uno de los asientos, situando el receptor en la posición del conductor. Igualmente se han intercambiado emisor y receptor entre el resto de las localizaciones, con el fin de obtener un "barrido" del recinto, lo más completo posible, que proporcione información sobre las condiciones para la comunicación en su interior.



Durante las medidas, el altavoz de emisión de señal se ha situado a la altura de la boca de un teórico orador y en la dirección en que emitiría la palabra. El micrófono del receptor ha estado situado a la altura en que estaría la cabeza de un oyente.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos figuran en las tablas I y II. De las posibilidades de información que ofrecen las medidas RASTI hemos seleccionado, aparte de los valores globales, los correspondientes a los Índices de Transmisión de la Palabra (STI) para las bandas de octava de 500 Hz y de 2.000 Hz por ser los más interesantes para nuestro estudio.

Estos resultados muestran que las condiciones para la comunicación no son las adecuadas en la mayoría de los puntos medidos, resultando más favorables, como es lógico, los de mayor proximidad entre emisor y receptor, especialmente cuando ambos están en asientos contiguos. La proximidad al parabrisas favorece el refuerzo de la señal por reflexión, lo que se aprecia cuando el receptor está localizado en la zona delantera.

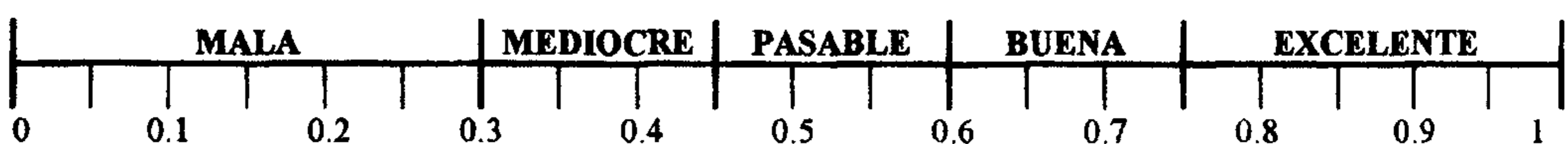
Como se puede observar existe una diferencia notable entre los valores correspondientes a cada una de estas bandas, siendo inferiores los de la banda de 500 Hz, lo que puede justificarse por la complejidad del campo acústico existente en el recinto. (Ver comunicación "Medidas de ruido y vibraciones en el interior de un vehículo para el diseño de un sistema CAR multicanal" P.Cobo y J.M. Martín)

Dado que el Control Activo del Ruido es eficaz para bajas frecuencias, se espera que, una vez instalado en el vehículo, se perciba su acción en los valores concernientes a la banda de frecuencias de 500 Hz, debido al efecto de enmascaramiento, y se mejoren los resultados de inteligibilidad obtenidos.

Con relación a los valores correspondientes al vehículo circulando, no se observan variaciones notables respecto a los de Laboratorio, lo que indica que la posible influencia del ruido de rodadura y de la fricción con el viento, no ha sido significativa en este caso.

Si se quiere dar una interpretación cualitativa de los valores obtenidos para el índice RASTI, podemos hacerlo observando la figura 1, que establece la equivalencia entre valores subjetivos de inteligibilidad de la palabra y los valores físicos obtenidos de Índice de Transmisión de la Palabra (STI). Esto según las aportaciones de Steeneken y Houtgast (JASA, V67, 318-326, 1980)

INTELIGIBILIDAD



RASTI

Figura 1. Interpretación cualitativa del RASTI

TABLA I. MEDIDAS RASTI EN LABORATORIO PARA DISTINTOS REGIMENES DEL MOTOR

Emisor	Receptor	2500 r.p.m.			3000 r.p.m.		
		RASTI	STI 500	STI2000	RASTI	STI500	STI2000
C	2	0,37	0,20	0,51	0,22	0,07	0,34
C	3	0,29	0,11	0,43	0,19	0,10	0,26
C	4	0,25	0,15	0,33	0,17	0,16	0,17
C	5	0,22	0,13	0,29	0,22	0,17	0,25
1	C	0,68	0,52	0,80	0,63	0,38	0,83
2	C	0,56	0,35	0,72	0,48	0,25	0,67
3	C	0,59	0,32	0,80	0,47	0,16	0,73
5	C	0,45	0,26	0,60	0,43	0,24	0,58
1	2	0,37	0,14	0,56	0,32	0,10	0,50
1	3	0,36	0,25	0,45	0,30	0,20	0,38
1	5	0,20	0,10	0,29	0,20	0,22	0,19
5	2	0,58	0,38	0,74	0,44	0,23	0,61

TABLA I. MEDIDAS RASTI EN LABORATORIO, PARA DISTINTOS REGIMENES DEL MOTOR
(Continuación)

Emisor	Receptor	3500 r.p.m.			4000 r.p.m.		
		RASTI	STI 500	STI2000	RASTI	STI500	STI2000
C	1	0,46	0,30	0,60	0,38	0,25	0,47
C	2	0,28	0,15	0,38	0,20	0,14	0,25
C	3	0,23	0,11	0,32	0,17	0,07	0,24
C	4	0,20	0,17	0,22	0,18	0,24	0,13
C	5	0,16	0,14	0,17	0,14	0,13	0,14
1	C	0,47	0,19	0,69	0,42	0,22	0,59
2	C	0,37	0,10	0,59	0,40	0,28	0,51
3	C	0,44	0,20	0,63	0,36	0,12	0,55
5	C	0,33	0,16	0,47	0,31	0,20	0,40
1	2	0,26	0,11	0,38	0,28	0,23	0,31
1	3	0,19	0,10	0,27	0,20	0,13	0,36
1	5	0,11	0,08	0,13	0,12	0,19	0,06
5	2	0,39	0,14	0,59	0,28	0,09	0,43

TABLA II. MEDIDAS RASTI CON EL VEHICULO CIRCULANDO, PARA DISTINTOS REGIMENES DEL MOTOR

Emisor	Recep.	3000 r.p.m.			3500 r.p.m.			4000 r.p.m.		
		RASTI	STI500	STI2000	RASTI	STI500	STI2000	RASTI	STI500	STI2000
3	2	0,52	0,44	0,57	0,42	0,33	0,50	0,39	0,27	0,49
1	5	0,21	0,14	0,27	0,17	0,06	0,26	0,18	0,14	0,21
4	1	0,34	0,11	0,53	0,29	0,13	0,42	0,46	0,06	0,76

CONCLUSIONES

La escasa bibliografía sobre el tema no nos ha permitido realizar valoraciones comparativas con nuestro trabajo. No obstante, los resultados obtenidos, nos muestran que es posible considerar adecuado el procedimiento de medida RASTI para el cálculo de la inteligibilidad en el interior de un vehículo, siempre que se acompañe de la medida del campo acústico que se produce en su interior, pues debido a la complejidad de dicho campo, se pueden originar conclusiones erróneas. Las diferencias existentes entre los valores del Índice de Transmisión de la Palabra (STI), para las bandas de octava de 500 Hz y de 2.000 Hz, no tendrían explicación sin conocer la caracterización acústica del recinto.

Por este motivo y por la validez de las comprobaciones que se efectuarán después de la aplicación del CAR, es fundamental la fijación de los elementos de la instrumentación en los puntos de medida, así como el mantenimiento de los puntos de la toma de datos para medidas posteriores.

Como se ha dicho anteriormente, consideramos que la aplicación del CAR producirá mejoras en la inteligibilidad, debido a que la perturbación de las bajas frecuencias sobre las que aquel va a actuar, enmascara zonas que afectan a las frecuencias de la palabra. Alguna actuación sobre el equipamiento interior del vehículo, a base de materiales absorbentes, favorecería las condiciones para la comunicación.

BIBLIOGRAFIA

1. T. Houtgast and H.J.M. Steeneken, "The Modulation Transfer Function in Room Acoustics", Technical Review, Brüel & Kjaer, N° 3, 1985
2. A.Foti, et al, "Intelligibilité de la parole dans les vehicules legers. Recherche de criteres d'évaluation", 7th FASE Symposium, Edinburgh
3. G.Pachiaudi et al, "Intelligibilité à l'intérieur des véhicules automobiles" Rapport INRETS, 1987

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto " Reducción del ruido de baja frecuencia radiado por fuentes encapsuladas, mediante una tecnología híbrida de control pasivo-activo" (AMB97-1175-C03-01), financiado por la CICYT