

Controllo attivo del rumore

Il controllo del rumore è un problema sempre più sentito, a cui l'innovazione tecnologica tenta di fornire soluzioni sempre più efficaci.

Di solito si fa uso di metodi prevalentemente "passivi", sostanzialmente barriere e materiali fonoisolanti.

Il controllo attivo si basa su un principio diverso da quello del semplice isolamento per separazione: si tratta di un sistema in grado di pilotare uno o più diffusori acustici in modo da generare un campo sonoro esattamente

speculare rispetto al rumore da attenuare, così da cancellare il rumore "disturbante" per interferenza distruttiva. L'idea non è troppo recente: il primo brevetto su un sistema di questo tipo risale agli anni '30 ed appartiene all'inventore statunitense Paul Lueg, morto nel 1944 durante la campagna di Russia. Negli anni '50 il concetto è stato ulteriormente sviluppato, ma solo recentemente il controllo attivo del rumore sta trovando qualche applicazione pratica realmente funzionante.

Il controllo attivo del rumore offre il meglio di sé nei casi di campo sonoro semplice dal punto di vista spaziale, ad esempio in un condotto per la ventilazione. In particolare, il controllo è più semplice (ovvero, in pratica, "è realizzabile") quando la lunghezza d'onda del suono da attenuare è grande rispetto alle dimensioni dell'ambiente, ovvero il controllo attivo funziona meglio in bassa

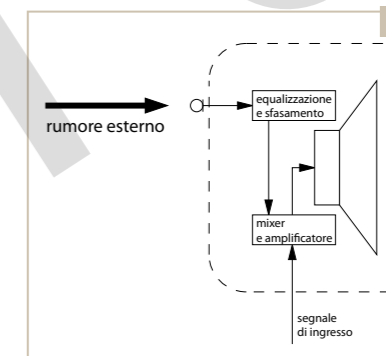
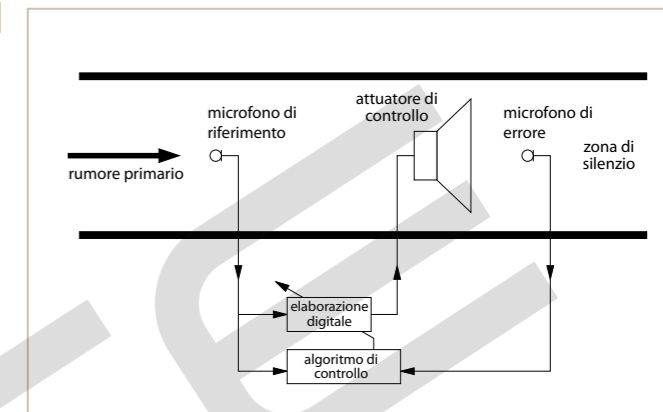
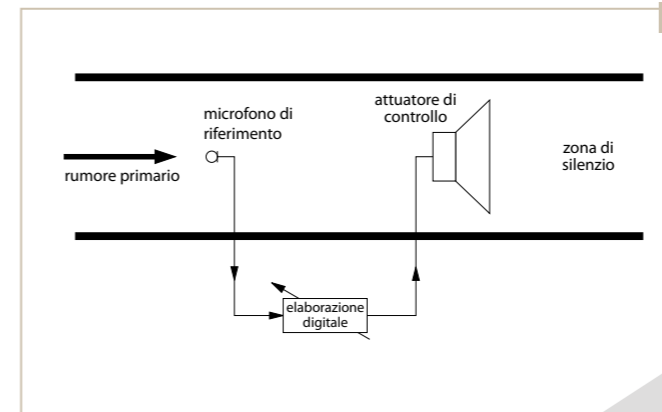
frequenza. Questo, pur essendo un limite, non è necessariamente un male, dato che le basse frequenze sono la parte più onerosa da eliminare mediante metodi passivi. Il controllo attivo può essere dunque un efficace complemento dell'isolamento acustico passivo.

Come funziona

In linea di principio (figura 2), si tratta di riprendere con un microfono il rumore da attenuare prima che giunga alla zona da proteggere e di elaborarlo in modo che il segnale di controllo si sommi con il rumore proveniente dalla sorgente disturbante, con la stessa pressione sonora ed esattamente in controfase nei pressi dell'attuatore di controllo (altoparlante). Il ritardo introdotto nell'elaborazione deve essere esattamente uguale al tempo impiegato dal suono per percorrere la distanza tra il microfono di riferimento e l'attuatore.

In pratica, le variabili di cui tenere conto perché il sistema funzioni sono molte, oltre al livello ed al ritardo. Occorrerà, ad esempio, tenere conto della risposta non perfetta di microfono, amplificatore e altoparlante; il livello di pressione sonora del rumore da annullare, inoltre, deve essere riproducibile dalla catena di amplificazione senza introdurre distorsione. La distanza tra il microfono di riferimento e l'attuatore di controllo deve essere sufficientemente grande da lasciare al circuito il tempo necessario per eseguire tutte le elaborazioni, ma se questa distanza è troppo grande diventano maggiormente significative le inevitabili turbolenze del mezzo di propagazione. La taratura del sistema è, insomma, piuttosto complessa e necessariamente approssimativa. Dato che la precisione va valutata in rapporto alla lunghezza d'onda del suono da attenuare, il sistema funziona meglio nei confronti delle basse frequenze.

Spesso si riesce ad utilizzare un meccanismo di retroazione, inserendo un microfono d'errore nella zona che dovrebbe essere silenziosa (figura 3). In pratica, si può far sì che il sistema si auto-regoli in modo da minimizzare il segnale raccolto dal microfono di errore. In alcuni casi si potrebbe anche eliminare il microfono di riferimento, lasciando il compito della regolazione di sfasamenti e guadagni al solo segnale proveniente dal microfono a valle. Nei sistemi in retroazio-



2: Schema di funzionamento del controllo attivo diretto.

3: Schema di funzionamento del controllo attivo in retroazione.

4: Le cuffie a controllo attivo.

5: Principio di funzionamento di una cuffia a controllo attivo.

ne occorre però fare attenzione all'aleatorietà delle variabili coinvolte, dato che errori grossolani possono facilmente portare il sistema a produrre rumore invece di attenuarlo. Un'altra cosa da considerare è che i sistemi a controllo attivo, pur presentando una buona efficacia nella zona da proteggere, possono produrre come effetto collaterale un aumento della pressione sonora in altri punti dello spazio.

Applicazioni

Applicazioni con risultati positivi si trovano, in campo industriale, nell'attenuazione del rumore nei condotti per la ventilazione e nel controllo delle vibrazioni di macchine utensili. Si cominciano a vedere anche sistemi di controllo attivo installati all'interno dei tubi di scappamento di alcune autovetture ed altri dedicati al controllo del rumore all'interno delle cabine di aerei e di macchine per il movimento terra.

Tutte queste applicazioni, pur promettenti in termini di risultati, hanno avuto però finora una rilevanza piuttosto scarsa dal punto di vista commerciale.

Un certo successo anche commerciale è rappresentato invece dal mercato delle cuffie a controllo attivo, in pratica universalmente adottate nel settore aeroportuale, sia all'interno delle cabine che da parte del personale a terra.

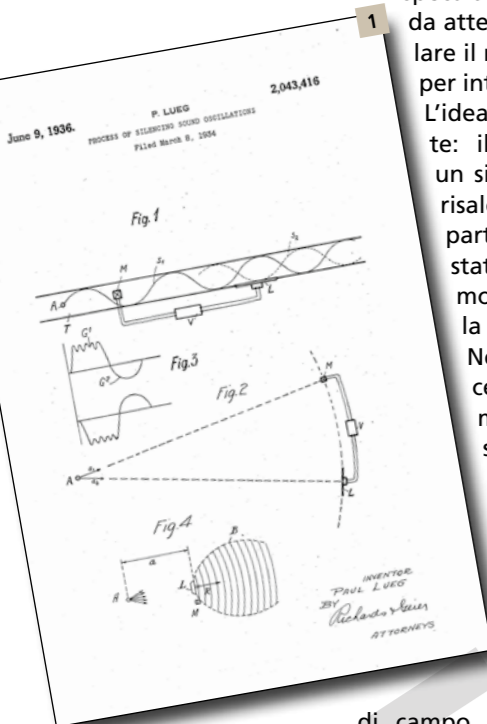
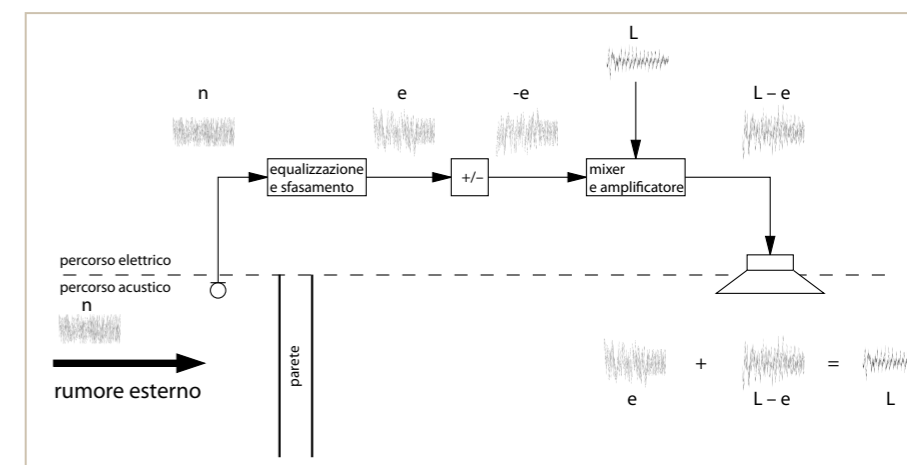
Ultimamente si nota anche un certo proliferare di cuffie a controllo attivo dedicate all'ascolto della musica. Rivolte ad un mercato prettamente consumer, fino a poco tempo fa non erano in grado di offrire una sufficiente qualità per l'utilizzo in ambito professionale. La tecnologia dei sistemi di controllo e dei materiali avanza però velocemente, e qualche costruttore comincia timidamente a proporre i suoi prodotti agli utenti pro del settore musicale.

Ad esempio, la posizione del fonico di palco può essere facilmente in una zona molto rumorosa. Oltre a wedge monitor a volumi incredibili, l'utilizzo di cuffie chiuse è, ovviamente, piuttosto diffuso in questo ambito, ma l'isolamento passivo non risulta di solito abbastanza efficace, soprattutto in bassa frequenza. Un complemento ideale all'isolamento passivo di una cuffia chiusa potrebbe quindi proprio essere un sistema di controllo attivo.

In questo caso le cuffie non devono banalmente formare una zona di silenzio, ma devono riprodurre il segnale proveniente dal cavo collegato annullando solo il rumore proveniente dall'esterno.

Il sistema di controllo attivo può essere modificato, per questa applica-

zione, come descritto in figura 4 e, con maggior dettaglio, in figura 5: il rumore proveniente dall'esterno (indicato con n in figura 5) viene ripreso da un microfono di riferimento all'esterno del padiglione, poi attraverso un circuito di elaborazione che riproduce sul segnale elettrico le stesse vicissitudini che il rumore subisce attraversando il percorso acustico che lo porta nei pressi del condotto auricolare. Il segnale così elaborato (e nella figura) viene poi invertito e sommato al segnale proveniente dal cavo, quindi inviato all'altoparlante. Nell'ipotesi che il tutto funzioni in maniera sufficientemente lineare, il suono risultante nei pressi del condotto uditivo sarà una buona replica di quella che dovrebbe essere la



1: La prima pagina del brevetto depositato da Paul Lueg negli anni '30.

riproduzione del segnale proveniente dal cavo, mentre il rumore esterno sarà attenuato, oltre che dall'isolamento acustico della parete, anche dall'interferenza distruttiva prodotta dal sistema di controllo attivo.

La descrizione qui sopra è da considerare solo in linea di principio. È senz'altro possibile, ad esempio, introdurre anche qui qualche meccanismo di retroazione. In pratica, tra i vari costruttori ciascuno implementa una qualche variante del metodo qui descritto, con soluzioni più o meno proprietarie e spesso coperte da brevetto.

Esistono anche esemplari in forma di in-ear che, contro una riduzione degli spazi disponibili per l'elettronica di controllo,

possono beneficiare di una ulteriore riduzione della zona da controllare.

Allo stato di fatto, questo tipo di cuffie a controllo attivo funziona decisamente bene per applicazioni intercom, e sufficientemente bene per applicazioni consumer. Purtroppo la precisione del sistema non permette ancora di utilizzare (solo) questo sistema per la gestione di un mix professionale, anche se può essere un utile ausilio in alcune condizioni. In pratica, un utente professionale si scontra con problemi quali, ad esempio, la modifica dell'immagine acustica – facilmente l'ascolto in cuffia sovrapposto al rumore proveniente dal palco può tendere a "portare indietro" gli strumenti con molta energia nella banda media, come le chitarre o le voci – o la non perfetta riproduzione dei transienti veloci e violenti, come si può notare facilmente ascoltando un rullante secco durante il sound-check, anche se spesso è sufficiente abbassare il volume dell'uscita cuffie per riportare l'ascolto in condizioni almeno di una certa intelligibilità.

D'altra parte, è fin sorprendente come sia gradevole la possibilità di abbassare la pressione sonora da sopportare, durante un evento live rumoroso, mantenendo contemporaneamente la possibilità di tenere sufficientemente sotto controllo la situazione, molto spesso meglio di quello che può fare una coppia di banali tappi per le orecchie, le quali generalmente ringrazieranno. ■

Fonti e approfondimenti

- Appunti di acustica applicata - prof. M. Garai, Università di Bologna
- Brevetto U.S. nr. 2043416 - www.uspto.gov
- Active Noise Control FAQ - Chris Ruckman, www.chrisruckman.com/ancfaq.htm
- Un prototipo di controllo attivo del rumore in condotti a sezione rettangolare - P. Guidorzi, M. Garai, A. Cocchi - AIA - XXVII Convegno Nazionale - Genova 1999
- Estratto dalle linee guida tecniche dell'ISPESL: Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro, www.ispesl.it/linee_guida/tecniche/ManBPRumore/indexMBP.htm

giochi di luce

Noleggio

Quinte led
Pannelli led
brevettati
Giochi di Luce

Pannelli led
Martin
LC Series

Giochi di Luce Noleggio è noleggio di pannelli led, luci, scanner, strutture, palchi, regie video, sistemi per videoproiezione. Visita il nostro catalogo on line.*

*On line alla sezione Noleggio è disponibile anche il listino dei materiali usati in vendita.

“ il mio microfono da sempre e per sempre ”

Clara Moroni, cantante e corista

VASCO.08
LIVE IN CONCERT



“AKG D5”

Il microfono vocale dinamico D 5 per voce solista e seconde voci vi consegna un suono potente anche sul palcoscenico più rumoroso. Il suo diagramma polare supercardioide assicura il guadagno massimo prima del feedback. AKG ha realizzato il primo diaframma per microfono il cui spessore varia lungo il diametro. Il disegno del nuovo diaframma Laminated Vari-motion permette che il diaframma stesso sia accordato finemente senza picchi di risonanza, introducendo un miglioramento significativo delle performances audio. Il dual shock mount elimina ogni genere di rumore meccanico permettendo un uso dal vivo esente da problemi. Il pubblico non sentirà nient'altro che il suono immacolato della voce!

- Microfono robusto per canto e parlato
- Diaframma brevettato AKG Laminated Vari-motion
- Griglia di maglia di acciaio

- Diagramma Polare: Supercardioide
- Risposta in frequenza: 70 Hz to 20 kHz
- Sensibilità: 2,6 mV/Pa (-52 dBV)
- SPL max: 147/156 dB SPL (1% / 3% THD)
- Finitura: Grigio-blu opaco
- Dim.: lunghezza 185,2 mm ø 51 mm
- Peso: 340 g
- Accessori standard: Custodia morbida, SA 45



54, via Solferino
20052 Monza (MI)
Tel 039 21.69.21
Fax 039 21.03.506
www.adtweb.it - info@adtweb.it