

# L'INGEGNERE UMBRO



35

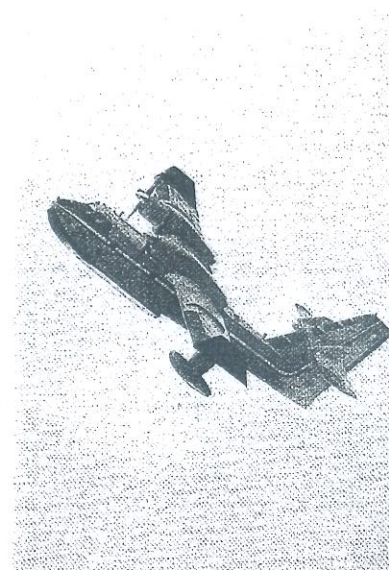
<p><b>L'INGEGNERE UMBRO</b> n° 12 - anno IX - Dicembre 2000</p> <p><b>Direttore Responsabile:</b> Giancarlo Scoccia.</p> <p><b>Redattore Capo:</b> Sergio Sisani.</p> <p><b>In Redazione:</b> Antonio Abbozzo, Bernardino Buonforte, Federica Castori, Gabriele Costantini, Simonetta Gigli, Sergio Marconi, Giuliano Mariani, Giovanni Paparelli, Simona Salvo.</p> <p><b>Grafica e impaginazione:</b> Simonetta Gigli.</p>	<p><b>Editore:</b> Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia.</p> <p><b>Direzione e Redazione:</b> via Campo di Marte, 9 - 06124 Perugia tel. 0755001200 - fax 0755001707. e-mail: ser@econet.it</p> <p><b>Concessionario per la pubblicità:</b> SIFA S.r.l. Via Pievaiola, 45 - 06128 Perugia tel. e fax 0755051028.</p>	<p><b>Hanno collaborato a questo numero:</b> Cinzia Buratti, M. Cristina Cappelloni, Antonello Cecchetti, Leonardo Chiavarini, Franco Cotana, Antonello Giovannelli, Massimo Mariani, Federico Rossi, Roberto Soriente, Uwe Wienke.</p> <p>Gli articoli e le notizie pubblicati sono esclusivamente espressione dell'autore e non impegnano la Redazione. Gli articoli non firmati sono della Redazione. Testi, foto e disegni inviati non saranno restituiti.</p>
--	---	--

**Stampa:** Grafiche Diemme - Bastia Umbra (PG). - **Servizi Prestampa:** Imago Service - Perugia.  
Autorizzazione Tribunale di Perugia n° 31/1991 del 29/9/1991 - Questo numero è stato stampato in 6.000 copie.

# Sommario

<b>ELETTROSMOG: de jure condendo</b> - a cura di Antonello Giovannelli	<b>5</b>
<b>GLI INGEGNERI E L'ARBITRATO</b> - Massimo Mariani	<b>8</b>
<b>IL GIARDINO STORICO DEL CASTELLO BUFALINI</b> - Roberto Soriente, Simona Salvo	<b>11</b>
<b>CANAD... AIR SHOW</b> - Sergio Sisani	<b>16</b>
<b>IL CONTROLLO ATTIVO DEL RUMORE</b> - C. Buratti, F. Cotana, F. Rossi	<b>19</b>
<b>LA COGENERAZIONE... questa sconosciuta</b> - Antonello Cecchetti	<b>22</b>
<b>DURA LEX... SED INIURIA</b> - Federica Castori, Giuliano Mariani	<b>25</b>
<b>IL TETTO IN LEGNO</b> - Uwe Wienke	<b>26</b>
<b>MISCELLANEA</b> - Giovanni Paparelli	<b>28</b>
<b>FISCO E DINTORNI</b> - M. Cristina Cappelloni, Leonardo Chiavarini	<b>30</b>

**In copertina: Canadair CL-415.**  
(Fotografia di Sergio Sisani).



**L**e vigenti Normative in materia di inquinamento acustico (D.P.C.M. 01.03.91, L.Q. 447/95) prevedono, in molti casi, l'adozione dei piani di risanamento, in particolare:

- in caso di superamento dei valori di attenzione, definiti dall'art. 2, comma 1, lettera g) della L.Q. 447/95;
- quando, nella redazione della zonizzazione, si ha contatto diretto tra aree i cui limiti di rumore differiscono per più di 5 dBA.

In tali casi è necessario pianificare gli interventi e stabilire le metodologie di attuazione dei Piani stessi; in particolare, individuate le aree in cui si rendono necessari gli interventi di bonifica acustica, occorre definire le relative priorità di intervento.

In base all'esperienza maturata dalla Sezione di Fisica Tecnica (Laboratorio di Acustica) del Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Perugia nella realizzazione dei Piani di Risanamento Acustico di Perugia, Terni, Foligno e di altri Comuni dell'Umbria, nonché di alcuni Comuni del Lazio come Ladispoli e Palestrina, un piano di risanamento può essere realizzato per fasi, così articolate:

1. *progetto delle attività*;
2. *misure di rumore*: rilievo sistematico sul territorio del livello di rumorosità;
3. *mappatura acustica*: a partire dai dati sperimentali e per mezzo di modelli di calcolo, si tracciano le linee di isolivello;
4. *zonizzazione acustica*: suddivisione del territorio in classi di rumorosità, sulla base di informazioni di carattere statistico e urbanistico;
5. *bonifica*: il confronto tra mappatura e zonizzazione pone in evidenza le aree da bonificare, con livelli reali di rumore superiori ai valori previsti dalla zonizzazione.

Nella fase di bonifica acustica occorre pianificare gli interventi e stabilirne le priorità; ciò può essere fatto basandosi su alcuni parametri quali:

- a) numero di classi di superamento dei limiti;
- b) entità della popolazione esposta ai livelli di rumorosità;

## IL CONTROLLO ATTIVO DEL RUMORE

- c) classe di zonizzazione di appartenenza;
- d) eventuale presenza di esposti da parte della popolazione residente;
- e) rapporto costi/benefici dell'intervento.

L'indice di rischio acustico può essere calcolato come somma di punteggi associati a detti parametri.

La determinazione dell'indice del rischio acustico di un'area consente di stabilire l'ordine di priorità degli interventi; al termine dell'operazione il Comune ha a disposizione un elenco suddiviso per soggetti o enti responsabili delle emissioni acustiche.

*Cinzia Buratti,  
Franco Cotana,  
Federico Rossi.*

(Dipartimento di  
Ingegneria Industriale  
dell'Università degli  
Studi di Perugia)

*cura redazionale di  
Gabriele Costantini.*

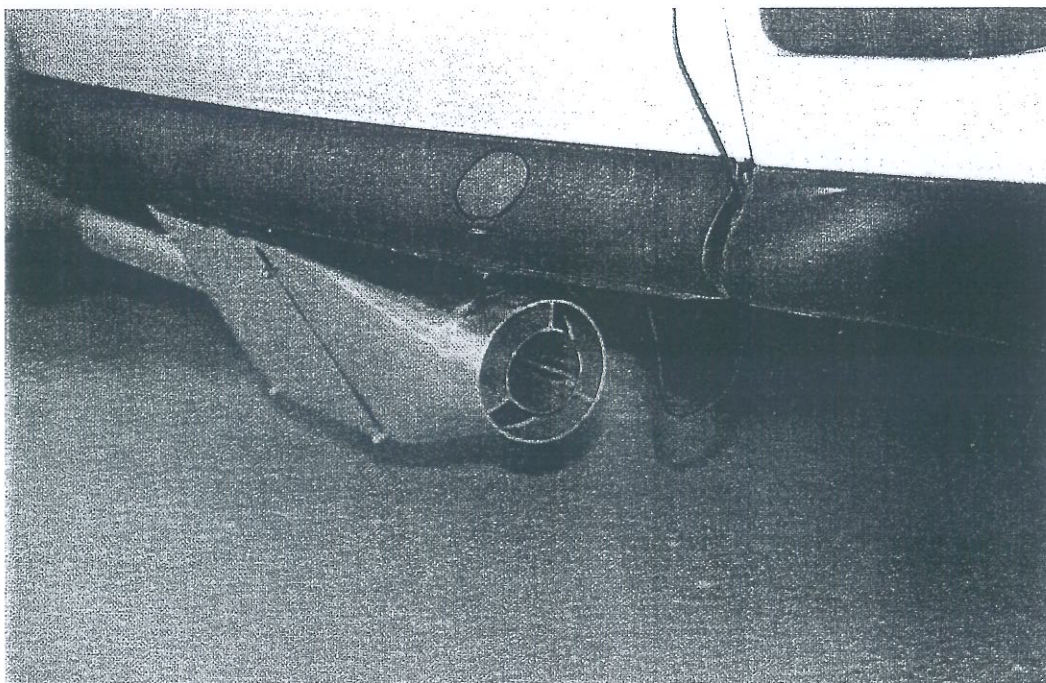
*Combattere il rumore con il rumore. Si potrebbe semplificare così questa tecnica di insonorizzazione che vede l'Università di Perugia all'avanguardia. L'articolo passa in rassegna le ultime evoluzioni tecnologiche.*

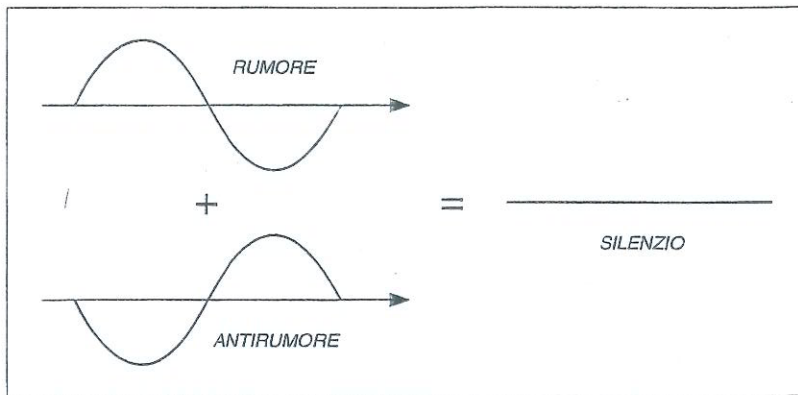
Gli interventi di bonifica acustica possono classificarsi in tre gruppi:

- interventi di protezione e attenuazione del rumore;
- interventi sul traffico;
- provvedimenti amministrativi.

Il controllo attivo del rumore rientra nel

*Marmitta elettronica  
installata su Fiat  
Marea: particolare  
della sezione di uscita.*





*Il principio di sovrapposizione degli effetti che sta alla base dell'annullamento del rumore.*

primo gruppo di interventi, che possono essere diretti (azioni sulle sorgenti) o indiretti (azioni sui ricettori). Il controllo attivo è evidentemente un tipo di intervento diretto che si basa sul principio fisico della sovrapposizione degli effetti e consiste nell'introduzione di un segnale acustico (antirumore) artificiale che ha la stessa forma ma segno opposto del rumore disturbante; la somma del rumore e dell'antirumore produce una notevole attenuazione del rumore stesso in corrispondenza del ricettore.

Lo stato attuale della ricerca nel campo del controllo attivo del rumore è caratterizzato da tre linee di tendenza, ciascuna delle quali indirizzata verso un determinato obiettivo:

- perfezionamento e sofisticazione dei sistemi di controllo in campo sonoro aperto con più microfoni e più altoparlanti;
- attenuazione di rumori emessi da condotti, tubazioni di scarico dei motori, aspirazioni di pompe da vuoto, ed altro;
- realizzazione di sistemi in grado di at-

nuare la trasmissione del rumore attraverso lastre o pareti sottili mediante produzione di vibrazioni uguali ed opposte a quelle generate dal rumore incidente.

La realizzazione di efficienti sistemi di controllo attivo è oggi legata all'enorme sviluppo dell'elettronica, attraverso le potenzialità offerte dai moderni DSP (*Digital Signal Processor*) e la disponibilità di nuovi attuatori e sensori di elevate prestazioni, piccole dimensioni e basso costo. Nel Laboratorio di Acustica dell'Università di Perugia è in corso da dieci anni un programma di ricerca su sistemi di controllo attivo del rumore. Nell'ambito della ricerca sono state studiate le seguenti problematiche:

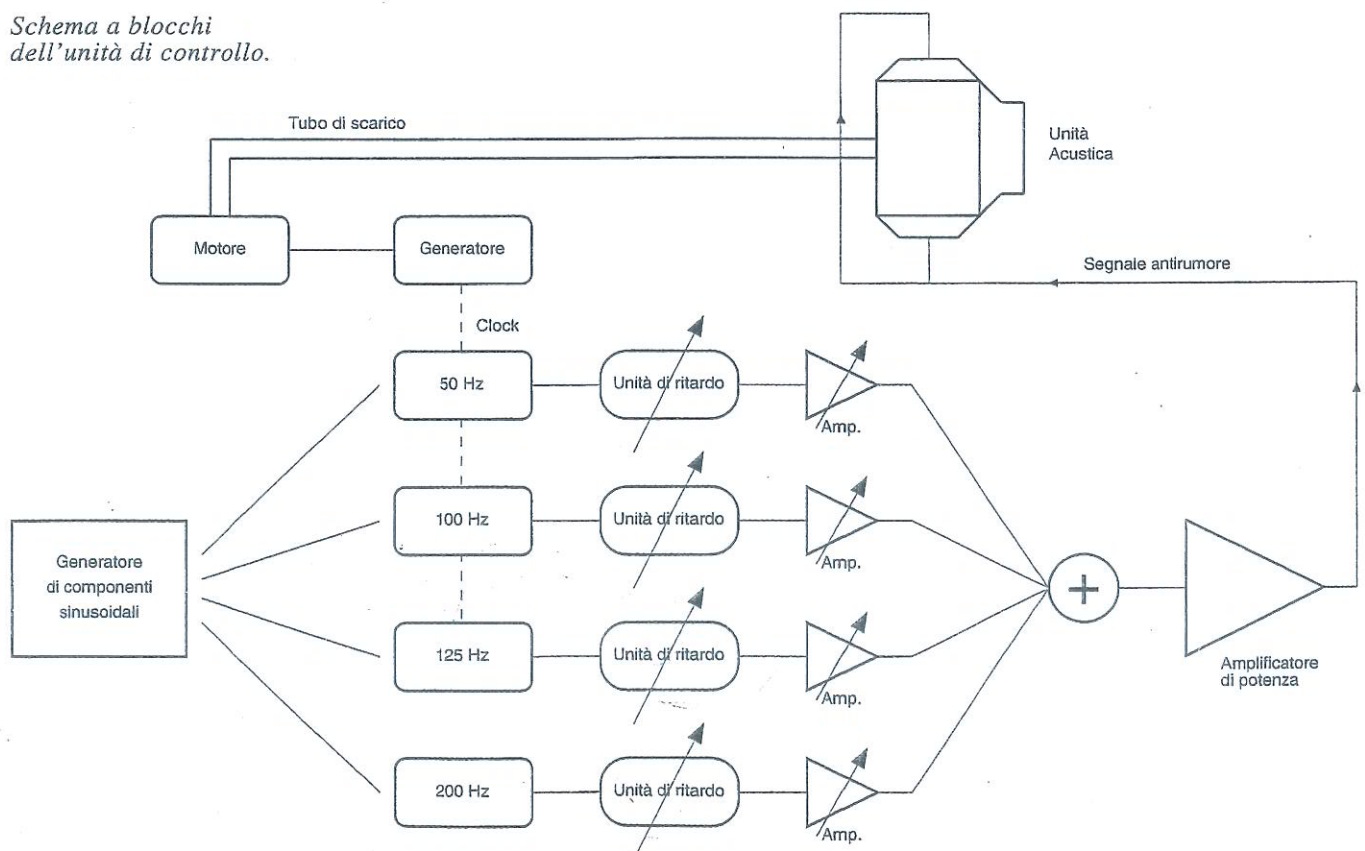
- sistemi di controllo attivo con altoparlanti;
- sistemi di controllo attivo con l'impiego di sensori-attuatori piezoelettrici;
- sistemi di controllo attivo delle vibrazioni di piattaforme con motori elettrici (attuatori) e accelerometri (sensori).

Sono stati realizzati i seguenti prototipi:

- vetri a controllo attivo (incremento del potere fonoisolante mediante trasduttori piezoelettrici);
- controllo attivo del rumore in canali d'aria condizionata;
- piattaforma antivibrante per il trasporto delle opere d'arte con controllo attivo;
- marmitta elettronica (piccolo prototipo da laboratorio);
- marmitta elettronica per motori di gruppi elettrogeni (caso reale per regime di rotazione costante attualmente funzionante presso una centrale telefonica a Roma);
- marmitta elettronica per motori a 2 tempi;
- marmitta elettronica per motori a 4 tempi.

Il controllo attivo del rumore emesso allo scarico dai motori a combustione interna fa parte di una problematica già in parte affron-

*Schema a blocchi dell'unità di controllo.*



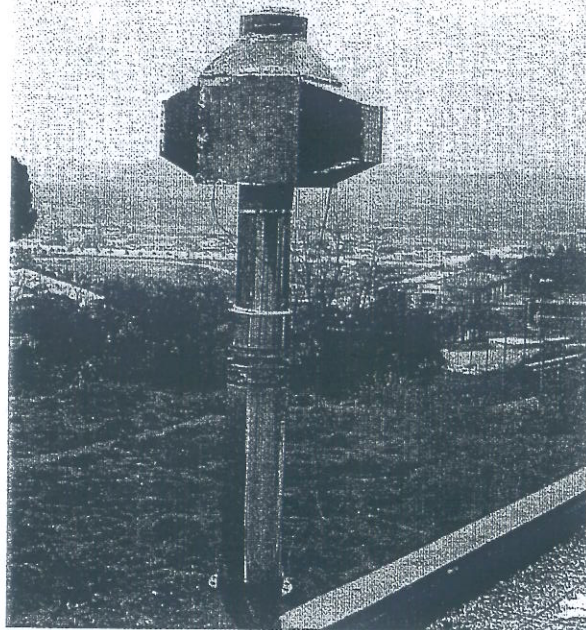
tata; i sistemi proposti fanno riferimento ad uno schema classico microfono-altoparlante già previsto da Lueg nel suo primo brevetto. Uno dei maggiori problemi dei sistemi di controllo attivo è quello della stabilità. Poiché il segnale prelevato nel campo acustico per generare il segnale di controllo è perturbato dallo stesso segnale di controllo tramite l'altoparlante, è molto facile che si instauri un fenomeno di autoscillazione. Per superare il problema, una via intrapresa con successo da vari Autori, è quella di sintetizzare la forma d'onda dell'antirumore generando il segnale di controllo (antirumore) in base ad un segnale di sincronismo prelevato dalla sorgente disturbante ed evitando l'impiego del microfono. Tale approccio presenta degli indubbi vantaggi e migliora sicuramente la stabilità del sistema in quanto il segnale di controllo non è legato al rumore, ma viene generato in maniera del tutto indipendente. Il segnale di sincronismo non è influenzato dalle variazioni del campo acustico ed è solitamente prelevato da un sensore che rileva un parametro del sistema meccanico che produce il rumore (ad esempio la velocità di rotazione del motore e la frequenza di vibrazione di parti meccaniche).

Attualmente è allo studio un prototipo per il controllo attivo del rumore da rotolamento; il rumore dei mezzi di trasporto su gomma è infatti dovuto alla somma dei contributi dei seguenti fenomeni:

- rumore proveniente dal vano motore, dovuto al motore stesso e agli organi in movimento;
- rumore allo scarico;
- rumore aerodinamico causato dall'attrito del mezzo con l'aria;
- rumore da rotolamento dei pneumatici sulla pavimentazione stradale.

Il rumore proveniente dal vano motore viene efficacemente contrastato mediante cofani fonoisolanti e, tenuto conto delle ormai assodate tecniche costruttive di motori a basse emissioni acustiche, costituisce il contributo meno significativo specialmente a velocità medio alte. Per l'attenuazione del rumore allo scarico le autovetture sono equipaggiate con marmitte passive a più stadi. Inoltre attualmente è stato realizzato, a seguito di una collaborazione fra ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente) e Laboratorio di Acustica dell'Università di Perugia, una marmitta elettronica basata sul controllo attivo del rumore, particolarmente efficace alle basse frequenze che, se sostituita alle tradizionali marmitte passive, produce un incremento del rendimento del motore di circa il 5%. La marmitta elettronica è stata installata su un'auto modello Fiat Marea 1900 cc con motore diesel, fornita dal Centro Ricerche Fiat, e produce un'attenuazione del rumore allo scarico superiore a 20 dB, nell'intervallo di frequenze 50÷500 Hz. Il rumore aerodinamico, il cui contributo è significativo per velocità superiori a 150 km/h, può essere ridotto mediante lo studio di particolari forme e profili dell'automobile. Il rumore da rotolamento infine, che dipende dalla forma e dal disegno del pneumatico e dalla tipologia della pavimentazione stradale, è il contributo più importante a velocità superiori a 100 km/h; non esistono attualmente, se si escludono le

pavimentazioni stradali fonoassorbenti, metodi per una sua efficace riduzione, nonostante anche gli sforzi delle case costruttrici di pneumatici. A tale proposito è allo studio un dispositivo, denominato *parafango elettronico*, costituito da un sistema di controllo attivo dotato di un particolare emettitore acustico da applicarsi posteriormente ed anteriormente al punto di contatto fra ciascun pneumatico e la pavimentazione stradale. Il funzionamento del prototipo permette di intervenire direttamente sulla sorgente pneumatica pavimentazione stradale e quindi può costituire una valida alternativa agli interventi sull'infrastruttura quali barriere antirumore, gallerie, etc., che non sempre sono possibili e la cui efficacia è limitata. Il parafango elettronico viene installato in prossimità di ciascuna ruota ed è provvisto di uno, due o più altoparlanti che generano l'antirumore. Ciascun altoparlante, installato in una apposita cassa acustica, è pilotato da una unità di controllo a microprocessore di piccole dimensioni, alimentata dalla batteria o dal generatore del veicolo. Il dispositivo prevede due sorgenti distinte di antirumore, una nella parte anteriore ed una nella parte posteriore del parafango di ciascuna ruota; il contatto pneumatico pavimentazione produce infatti due rumori asimmetrici: uno di compressione dell'aria (dovuto alla parte anteriore della ruota che si accinge al contatto con la superficie), l'altro di rarefazione dell'aria (dovuto alla parte posteriore della ruota che abbandona il contatto con la superficie). Il risultato atteso è quello di ridurre almeno di 20 dB il livello di potenza acustica emessa dal meccanismo di rotolamento. Tale risultato è ragionevolmente prevedibile per velocità del mezzo di trasporto comprese tra 70 e 140 km/h. Sviluppi futuri potrebbero consistere nell'integrazione del prototipo con altri sistemi di controllo attivo che possono equipaggiare un mezzo di trasporto: controllo attivo del rumore allo scarico, controllo attivo del rumore del vano motore e controllo attivo del rumore aereo all'interno dell'abitacolo. La ricerca potrà essere utile anche per veicoli su rotaia dove, diversamente da quelli su gomma, il rumore da rotolamento è imputabile non solo alle vibrazioni delle ruote e ma anche a quelle della rotaia.



*Marmitta per gruppo elettrogeno.*