

Determinazione della Potenza acustica e dell'emissione sonora a distanza di un gruppo elettrogenatore

P.Vanzo, G.Amadasi

Scopo dell'intervento

Determinazione della potenza acustica emessa da un gruppo di elettrogenazione e verifica emissione sonora a 7 metri di distanza.

Preparazione della prova e misure

Il gruppo è stato sistemato in una camera semianecoica, che soddisfa i requisiti di certificazione ISO 3745, ad una distanza minima dalle pareti superiore ai 2 metri ed una massima di 12 metri; questa configurazione non è stata in ogni caso sufficiente ad effettuare le misure intensimetriche con una sola configurazione su tutti i lati del motore, costringendo di fatto ad effettuarle in due tempi separati e con una rotazione della sorgente, al fine di ottenere una distanza ottimale per le misure di intensimetrica e di emissione a 7 metri di distanza.

Tutti gli accorgimenti presi hanno consentito di migliorare le condizioni di campo per la misura intensimetrica ed estendere l'intervallo in frequenza verso il basso, senza però arrivare fino ai 20 Hz inizialmente richiesti dallo studio, soprattutto per la stima della potenza sonora di sorgenti "single" a causa della forte presenza di una seconda sorgente, la marmitta svincolata dal motore. Non ci sono invece stati problemi per la misura della emissione combinata delle due sorgenti ai 7 metri. La sorgente "marmitta", più elevata del motore stesso, ha fatto sì che non fossero rispettati alcuni parametri per la misura della potenza sonora secondo la ISO 9614, i quali saranno discussi in seguito nell'analisi dei dati. Nonostante la presenza di una sorgente estranea siamo stati in grado, durante la post elaborazione dei dati, di identificare i contributi delle sorgenti e di dare loro un peso per il calcolo della emissione ad una distanza di 7 metri.

La misura della potenza sonora può essere calcolata a partire da misure di intensimetrica su una superficie nota, che circonda e ingloba la sorgente in esame, effettuando una integrazione dell'energia emessa su tutti i lati del volume in considerazione.

Il valore del vettore intensità si ottiene attraverso la misura del gradiente della pressione sonora ottenuto per mezzo di due microfoni in fase (o sonda intensimetrica) ricavando i valori di energia, la direzione e il verso del campo acustico relativo al rumore, verificando dunque se questo provenga effettivamente dall'oggetto in studio (gradiente positivo) o da sorgenti in prossimità (gradiente negativo).

La normativa ISO 9614 prevede una serie di parametri di controllo che devono essere verificati e soddisfatti al fine di poter certificare il dato di potenza sonora ricavato. Una breve descrizione di tali parametri è fornita nella tabella qui a lato.

La prova si è svolta sulla superficie di un cubo di 2 m di lato, suddiviso in 80 punti di misura di mezzo metro quadro ognuno, che inglobava il motore ma non la marmitta; per mezzo di due distanziali della sonda intensimetrica: uno di 100 mm ed uno di 12 mm abbiamo coperto il campo di frequenza tra i 16 Hz ed i 6300 Hz. Si è reso necessario utilizzare i due distanziali poiché quello di 100 mm è in grado di coprire il campo di frequenza tra i 16 Hz ed 500 Hz in 1/3 ottava, mentre il distanziale di 12 mm copre dai 100 Hz ai 6300 Hz; data la differenza dei campi di utilizzo, si è resa necessaria in fase di post processo una unificazione dei dati nella regione di sovrapposizione delle frequenze.

Risultati

Riportiamo le tabelle riassuntive dei valori indice e delle misurazioni secondo la normativa ISO 9614, .

Analizzando gli indici della potenza sonora si identi-

Misure di emissione sonora gruppo elettrogenatore												
Titolo	13/05/2004											
Data	ISO 9614 parte 1 (1993-06-01)											
Standard	DBFA32											
Software	filed											
File	80											
Punti totali	200000 cm ²											
Superficie totale	Controllo											
Grado accur.												
Frequenza	l+ + l	F1	Ld	F2	F3	N	CF4 ²	F4	Lw	Li	Lp	
Hz	< 1.5dB	<= 0.6	dB	dB	dB				dB(A)	dB	dB	
16	0.7	0.2		3.7		80			0	-43.1	61.6	
20	2.4	0.2		4.5	8.7	80		3	11.9	50.3	59	
25	0.8	0.1		2.6	7.4	80		3.3	18.1	50.7	58.1	
31.5	1.4	0.3		1.3	1.3	80		1.5	43	70.4	71.7	
40	1.3	0.4		5.8	10.7	80		3.7	19.9	42.4	53.1	
50	0.2	0.7	22.5	1.4		80		0.8	53.2	77.4	77.1	
63	0.4	0.1	25.8	2.7	2.9	80		1	45.5	65.7	64.4	
80	0.1	0.1	25.8	3.2	3.2	80		0.6	41.2	57.7	60.9	
100	1.1	0	16.6	3.8	10.3	80		7	67.1	73.2	83.5	
125	0.5	0	16.6	2.8	18.5	80		60	56.4	59.5	77.9	
160	0.5	0.1	16.6	2.6		80			-67.9	-68.3	77	
200	0.2	0	16.6	1.8		80			-59.9	-57.8	71.6	
250	0.2	0.1	16.6	2.3	2.3	80		1.4	67.6	63.2	65.5	
315	0.6	0.1	16.6	3.7	4.6	80		1.3	58.7	52.3	56.8	
400	0.2	0.1	16.6	4.1	8.2	80		3.5	56.9	48.7	56.9	
500	0.7	0.1	16.6	3.3	7.1	80		3.3	58.9	49.1	56.2	
630	0.1	0.1	16.6	3.2	8.3	80		5.6	59.5	48.4	56.8	
800	0.3	0	16.6	3.5	7.8	80		4.4	63.8	51.6	59.4	
1000	0.2	0.1	16.6	2.9	17.1	80		58.9	54.4	41.4	58.6	
1250	0.5	0.1	16.6	5.1	7	80		2.1	68.4	54.8	61.9	
1600	0.4	0.1	16.6	4.8	7.4	80		2.3	68.9	54.9	62.3	
2000	0.5	0.1	16.6	5	6.1	80		3.2	71	56.8	62.9	
2500	0.6	0.2	16.6	3.7	8.1	80		3.8	57.8	43.5	51.6	
3150	0.5	0	16.6	3.9	6.9	80		2.5	59.1	44.8	51.8	
4000	0.4	0	16.6	4.8	7.4	80		2.2	57	43	50.4	
5000	0.200	0	16.6	5	9	80		4.1	53.5	40	49	
6300	0.900	0	15	4.2	14.3	80		25.1	45.8	32.9	47.2	
A			16.6	4.3	9.5	80.0	142.0	4.2	76.0	62.9	72.5	
Lin			16.6	3.4	13.0	80.0		14.4		72.6	85.6	

l+ + l	Calibrazione sonda intensimetrica (opposizione di misura)
F1	Indicatore di variabilità di campo punto/punto
Ld	Misura di pressione residua di intensità
F2	Indicatore di pressione e intensità di superficie
F3	Indicatore di potenza parziale negativa
N	Numero di punti
CF4 ²	Indicatore di suddivisione (non uniformità di campo)
F4	Indicatore di non uniformità di campo
Lw	Potenza acustica
Li	Intensità acustica
Lp	Pressione acustica



Noise and Vibration

Measurement and Analysis Systems
Consult and Services for Environment
Consult and Services for Industry
WEB & Information technologies

ficano delle frequenze per le quali non sono pienamente soddisfatti i criteri della normativa (indici F2 e F3), fatto non del tutto inconsueto e che deve essere spesso "interpretato" senza necessariamente rinunciare alla metodologia.

Esiste infatti una correlazione "uno a uno" tra gli indici F2 e F3 che indica la presenza di gradienti negativi, cioè energie provenienti da una sorgente esterna che influenzano sensibilmente la misura dell'emissione del gruppo nel suo insieme. In basso a destra sono stati evidenziati i valori riassuntivi della misura espressa in dBA.

Una seconda serie di misure hanno riguardato espressamente l'emissione della marmitta di scarico e dalla tabella riassuntiva si può notare che in questo caso un solo punto di calibrazione della sonda non rientra nei criteri stabiliti dalla nella normativa, è comunque esattamente uguale al limite di 1.5 dB.

L'emissione della marmitta da sola è stata determinata solo come controllo successivo alle misure di emissione a 7 metri, per cui misurata solo con il distanziale da 12 mm in un campo in frequenza dai 100 Hz ai 6300 Hz.

Considerando solo questa porzione di spettro, l'emis-

Titolo		Marmitta										
Data		14/05/2004										
Standard		ISO 9614 parte 1 (1993-06-01)										
Software		DBFA32 Versione 4.520										
File		Filed										
Punti totali		20										
Superficie totale		50000 cm ²										
Grado accuratezza		Controllo										
Frequenza	[+ + H]	F1	Ld	F2	F3	N	CF4 ²	F4	Lw	Li	Lp	
Hz	< 1.5dB	<= 0.6	dB	dB	dB				dB(A)	dB	dB	
100	0.1	0	16.6	1.8	1.8	20		0.6	75.8	87.9	89.7	
125	1.4	0.2	16.6	1.6	1.6	20		0.7	73.2	82.3	83.8	
160	1.5	0.1	16.6	1.8	1.8	20		0.5	76.5	82.9	84.8	
200	0.1	0	16.6	1.1	1.1	20		0.9	69.1	73.1	74.2	
250	1.3	0.3	16.6	2.3	4.9	20		2.1	63.5	65.1	70	
315	0.4	0	16.6	3.2	3.2	20		0.6	58.4	58	61.3	
400	0.3	0.1	16.6	3.5	3.6	20		0.7	57.2	55	58.6	
500	1.1	0.1	16.6	3.6	3.7	20		0.8	59.9	56.1	59.8	
630	0.7	0	16.6	3.4	3.6	20		0.9	62.4	57.3	60.9	
800	0	0	16.6	2.9	3.6	20		1.3	65.6	59.5	63	
1000	0.1	0.1	16.6	3.6	3.9	20		1.1	65.9	58.9	62.8	
1250	0.5	0.1	16.6	4.8	5.1	20		0.9	68.9	61.3	66.4	
1600	0.2	0.1	16.6	3.6	4	20		0.8	68.4	60.4	64.3	
2000	0.5	0.1	16.6	4.1	6.8	20		2.2	71	62.8	69.6	
2500	0	0	16.6	3.7	3.9	20		0.8	62.8	54.5	58.4	
3150	0.6	0	16.6	4	4.1	20		0.9	61.7	53.5	57.6	
4000	0.6	0.1	16.6	3	3	20		0.9	60.7	52.7	55.7	
5000	0.3	0.1	16.6	3.3	3.3	20		0.9	59.7	52.3	55.5	
6300	1.2	0.1	15	2.4	2.4	20		1.1	58.6	51.7	54.1	
A			16.6	2.9	3	20	3	0.6	82	75	78	
Lin			16.6	1.8	1.8	20		0.6	90.1	91.9		

sione della marmitta risulta comunque superiore a quella del gruppo stesso con una emissione di 78.0 dB di pressione sonora (Lp) contro i 72.5 dB del gruppo motore/compressore/generatore.

Misure di qualificazione a 7 metri.

Dopo il calcolo della potenza acustica emessa sulla superficie del parallelepipedo di misura, si è proceduto alla misura dell'emissione sonora del complesso gruppo comprensivo di marmitta alla distanza di 7 metri, con uno spettro di emissione dai 16 Hz ai 20kHz.

La prima misura effettuata è stata quella del rumore di fondo con tutti gli apparati di servizio della camera semianecoica in funzione con un valore globale pari a 39.9 dB(A).

La configurazione misurata è identica a quella utilizzata durante le misure per il calcolo della potenza sonora: 1800 rpm con la marmitta non schermata. Il risultato è ottenuto è stato di 59.6 dB(A) con una forte emissione tra gli 800 ed i 2000 Hz e nella banda dei 100 Hz.

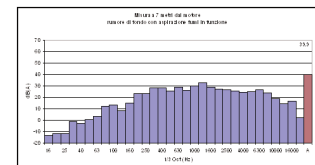
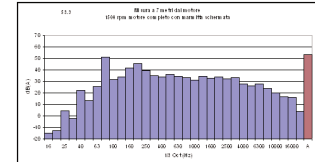
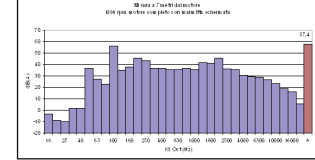
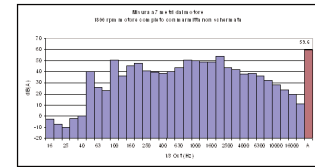
Per una verifica dei livelli di emissione sonora in fase di analisi dei dati abbiamo utilizzato la pressione sonora media ottenuta con il software di potenza acustica ottenendo l'emissione delle sorgenti pari a 78 dB(A) e 72.5 dB(A) con un valore globale pari a 79.1 dB(A), integrando poi il valore di emissione ad un'unica superficie e propagando il valore a 7 metri otteniamo una emissione pari a 59.7 dB(A), un'ottima precisione con quella misurata di 59.6 dB(A).

Il metodo di calcolo utilizzato per la misura della pressione a 7 metri, ottenuta come integrazione delle misure delle due sorgenti, ci consente di effettuare un calcolo approssimato dell'emissione della sola componente motore potendo idealmente spegnere l'emissione della marmitta.

L'eliminazione di tale sorgente porterebbe, nelle attuali condizioni, ad una emissione pari a 53.1 dB(A). Una ulteriore conferma della bontà del metodo adottato, la possiamo ottenere partendo da una seconda misura nella quale abbiamo ridotto l'emissione della marmitta con una schermatura acustica provvisoria; ipotizzando una riduzione di 3 dB(A) sull'emissione della marmitta, verificata con una misura di pressione in prossimità della sorgente schermata, si otterrebbero a 7 metri di distanza 57.5 dB(A) valore molto vicino a quello misurato, dopo aver schermato la marmitta, e pari a 57.4 dB(A).

Infine, è stata eseguita un'altra prova portando il motore ad un regime di rotazione inferiore e pari a 1500 rpm, mantenendo la marmitta schermata, ed ottenendo una emissione pari a 53.3 dB(A).

Di seguito riportiamo gli spettri misurati.



Conclusion

Le misure effettuate ci hanno consentito di valutare l'emissione delle due sorgenti prese singolarmente e di verificarne la loro emissione (contributo) ad una distanza di 7 metri in campo libero.

Si evidenziano in particolare, negli spettri di emissione globale, le bande in frequenza pari alle armoniche del regime di rotazione del motore (nella configurazione a 1500 rpm nella banda degli 80 Hz e in quella a 1800 rpm in quella dei 100 Hz).

Ipotesi di riduzione del rumore

Da una prima analisi sulle cause di emissione e visto la configurazione del sistema elettrogenatore, si potrebbero ipotizzare vari interventi di insonorizzazione, anche abbastanza sofisticati, comunque in funzione del livello che si vuole raggiungere a 7m di distanza.

A titolo di esempio, si potrebbe suggerire un primo intervento sulla emissione del motore e applicando un silenziatore per la marmitta, atti ad ottenere una riduzione di circa 10 dB(A) della banda "80 Hz" (al regime di 1500 RPM), si potrebbe ragionevolmente ottenere una diminuzione del valore globale di 3 dB(A), facendo scendere il valore attuale di 53.3 dB(A) ad un valore prossimo ai 50 dB(A).

Sedi operative in: EU, USA, ASIA

Sedi principali: 10051 Avigliana (TO) 35011 Campodarsego (PD)
Via Gandhi, 13 Via Antoniana, 278
Tel.: +39.011.9348705 Tel.: +39.049.9200975
Fax: +39.011.9348703 Fax: +39.049.9201239



Rappresentante - Sede locale:



www.scs-controlsys.com info@scs-controlsys.com

Sistema di misura utilizzato

E' stato utilizzato il sistema di misura Symphonie 2 canali 01dB ed una sonda intensimetrica G.R.A.S. per la misura della intensità acustica, con il software dBFA32 che consente di seguire passo passo la normativa ISO 9614 per la determinazione della potenza acustica effettuando delle misure intensimetriche e di emissione in pressione.

