



**Guida alla Selezione di
Ventilatori Direttamente Accoppiati,
Controllati mediante Inverter**

Unità PFN 3 e PFN 5



Documentazione complementare al programma di selezione Ventil
Versione 1.0.0 e superiore

1. Premessa

A partire dalla versione 1.0.0, Ventil comprende un archivio che descrive le prestazioni dei ventilatori PFN1, permettendo il calcolo delle prestazioni aerauliche e di rumore in un punto di lavoro richiesto.

Il ventilatore PFN è trattato esattamente come un ventilatore a trasmissione, essendo sostanzialmente un ventilatore la cui velocità, variabile, deve essere opportunamente scelta, in un intervallo ammissibile, in maniera tale da ottenere le prestazioni richieste.

Il programma Ventil, a partire dalla versione 1.0.0, fornisce la velocità richiesta e tutti gli altri parametri operativi nel punto di lavoro di progetto. Fornisce inoltre una scelta di motore adatta per un'applicazione con trasmissione a cinghie e pulegge, con una ventola PFN1 montata su un albero opportunamente sostenuto da cuscinetti. Questo tipo di unità può essere fornita da Nicotra come PFN2, con un pannello frontale che sostiene il boccaglio di aspirazione, un telaio di basamento, un supporto per i cuscinetti e completato, a richiesta, di motore e trasmissione a cinghie.

2. Selezione di motore e pulegge per unità a trasmissione

La scelta di un motore per una unità a trasmissione viene fatta con la solita procedura impiegata per ventilatori azionati, mediante cinghie a V e pulegge, da un motore normalizzato a 50 o 60 Hz: la potenza all'albero richiesta dal ventilatore è corretta mediante un coefficiente di sicurezza, che aggiunge un margine del 20% fino a 10 kW di potenza all'albero (per compensare le perdite della trasmissione ed ogni eventuale incertezza sull'effettivo punto di lavoro), e del 15% per potenze superiori. Viene quindi specificata la più piccola taglia normalizzata di motore avente potenza superiore al valore così corretto, e la potenza di tale motore viene poi impiegata per dimensionare la trasmissione.

Il calcolo della trasmissione può essere svolto con le funzioni di calcolo interne impiegate da Ventil per altri tipi di ventilatore. Dal momento che la gamma PFN2 è ancora in corso di sviluppo, non è stato creato un archivio specifico; i parametri di resistenza dei cuscinetti inseriti nell'archivio PFN1 sono quindi fittizi e non corrispondono alle reali caratteristiche meccaniche della gamma PFN2.

Di conseguenza, i valori di vita dei cuscinetti, riportati nelle finestre di calcolo della trasmissione e nei relativi stampati, non sono rappresentativi della effettiva vita operativa calcolabile per i cuscinetti dei ventilatori PFN2. La corretta vita operativa dei cuscinetti di unità a trasmissione assemblate dal cliente deve, ovviamente, essere calcolata in funzione della soluzione costruttiva adottata e del tipo di cuscinetto effettivamente installato.

La struttura tecnica di NICOTRA è a disposizione per ogni informazione necessaria.

3. Selezione del motore per ventilatori direttamente accoppiati, azionati mediante convertitori statici di frequenza (inverter)

La maggior parte dei ventilatori Plug Fan sono azionati mediante motori normalizzati, direttamente accoppiati (in una installazione simile a ISO 13349 - Soluzione 4, ma priva di coclea), e le prestazioni sono regolate mediante un inverter o convertitore statico di frequenza, impiegato per alimentare il motore.

La scelta di un motore per un azionamento a velocità variabile mediante variazione di frequenza differisce alquanto da quella di un motore destinato ad un azionamento a frequenza standard mediante cinghie e pulegge.

In previsione dell'impiego con convertitore statico di frequenza, occorre ignorare la minima potenza motore indicata da Ventil, per applicare invece la procedura descritta qui di seguito.

3.1. Procedure standard

La potenza utile, erogabile da un motore normalizzato, cambia con la frequenza di alimentazione. Un opportuno surdimensionamento può essere necessario per sopportare il maggior surriscaldamento generato dalle armoniche di alta frequenza, applicate all'avvolgimento del motore da un'alimentazione con forma d'onda non sinusoidale come quella generata dall'inverter. Ogni riduzione dalla velocità di rotazione del motore riduce, inoltre, anche l'efficacia della ventola di raffreddamento coassiale dei motori con raffreddamento esterno.

Il coefficiente di declassamento dei motori normalizzati cambia, inoltre, passando da un produttore di motori all'altro; nonostante questo, per motori di primaria qualità, è possibile impiegare il diagramma seguente, che mostra l'andamento del rapporto tra la potenza utile e la potenza nominale come funzione del rapporto tra la frequenza di alimentazione e la frequenza nominale.

Questo diagramma è stato ottenuto ricalcolando dati pubblicati da ABB.

Nel caso l'utente abbia motivo di temere che il motore realmente impiegato possa essere soggetto a maggiori restrizioni, si raccomanda di procurarsi i fattori di declassamento raccomandati dal proprio fornitore di motori.

L'utente dovrebbe inoltre ricordare che non tutti i fabbricanti di motori garantiscono i loro prodotti per impiego con forma d'onda di alimentazione PWM come quella generata dagli inverter.

Molti produttori raccomandano infine, per motori da impiegarsi oltre i 3000 r.p.m., l'uso di cuscinetti speciali o, almeno, di grasso speciale. L'utente dovrebbe verificare questi dettagli con il proprio fornitore di motori.

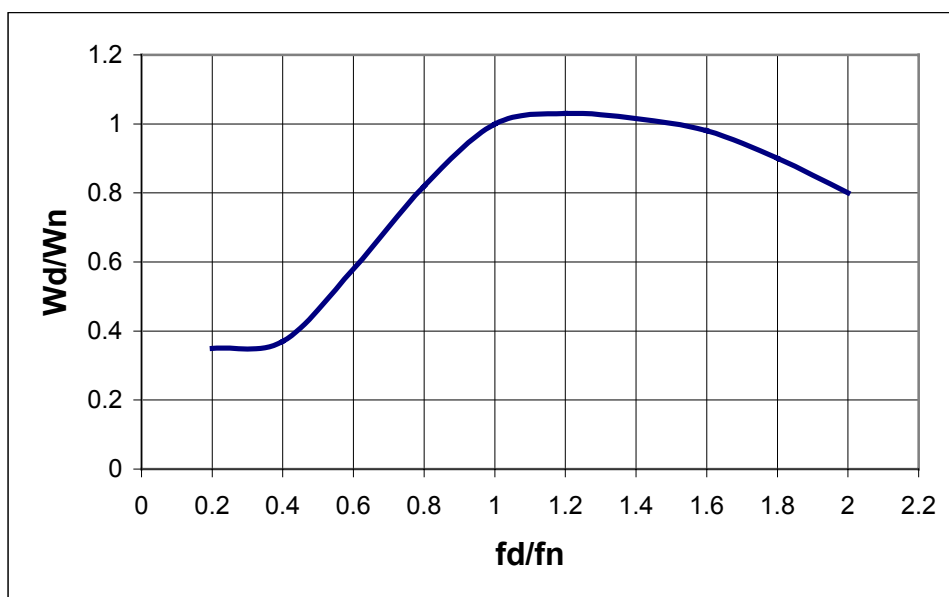


Fig. 1: Fattore di declassamento per motori normalizzati con autoventilazione esterna.

Dove:

f_d è la frequenza di alimentazione

f_n è la frequenza nominale del motore

W_d è la massima potenza utile alla frequenza di impiego

W_n è la potenza nominale del motore

Il procedimento di calcolo è relativamente semplice: prima di tutto, data la velocità d'impiego del ventilatore, occorre stimare la frequenza di alimentazione per un motore con il numero di poli previsto.

$$f_d = (n_d + S) \cdot \frac{p}{120}$$

Dove:

f_d	è la frequenza di alimentazione stimata, in Hz
n_d	è la velocità richiesta, in r.p.m.
S	è la velocità di scorrimento che, in mancanza di migliori stime, può essere ritenuta uguale a 50 r.p.m.
p	è il numero di poli motore, p. es. 2 o 4 o 6....

Nota: il diagramma alla pagina precedente mostra chiaramente come il numero di poli dovrebbe essere scelto in modo tale da evitare, se possibile, l'impiego di un motore con una frequenza di alimentazione inferiore a 35 Hz (per motori con frequenza nominale 50 Hz), per evitare un declassamento eccessivo e, di conseguenza, un costoso surdimensionamento del motore.

Calcolando il rapporto tra la frequenza di alimentazione stimata e la frequenza nominale del motore (50 o 60 Hz), si può leggere il fattore di declassamento sul diagramma precedente.

La minima potenza nominale richiesta è data dalla potenza all'albero, assorbita dalla ventola PFN, divisa per il coefficiente di declassamento letto sul diagramma. Un ulteriore, ragionevole margine di sicurezza dovrebbe, inoltre, essere sempre aggiunto: il 5% è il minimo assoluto raccomandato.

La più piccola taglia di motore normalizzato, di potenza superiore alla potenza minima calcolata, può quindi essere adottata con sicurezza.

Un motore correttamente selezionato per un impiego alla massima velocità, può poi essere rallentato in piena sicurezza agendo sulla frequenza di alimentazione, dal momento che la potenza assorbita dalla ventola, connessa con un sistema aeraulico a perdita di carico quadratica, cala molto più rapidamente della massima potenza erogabile dal motore. I produttori di motori normalmente raccomandano, per altre ragioni, di non scendere al di sotto di una frequenza minima assoluta di azionamento pari a 5 Hz.

L'utente dovrebbe inoltre notare che motori dotati di un ventilatore di raffreddamento indipendente (motori "servoventilati") o motori dotati di convertitori di frequenza integrati, appositamente progettati, possono avere curve di declassamento sensibilmente diverse da quella qui riportata, spesso notevolmente migliori.

Nota Importante:

Questa procedura di calcolo può essere applicata anche alla scelta di motori destinati al controllo con inverter e all'accoppiamento, mediante giunto, con altri tipi di ventilatori, come i ventilatori doppia aspirazione della serie ADN/RDN.

3.2. Metodo semplificato di selezione dei motori per ventilatori PFN direttamente accoppiati

Una procedura semplificata può essere impiegata per scegliere i motori da utilizzare, con regolazione mediante inverter, in ventilatori con ventole PFN, come i gruppi PFN3, PFN5 o gruppi assemblati dal cliente.

Le tabelle che seguono, mostrano, per ciascuna taglia di ventola PFN, la massima velocità che può essere raggiunta con ciascuna taglia di motore normalizzato concepito per impiego a 50 Hz. Questa velocità è la massima velocità alla quale è garantito ancora un margine di potenza utile pari almeno al 5%, nel punto di maggior carico lungo la curva caratteristica a velocità costante del ventilatore, tenendo debitamente conto del corretto fattore di declassamento alla frequenza di alimentazione necessaria.

Queste tabelle NON possono essere impiegate per la scelta di motori da impiegarsi con ventilatori diversi dalla gamma PFN.

Accanto alla massima velocità di sicurezza, per ciascuna potenza nominale normalizzata, appare una indicazione del corrispondente numero di poli e della frequenza di alimentazione necessaria per raggiungere la velocità limite indicata. Le diverse possibili motorizzazioni sono poi classificate in funzione del diametro dell'albero, che deve essere sempre espressamente indicato, ordinando ventole sciolte come PFN1.

Conoscendo la taglia di ventola necessaria e la velocità di impiego richiesta, ricavate dai risultati della selezione effettuata con Ventil, nella opportuna riga delle tabelle seguenti, relativa alla taglia di ventola, si può cercare la più piccola taglia motore che permetta di azionare la ventola prescelta ad una velocità uguale o maggiore rispetto alla velocità richiesta.

La selezione effettuata in questo modo può, in molti casi, essere maggiormente cautelativa di quella calcolata a partire dall'effettivo assorbimento di potenza nel punto di impiego di progetto, dal momento che l'assorbimento di potenza all'efficienza ottimale è inferiore del 15 % circa rispetto alla massima potenza assorbita alla stessa velocità. Questo massimo assorbimento si ottiene approssimativamente al 60 % della pressione di efficienza ottimale, ad una portata sensibilmente superiore.

	Alesaggio mozzo in mm:			
PFN	11	14	19	24
250	0.18 kW 63 (2p) - 2200 rpm (40 Hz) 0.25 kW 63 (2p) - 2400 rpm (44 Hz)	0.37 kW 71 (2p) 2800 rpm (50 Hz) 0.55 kW 71 (2p) 3100 rpm (75 Hz)	0.75 kW 80 (2p) 3500 rpm (61 Hz) 1.1 kW 80 (2p) 4000 rpm (70 Hz)	1.5 kW 90S (2p) 4500 rpm (78 Hz) 2.2 kW 90L (2p) 5000 rpm (86 Hz)
280		0.25 kW 71 (4p) 1950 rpm (70Hz) 0.37 kW 71 (4p) 2200 rpm (80 Hz) 0.55 kW 71 (2p) 2600 rpm (47 Hz)	0.75 kW 80 (2p) 2900 rpm (51 Hz) 1.1 kW 80 (2p) 3300 rpm (58 Hz)	1.5 kW 90S (2p) 3700 rpm (65 Hz) 2.2 kW 90L (2p) 4200 rpm (72 Hz)
315		0.25 kW 71 (4p) 1550 rpm (57Hz) 0.37 kW 71 (4p) 1800 rpm (65 Hz) 0.55 kW 71 (4p) 1950 rpm (74 Hz)	0.75 kW 80 (4p) 2200 rpm (81 Hz) 1.1 kW 80 (2p) 2500 rpm (47 Hz)	1.5 kW 90S (2p) 2800 rpm (51 Hz) 2.2 kW 90L (2p) 3100 rpm (58 Hz)
355		0.37 kW 71 (4p) 1500 rpm (55 Hz) 0.55 kW 71 (4p) 1700 rpm (61 Hz)	0.75 kW 80 (4p) 1900 rpm (66 Hz)	1.1 kW 90S (4p) 2200 rpm (67 Hz) 1.5 kW 90L (4p) 2450 rpm (85 Hz) 2.2 kW 90L (2p) 2800 rpm (49 Hz)
400			0.37 kW 80 (6p) 1200 rpm (65 Hz) 0.55 kW 80 (4p) 1400 rpm (51 Hz) 0.75 kW 80 (4p) 1550 rpm (57 Hz)	1.1 kW 90S (4p) 1750 rpm (62 Hz) 1.5 kW 90L (4p) 1950 rpm (68 Hz)
450			0.55 kW 80 (6p) 1100 rpm (60 Hz) 0.75 kW 80 (4p) 1250 rpm (46 Hz)	1.1 kW 90S (4p) 1400 rpm (50 Hz) 1.5 kW 90L (4p) 1600 rpm (57 Hz)
500			0.55 kW 80 (6p) 1000 rpm (55 Hz)	0.75 kW 90S (6p) 1050 rpm (57 Hz) 1.1 kW 90L (6p) 1200 rpm (62 Hz) 1.5 kW 90L (4p) 1300 rpm (47 Hz)
560				0.75 kW 90S (6p) 900 rpm (49 Hz) 1.1 kW 90L (6p) 1000 rpm (54 Hz)
630				
710				
800				
900				
1000				

Tabella 1: Ventilatori PFN - Combinazioni di potenza installata e massima velocità.

	Alesaggio mozzo in mm:			
PFN	28	38	42	48
250	3 kW 100L (2p) 5600 rpm (96 Hz)			
280	3 kW 100L (2p) 4700 rpm (81 Hz) 4 kW 112M (2p) 5000 rpm (86Hz)			
315	3 kW 100L (2p) 3750 rpm (65 Hz) 4 kW 112M (2p) 4000 rpm (69 Hz)	5.5 kW 132S (2p) 4500 rpm (76 Hz)		
355	3 kW 100L (2p) 3150 rpm (55 Hz) 4 kW 112M (2p) 3450 rpm (60 Hz)	5.5 kW 132S (2p) 3850 rpm (65 Hz) 7.5 kW 132S (2p) 4000 rpm (68 Hz)		
400	2.2 kW 100L (4p) 2250 rpm (78 Hz) 3 kW 100L (4p) 2500 rpm (86 Hz) 4 kW 112M (2p) 2750 rpm (48 Hz)	5.5 kW 132S (2p) 3100 rpm (53 Hz) 7.5 kW 132S (2p) 3500 rpm (60 Hz)		
450	2.2 kW 100L (4p) 1800 rpm (63 Hz) 3 kW 100L (4p) 2000 rpm (70 Hz) 4 kW 112M (4p) 2200 rpm (75 Hz)	5.5 kW 132S (4p) 2450 rpm (84 Hz) 7.5 kW 132S (2p) 2750 rpm (47 Hz)	11 kW 160M (2p) 3100 rpm (53 Hz)	
500	2.2 kW 100L (4p) 1500 rpm (53 Hz) 3 kW 100L (4p) 1700 rpm (60 Hz) 4 kW 112M (4p) 1850 rpm (64 Hz)	5.5 kW 132S (4p) 2100 rpm (72 Hz) 7.5 kW 132M (4p) 2300 rpm (79 Hz)	11 kW 160M (2p) 2700 rpm (46 Hz)	
560	1.5 kW 100L (6p) 1150 rpm (61 Hz) 2.2 kW 100L (4p) 1300 rpm (46 Hz) 3 kW 100L (4p) 1450 rpm (51 Hz) 4 kW 112M (4p) 1600 rpm (56Hz)	5.5 kW 132S (4p) 1800 rpm (62 Hz) 7.5 kW 132M (4p) 2000 rpm (69 Hz)	11 kW 160M (4p) 2250 rpm (76 Hz) 15 kW 160M (2p) 2500 rpm (43 Hz)	
630	1.5 kW 100L (6p) 930 rpm (50 Hz) 2.2 kW 112M (6p) 1050 rpm (55 Hz) 4 kW 112M (4p) 1300 rpm (46 Hz)	3 kW 132S (6p) 1170 rpm (61 Hz) 5.5 kW 132S (4p) 1400 rpm (49 Hz) 7.5 kW 132M (4p) 1600 rpm (56 Hz)	11 kW 160M (4p) 1800 rpm (61 Hz) 15 kW 160L (4p) 2000 rpm (68 Hz)	18.5 kW 180M (4p) 2150 rpm (73 Hz) 22 kW 180L (4p) 2250 rpm (76 Hz)
710	2.2 kW 112M (6p) 880 rpm (47 Hz)	3 kW 132S (6p) 970 rpm (51 Hz) 4 kW 132M (6p) 1070 rpm (56 Hz) 5.5 kW 132M (6p) 1200 rpm (62 Hz) 7.5 kW 132S (4p) 1330 rpm (47 Hz)	11 kW 160M (4p) 1520 rpm (52 Hz) 15 kW 160L (4p) 1700 rpm (58 Hz)	18.5 kW 180M (4p) 1830 rpm (62 Hz) 22 kW 180M (4p) 1940 rpm (65 Hz)
800		3 kW 132M (8p) 750 rpm (52 Hz) 4 kW 132M (6p) 830 rpm (44 Hz) 5.5 kW 132M (6p) 930 rpm (49 Hz)	5.5 kW 160M (8p) 930 rpm (64 Hz) 7.5 kW 160M (6p) 1040 rpm (54 Hz) 11 kW 160L (6p) 1180 rpm (61 Hz) 11 kW 160M (4p) 1180 rpm (40 Hz) 15 kW 160L (4p) 1320 rpm (45 Hz)	18.5 kW 180M (4p) 1420 rpm (48 Hz) 22 kW 180M (4p) 1500 rpm (51 Hz)
900			4 kW 160M (8p) 690 rpm (49 Hz) 5.5 kW 160M (8p) 770 rpm (54 Hz) 7.5 kW 160M (6p) 850 rpm (44 Hz) 11 kW 160L (6p) 960 rpm (50 Hz)	11 kW 180L (8p) 960 rpm (65 Hz) 15 kW 180L (6p) 1070 rpm (55 Hz) 22 kW 180M (4p) 1230 rpm (42 Hz)
1000			5.5 kW 160M (8p) 640 rpm (45 Hz) 7.5 kW 160M (8p) 710 rpm (49 Hz)	11 kW 180L (8p) 810 rpm (55 Hz) 15 kW 180L (6p) 900 rpm (46 Hz)

Tabella 2: Ventilatori PFN - Combinazioni di potenza installata e massima velocità.

	Alesaggio mozzo in mm:		
PFN	55	60	65
250			
280			
315			
355			
400			
450			
500			
560			
630			
710	30 kW 200L (4p) 2000 rpm (67 Hz)		
800	30 kW 200L (4p) 1700 rpm (57 Hz)		
900	18.5 kW 200L (6p) 1170 rpm (60 Hz) 22 kW 200L (6p) 1230 rpm (63 Hz) 30 kW 200L (4p) 1370 rpm (46 Hz)	37 kW 225S (4p) 1470 rpm (49 Hz) 45 kW 225M (4p) 1500 rpm (51 Hz)	
1000	15 kW 200L (8p) 900 rpm (61 Hz) 18.5 kW 200L (6p) 960 rpm (49 Hz) 22 kW 200L (6p) 1020 rpm (52 Hz)	30 kW 225M (6p) 1140 rpm (58 Hz) 37 kW 225S (4p) 1220 rpm (41 Hz) 45 kW 225M (4p) 1300 rpm (44 Hz)	37 kW 250M (6p) 1220 rpm (62 Hz) 55 kW 250M (4p) 1350 rpm (45 Hz)

Tabella 3: Ventilatori PFN - Combinazioni di potenza installata e massima velocità.