



CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO

Ventilatori RDH

**Allegato al programma di selezione Nicotra "Ventil"
versione 2.0.0 o successiva**

Prestazioni aerauliche	2
Funzionamento "a bocca libera"	2
Potenza assorbita	2
Efficienza	2
Rumorosità	3
Zona di normale impiego	4
Tolleranze	5
Prestazioni dei ventilatori binati G2	5
Procedimento di scelta rapida	6
Scelta del motore	7

Prestazioni aerauliche

Le prestazioni dei ventilatori RDH, come descritte dal programma di selezione Ventil con aggiornamento CP 2.5, sono ricavate da prove di funzionamento in installazione "B", con aspirazione libera e bocca di mandata canalizzata. Tali prove sono state svolte presso il laboratorio Nicotra, in accordo con le norme AMCA 210-99 (fig. 12), UNI 10531 (fig. 30 c e par. 29.2 f) ed ISO 5801 (fig. 69 c e par. 30.2 f).

Funzionamento "a bocca libera"

Nel funzionamento in installazione "A", con aspirazione e bocca di mandata non canalizzate, la pressione statica utile del ventilatore, p_{SA} , è più bassa che nel funzionamento con bocca canalizzata, e può essere calcolata, con buona approssimazione, sottraendo, alla pressione totale di catalogo, una pressione dinamica maggiorata, ottenuta moltiplicando la pressione dinamica normalizzata per il fattore K_d riportato nella tabella sotto riportata.

Questa maggiorazione rappresenta l'effetto dell'incremento della pressione dinamica, provocato dallo strozzamento del flusso ad opera del deflettore, e della mancanza di un canale di mandata, che opererebbe come diffusore, permettendo di riconvertire la pressione dinamica eccedente in pressione statica.

K_d - RDH
1.74

Potenza assorbita

Le curve di potenza assorbita, tracciate nei diagrammi di funzionamento, rappresentano la potenza assorbita dalla ventola. La potenza dissipata per attrito nei cuscinetti viene calcolata separatamente, per ciascuna versione costruttiva.

La potenza totale all'albero del ventilatore è data dalla somma dei due valori. Nella grande maggioranza dei casi, il contributo di potenza assorbita dovuto ai cuscinetti è piccolo e spesso trascurabile, ma cresce al diminuire del diametro e della velocità del ventilatore e può diventare rilevante nel caso delle taglie più piccole.

La potenza dissipata nell'eventuale trasmissione non viene considerata.

La potenza assorbita dal ventilatore dipende dalla portata e dal numero di giri, ma non cambia tra il funzionamento a mandata libera (installazione A) e a mandata canalizzata (installazione B).

Efficienza

I valori di efficienza tracciati nei diagrammi rappresentano l'efficienza totale della ventola, in installazione B (η_{tB} secondo la simbologia della norma ISO 5801), al netto degli attriti nei cuscinetti e, ovviamente, nella trasmissione e nel motore.

L'efficienza della ventola, per una data taglia di ventilatore, dipende, a rigore, anche dalla velocità di rotazione, ovvero dal numero di Reynolds Re .

Da prove sperimentali si è tuttavia rilevato che, nell'ambito delle velocità di impiego rappresentate a catalogo, la variazione reale di efficienza delle ventole RDH è ampiamente entro la tolleranza concessa, e non si è quindi ritenuto opportuno complicare ulteriormente il catalogo per rappresentare anche questa piccola variazione.

L'efficienza totale riferita alla potenza all'albero, in installazione B, η_{aB} (che tiene quindi conto anche della dissipazione di potenza da parte dei cuscinetti), può essere calcolata con la formula seguente:

$$\eta_{aB} = \eta_{rB} \cdot \frac{W_r}{(W_r + W_b)}$$

dove:

η_{rB} è l'efficienza totale della ventola, in installazione B

η_{aB} è l'efficienza totale riferita alla potenza all'albero, in installazione B

W_r è la potenza assorbita al mozzo della ventola

W_b è la potenza dissipata nei cuscinetti

L'efficienza statica del ventilatore è l'efficienza calcolata considerando solamente la pressione statica del ventilatore (e non la pressione totale) nel calcolo della potenza utile. Come tale, è maggiormente rappresentativa del reale rendimento energetico del ventilatore quando impiegato in installazione A, ovvero con mandata non canalizzata.

L'efficienza statica riferita alla potenza all'albero, in installazione A, η_{SaA} , può essere calcolata con la formula seguente:

$$\eta_{SaA} = \eta_{rB} \cdot \frac{W_r}{(W_r + W_b)} \cdot \frac{p_{SA}}{p_{FB}} = \eta_{rB} \cdot \frac{W_r}{(W_r + W_b)} \cdot \frac{(p_{FB} - K_d \cdot p_{dB})}{p_{FB}}$$

dove:

p_{FB} è la pressione totale del ventilatore in installazione B (tracciata nei diagrammi)

p_{SA} è la pressione statica del ventilatore in installazione A

K_d è il coefficiente per il ricalcolo della pressione statica in installazione A

p_{dB} è la pressione dinamica convenzionale del ventilatore in installazione B

Il programma di selezione Nicotra "Ventil" calcola automaticamente i valori di efficienza totale e statica riferiti alla potenza all'albero, conformemente al tipo di installazione prescelto, per ciascuna versione costruttiva.

Rumorosità

La rumorosità dei ventilatori RDH è calcolata a partire da prove svolte in accordo alla norma AMCA 300-96 e conformemente alla fig. 2 (misure sul lato di aspirazione) ed alla fig. 3 (misure sul lato di mandata).

I risultati sono stati estesi ad altre velocità mediante il procedimento di calcolo descritto nella norma BS 848, Parte 2, Appendice G. Tale procedimento è una versione perfezionata del procedimento descritto dalla norma AMCA 301-90 ed è in accordo con la bozza attualmente disponibile (Luglio 2001) della norma ISO 13348, in corso di elaborazione da parte del comitato tecnico ISO TC 117.

Il programma di selezione Ventil esegue integralmente questi calcoli e fornisce la migliore approssimazione dei risultati.

Sui diagrammi dei ventilatori sono riportate le curve di livello di potenza sonora pesata A ($L_{ws7}(A)$) riferita al lato di aspirazione del ventilatore.

I livelli di potenza sonora sul lato di mandata ($L_{ws4+Oct}$, $L_{ws(A)}_4$ e L_{ws4}) calcolati mediante il programma Ventil, sono valori calcolati equivalenti ai valori misurati in canale secondo ISO 5136, DIN 45635 parte 9, BS 848 Parte 2 capitolo 6 oppure AMCA 330-97. Tali livelli di potenza sonora differiscono dai valori in canale nelle condizioni di misura secondo AMCA 300-96 per la detrazione del riverbero di estremità, dato, per ciascuna banda di ottava, dalla formula seguente:

$$E_{Oct} = 10 \cdot \log_{10} \left[1 + \left(\frac{20 \cdot \sqrt{293.15}}{f_{Oct} \cdot L \cdot \sqrt{4 \cdot \pi}} \right)^{1.88} \right]$$

dove

f_{Oct} è la frequenza centrale di banda d'ottava (63Hz, 125 Hz)
L è il lato della bocca di mandata del ventilatore in m.

Nell'applicazione pratica, è importante ricordare che la rumorosità del ventilatore installato può variare anche di molto rispetto ai livelli registrati in condizioni di laboratorio.

Vibrazioni meccaniche alle frequenze di rotazione del ventilatore e del motore ed alle frequenze di vibrazione interna del motore possono facilmente irradiare rumore estraneo al ventilatore, generalmente con picchi ben definiti in frequenza. La risposta meccanica del ventilatore alle vibrazioni indotte è inoltre fortemente influenzata dalla rigidità del telaio di basamento che lo collega al motore.

Trafilamenti d'aria nei raccordi, o turbolenze generate da griglie di protezione o di diffusione, da protezioni della trasmissione o da raccordi nei canali possono alterare apprezzabilmente anche il rumore aerodinamico a larga banda, e specialmente ad alta frequenza.

Per finire, l'ampiezza della pulsazione alla frequenza di passaggio pala può cambiare notevolmente, anche di molti decibel, per effetto delle condizioni di risonanza che possono verificarsi nel canale o nella camera a valle di un ventilatore.

Nella maggioranza dei casi, l'incremento di rumorosità a larga banda, derivante dalle condizioni di installazione reale, è contenuto in circa 2 dB. Più difficile è quantificare l'incremento di rumorosità che può prodursi per effetto delle vibrazioni meccaniche, che dipende dalle caratteristiche dagli altri elementi meccanici impiegati (basamento, motore, pulegge), e l'esatta rumorosità alla frequenza di passaggio pala, che può aumentare o diminuire per effetto delle caratteristiche acustiche dei canali connessi al ventilatore.

Zona di normale impiego

Il diagramma di funzionamento dei ventilatori RDH è diviso in tre zone da due righe rosse parallele alle linee di efficienza costante. Le due righe rosse delimitano la zona di normale impiego del ventilatore (al centro) dalla zona di stallo (in alto a sinistra) e dalla zona di bassa pressione (in basso a destra). Un dimensionamento corretto del ventilatore porta ad avere il punto di funzionamento entro la zona di normale impiego, e preferibilmente sulla linea di massima efficienza o lievemente più a destra.

La scelta di una taglia di ventilatore che comporta un punto di funzionamento nella zona di bassa pressione è sconsigliata, sia a causa della scarsa efficienza raggiungibile, che della maggiore incertezza delle prestazioni (si veda a questo proposito la norma DIN 24166). Per correggere un dimensionamento di questo tipo, occorre scegliere un ventilatore di taglia maggiore, un ventilatore binato oppure passare da un ventilatore pala rovescia RDH ad un ventilatore pala avanti ADH.

La scelta di un ventilatore con il punto di funzionamento nella zona di stallo è da evitarsi accuratamente: qualunque ventilatore che operi in queste condizioni non è solo scarsamente efficiente, ma produce una pressione fluttuante ed una forte componente di rumore a bassa pressione, che incide scarsamente sul valore del livello di potenza sonora totale filtrato A, ma che può rivelarsi assai fastidioso. Il problema può essere agevolmente prevenuto scegliendo un ventilatore di taglia più piccola.

Le curve di funzionamento dei ventilatori sono estese fuori della zona di normale impiego con lo scopo di agevolare la diagnosi degli impianti in fase di messa in opera, ma le prestazioni dei ventilatori in queste condizioni sono soggette a notevoli incertezze, dovute anche all'influenza del sistema connesso al ventilatore.

NOTA PER GLI UTENTI DI VENTIL DA 1.0.0 AD 1.0.3 ED AGGIORNAMENTO CP 2.5 O SUCCESSIVO

Gli archivi dati e il file Nicotra.dll versione 2.0.0, contenuti nel pacchetto di aggiornamento CP 2.5 o successivo, sono già predisposti per segnalare il superamento dei margini della zona di normale impiego, ma il programma di selezione "Ventil", versioni da 1.0.0 ad 1.0.3, non è ancora predisposto né per tracciare i margini sul diagramma di funzionamento, né per segnalare all'utente un punto di lavoro selezionato fuori di tali margini.

In caso di necessità il punto di lavoro può essere verificato con la procedura descritta al paragrafo "Procedimento di scelta rapida".

A partire dalla versione 2.0.0 di Ventil, i margini della zona di normale funzionamento vengono mostrati sui diagrammi, ed un'eventuale selezione fuori dei margini viene segnalata all'utente.

Tolleranze

I ventilatori RDH delle taglie da 180 a 315 hanno prestazioni aerauliche, e rumorosità in condizioni di prova secondo AMCA 300-96, tali da rientrare nelle tolleranze indicate nella norma DIN 24166, Classe 2.

I ventilatori RDH delle taglie da 355 a 1000 soddisfano le tolleranze prescritte dalla stessa norma per la Classe 1.

Le prestazioni dei ventilatori nella zona di stallo non sono garantite.

Prestazioni dei ventilatori binati G2

Le prestazioni di un ventilatore binato, ovvero di una versione identificata dal prefisso "G2", sono calcolate, a partire dal corrispondente punto di lavoro di un ventilatore singolo, applicando le formule sotto elencate:

- pressione :	$P_b = P \times 1$
- portata :	$Q_b = Q \times 2$
- potenza assorbita:	$W_b = W \times 2,15$
- numero di giri :	$N_b = N \times 1,05$
- rumorosità :	$L_{wsb} = L_{ws} + 3 \text{ dB}$

Procedimento di scelta rapida

Il modo più rapido per selezionare manualmente il ventilatore con la taglia più appropriata consiste nel calcolare la costante parabolica dimensionale K_p del punto di lavoro richiesto, definita come

$$K_p = \frac{p_{FB}}{Q^2} \cdot \frac{1.2}{\rho}$$

dove

p_{FB} è la Pressione Totale espressa in Pa,
 Q è la Portata espressa in m^3/s , del punto di lavoro richiesto e
 ρ è la densità dell'aria (1.2 kg/m^3 in condizioni normali).

Con il valore trovato, si consulta la tabella sottostante, cercando nella colonna " K_{EtaOpt} " il più piccolo valore maggiore o uguale al valore di K_p calcolato.

Il ventilatore singolo ottimale è quello con la taglia indicata nella colonna di sinistra.

Per individuare la taglia ottimale di un ventilatore binato è sufficiente effettuare le stesse operazioni, considerando solo metà della portata totale richiesta al gruppo binato.

Costante dimensionale K_p [$Pa/(m^3/s)^2$]			
RDH	KSx	K_{EtaOpt}	KDx
180	18962	6668	1321
200	12042	3813	861
225	7471	2244	471
250	3315	1216	310
280	1635	773	234
315	1097	482	132
355	616	299	76.0
400	391	186	46.4
450	236	116	31.6
500	170	76.0	20.1
560	109	48.3	12.2
630	48.3	30.2	7.63
710	30.1	18.7	5.04
800	21.6	11.6	2.93
900	12.2	7.24	2.06
1000	8.49	4.75	1.21

Le colonne KSx e KDx contengono i valori della costante dimensionale K_p che delimitano, rispettivamente a sinistra (confine con la zona di stallo) e a destra, i limiti della zona di normale utilizzo di ciascuna taglia del ventilatore.

L'impiego del ventilatore fuori da questo intervallo è sconsigliato, e particolarmente l'uso con valori di K_p superiori al valore di KSx.

Nel caso in cui il valore di K_p sia maggiore di KSx si raccomanda l'impiego di una taglia inferiore, mentre se il valore di K_p è inferiore a KDx è preferibile impiegare un ventilatore di una taglia maggiore, oppure un ventilatore binato.

Scelta del motore

Come già indicato nel paragrafo relativo alla potenza assorbita, la potenza assorbita all'albero si ottiene sommando la potenza al mozzo della ventola W_r , letta sul diagramma, alla potenza dissipata dai cuscinetti W_b .

La potenza minima del motore da installare si ottiene moltiplicando la potenza assorbita all'albero così ottenuta, per un opportuno coefficiente, dipendente dal valore della potenza assorbita, che tiene conto sia delle perdite della trasmissione che di un ragionevole margine di sicurezza, per fronteggiare piccoli cambiamenti impreveduti del punto di lavoro, o leggeri cambiamenti della velocità di rotazione del ventilatore prodotti dalla diversa velocità del motore impiegato o dalla necessità di usare un rapporto di trasmissione leggermente diverso da quello teorico:

$$W_{Tot} = (W_r + W_b)$$

$$W_{Mot} \geq W_{Tot} \cdot K_w$$

dove

W_{Tot} è la potenza assorbita all'albero

K_w è il coefficiente per la scelta del motore

Per ventilatori RDH

$$K_w = 1.25 \text{ se } W_{Tot} < 0.75 \text{ kW}$$

$$K_w = 1.15 \text{ se } 0.75 \text{ kW} \leq W_{Tot} < 10 \text{ kW}$$

$$K_w = 1.12 \text{ se } W_{Tot} \geq 10 \text{ kW}$$

I coefficienti di sicurezza possono essere ridotti nel caso in cui sia noto con precisione il punto di lavoro del ventilatore e si possa effettuare un calcolo accurato della potenza dissipata dalla trasmissione.

Per motori con potenza superiore a 7.5 kW, si raccomanda l'uso di avviatori a stella-triangolo (Y/ Δ) o di dispositivi di avviamento progressivo, sia per limitare la corrente di avviamento, che per contenere le sollecitazioni meccaniche.