
BONIFICA ACUSTICA: ***MOVIMENTO DI GAS (ARIA)***

Affrontiamo questo problema inizialmente esaminando un impianto RCV (raffreddamento, condizionamento, ventilazione)

La generazione del rumore

Le cause della rumorosità negli ambienti influenzati da un impianto RCV sono sostanzialmente di origine meccanica e di origine aerodinamica.

La fonte di rumore più importante è costituita dal ventilatore o dai ventilatori, se in numero maggiore di uno (oltre il ventilatore di mandata, possono essere presenti ventilatori di ripresa, di unità terminali, di motocondensanti, etc.).

Altre sorgenti di rumore aerodinamico sono costituite dalla presenza, lungo i cammini di propagazione, di serrande di sezionamento e regolazione (singole e multiple), curve e gomiti (con e senza alette aerodinamiche), giunzioni e stacchi, variazioni di sezione, brusche e gradualità, elementi strutturali all'interno dei condotti, attenuatori, griglie e diffusori (con e senza serrande di regolazione).

Ventilatori

Il rumore di un ventilatore ha un'origine meccanica ed un'origine aerodinamica. Quello meccanico è causato dalla radiazione strutturale della cassa, e di altre parti connesse, conseguente alla sollecitazione di forze fluttuanti legate sia alle parti rotanti sia alla turbolenza del flusso dell'aria.

Il rumore aerodinamico è determinato dagli impulsi periodici che ciascuna pala della girante conferisce all'aria in prossimità e da contributi che traggono origine dai vortici nella scia turbolenta delle pale.

I contributi del primo tipo si manifestano come un tono preminente alla frequenza di passaggio di paletta:

$$f_p = n_g N_p / 60 \quad \text{in Hz}$$

con armoniche e subarmoniche di ampiezza minore; n_g è il numero di giri al minuto e N_p è il numero di pale. Quelli del secondo tipo corrispondono a rumore a banda larga e sono prevalenti in ogni tipo di ventilatore centrifugo.

Il rumore generato dai ventilatori, indipendentemente dal tipo, aumenta con il quadrato della pressione statica ed immesso nel sistema di condotti attraverso il tronco principale di mandata, da un lato, e nel sistema di aspirazione, dall'altro, si propaga poco attenuato nel sistema di condotti. E' importante che il ventilatore lavori in prossimità del punto di massima efficienza con il carico esterno previsto. Questa condizione è quella più corretta sia rispetto al risparmio energetico sia rispetto al rumore generato.

E' altresì importante evitare condizioni di stallo, possibili nei ventilatori centrifughi a pale curvate in avanti ed in quelli assiali, in quanto il rumore può aumentare di 8 - 10 dB rispetto alla condizione di funzionamento nel punto ottimale. Quello che può risultare più fastidioso è un rumore di livello fluttuante associato all'effetto di "pompaggio". Questo rumore insorge anche quando due ventilatori in parallelo operano nella zona di stallo ed il "carico" oscilla tra l'uno e l'altro ventilatore.

E' indispensabile curare gli aspetti aerodinamici del sistema sin dal ventilatore. Il flusso in prossimità delle sezioni di ingresso e di uscita, in particolare per i ventilatori assiali, deve essere il più regolare possibile in modo che sia minimizzata la generazione della turbolenza. Questa é causa di rumorosità sia locale sia più a valle per l'interazione della turbolenza primaria con parti successive dell'impianto.

La turbolenza produce un aumento della caduta di pressione statica nel sistema e a ciò corrisponde un degrado della prestazione energetica del complesso.

Per limitare la turbolenza iniziale, filtri, curve e transizioni di sezione importanti non dovrebbero essere collocate a distanze minori di 3 - 6 diametri equivalenti di condotto dalla sezione di mandata del ventilatore. Le bocche non intubate di ingresso e/o uscita delle macchine non devono essere posizionate in prossimità di pareti. I condotti devono essere collegati alle macchine mediante raccordi flessibili (minore trasmissione strutturale). Non rispettare tali prescrizioni può significare aumenti di livello del rumore da 10 a 30 dB.

Per i sistemi RCV a portata costante é possibile una condizione di funzionamento continuo in prossimità dell'efficienza massima del ventilatore. Per quelli a portata variabile tradizionali (strozzamento della corrente), spesso per eccesso di sicurezza, il ventilatore viene sovradimensionato anche di 2 o 3 volte rispetto al carico massimo di condizionamento previsto. Pertanto, accade che il sistema ventilante di questi sistemi RCV a portata variabile si trova a lavorare per la quasi totalità del tempo al 60 - 65% della richiesta d'aria massima in quanto non per tutta l'utenza la domanda è contemporaneamente massima. E' noto che, sia nel caso che il ventilatore risulti sovradimensionato sia nel caso che esso risulti sottodimensionato, i problemi potenziali di rumorosità e in particolare di rumorosità a bassa frequenza (rombo) si aggravano.

Livelli di potenza sonora significativamente più bassi si ottengono con sistemi a velocità variabile. Il ventilatore può essere, inoltre, scelto in modo da garantire un funzionamento ottimale in tutto il campo di modulazione del flusso.

Altre sorgenti di rumore aerodinamico

Il flusso d'aria all'interno dei condotti di un sistema RCV non segue un moto "ordinato" del tipo laminare.

I filetti fluidi, invece che scivolare l'uno contro l'altro, si arrotolano formando vortici. L'interazione di una corrente con superfici e corpi solidi produce una turbolenza più o meno concentrata in regioni del fluido prossime all'elemento di disturbo.

. Una diramazione o un oggetto intubato immediatamente a valle della curva sarà investito da un flusso molto veloce e turbolento. L'effetto è ancora più intenso se la variazione di direzione del flusso avviene bruscamente ad angolo retto. Il posizionamento nella curva di alette deflettrici, relativamente corte, guida con gradualità il cambiamento di direzione ed il flusso all'uscita è più ordinato che nel caso precedente.

L'interazione di una corrente con un ostacolo fisico (ad esempio una griglia, un diffusore) genera, almeno teoricamente, una potenza sonora che cresce con la velocità della corrente elevata alla sesta potenza.

Lo spettro del rumore, a banda larga, presenta un massimo ad una frequenza che dipende dalla dimensione tipica dell'ostacolo, o della discontinuità, e dalla velocità massima. L'oggetto più grande produce una turbolenza di dimensioni geometriche maggiori, mentre quello più piccolo produce turbolenza di dimensioni minori. Nel primo caso il picco spettrale è spostato a frequenze più basse rispetto al secondo caso.

Talvolta, se il corpo può vibrare, il meccanismo di retroazione diventa rigenerativo ad una frequenza di risonanza del corpo ed il rumore irradiato acquista uno spiccato carattere tonale.

Le sorgenti di rumore aerodinamico che é necessario considerare per l'analisi acustica del rumore che si propaga nel sistema di distribuzione dell'aria di un impianto RCV sono elencate qui di seguito.

- a.- Serrande di sezionamento e regolazione, singole e multiple;**
- b.- Curve e gomiti, con e senza alette aerodinamiche;**
- c.- Giunzioni e stacchi;**
- d.- Variazioni di sezione, brusche e gradual;**
- e.- Elementi strutturali all'interno dei condotti;**
- f.- Attenuatori;**
- g.- Griglie e diffusori, con e senza serrande di regolazione;**
- h.- Condotti nudi rettilinei.**