

## Scheda tecnica n. 32E – Installazione di sistemi elettronici di regolazione di frequenza (inverter) in motori elettrici operanti sui sistemi di ventilazione.

### 1. ELEMENTI PRINCIPALI

#### 1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento <sup>1</sup> :	IND-E ) Processi industriali: sistemi di azionamento efficienti (motori, inverter, ecc.), automazione e interventi di rifasamento
Vita Utile <sup>2</sup> :	U = 5 anni
Vita Tecnica <sup>2</sup> :	T = 15 anni
Settore di intervento:	Industriale, terziario
Tipo di utilizzo:	Sistemi di ventilazione azionati da motori elettrici

#### 1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione <sup>3</sup>	Valutazione analitica
Coefficiente di addizionalità <sup>2</sup>	$\alpha = 100 \%$
<b>Risparmio netto (RN) di energia primaria per ogni singolo ventilatore</b>	
$RN = \alpha \cdot RL = 0,187 \cdot 10^{-3} \cdot \left( \sum_{i=1}^n P_{a,i} \cdot h_i - \sum_{i=1}^n P_{p,i} \cdot h_i \right) \quad (\text{tep})$	
dove:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>P_{a,i}</math> e <math>P_{p,i}</math> sono le potenze elettriche assorbite dal motore in corrispondenza di assegnati regimi di portata nella situazione ante intervento (serranda di regolazione) e con azionamento a velocità variabile (situazione post) (kW);</li> <li>- <math>h_i</math> sono le ore di funzionamento dei motori ai medesimi regimi di portata nel periodo di riferimento<sup>2</sup>;</li> <li>- <math>n \geq 4</math>.</li> </ul>	
Nella sessione 1.2 dell'Allegato è riportata la procedura per il calcolo di $\Sigma P_{a,i}$ .	
Le ore $h_i$ , le potenze $P_i$ e le portate $Q_i$ sono le grandezze oggetto di misura.	
Coefficiente di durabilità <sup>2</sup> :	$\tau = 2,65$
Quote dei risparmi di energia primaria [tep] <sup>2</sup> :	
<b>Risparmio netto contestuale (RNc)</b>	$RNc = RN$
<b>Risparmio netto anticipato (RNa)</b>	$RNa = (\tau - 1) \cdot RN$
<b>Risparmio netto integrale (RNI)</b>	$RNI = RNc + RNa = \tau \cdot RN$
Tipi di Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento <sup>4</sup>	Tipo I

### 2. NORME TECNICHE DA RISPETTARE

- Articolo 6, decreti ministeriali 20 luglio 2004.
- Norma CEI EN 61800-2: Azionamenti elettrici a velocità variabile. Parte 2: Prescrizioni generali e specifiche nominali per azionamenti a bassa tensione con motori in corrente alternata.



- Norma CEI EN 61800-4: Azionamenti elettrici a velocità variabile. Parte 4: Prescrizioni generali e specifiche nominali per azionamenti a tensione superiore a 1 kV e fino a 35 kV con motori in corrente alternata.
- Norma CEI EN 60034-1: Macchine elettriche rotanti. Parte 1: Caratteristiche nominali e di funzionamento.
- Norma CEI 13-35: Guida all'applicazione delle Norme sulla misura dell'energia elettrica.
- Norma CEI EN 60359: Apparecchi di misura elettrici ed elettronici -- Espressione delle prestazioni.

### 3. DOCUMENTAZIONE DA TRASMETTERE

In caso di rilievo della potenza assorbita nella situazione ante secondo la modalità a) deve essere allegata la documentazione fornita dal costruttore attestante i valori della potenza assorbita dal ventilatore in funzione della portata.

### 4. DOCUMENTAZIONE DA CONSERVARE <sup>5</sup>

- Nome, indirizzo e recapito telefonico di ogni cliente partecipante.
- Documentazione delle prove sperimentali svolte con regolazione della portata mediante serranda, a cui è stato assoggettato ciascun gruppo.
- Documentazione delle prove sperimentali svolte con regolazione della portata mediante inverter, a cui è stato assoggettato ciascun gruppo.
- Documento di esercizio da cui si possano evincere i regimi parziali di portata ed il corrispondente numero di ore di funzionamento a cui ciascun gruppo è stato sottoposto durante il periodo di funzionamento.

---

Note:

1 Tra quelle elencate nella Tabella 2 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.

2 Di cui all'articolo 1, comma 1, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.

3 Di cui all'articolo 3 della deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.

4 Di cui all'articolo 17 della deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.

5 Eventualmente in aggiunta a quella specificata all'articolo 14, comma 3, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.



## Allegato alla scheda tecnica n. 32E: procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria

### Premessa

I sistemi per regolare la velocità di funzionamento dei ventilatori trovano applicazione principalmente in quei processi industriali che hanno una domanda di aria di ventilazione variabile, in relazione all'andamento del processo produttivo.

Esempi di una forte domanda di aria di ventilazione si segnalano nell'industria metallurgica, ceramica, tessile, farmaceutica, impianti chimici, ecc. ed in genere dove sono presenti forni di cottura, di essiccazione ed impianti di abbattimento dell'inquinamento atmosferico.

A differenza dei sistemi di regolazione tradizionali (elettro-meccanici), come i sistemi on-off, a serranda modulante, ecc., che intervengono direttamente sulla portata d'aria introducendo delle perdite di carico, i sistemi elettronici di variazione della velocità del motore basati sulla regolazione della frequenza e della tensione (inverter), in relazione alla domanda di portata d'aria, mantengono il livello di efficienza energetica del sistema.

La procedura indicata è di tipo analitico. Essa, anche se comporta un maggiore impegno della procedura standard in termini di misure, di disponibilità di dati storici e della loro elaborazione, è ritenuta necessaria per un'accettabile accuratezza nella determinazione del risparmio energetico.

Al fine di rendere più generale la validità della scheda e consentire l'applicazione sia agli impianti esistenti sia alle nuove installazioni, sono previste due modalità di calcolo che differiscono nel modo di determinare le potenze di funzionamento nella situazione ante intervento.

Entrambe le modalità richiedono che vengano effettuate le seguenti attività:

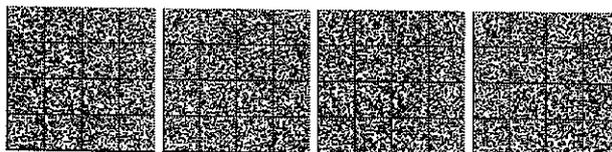
- A) Determinazione della potenza elettrica  $P_{a,i}$  nella situazione ante intervento, assorbita in corrispondenza di  $N$  valori della portata  $Q_i$ ;
- B) Analoga misura della potenza elettrica  $P_{p,i}$  assorbita in corrispondenza dei valori di portata  $Q_i$ , adottando la regolazione della portata mediante inverter;
- C) Estrapolazione dei consumi energetici nel corso del periodo di riferimento e calcolo del risparmio della seconda soluzione rispetto alla prima.

Il valore della potenza elettrica  $P_{a,i}$  nella situazione ante intervento, può essere ricavata nelle seguenti due modalità:

- a) dai dati del costruttore
- b) tramite misura diretta

**La modalità a) è da utilizzarsi in caso di mancanza della serranda di regolazione, mentre la b) è da utilizzarsi nel caso sia presente la serranda di regolazione.**

Nel caso a) se i dati del costruttore si riferiscono al valore della potenza assorbita dal ventilatore è necessario risalire alla potenza assorbita dal motore elettrico tramite il rendimento di quest'ultimo da ricavare dalla tabella di seguito riportata.



**Rendimento motori elettrici (corrispondente alla classe IE2)**

Potenza (kW)	Numero poli		
	2	4	6
0,75	77,4	79,6	75,9
1,1	79,6	81,4	78,1
1,5	81,3	82,8	79,8
2,2	83,2	84,3	81,8
3	84,6	85,5	83,3
4	85,8	86,6	84,6
5,5	87,0	87,7	86,0
7,5	88,1	88,7	87,2
11	89,4	89,8	88,7
15	90,3	90,6	89,7
18,5	90,9	91,2	90,4
22	91,3	91,6	90,9
30	92,0	92,3	91,7
37	92,5	92,7	92,2
45	92,9	93,1	92,7
55	93,2	93,5	93,1
75	93,8	94,0	93,7
90	94,1	94,2	94,0
110	94,3	94,5	94,3
132	94,6	94,7	94,6
160	94,8	94,9	94,8
200	95,0	95,1	95,0
375	95,0	95,1	95,0

**Misura della potenza ante nel caso sia presente la serranda**

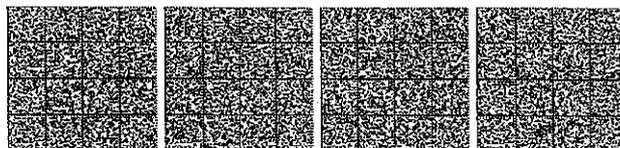
La misura in oggetto consiste nel rilievo della potenza elettrica assorbita dal motore in corrispondenza di prefissati regimi di portata. Agendo sulla serranda di regolazione, si dovranno registrare almeno quattro situazioni, tipicamente al 100%, 75%, 50% e 25%.

Qualora questa serie di misure, significative della situazione ante intervento, non siano state effettuate prima dell'installazione dell'inverter, si può sempre provvedere anche dopo l'installazione, purché si proceda con i seguenti accorgimenti:

- Regolare il variatore di velocità a 50 Hz,
- Azionare la serranda fino a leggere il valore della portata desiderata,
- Registrare il valore della potenza assorbita dal motore per la suddetta portata,
- Moltiplicare il valore della potenza assorbita, se essa è misurata a monte dell'inverter, per il rendimento del variatore di velocità ricavabile dalla tabella sottostante.

Frequenza	Rendimento inverter				
	Taglia Inverter (kW)				
	>0,1	>1	>10	>100	>1000
50 Hz	88,0%	92,5%	97,0%	98,0%	98,0%

I valori della potenza, nei casi intermedi possono essere calcolati per interpolazione.



### Misura della potenza con inverter

Nella situazione post intervento, si dovrà effettuare la misura della potenza elettrica assorbita a monte dell'inverter con l'unica accortezza di porre attenzione alla corrispondenza tra il regime di letture nella situazione post con la situazione ante.

### Calcolo del risparmio di energia primaria

Dalle misure delle potenze assorbite nelle condizioni ante e post intervento, per passare alla determinazione della relativa energia consumata, è necessario conoscere la distribuzione delle ore di carico, ossia il numero di ore  $h_i$  alle quali si riscontra la portata  $Q_i$ .

I dati raccolti sono riportati nella tabella di rendicontazione seguente mediante la quale si calcolano i risparmi espressi in kWh

Portata	Frequenza	Ore anno	Potenza assorbita ante	Energia consumata ante	Potenza assorbita post	Energia consumata post	Risparmio
(l/s)	Hz	h/a	kW	kWh	kW	kWh	kWh
$Q_1$	$HZ_1$	$H_1$	$P_{a,1}$	$E_{a,1}=h_1 \cdot P_{a,1}$	$P_{p,1}$	$E_{p,1}=h_1 \cdot P_{p,1}$	$R_1 = E_{a,1} - E_{p,1}$
$Q_2$	$HZ_2$	$H_2$	$P_{a,2}$	$E_{a,2}=h_2 \cdot P_{a,2}$	$P_{p,2}$	$E_{p,2}=h_2 \cdot P_{p,2}$	$R_2 = E_{a,2} - E_{p,2}$
$Q_3$	$HZ_3$	$H_3$	$P_{a,3}$	$E_{a,3}=h_3 \cdot P_{a,3}$	$P_{p,3}$	$E_{p,3}=h_3 \cdot P_{p,3}$	$R_3 = E_{a,3} - E_{p,3}$
$Q_4$	$HZ_4$	$H_4$	$P_{a,4}$	$E_{a,4}=h_4 \cdot P_{a,4}$	$P_{p,4}$	$E_{p,4}=h_4 \cdot P_{p,4}$	$R_4 = E_{a,4} - E_{p,4}$
$Q_n$	$HZ_n$	$H_n$	$P_{a,n}$	$E_{a,n}=h_n \cdot P_{a,n}$	$P_{p,n}$	$E_{p,n}=h_n \cdot P_{p,n}$	$R_n = E_{a,n} - E_{p,n}$

Il risparmio complessivo di energia primaria nel periodo di riferimento, è espresso dalla relazione:

$$RN = a \cdot RL = 0,187 \cdot 10^{-3} \cdot \left( \sum_{i=1}^n P_{a,i} \cdot h_i - \sum_{i=1}^n P_{p,i} \cdot h_i \right) \quad (\text{tep})$$

