

Misure di rendimento energetico &
efficienza meccanica sulla
Turbina GiAr Multiblade

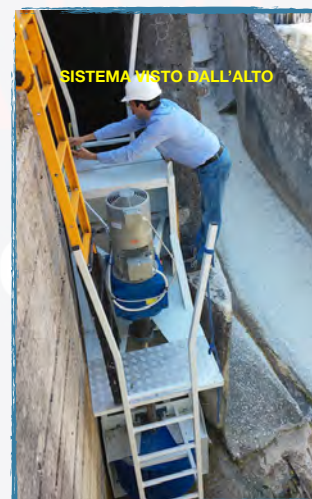
VERBALE

Obiettivi

L'obiettivo delle misure era quello di verificare la funzionalità della Turbina GiAr Multiblade valutando la potenza erogata dal sistema e l'efficienza di produzione elettrica.

Configurazione del sistema

La turbina è stata montata su un canale artificiale, (immagine in alto a sinistra) posizionata a 15 cm dal fondo per evitare che eventuali elementi solidi possano danneggiare il corpo rotante (immagine in alto a destra). È fissata alla struttura preesistente in calcestruzzo da tiranti in acciaio, come mostrato nella figura al centro a destra. Una paratia preesistente a monte del sistema permette di controllare la portata dell'acqua nel canale dove è posizionata la turbina. Nella facciata interna della turbina, che funge da sbarramento del canale, sono state tracciate tacche di riferimento per la rilevazione dell'altezza della colonna d'acqua che alimenta la turbina (immagine in basso a sinistra).



Il sistema in esame è costituito da una catena di componenti/apparati certificati dalle ditte costruttrici. Si parte dalla *turbina GiAr Multiblade* (immagine in basso a destra). Essa è accoppiata ad un riduttore di giri meccanico modello *mr 31 125 uc2a 38x300* con rapporto di riduzione di 30,2 e forma costruttiva B3 (in asse) della ditta *Rossi*, avente un rendimento del 94% (ALLEGATO A). In questo caso il numero di giri della turbina viene moltiplicato per il rapporto di riduzione. Dal riduttore/moltiplica si arriva al motore/generatore costituito dal modello *1LE1001-1CB22-2FA4* della ditta *Simotics/Siemens*, motore a 400V, 3 fasi (4 poli), 50 Hz da 7,5 KW nominali, con un rendimento nominale dell' 89% (ALLEGATO B).



Il motore/generatore e' collegato ad un quadro elettrico di comando (immagine in alto a destra) che permette di controllare e misurare i parametri di lavoro della

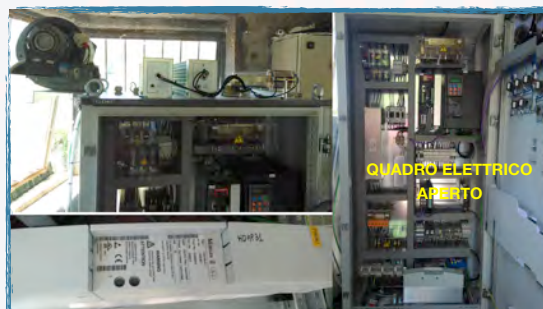


turbina e del motore/generatore. Il quadro elettrico e' stato progettato e costruito dalla ditta SEI Sistemi (Drawing Number: 170054, conformità dichiarate negli ALLEGATO C, D e E).

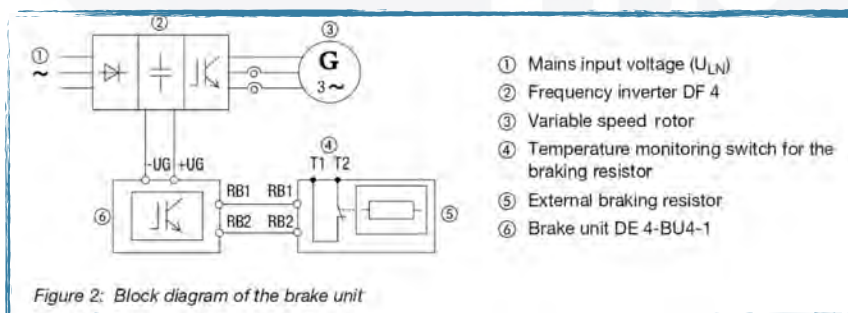


All'interno del quadro ci sono i sistemi elettrici di controllo del numero di giri del motore/generatore e della misura della potenza effettivamente generata. Il tutto viene impostato e monitorato tramite il pannello con display della ditta Simatic/Siemens modello HMI KP400 Comfort, 6av2 124-1dc01-0ax0.

Nella fase di generazione, ossia nella fase in cui il motore/generatore funziona come alternatore (messo in rotazione dalla turbina attraverso il riduttore/moltiplica meccanico di giri), la tensione alternata prodotta dal generatore viene convertita in tensione continua da un apposito convertitore.



La tensione continua prodotta viene inviata ad una unita' di frenamento a Chopper (modello DE4-BU4-1 della ditta Moeller) collegato per questo test a delle resistenze di frenamento. Il principio di funzionamento del sistema e' tale per cui la potenza viene scaricata sulle resistenze di frenamento in modo tale da mantenere costante la velocità di rotazione della turbina. In questo modo un sistema a retroazione permette di scaricare più potenza sulle resistenze se la turbina accelera, viceversa la potenza dissipata sarà minore se decelera.



Misurando questa potenza dissipata sulle resistenze si può conoscere l'effettiva potenza generata dalla turbina e dissipata in calore. Per questo test la potenza generata viene appunto dissipata e misurata e non viene immessa nella rete elettrica nazionale.

Misure e strumentazioni

Poiché non era presente un sistema per misurare la portata dell'acqua utile alla turbina, questa si è stimata dal valore teorico determinato dal prodotto della sezione attiva della turbina, s , per la velocità teorica dell'acqua alla turbina, v :

$$P = s \times v$$

La sezione attiva è fornita dal prodotto della base, b , per l'altezza, a , dell'apertura efficace (come da progetto):

$$s = a \times b = (0,49 \times 0,235)\text{m}^2 \simeq 0,115\text{m}^2,$$

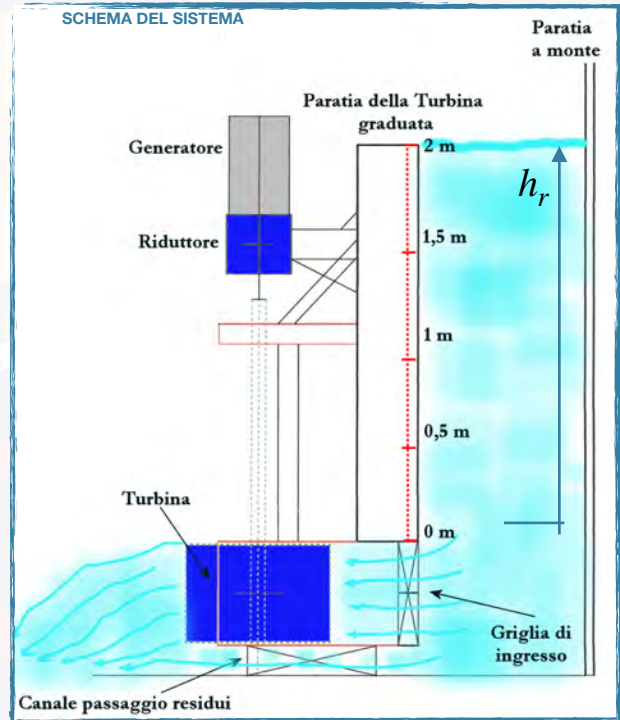
La velocità teorica dell'acqua è ottenuta dalla relazione

$$v = \sqrt{2gh_r}$$

dove $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$ è l'accelerazione gravitazionale e h_r l'altezza del livello d'acqua misurata dalle tacche di riferimento (come schematizzato nel disegno a lato).

La potenza *teorica* fornita al sistema, W_F , è quindi

$$W_F = \frac{dm}{dt} \times g \times h_r = s v \rho \times g \times h_r$$



$$W_F = \left(\sqrt{2s\rho g^{3/2}} \right) \times h_r^{3/2}.$$

La potenza erogata W_E è misurata come riportato nella sezione precedente "Configurazione del sistema".

Il rendimento energetico η è definito come il rapporto tra la potenza erogata, W_E , e la potenza *teorica* fornita al sistema, W_F , cioè

$$\eta = \frac{W_E}{W_F}.$$

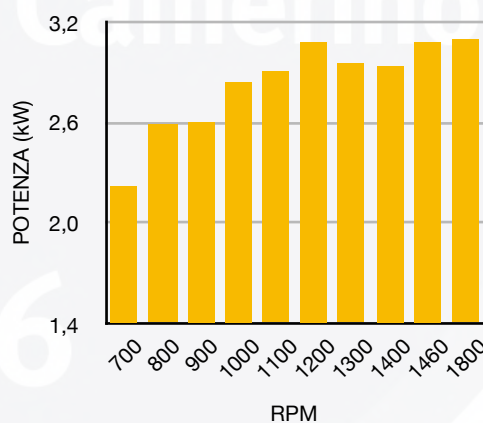
TEST DEL 12 GIUGNO 2019

Procedura di misura

Il giorno 12 giugno 2019 alle ore 16:00 sono stati effettuati i test sul sistema. Alle ore 16:15 si è preparata la turbina avviando il motore (guidante) per riscaldare l'olio lubrificante del riduttore. Alle 16:25 si è effettuato il controllo del quadro elettrico e la verifica della certificazione. Alle 16:30 sono iniziati i test sulla turbina predisponendo il livello d'acqua all'altezza $h_r = 1,5$ m. Si è quindi fissato il numero di giri del rotore e si sono effettuate dieci misurazioni di potenza dal quadro elettrico necessarie per un'analisi statistica delle misurazioni. Le misure di potenza si sono ripetute per diversi valori del numero di giri del rotore. Si è quindi spenta la turbina per permettere al bacino del canale artificiale di riempirsi d'acqua e alle resistenze di raffreddarsi. Alle 17:00 è iniziato il test al livello $h_r = 2,0$ m ripetendo le misure effettuate precedentemente, ed alle 17:30 il test per $h_r = 1,0$ m. Le misure sono riportate nelle tabelle seguenti.

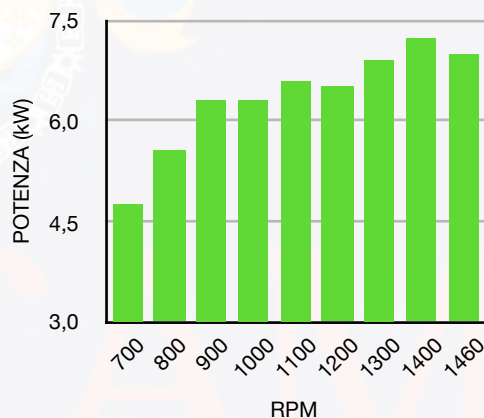
MISURE DI POTENZA ALLA QUOTA DI 1 m

RPM	ERRORE RPM	POTENZA (KW)	ERRORE POTENZA (KW)
700	5	2,2	0,2
800	5	2,6	0,3
900	5	2,6	0,3
1000	10	2,8	0,3
1100	10	2,9	0,2
1200	10	3,1	0,3
1300	10	3,0	0,3
1400	10	3,0	0,2
1460	10	3,1	0,2
1800	15	3,1	0,3



MISURE DI POTENZA ALLA QUOTA DI 1,5 m

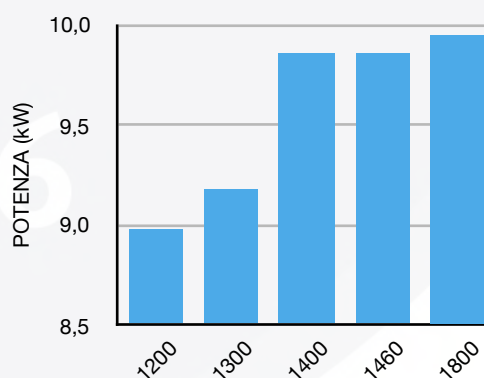
RPM	ERRORE RPM	POTENZA (KW)	ERRORE POTENZA (KW)
700	5	4,8	0,2
800	5	5,6	0,3
900	5	6,4	0,2
1000	10	6,3	0,3
1100	10	6,6	0,2
1200	10	6,5	0,3
1300	10	6,9	0,4
1400	10	7,2	0,4
1460	10	7,0	0,4



Università di Camerino

MISURE DI POTENZA ALLA QUOTA DI 2 m

RPM	ERRORE RPM	POTENZA (KW)	ERRORE POTENZA (KW)
1200	10	8,9	0,2
1300	10	9,2	0,2
1400	10	9,9	0,2
1460	10	9,9	0,3
1800	15	10,0	0,4



RISULTATI

Potenza in funzione del livello d'acqua

L'analisi dei risultati precedenti ci permette di determinare la potenza massima per i tre livelli d'acqua fissati, corrispondente al numero di giri ottimale. Tali risultati sono riportati nella tabella seguente, nella quale è stato inserito anche il rendimento energetico, l'efficienza η , valutato come rapporto tra la potenza erogata W_E e la potenza fornita W_F .

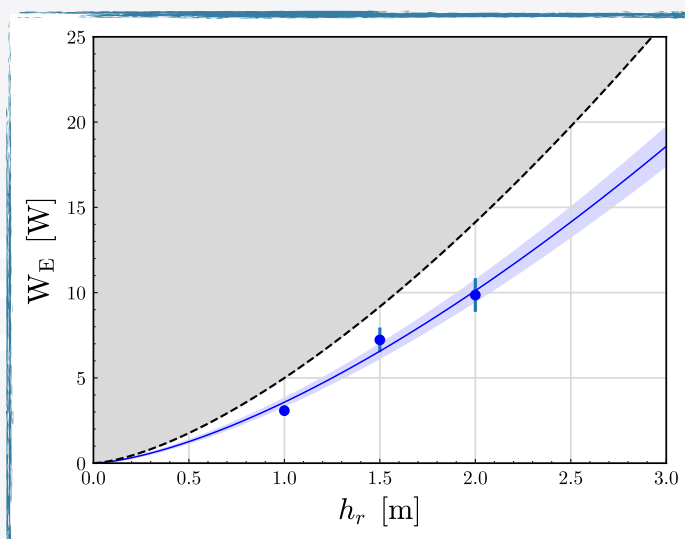
LIVELLO D'ACQUA		GIRI MOTORE	POTENZA MASSIMA		EFFICIENZA	
h_r (m)	Δh_r (m)	RPM	W (kW)	ΔW (kW)	η	$\Delta \eta$
1,00	0,05	1460	3,1	0,2	0,62	0,09
1,50	0,05	1400	7,2	0,4	0,79	0,08
2,00	0,05	1460	9,9	0,3	0,70	0,05

Università di Camerino

Rendimento energetico MEDIO

Il rendimento energetico medio $\bar{\eta}$ è valutato come best-fit della potenza erogata W_E in funzione dell'altezza del livello d'acqua h_r , $W_E = \bar{\eta} W_F(h_r)$, con intervallo di confidenza al 95%. La curva nera tratteggiata rappresenta la potenza fornita al sistema $W_F(h_r)$, cioè il limite fisico per rendimento unitario. L'efficienza stimata è:

$$\bar{\eta} = 0.716 \pm 0.035$$



CONCLUSIONI

L'efficienza meccanica, η_T , della Turbina GiAr Multiblade può esser valutata considerando i diversi contributi al rendimento energetico η . Infatti, stimando che

$$\eta = \eta_T \cdot \eta_R \cdot \eta_M \quad \longrightarrow$$

$$\eta_T = \frac{\eta}{\eta_R \cdot \eta_M}$$

e conoscendo l'efficienza del motore $\eta_M = (0,893 \pm 0,007)$ (media delle efficiente per diverse potenze d'utilizzo fornite dal costruttore: ALLEGATO B), l'efficienza del riduttore $\eta_R = (0,94 \pm 0,01)$ (ALLEGATO A), ed il rendimento stimato dal test del 12 giugno 2019, si ottengono le efficienze meccaniche riportate in tabella:

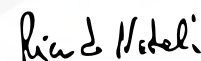
LIVELLO D'ACQUA		EFFICIENZA		EFFICIENZA MECCANICA	
h_r (m)	Δh_r (m)	η	$\Delta\eta$	η_M	$\Delta\eta_M$
1,00	0,05	0,62	0,09	0,73	0,12
1,50	0,05	0,79	0,08	0,94	0,12
2,00	0,05	0,70	0,05	0,83	0,07

Dal rendimento energetico medio $\bar{\eta} = (0,716 \pm 0,035)$, si ottiene l'efficienza meccanica media della turbina $\bar{\eta}_T = (0,85 \pm 0,06)$.

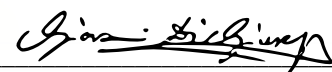
Si fa notare che per la misura con livello d'acqua di 2 m, la potenza generata e' di circa 10 KW, che risulta essere maggiore della potenza nominale del generatore impiegato (7,5 KW nominali). Anche la coppia applicata al riduttore e' maggiore di quella nominale. Infine sono presenti perdite meccaniche dovute ai due cuscinetti usati nel sistema. Questi fattori determinano una sottostima del rendimento reale della turbina, non facilmente quantificabili. Anche in queste condizioni limitanti il rendimento massimo misurato nelle condizioni di lavoro ottimali del sistema, determina un'efficienza meccanica della turbina di $\eta_T^{max} = (0,94 \pm 0,12)$.

Camerino, 30 luglio 2019

Riccardo NATALI



Giovanni DI GIUSEPPE



15 - Dettagli costruttivi e funzionali

Rendimento η :

– riduttore a 2 ingranaggi (2I) 0,96, a 3 ingranaggi (3I) 0,94; per $M_2 \ll M_{N12}$, η diminuisce anche di molto; interpellarci.

Sovraccarichi

Quando il riduttore è sottoposto a elevati sovraccarichi statici e dinamici si presenta la necessità di verificare che il valore di questi sovraccarichi sia sempre inferiore a $2 \cdot M_{N12}$ (cap. 6; capp. 8 e 9 dove $M_{N12} = M_2 \cdot fs$).

Normalmente si generano sovraccarichi quando si hanno:

- avviamenti a pieno carico (specialmente per elevate inerzie e bassi rapporti di trasmissione), frenature, urti;
- casi di riduttori in cui l'asse lento diventa motore per effetto delle inerzie della macchina azionata;
- potenza applicata superiore a quella richiesta; altre cause statiche o dinamiche.

Qui di seguito diamo alcune considerazioni generali su questi sovraccarichi e, per alcuni casi tipici, alcune formule per la loro valutazione.

Quando non è possibile valutarli, inserire dispositivi di sicurezza in modo da non superare mai $2 \cdot M_{N12}$.

Momento torcente di spunto

Quando l'avviamento è a pieno carico (specialmente per elevate inerzie e bassi rapporti di trasmissione), verificare che $2 \cdot M_{N12}$ sia maggiore o uguale al momento torcente di spunto il quale può essere calcolato con la formula:

$$M_2 \text{ spunto} = \left(\frac{M \text{ spunto}}{M_{N1}} \cdot M_2 \text{ disponibile} - M_2 \text{ richiesto} \right) \frac{J}{J + J_0} + M_2 \text{ richiesto}$$

dove:

M_2 richiesto è il momento torcente assorbito dalla macchina per lavoro e attriti;
 M_2 disponibile è il momento torcente in uscita dovuto alla potenza nominale del motore;
 J è il momento d'inerzia (di massa) del motore;
 J_0 è il momento d'inerzia (di massa) esterno (riduttore, giunti, macchina azionata) in kg m^2 , riferito all'asse del motore;
 per gli altri simboli ved. cap. 2b

NOTE: quando si vuole verificare che il momento torcente di spunto sia sufficientemente elevato per l'avviamento considerare, nella valutazione di M_2 richiesto, eventuali attriti di primo distacco.

Arresti di macchine con elevata energia cinetica (elevati momenti d'inerzia con elevate velocità) con motore autofrenante

Verificare la sollecitazione di frenatura con la formula:

$$\left(\frac{Mf}{\eta} \cdot i + M_2 \text{ richiesto} \right) \frac{J}{J + J_0} - M_2 \text{ richiesto} \leq 2 \cdot M_{N12}$$

dove:

Mf è il momento frenante di taratura (ved. tabella del cap. 2b); per gli altri simboli ved. sopra e cap. 1.

Funzionamento con motore autofrenante

Tempo di avviamento t_a e angolo di rotazione del motore φ_{a1}

$$t_a = \frac{(J_0 + J) \cdot n_1}{95,5 \left(M \text{ spunto} - \frac{M_2 \text{ richiesto}}{i} \right)} \text{ [s];} \quad \varphi_{a1} = \frac{t_a \cdot n_1}{19,1} \text{ [rad]}$$

Tempo di frenatura t_f e angolo di rotazione del motore φ_{f1}

$$t_f = \frac{(J_0 + J) \cdot n_1}{95,5 \left(Mf + \frac{M_2 \text{ richiesto}}{i} \right)} \text{ [s];} \quad \varphi_{f1} = \frac{t_f \cdot n_1}{19,1} \text{ [rad]}$$

dove:

$M \text{ spunto}$ [daN m] è il momento torcente di spunto del motore $\left(\frac{955 \cdot P_1}{n_1} \cdot \frac{M \text{ spunto}}{M_{N1}} \right)$ (ved. cap. 2b);
 Mf [daN m] è il momento frenante di taratura del motore (ved. cap. 2b);
 per altri simboli ved. sopra e cap. 1.

La ripetitività di frenatura al variare della temperatura del freno e dello stato di usura della guarnizione di attrito è – entro i limiti normali del traferro e dell'umidità ambiente e con adeguata apparecchiatura elettrica – circa $\pm 0,1 \cdot \varphi_{f1}$.

Durata della guarnizione di attrito

Orientativamente il numero di frenature ammesso tra due registrazioni è dato dalla formula:

$$\frac{W \cdot 10^5}{Mf \cdot \varphi_{f1}}$$

dove:

W [MJ] è il lavoro di attrito fra due registrazioni del traferro indicato in tabella; per altri simboli ved. sopra.

Il valore del traferro va da un minimo di 0,25 a un massimo di 0,6; orientativamente il numero di registrazioni è 5.

Grandezza motore Motor size	W MJ
63	10,6
71	14
80	18
90	24
100	24
112	45
132	67
160, 180M	90
180L, 200	125

15 - Structural and operational details

Efficiency η :

– gear reducer with 2 gear pairs (2I) 0,96, with 3 gear pairs (3I) 0,94; for $M_2 \ll M_{N12}$, η could considerably decrease; consult us.

Overloads

Where a gear reducer is subjected to high static and dynamic overloads, the need arises for verifying that such overloads will always remain lower than $2 \cdot M_{N12}$ (see ch. 6; see ch. 8 and 9 where $M_{N12} = M_2 \cdot fs$).

Overloads are normally generated when one has:

- starting on full load (especially for high inertias and low transmission ratios), braking, shocks;
- gear reducers in which the low speed shaft becomes driving member due to driven machine inertia;
- applied power higher than that required; other static or dynamic causes

The following general observations on overloads are accompanied by some formulae for carrying out evaluations in certain typical instances.

Where no evaluation is possible, install safety devices which will keep values within $2 \cdot M_{N12}$.

Starting torque

When starting on full load (especially for high inertias and low transmission ratios) verify that $2 \cdot M_{N12}$ is equal to or greater than starting torque, by using the following formula:

$$M_2 \text{ start} = \left(\frac{M \text{ start}}{M_{N1}} \cdot M_2 \text{ available} - M_2 \text{ required} \right) \frac{J}{J + J_0} + M_2 \text{ required}$$

where:

M_2 required is torque absorbed by the machine through work and frictions;
 M_2 available is output torque due to the motor's nominal power;
 J is the moment of inertia (of mass) of the motor;
 J_0 is the external moment of inertia (of mass) in kg m^2 (gear reducers, couplings, driven machine) referred to the motor shaft;
 for other symbols see ch. 2b

NOTE: when seeking to verify that starting torque is sufficiently high for starting, take into account starting friction, if any, in evaluating M_2 required.

Stopping machines with high kinetic energy (high moments of inertia combined with high speeds) with brake motor

Verify braking stress by means of the formula:

$$\left(\frac{Mf}{\eta} \cdot i + M_2 \text{ required} \right) \frac{J}{J + J_0} - M_2 \text{ required} \leq 2 \cdot M_{N12}$$

where:

Mf is the braking torque setting (see table in ch. 2b); for other symbols see above and ch. 1.

Operation with brake motor

Starting time t_a and revolutions of motor φ_{a1}

$$t_a = \frac{(J_0 + J) \cdot n_1}{95,5 \left(M \text{ start} - \frac{M_2 \text{ required}}{i} \right)} \text{ [s];} \quad \varphi_{a1} = \frac{t_a \cdot n_1}{19,1} \text{ [rad]}$$

Braking time t_f and revolutions of motor φ_{f1}

$$t_f = \frac{(J_0 + J) \cdot n_1}{95,5 \left(Mf + \frac{M_2 \text{ required}}{i} \right)} \text{ [s];} \quad \varphi_{f1} = \frac{t_f \cdot n_1}{19,1} \text{ [rad]}$$

where:

$M \text{ start}$ [daN m] is motor starting torque $\left(\frac{955 \cdot P_1}{n_1} \cdot \frac{M \text{ start}}{M_{N1}} \right)$ (see ch. 2b);

Mf [daN m] is the braking torque setting of the motor (see ch. 2b);
 for other symbols see above and ch. 1.

Assuming a regular air-gap and ambient humidity, and utilizing suitable electrical equipment, repetition of the braking action, as affected by variation in temperature of the brake and by the state of wear of friction surface, is approx $\pm 0,1 \cdot \varphi_{f1}$.

Duration of friction surface

As a rough guide, the number of applications permissible between successive adjustments of the air-gap is given by the formula:

$$\frac{W \cdot 10^5}{Mf \cdot \varphi_{f1}}$$

where:

W [MJ] is the work of friction between successive adjustments of the air-gap as indicated in the table; for other symbols see above.

The air-gap should measure between 0,25 minimum and 0,6 maximum; as a rule, 5 adjustments can be made.

Motori standard SIMOTICS GP 1LE1

Motori con High Efficiency IE2

Motori autoventilati o a ventilazione assistita Serie in alluminio 1LE1001



CARICO

Dati per la scelta e l'ordinazione

P_N	P_{N1}	Grandezza costruttiva	η_N	M_N	Classe IE	η_N	η_N	η_N	$\cos\phi_N$	I_N	M_N	I_N	M_N	L_{PIA}	L_{WA}	1LE1001 -	$m_{IM B3}$	Classe di coppia	
50 Hz	60 Hz ¹⁾		50 Hz	50 Hz	IE	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	400 V			50 Hz	50 Hz	Esecuzione IE2 secondo IEC 60034-30			
kW	kW	GR	giri/min	Nm	%	%	%		A							N. di ordinazione	kg	kgm ²	CL

• Raffreddamento: autoventilati (IC 411) opp. con sigla abbreviata F90, a ventilazione assistita, senza ventilatore esterno e calotta copriventola (IC 416)
 • Rendimento: High Efficiency IE2, fattore di servizio (SF) 1,15
 • Isolamento: classe termica 155 (classe di isolamento F), grado di protezione IP55, utilizzo secondo la classe termica 130 (classe di isolamento B)

2 poli: 3000 giri/min a 50 Hz, 3600 giri/min a 60 Hz ¹⁾																			
0,75	0,86	80 M	2805	2,6	IE2	77,4	79,5	78,8	0,84	1,67	1,9	4,9	2,3	60	71	▲ 1LE1001-0DA2	9,0	0,0080	16
1,1	1,27	80 M	2835	3,7	IE2	79,6	81,3	80,8	0,83	2,40	2,7	6,0	3,1	60	71	▲ 1LE1001-0DA3	11	0,0011	16
1,5	1,75	90 S	2885	5,0	IE2	81,3	82,3	80,8	0,84	3,15	2,7	6,9	3,6	65	77	▲ 1LE1001-0EA0	13	0,0017	16
2,2	2,55	90 L	2890	7,3	IE2	83,2	83,9	82,3	0,85	4,5	2,5	7,1	3,7	65	77	▲ 1LE1001-0EA4	15	0,0021	16
3	3,45	100 L	2905	9,9	IE2	84,6	85,2	84,7	0,84	6,1	2,3	7,0	3,3	67	79	1LE1001-1AA4	21	0,0044	16
4	4,55	112 M	2950	13	IE2	85,8	86,7	86,1	0,86	7,8	2,4	7,4	3,3	69	81	1LE1001-1BA2	27	0,0092	16
5,5	6,3	132 S	2950	18	IE2	87,0	88,0	87,4	0,87	10,5	1,8	6,6	2,9	68	80	1LE1001-1CA0	39	0,020	16
7,5	8,6	132 S	2950	24	IE2	88,1	88,7	88,6	0,87	14,1	2,2	7,5	3,1	68	80	1LE1001-1CA1	43	0,024	16
11	12,6	160 M	2955	36	IE2	89,4	90,0	89,1	0,87	20,5	2,1	7,4	3,2	70	82	1LE1001-1DA2	67	0,045	16
15	17,3	160 M	2955	48	IE2	90,3	90,9	90,3	0,88	27	2,4	7,6	3,4	70	82	1LE1001-1DA3	75	0,053	16
18,5	21,3	160 L	2955	60	IE2	90,9	91,2	90,4	0,88	33,5	2,9	7,9	3,6	70	82	1LE1001-1DA4	84	0,061	16
4 poli: 1500 giri/min a 50 Hz, 1800 giri/min a 60 Hz ¹⁾																			
0,55	0,63	80 M	1440	3,7	—	78,1	78,9	76,1	0,74	1,37	2,2	5,3	3,1	53	64	▲ 1LE1001-0DB2	10	0,0017	16
0,75	0,86	80 M	1440	5,0	IE2	79,6	80,2	78,0	0,76	1,79	2,2	5,6	3,1	53	64	▲ 1LE1001-0DB3	11	0,0021	16
1,1	1,27	90 S	1425	7,4	IE2	81,4	81,7	79,9	0,78	2,5	2,3	5,6	2,9	56	68	▲ 1LE1001-0EB0	13	0,0028	16
1,5	1,75	90 L	1435	10	IE2	82,8	83,5	82,0	0,79	3,3	2,6	6,4	3,4	56	68	▲ 1LE1001-0EB4	16	0,0036	16
2,2	2,55	100 L	1455	14	IE2	84,3	85,1	84,3	0,81	4,65	2,1	6,9	3,3	60	72	1LE1001-1AB4	21	0,0086	16
3	3,45	100 L	1455	20	IE2	85,5	86,7	86,0	0,82	6,2	2,0	6,9	3,1	60	72	1LE1001-1AB5	25	0,011	16
4	4,55	112 M	1460	26	IE2	86,6	87,3	86,5	0,81	8,2	2,5	7,1	3,2	58	70	1LE1001-1BB2	29	0,014	16
5,5	6,3	132 S	1465	36	IE2	87,7	89,0	87,7	0,80	11,3	2,3	6,9	2,9	64	76	1LE1001-1CB0	42	0,027	16
7,5	8,6	132 M	1465	49	IE2	88,7	90,3	88,8	0,83	14,7	2,3	6,9	2,9	64	76	1LE1001-1CB2	49	0,034	16
11	12,6	160 M	1470	71	IE2	89,8	90,9	90,8	0,85	21	2,1	6,7	2,8	65	77	1LE1001-1DB2	71	0,065	16
15	17,3	160 L	1475	97	IE2	90,6	91,3	91,0	0,85	28	2,3	7,3	3,0	65	77	1LE1001-1DB4	83	0,083	16

Tensioni	Prot. motore	N. poli	Grand. costr.	Tipo di motore	Esecuzione	Sigle abbreviate
Grandezze costruttive 80 M ... 90 L: Impiego della morsetteria ruotabile liberamente di 360° per motori a 2 e 4 poli²⁾						
50 Hz 230 VΔ/400 VY	60 Hz ¹⁾ 460 VY	Termistore	2, 4	80 M ... 90 L	1LE1001-0D ... -0E Normale	2 2 B
50 Hz 400 VΔ/690 VY	60 Hz ¹⁾ 460 VΔ	con 1 sensore di temperatura	2, 4	80 M ... 90 L	1LE1001-0D ... -0E Normale	3 4 B
50 Hz 400 VY	60 Hz ¹⁾ 460 VY	Senza	2, 4	80 M ... 90 L	1LE1001-0D ... -0E Normale	0 2 A

Grandezze costruttive 100 L ... 160 L: Impiego della morsetteria ruotabile 4 x 90°	N. poli	Grand. costr.	Tipo di motore	Esecuzione	Sigle abbreviate	
50 Hz 230 VΔ/400 VY	60 Hz ¹⁾ 460 VY	Scelta libera	2, 4	100 L ... 160 L	1LE1001-1A ... -1D Normale	2 2
50 Hz 400 VΔ/690 VY	60 Hz ¹⁾ 460 VΔ	Scelta libera	2, 4	100 L ... 160 L	1LE1001-1A ... -1D Normale	3 4
50 Hz 500 VY		Scelta libera	2, 4	100 L ... 160 L	1LE1001-1A ... -1D Senza sovrapprezzo	2 7
50 Hz 500 VΔ		Scelta libera	2, 4	100 L ... 160 L	1LE1001-1A ... -1D Senza sovrapprezzo	4 0

Forme costruttive	N. poli	Grand. costr.	Tipo di motore	Esecuzione	Sigle abbreviate
Senza flangia	IM B3 ³⁾	2, 4	80 M ... 160 L	1LE1001-0D ... -1D Normale	A
Con flangia	IM B5 ³⁾	2, 4	80 M ... 160 L	1LE1001-0D ... -1D Con sovrapprezzo	F
Con flangia normalizzata	IM B14 ³⁾	2, 4	80 M ... 160 L	1LE1001-0D ... -1D Con sovrapprezzo	K

Protezione motore	N. poli	Grand. costr.	Tipo di motore	Esecuzione	Sigle abbreviate
Grandezze costruttive 100 L ... 160 L: Impiego della morsetteria ruotabile 4 x 90°					
Senza	2, 4	100 L ... 160 L	1LE1001-1A ... -1D	Normale	A
Termistore con 3 sensori di temperatura	2, 4	100 L ... 160 L	1LE1001-1A ... -1D	Con sovrapprezzo	B

Posizione della morsetteria	N. poli	Grand. costr.	Tipo di motore	Esecuzione	Sigle abbreviate
Morsetteria in alto	2, 4	80 M ... 160 L	1LE1001-0D ... -1D	Normale	4

Esecuzioni speciali	N. poli	Grand. costr.	Tipo di motore	Sigle abbreviate
A ventilaz. assistita, senza ventilatore esterno/calotta copriventola (IC 416)	2, 4	80 M ... 160 L	1LE1001-0D ... -1D	1LE1001-...-Z F90 +...+...+
Opzioni				1LE1001-...-Z ...+...+...+

1) Valori di esercizio alla potenza nominale per 60 Hz su richiesta.
 2) Per il funzionamento delle altezze d'asse 80 e 90 con convertitore si consiglia un'ordinazione con termistore e relativo collegamento al convertitore.
 3) Sono possibili forme costruttive diverse da IM B3 (IM B6/7/8, IM V6 e IM V5), da IM B5 (IM V3 e IM V1) e da IM B14 (IM V19 e IM V18) se non sono richiesti fori per lo scarico della condensa (H03) e stampigliatura di queste forme costruttive sulla targhetta dei dati tecnici. Di serie sulla targhetta sono stampigliate le forme costruttive IM B3, IM B5 oppure IM B14. Ordinando i fori per lo scarico della condensa (H03) è necessaria l'indicazione della forma costruttiva.

SEI SISTEMI S.R.L.

Sede legale , amministrativa, magazzino:
Via Calamelli, n. 40 - 40026 IMOLA(BO)
P.I. 00698181203 - C.F. e Nr. Iscr.
04075410375 Reg. Impr. BO – REA 337424
Cap.Soc.Int.Vers. euro 51.480,00
Tel. 0542.640245 – Fax 0542.641018
E_mail: siei@sieisistemi.it

**SEI SISTEMI S.R.L.**

Stab.to e Magazzino:
Via Per Uboldo, 48
21040 GERENZANO (VA)
Tel. 02.9681713 – 02.9681704
Fax 02.9680559
REA Varese 243775
www.sieisistemi.it

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

Dichiarazione redatta secondo le norme ISO/IEC 2 e ISO/IEC 22 Guide, EN 45020, EN 17050

La Ditta SEI SISTEMI s.r.l.

dichiara, sotto la sua esclusiva responsabilità, che gli equipaggiamenti elettrici di macchina, oggetto della fornitura di cui al Vostro ordine e nostra commessa:

Ordine del committente nr.	
Commessa del committente :	
	Conferma d'ordine nr. 01/70054 del 15/03/19 Commessa nr. 170054 Schemi di riferimento : TURBINA IDROELETTRICA
Committente	<input type="text"/>

in base alle verifiche effettuate dal nostro personale, sono conformi alla:

Direttiva Comunitaria “Bassa Tensione”, 2014/35/EU

in vigore dal 26/02/2014.

Gli equipaggiamenti forniti sono stati progettati e costruiti applicando le Norme Tecniche armonizzate

EN 60204-1(2014), EN 61439-1/2

La Sei Sistemi specifica quanto segue:

le apparecchiature sopra indicate costituiscono una parte di una macchina industriale. Esse non rappresentano singolarmente una macchina o un apparecchio elettrico in grado di lavorare autonomamente. Debbono pertanto fare parte di un impianto industriale per fare produzione. Il costruttore dell'impianto completo, che integra il prodotto della Sei Sistemi, e che ricade nel campo di applicazione della direttiva "Macchine" 2006/42/CE, si farà carico della dichiarazione di conformità del sistema completo.

Si fa pertanto divieto dell'uso delle apparecchiature SEI SISTEMI prima della eventuale dichiarazione di conformità del sistema completo alla direttiva “Macchine” 2006/42/CE.

Per quanto concerne la compatibilità elettromagnetica (EMC) la SEI SISTEMI srl dichiara di aver utilizzato assemblati elettronici ed elettromeccanici singolarmente conformi alla direttiva EMC 2014/30/UE e che gli azionamenti elettrici sono conformi alla normativa CEI EN 61800-3.

SEI Sistemi srl tuttavia non si assume la responsabilità di dichiarare l'impianto nel suo complesso conforme alla direttiva EMC 2014/30/UE, non essendo sotto la sua responsabilità la realizzazione dell'installazione e delle interconnessioni elettriche delle apparecchiature oggetto della fornitura.

Firma del fabbricante

SEI SISTEMI s.r.l.

Sede legale e amministrativa:
Via Calamelli, 40 - 40026 IMOLA (BO)
Tel. 0542 640245 - Fax 0542 641018
Cod. Fisc. 04075410375
Part. I.V.A. 00698181203

Legale Rappresentante
Libero Castelli

Luogo e data

Imola, 23/03/2019

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ CE

Nome del fabbricante: TDE MACNO S.p.A.
 Via dell'Oreficeria, 41
 36100 Vicenza - Italy

Dichiara che i prodotti: convertitori DC/AC trifasi

Tipo: OPDE

Serie: OPDE S

ai quali la seguente dichiarazione si riferisce, sono conformi ai requisiti delle seguenti direttive europee:

2006/95/CE Direttiva Bassa Tensione

Le norme armonizzate applicate sono le seguenti:

EN 62109-1: 2010-12 Sicurezza degli apparati di conversione di potenza utilizzati in impianti fotovoltaici di potenza
 Parte 1: Prescrizioni generali

EN 62109-2: 2012-04 Sicurezza dei convertitori di potenza utilizzati negli impianti fotovoltaici
 Parte 2: Prescrizioni particolari per gli inverter

EN 50178: 1997-10 Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza

2004/108/CE Direttiva Compatibilità Elettromagnetica

Le norme armonizzate applicate sono le seguenti:

EN 61000-6-2: 2006 Compatibilità elettromagnetica (EMC)
 Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali

EN 61000-6-4: 2007 Compatibilità elettromagnetica (EMC)
 Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

Vicenza 07/01/2013
 (Luogo) (Data)


 Fabio Illetterati
 (Legale Rappresentante)

Costruttore: TDE MACNO S.p.A.
 Via dell'Oreficeria, 41
 36100 Vicenza – Italy

Apparato oggetto della dichiarazione:	Convertitore DC/AC trifase					
Modello:	OPDE S 7	OPDE S 15	OPDE S 22	OPDE S 32	OPDE S 48	OPDE S 60
Versione FW:	40.73 (Nucleo) – 3.02 (Applicativo)					
Nr. Di fasi:	3					
Potenza nominale (kVA): Per applicazioni Energy Fotovoltaico, Vnom 225Vac	2,7	5,8	8,6	12,5	18,7	23,4
Potenza nominale (kVA): Per applicazioni Energy con macchine rotanti sotto inverter AC/DC, Vnom 400Vac	4,8	10,4	15,2	22,2	33,3	41,6

Nota: Il dispositivo necessita di essere abbinato ad un trasformatore di isolamento esterno

Apparato oggetto della dichiarazione:	Convertitore DC/AC trifase									
Modello:	OPDE S 70	OPDE S 90	OPDE S 110	OPDE S 150	OPDE S 175	OPDE S 220	OPDE S 250	OPDE S 310	OPDE S 370	OPDE S 460
Versione FW:	40.73 (Nucleo) – 3.02 (Applicativo)									
Nr. Di fasi:	3									
Potenza nominale (kVA): Per applicazioni Energy Fotovoltaico, Vnom 270Vac	37	48	51	71	91	116	132	163	194	224
Potenza nominale (kVA): Per applicazioni Energy con macchine rotanti sotto inverter AC/DC, Vnom 400Vac	55	71	76	105	135	172	195	241		

Nota: Il dispositivo necessita di essere abbinato ad un trasformatore di isolamento esterno

Riferimenti ai fascicoli di prova ed ai laboratori che hanno eseguito le prove:

Fascicoli Prova: 131075LP, 131077LP

emessi da **CREI VEN** s.c.a.r.l.
 Via Corso Spagna 12, 35127 Padova – Italy
 Accreditamento: ACCREDIA – LAB N° 0259 – Italy
 Rif. ISO/IEC EN 17025:2005

Fascicolo Prova: DOC01N002_V00

emesso dal laboratorio **TDE MACNO**

Con la presente dichiarazione, resa ai sensi degli artt. 46 e 47 DPR 28 dicembre 2000, n. 445, consapevole delle responsabilità e delle sanzioni penali previste dall'art. 76 del citato DPR per false attestazioni e dichiarazioni mendaci, il sottoscritto Illetterati Fabio codice fiscale LLTFBA56D13L840Z, residente in via Rovigo n. 18 nel Comune di Altavilla Vicentina provincia di Vicenza, in qualità di legale rappresentante della società TDE MACNO S.p.A. con sede a Vicenza in via dell'Oreficeria n. 41, codice fiscale – P. IVA n. 00516300241, iscritta al registro delle imprese della Camera di Commercio Industria Artigianato Agricoltura (CCIAA) di Vicenza R.E.A. 133867

DICHIARA

che i prodotti indicati sono conformi alle seguenti norme/parti di:

- allegato B della norma italiana **CEI 0-21** ed. 2012-06 e del relativo foglio di interpretazione ed V1: 2012-12.

Si attesta inoltre che la produzione e la gestione delle apparecchiature oggetto della presente dichiarazione avviene in ambito di un sistema Qualità certificato conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008 (SGS – certificato Nr. IT95/0025).

Informativa ai sensi dell'art. 13 D.lg. 196/03: I dati sopra riportati sono previsti dalle disposizioni vigenti ai fini del procedimento amministrativo per il quale sono richiesti e verranno utilizzati solo per tale scopo.

Vicenza, 16 Dicembre 2014

Fabio Letterati
 (Legale rappresentante)

Si allega la fotocopia (fronte/retro), in carta semplice, di un documento di identità valido.

