

MONITORAGGIO ACUSTICO CONTINUO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

A. Cerniglia (1), G.Amadasi (2)

(1) 01dB Italia S.r.l. - Cesano Boscone, cerniglia@01db.it

(2) SCS Controlli e Sistemi - Campodarsego

Grazie all'impiego di un innovativo sistema di monitoraggio del rumore, è possibile acquisire informazioni acustiche continue e dettagliate relative ad una postazione di lavoro, anche su lunghi periodi. La tecnica proposta, oltre a consentire una precisa descrizione del clima acustico della postazione, apre nuove interessanti possibilità di studio sull'esposizione acustica dei lavoratori.

Introduzione

Uno studio approfondito del rumore nei luoghi di lavoro, può certamente aiutare a comprendere meglio il modo in cui si forma il livello equivalente complessivo in una determinata postazione, e può quindi aiutare a definire meglio gli interventi più efficaci per la riduzione dello stesso, da quelli operati agendo direttamente sulla fonte, agli altri interventi ad essi subordinati. Il sistema descritto, che prende in considerazione solamente l'aspetto legato al livello equivalente ponderato 'A', lasciando ad altre analisi quanto inerente il livello di picco ponderato 'C', offre alcune interessanti caratteristiche per uno studio acustico approfondito quali la possibilità di acquisire dati dettagliati in modo continuo, oltre che per postazioni tradizionali fisse, anche per postazioni esterne come ad esempio nei cantieri, e per postazioni mobili come ad esempio su mezzi di trasporto, e permette di conseguenza il monitoraggio di situazioni altrimenti complesse da indagare quali ad esempio quelle relative a esposizioni variabili nel corso di una settimana. La disponibilità immediata dei dati sul server centrale, raggiungibile da qualsiasi computer connesso ad Internet, consente inoltre il confronto immediato ed in tempo reale tra postazioni diverse relative alla stessa realtà lavorativa. Lo stesso sistema si presta anche per la gestione automatizzata di allarmi al superamento di soglie prefissate per il controllo delle emissioni di rumore all'esterno, e per il monitoraggio del rumore in ambiente di vita in genere.

Descrizione del sistema

Il sistema impiegato si basa su una centralina di monitoraggio acustico, collegata ad un server centrale di raccolta dati per mezzo della rete GPRS. All'interno della centralina di monitoraggio, basata su un fonometro 01dB 'Solo', trova posto uno speciale router appositamente sviluppato per l'impiego specifico, capace di

impostare opportunamente il fonometro secondo quanto definito nella pagina web di amministrazione del sistema, e di provvedere all'invio in continuo dei dati che da questo pervengono, al server centrale di raccolta degli stessi. All'interno della centralina trova posto anche il sistema di alimentazione che può essere a batterie entrocontenute per acquisizioni fino ad una settimana, oppure a rete 220V per monitoraggi più lunghi, o a bassa tensione per impiego prolungato su mezzi di trasporto. Nel caso di funzionamento a batteria il sistema può quindi operare per una settimana senza necessità di alcuna connessione. Nel caso di funzionamento in ambiente esterno, ad esempio nei cantieri, è possibile associare alla centralina uno speciale microfono per ambiente esterno, capace di resistere alla pioggia. La figura 1 mostra la centralina di rilievo in due diverse versioni, entrambe con alimentazione a batterie entrocontenute per una settimana di autonomia, l'immagine di sinistra si riferisce ad una installazione finalizzata allo studio della rumorosità nelle immediate vicinanze di una macchina assemblatrice, l'immagine di destra mostra invece la versione ultracomatta del sistema, adatta per installazioni su mezzi di movimentazione quali muletti o macchine per movimento terra, oppure su mezzi di trasporto come autobus, autocarri, treni, eccetera.



Figura 1: centralina standard (a sx) e compatta (a dx)

Al fine di gestire in modo ottimale la trasmissione dei dati anche nelle situazioni in cui la copertura delle rete GPRS risulta insufficiente o addirittura presente solo ad intermittenza (come ad esempio su mezzi mobili che attraversano zone montuose e/o gallerie), il router è dotato di un buffer interno in grado di memorizzare localmente i dati che non possono essere inviati immediatamente al server, per poi riprenderne la trasmissione al ripristino della rete stessa. Il server centrale di raccolta dei dati, comune a diverse unità di monitoraggio poste sul campo, è basato su una macchina con sistema operativo Linux, e trova posto all'interno di una server farm; tale server provvede, oltre alla raccolta dei dati che pervengono in continuo dalle diverse unità periferiche, anche alla memorizzazione degli stessi in un database MySQL, alla loro pubblicazione su pagine web protette, ed

all'eventuale invio di report riassuntivi alle persone preposte, secondo modelli predeterminati. L'acquisizione dei dati avviene in ragione di uno spettro Leq in 1/3 di banda di ottava ogni secondo, comprensivo del valore overall pesato 'A'. La figura 2 mostra lo schema a blocchi del sistema.

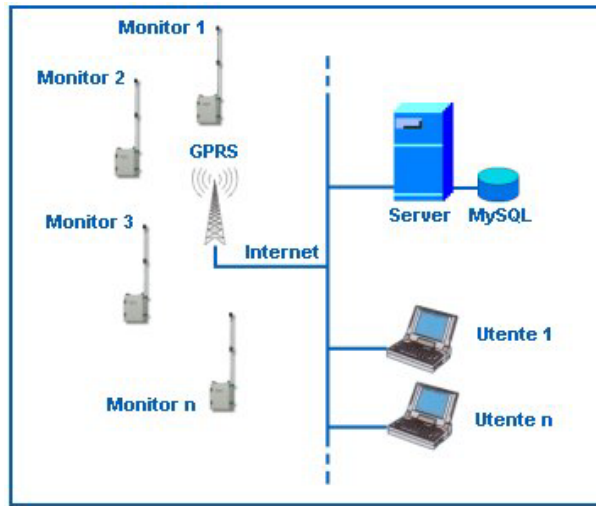


Figura 2: schema a blocchi del sistema

Amministrazione del sistema

La gestione delle centraline di acquisizione avviene tramite una pagina web di amministrazione protetta da password. Dalla pagina di amministrazione è possibile impostare il fonometro, controllarne lo stato di funzionamento, esportare i file di dati per la successiva elaborazione off-line, resettare le misure, impostare le regole per l'invio di report e allarmi. La figura 3 mostra una pagina di amministrazione di un gruppo di 15 unità di acquisizione remote, di cui 6 in funzione.

#	ID	Info	Records	Prime	Ultimo	Ore	Peris	sil.ora	State	Logora	Reboot	Reset
01	Monitor_01	Info	-	-	-	-	-	-	●	Get	Set	Res
10	Monitor_10	Info	562940	15/12 22:49	22/12 10:55	156.1	0%	0%	●	Get	Set	Res
12	Monitor_12	Info	104650	20/12 18:54	22/12 10:55	40	0%	0%	●	Get	Set	Res
20	Monitor_20	Info	66110	21/12 16:35	22/12 10:55	18.3	0%	0.1%	●	Get	Set	Res
31	Monitor_31	Info	-	-	-	-	-	-	●	Get	Set	Res
32	Monitor_32	Info	5560	22/12 09:16	22/12 10:55	1.6	0%	0%	●	Get	Set	Res
33	Monitor_33	Info	-	-	-	-	-	-	●	Get	Set	Res
34	Monitor_34	Info	-	-	-	-	-	-	●	Get	Set	Res
35	Monitor_35	Info	-	-	-	-	-	-	●	Get	Set	Res
36	Monitor_36	Info	-	-	-	-	-	-	●	Get	Set	Res
37	Monitor_37	Info	-	-	-	-	-	-	●	Get	Set	Res
38	Monitor_38	Info	562010	15/12 22:49	22/12 10:55	156.1	0%	0%	●	Get	Set	Res
39	Monitor_39	Info	-	-	-	-	-	-	●	Get	Set	Res
90	Monitor_90	Info	-	-	-	-	-	-	●	Get	Set	Res
99	Monitor_99	Info	424250	17/12 11:18	22/12 08:59	117.6	0%	0%	●	Get	Set	Res

Figura 3: Pagina web di amministrazione del sistema

Publicazione dei dati

La pubblicazione dei dati avviene in modo automatico su una pagina web protetta, e su questa sono disponibili diversi modi di rappresentazione degli stessi, sia in termini di tipologia di dati rappresentati, sia in termini di diverse scale temporali. La figura 4 mostra un sonogramma, su dieci minuti, relativo al passaggio di un convoglio ferroviario in prossimità di un passaggio a livello. La zona cerchiata evidenzia il suono della campanella che avvisa dell'imminente passaggio del treno, mentre la zona racchiusa dal rettangolo è relativa al passaggio del convoglio stesso; dal sonogramma è possibile individuare sia il contributo in frequenza dei due diversi fenomeni, sia la loro durata.



Figura 4: Installazione nei pressi di un passaggio a livello

Alcuni esempi di installazioni, rivolte al monitoraggio del rumore in ambiente di vita, sono permanentemente visibili all'indirizzo Internet www.citynoise.net, e per la loro visualizzazione non è necessaria alcuna password; alcune di queste sono inoltre integrate da altre funzioni avanzate quali ad esempio lo streaming audio e video (in questo caso è necessaria una connessione ad alta velocità) oppure la generazione automatica di mappe acustiche.

Elaborazione off-line

Tutti i dati acquisiti dal sistema, oltre che immediatamente disponibili sul web, sono anche scaricabili dalla pagina di amministrazione per essere sottoposti ad elaborazioni successive. Oltre che per mezzo di download manuale, il file di dati può anche essere ottenuto automaticamente, programmando il sistema per l'invio automatico dello stesso ad una o più caselle di posta elettronica ad un orario determinato. Grazie ad un efficiente algoritmo di ottimizzazione del file di dati,

una intera giornata di spettri in banda di un terzo di ottava con passo di campionamento di un secondo (86400 spettri), occupa solamente 3.5 megabyte, e di conseguenza il file di dati risulta essere particolarmente maneggevole sia in termini di invio per posta elettronica, sia di archiviazione, sia di elaborazione degli stessi. Il file di dati ottenuto può essere direttamente elaborato con un apposito software che consente, per ogni banda di frequenza, la visualizzazione della time-history con campionamento di 1 secondo su diverse scale (24 ore, 1 ora, 10 minuti), la visualizzazione di ogni singolo spettro e la visualizzazione del sonogramma. Nel modo di rappresentazione 'sonogramma', spostando il mouse nei vari punti di quest'ultimo, è possibile ottenere automaticamente le due sezioni del diagramma secondo l'asse 'tempo' e l'asse 'frequenza', visualizzando contemporaneamente i grafici dello spettro e della time history relativi al punto di incrocio dei due assi selezionati. La figura 5 mostra una videata relativa a quanto sopra: il grafico temporale mostrato in alto è relativo alla frequenza selezionata dalla posizione del mouse (2 kHz), mentre a sinistra del sonogramma è visibile lo spettro identificato sempre dalla stessa posizione di cui sopra (ore 07:14:37). Il sonogramma rappresentato si riferisce alla fase di accensione della macchina oltre analizzata.

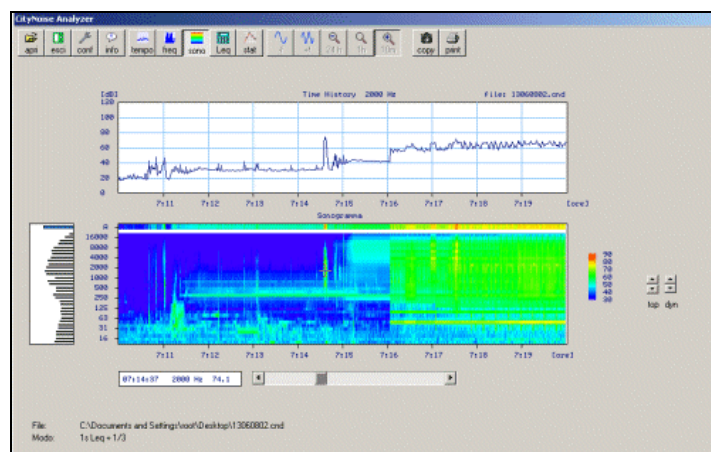


Figura 5: Sonogramma realizzato con il software di elaborazione

Oltre alla rappresentazione dei dati grezzi (short Leq 1sec) nei diversi formati sopra esposti, il programma consente anche di ricalcolare il livello equivalente su periodi di un minuto, di un'ora, oppure impostabili dall'utente, nonché di calcolare la curva distributiva e la curva cumulativa, per ogni banda di frequenza e per ogni intervallo orario. I grafici ottenuti dal programma possono essere esportati sia in formato grafico per l'inclusione in altri programmi di elaborazione testi, sia in formato testo per eventuali ulteriori elaborazioni ad esempio tramite foglio di calcolo elettronico.

Una misura reale

I grafici che seguono sono relativi ad una installazione realizzata per lo studio della rumorosità di una postazione nelle vicinanze di una macchina assemblatrice (illustrata anche in figura 1), mirata all'identificazione dei contributi dei diversi meccanismi della macchina al livello equivalente complessivo, che comunque già si mantiene al di sotto dei limiti previsti dalla legge, con un livello equivalente di alcuni decibel inferiore a 80 dB(A). La figura 6 mostra la time history su base di un secondo relativa al livello equivalente globale ponderato 'A' sulle ventiquattro ore. Dal grafico è possibile individuare i periodi di funzionamento della macchina nella giornata.

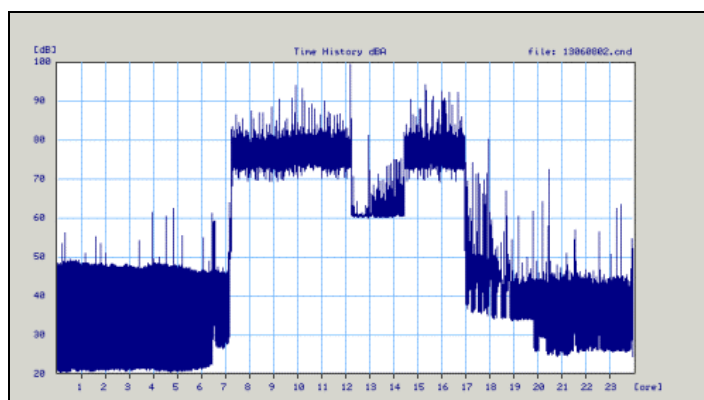


Figura 6: time history LAeq 1s sulle ventiquattro ore

La figura 7 è relativa alla distribuzione di frequenza (o curva distributiva) del livello overall ponderato 'A', per l'intervallo temporale dalle 14:00 alle 15:00. Dall'immagine è possibile identificare le due diverse condizioni di rumorosità che si verificano a cavallo dell'intervallo orario selezionato.

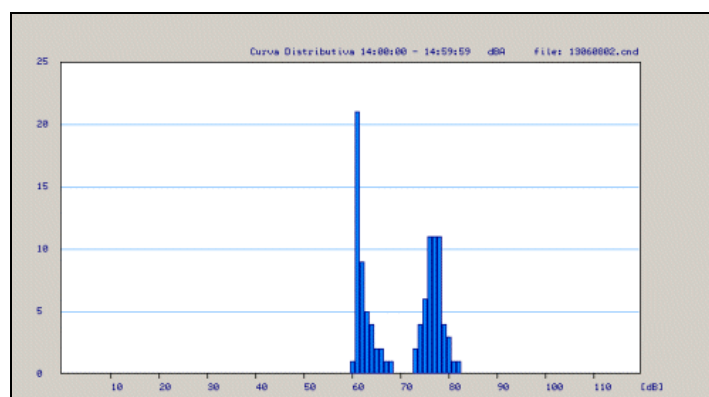


Figura 7: curva distributiva overall 'A' 14-15

La figura 8, sempre relativa alla stessa acquisizione, mostra la curva cumulativa del livello overall ponderato 'A', relativa allo stesso intervallo temporale della figura precedente. Anche dalla curva cumulativa è possibile evidenziare le due diverse tipologie di rumorosità.

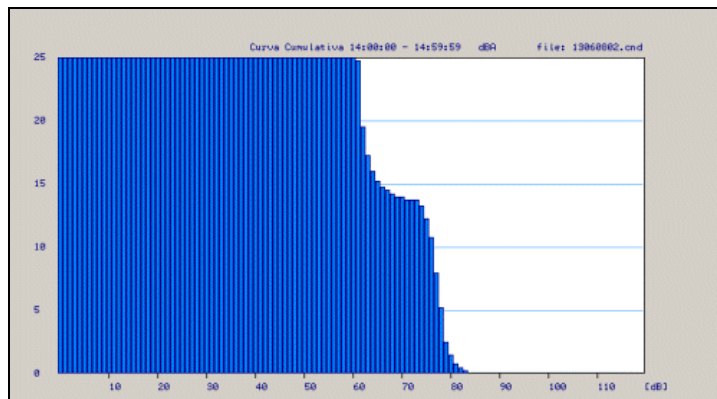


Figura 8: curva cumulativa overall 'A' 14-15

La figura 9 mostra invece un sonogramma relativo al funzionamento a regime della macchina in esame. Dal grafico è possibile identificare le diverse fasi di funzionamento della macchina stessa: in particolare emergono due componenti continue ed elevate a 50 Hz e 100 Hz, e diverse componenti intermittenti ad intervalli regolari, tra cui una preponderante a 2500 Hz; nel sonogramma è possibile individuare anche altre fasi maggiormente distanziate che interessano la parte più alta dello spettro in frequenza.

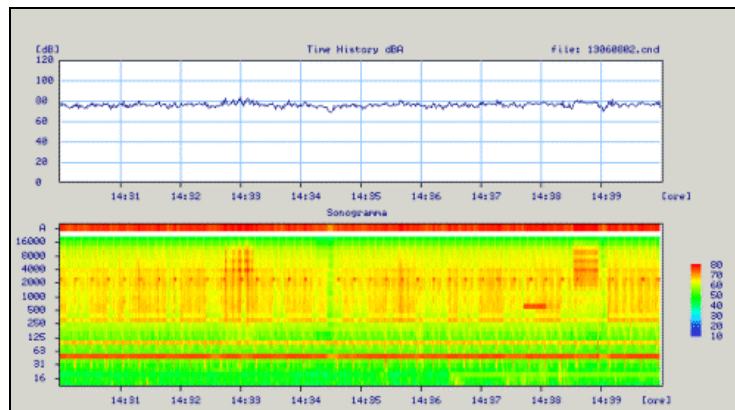


Figura 9: sonogramma relativo al funzionamento della macchina

Conclusioni

Benché il sistema illustrato non sostituisce il tecnico nell'esecuzione delle misure richieste dalle vigenti norme, né può o deve farlo, esso si rivela certamente un valido aiuto per la comprensione del clima acustico nell'ambiente di lavoro e, grazie alle informazioni dettagliate che permette di acquisire, rende più semplice lo studio approfondito del rumore e delle sue cause, per poi consentire di procedere nella pianificazione degli interventi di riduzione del rumore con la necessaria cognizione di causa. La possibilità inoltre di disporre di informazioni acustiche dettagliate e protrate nel tempo, apre interessanti nuove prospettive di studio nella materia specifica dell'esposizione al rumore dei lavoratori. Oltre all'impiego nei luoghi di lavoro, il sistema proposto trova largo impiego nel monitoraggio acustico ambientale, sia nelle situazioni legate all'emissione di rumore industriale, sia in quelle più generiche che coinvolgono il rumore generato da attività diverse.

Bibliografia

A.Cerniglia, G.Brambilla, P.Verardi

Real time noise monitoring

Atti XXXIII convegno AIA, Ischia, 2006

A.Cerniglia, G.Brambilla, P.Verardi

Real time noise monitoring publishing

8th Transport Noise and Vibration Proceedings, St. Petersburg, Russia, 2006

A.Cerniglia, G.Amadasi

Use of web based real time noise data transmission

13th ICSV Proceedings, Vienna, Austria, 2006