

CURVE CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO

I dati e le curve caratteristiche riportati nelle schede tecniche sono riferiti a motori alimentati da inverter con tensione e frequenza corrispondenti ai valori nominali. Il tipo di controllo dell'inverter e la relativa regolazione possono a loro volta influenzare le caratteristiche ed il funzionamento del motore, consentendo di ottenere campi di regolazione più o meno ampi.

E' molto importante abbinare la giusta tensione nominale del motore con l'effettiva tensione di uscita dell'inverter.

In presenza di variazioni della tensione di alimentazione comprese tra il $\pm 5\%$ del valore nominale si ottengono mutazioni delle prestazioni del motore che è comunque in grado di funzionare senza significativi problemi.

In alcune condizioni, l'inverter a controllo vettoriale di flusso (in particolare con regolazione ad anello chiuso), eroga una tensione di uscita (V-out) inferiore rispetto a quella di alimentazione (V-in).

Normalmente il motore è costruito seguendo le indicazioni fornite dal cliente che spesso si riferiscono al valore di linea (V-in) e non a quello reale di uscita dell'inverter (V-out).

Per evitare perdite di prestazioni del motore, surriscaldamento e non limitare il campo di utilizzo a potenza costante, è indispensabile che la tensione massima di uscita dell'inverter (V-out max) non sia inferiore a quella nominale del motore (Vn).

Nel caso in cui la tensione massima di uscita dell'inverter (V-out max) risultasse inferiore a quella nominale del motore (Vn) è indispensabile ripristinare i valori nominali ed è possibile intervenire ed ovviare a questo inconveniente come segue:

- Aumentando il valore della tensione di alimentazione dell'inverter (V-in) interponendo tra la linea e l'inverter un trasformatore in elevazione (esempio A).
- Abbinando un motore con tensione nominale (Vn) inferiore a quella di linea (V-in) e comunque uguale alla reale tensione di uscita erogata dall'inverter (V-out max) (esempio B)
- Parametrizzando l'inverter in modo da ottenere una forma d'onda della tensione in uscita (V-out max) deformata (quasi square wave) con valore RMS equivalente a quello nominale del motore (Vn) (esempio C). Tuttavia questa condizione provoca un aumento della temperatura di funzionamento del motore.

Note: se il valore della tensione (V-out max) è inferiore a quella nominale del motore (Vn), la perdita di prestazioni si riscontra in prossimità della velocità nominale ed in tutto il campo di funzionamento a potenza costante. Nel primo tratto di funzionamento (da zero a $\frac{1}{4}$ della velocità nominale) non si verifica nessuna perdita di prestazioni in quanto la tensione aumenta proporzionalmente con la frequenza.

- A) Linea alimentazione (V-in).....400V
Tensione massima di uscita (V-out max).... 360V
Tensione nominale del motore (Vn).....400V
Interporre un trasformatore sulla linea che aumenti la tensione (V-in) fino a 440-450V.
La taglia dell'inverter e la corrente del motore non cambiano.
- B) Linea alimentazione (V-in).....400V
Tensione massima di uscita (V-out max).... 360V
Tensione nominale del motore (Vn).....330V
Parametrizzare l'inverter con dati motore.....330V
La taglia dell'inverter e la corrente del motore aumentano in proporzione alla diminuzione della tensione Vn ($In * 400 / 330$).
- C) Linea alimentazione (V-in).....400V
Tensione massima di uscita (V-out max).... 360V
Tensione nominale del motore (Vn).....400V
Parametrizzare l'inverter con attiva la funzione quasi square wave.

OPERATING CHARACTERISTICS DIAGRAMS

The data and the diagram of the characteristics reported on the technical sheets, refer to motors supplied by inverters with voltage and frequency corresponding to the nominal values. The type of inverter control and the specific adjustment can again modify the characteristics and operation of the motor, making it possible to obtain narrower or wider adjustment fields.

It is very important to couple the exact nominal voltage of the motor with the effective output voltage of the inverter.

In case of fluctuation of the voltage supply between $\pm 5\%$ of the nominal value there could be changes of the motor performances, which however operates without any significant problem.

In some conditions the flux vector control inverter (in particular is used with closed loop regulation) supply the motor with a max output voltage (V-out) that is less than the line supply (V-in).

Normally the motor is made following the customers specifications that often are referred to the line supply (V-in) and not to the real inverter output voltage (V-out).

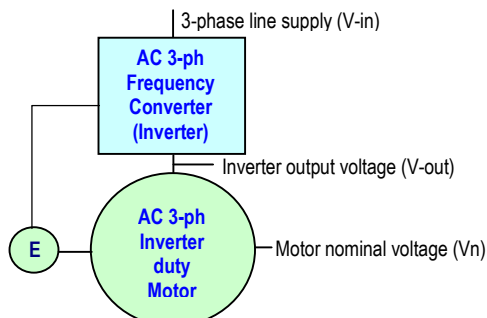
In order to avoid motor performances deratings, overheating and limitations of the constant power speed regulation range, it is essential that the max inverter output voltage (V-out max) it is not lower than the motor nominal voltage (Vn).

In case the max inverter output voltage (V-out max) is lower than the motor nominal voltage (Vn) it is necessary to re-adjust the nominal values and it is possible to solve this disadvantage as following:

- Increasing the inverter voltage supply (V-in) inserting between the line supply and the inverter a boost transformer (example A).
- Connecting to the inverter a motor with nominal voltage (Vn) lower than the line voltage (V-in) and in any case with the same level of the inverter output voltage (V-out max) (Example B).
- Using the specific inverter parameter in order to obtain a deformed output voltage wave (quasi square wave) with RMS value equivalent to the motor nominal voltage (Vn) (Example C). In any case this condition will increase the motor working temperature.

Note: If the voltage value (V-out max) is lower than the motor nominal voltage (Vn), the performances derating are visible close to the motor nominal speed and in all the constant power speed range. In the first working area (from zero to $\frac{1}{4}$ of the nominal speed) there are not performances derating since the voltage will increase proportionally with the frequency.

- A) Line supply (V-in).....400V
Max output voltage (V-out max)..... 360V
Motor nominal voltage (Vn).....400V
Insert before the inverter a transformer to increase the voltage (V-in) up to 440-450V.
The inverter size and the motor current will not be modified.
- B) Line supply (V-in).....400V
Max output voltage (V-out max)..... 360V
Motor nominal voltage (Vn).....330V
Set-up the inverter with motor data330V
The inverter size and the motor current will increase proportionally to the Vn voltage reduction. ($In * 400 / 330$).
- C) Line supply (V-in).....400V
Max output voltage (V-out max)..... 360V
Motor nominal voltage (Vn).....400V
Set-up the inverter with the quasi square wave function active.



APPLICAZIONI STANDARD

Campo di regolazione a coppia costante ($F_0 - F_n$)

In questo tratto della curva, la tensione erogata dall'inverter aumenta proporzionalmente alla frequenza di alimentazione (da F_0 fino alla velocità base F_n).

Campo di regolazione a potenza costante ($F_n - F_{max}$)

In questo tratto la tensione rimane invariata e corrispondente al valore massimo erogabile dall'inverter (V-out max) mentre la frequenza viene aumentata fino al raggiungimento della frequenza massima (F_{max}).

APPLICAZIONI CON CAMPO DI REGOLAZIONE A POTENZA COSTANTE ESTESO

Campo di regolazione a coppia costante ($F_0 - F_n$)

In questo tratto della curva, la tensione erogata dall'inverter (V-out) aumenta proporzionalmente alla frequenza di alimentazione (da F_0 fino alla velocità base F_n).

Campo di regolazione a potenza costante ($F_n - F_{max}$)

In questo tratto della curva la tensione erogata dall'inverter (V-out) aumenta in modo non proporzionale rispetto alla frequenza fino al raggiungimento del valore massimo erogabile dall'inverter (V-out max).

In determinate applicazioni (mandrino, avvolgitori etc.) ed in genere quando sono richiesti elevati rapporti di regolazione tra la velocità massima e la velocità base del motore, unitamente a buone capacità di sovraccarico anche nella zona di funzionamento a potenza costante, la tensione massima erogata dall'inverter (V-out max) deve essere superiore a quella nominale del motore (V_n).

L'incremento di tensione deve avvenire unicamente nel tratto di funzionamento a potenza costante (deflussaggio) come indicato nel grafico sottostante.

In queste condizioni (V_n) sarà la tensione massima erogata dall'inverter (V-out max) la tensione massima erogabile dall'inverter.

Si consiglia di mantenere un margine del 20% circa, tra la tensione nominale del motore e la tensione massima erogabile dall'inverter. Margini superiori consentiranno un maggiore sovraccarico nel tratto di funzionamento a potenza costante.

Per consentire questo tipo di regolazione sono disponibili diversi valori nominali di avvolgimento che ne permettono l'abbinamento alle varie tensioni di alimentazione ed uscita dell'inverter.

Note: Il valore di tensione nominale del motore più utilizzato per queste applicazioni è 330V. Per il calcolo corretto della tensione nominale del motore (V_n) è necessario considerare anche quanto riportato nel paragrafo precedente. La scelta del motore con tensione nominale 330Vn è indicata solo se la reale tensione di uscita dell'inverter è 400V-out max. Nel caso in cui la tensione massima di uscita dell'inverter (V-out max) risultasse inferiore a 400V è indispensabile ripristinare i valori nominali per ottenere comunque un guadagno di tensione di circa 70V tra V_n e V-out max.

STANDARD APPLICATIONS

Field of regulation at constant torque ($F_0 - F_n$)

In this operating field, the inverter output voltage increases proportionally to the input frequency. (From F_0 up to the respective basic speed F_n).

Field of regulation at constant power ($F_n - F_{max}$)

In this operating field the voltage does not vary and corresponds to the maximum value of the inverter output (V-out max), while the frequency is increased up to its maximum value (F_{max}).

APPLICATIONS WITH EXTENDED CONSTANT POWER REGULATION RANGE

Field of regulation at constant torque ($F_0 - F_n$)

In this operating field, the inverter output voltage (V-out) increases proportionally to the output frequency. (From F_0 up to the respective basic speed F_n).

Field of regulation at constant power ($F_n - F_{max}$)

In this operating field the inverter maximum output voltage (V-out) increases not proportionally to the output frequency and until the inverter maximum output voltage (V-out max).

In specific applications (spindles, coilers, etc.) and in general when a high regulation ratio between the maximum and base speed of the motor is required, together with good overload capacity even in the constant power operating field, the maximum output inverter voltage (V-out max) must be higher than the motor nominal voltage (V_n).

The voltage increase must be carried out only in the constant power operating field (defluxing) as shown in the following diagram.

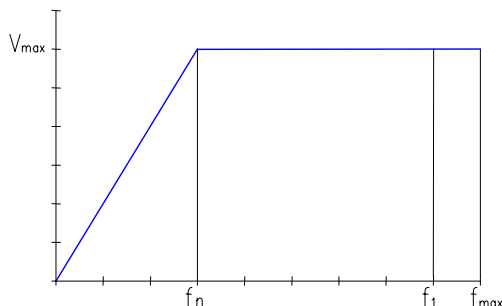
In these conditions, (V_n) should be the nominal voltage of the motor while (V-out max) the maximum output voltage of the inverter.

It is advisable to maintain about a 20% margin between the nominal voltage of the motor and the maximum output voltage of the inverter. Higher margins shall allow a higher overload in the constant power operating field.

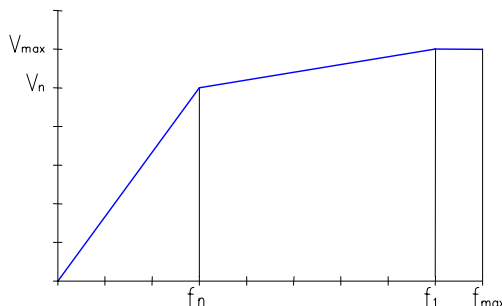
In order to allow this type of regulation, several winding values are available which allow the coupling of the motor to the different power supply values and inverter output.

Note: The more widely used value of nominal voltage for these applications is 330 V. For the correct calculation of the motor nominal voltage (V_n) it is necessary to consider also the indications given on the above paragraph. The choice of the motor with nominal voltage 330Vn is recommended only if the real inverter max output voltage in 400V-out max. If the inverter max output voltage (V-out max) is lower than 400V is necessary to re-establish the nominal values in order to obtain a voltage gain of 70V between V_n and V-out max.

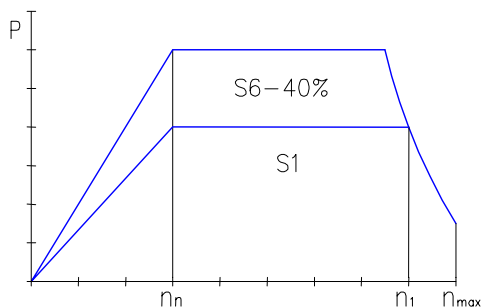
VOLTAGE / FREQUENCY DIAGRAM A)



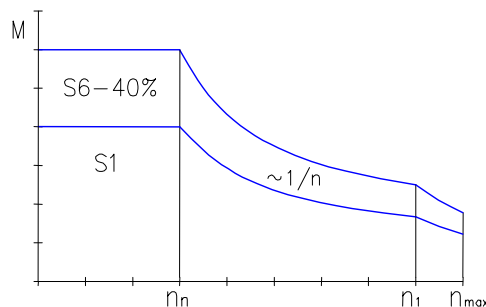
VOLTAGE / FREQUENCY DIAGRAM B)



POWER DIAGRAM



TORQUE DIAGRAM



Note La velocità n_1 con funzionamento a potenza costante (P_n) è ottenibile solo con un incremento della tensione erogata dall'inverter di minimo 70V tra n_n e n_1 (f_n e f_1).
The n_1 speed, when operating at constant power (P_n), is only available by increasing the voltage from the inverter by at least 70V between n_n and n_1 (f_n and f_1).

A) Funzionamento a potenza costante limitato (70% di n_1) - Limited constant power operation range (70% of n_1)

B) Funzionamento a potenza costante esteso ($P_n @ n_1$) - Extended constant power operation range ($P_n @ n_1$)

REGOLAZIONE DELLA TENSIONE

☞ Note Con alcuni inverter non è possibile impostare due valori diversi di tensione di uscita (V_n e $V_{out\ max}$) e per questo motivo la regolazione di tensione così come indicata nel diagramma B) non è realizzabile.

Per ovviare a questo problema è possibile impostare nell'inverter il valore V_n uguale al valore $V_{out\ max}$ e riproporzionare il valore di frequenza F_n .

Esempio:

Motore 330Vn 50Hz 1500rpm - Inverter 400V-out max.

Parametrizzazione inverter:

Tensione nominale motore 400Vn (non più 330Vn)

Frequenza nominale motore 60.6Hz (non più 50Hz) - calcolo ($50Hz * 400 / 330V$)

Velocità nominale motore 1818rpm (non più 1500rpm) - calcolo ($1500rpm * 60.6 / 50Hz$)

VOLTAGE REGULATION

☞ Note With some inverters it is not possible to set-up two different values of output voltage (V_n and $V_{out\ max}$) and for this reason the voltage regulation as indicated on the diagram B) is not realizable.

In order to overcome this problem it is possible to set-up the inverter with a value of V_n identical to the value $V_{out\ max}$ and adjust proportionally the nominal frequency F_n

Example:

Motor 330Vn 50Hz 1500rpm - Inverter 400V-out max.

Inverter set-up:

Motor nominal voltage 400Vn (not 330Vn)

Motor nominal frequency 60.6Hz (not 50Hz) - calculation ($50Hz * 400 / 330V$)

Motor nominal speed 1818rpm (not 1500rpm) - calculation ($1500rpm * 60.6 / 50Hz$)

DIAGRAMMA DI VELOCITA'

Campo di regolazione a coppia costante (0 - n_n)

In questo tratto della curva, la coppia del motore resta costante (coppia nominale) fino al raggiungimento della velocità nominale n_n . La potenza del motore aumenta proporzionalmente con il numero dei giri.

Campo di regolazione a potenza costante ($n_n - n_1$)

In questo tratto la potenza del motore resta costante (potenza nominale) fino al raggiungimento della velocità massima a potenza costante n_1 . La coppia del motore diminuisce al crescere del numero dei giri.

Campo di regolazione a potenza decrescente ($n_1 - n_{max}$)

In questo tratto la potenza del motore diminuisce sensibilmente (potenza ridotta) fino al raggiungimento della velocità massima meccanica n_{max} . La coppia del motore diminuisce di conseguenza.

Formule:

Per calcolare la coppia o la potenza del motore alla velocità desiderata:

($P = kW$) - ($M = Nm$) - ($n = rpm$)

Potenza = $M * n / 9550 = P$

Coppia = $P / n * 9550 = M$

SPEED DIAGRAM

Field of regulation at constant torque (0 - n_n)

In this operating field, the torque remain constant (nominal torque) until the motor reach the nominal speed n_n . The motor power increases proportionally with the speed.

Field of regulation at constant power ($n_n - n_1$)

In this operating field the power remain constant (nominal power) until the motor reach the max speed at constant power n_1 . The motor torque decrease with the increasing of the speed.

Field of regulation at reduced power ($n_1 - n_{max}$)

In this operating field the power decrease significantly (reduced power) until the motor reach the max mechanical speed n_{max} . The motor torque decrease as consequence.

Formule:

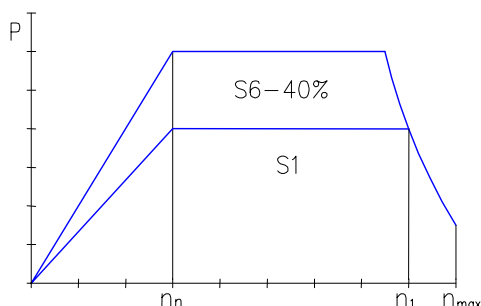
Calculation of the motor torque or power at the needed speed. :

($P = kW$) - ($M = Nm$) - ($n = rpm$)

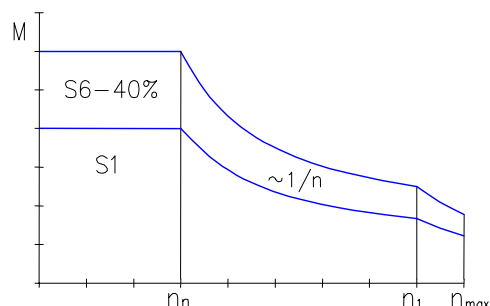
Power = $M * n / 9550 = P$

Torque = $P / n * 9550 = M$

POWER DIAGRAM



TORQUE DIAGRAM



Note La velocità n_1 con funzionamento a potenza costante (P_n) è ottenibile solo con un incremento della tensione erogata dall'inverter di minimo 70V tra n_n e n_1 (f_n e f_1).

The n_1 speed, when operating at constant power (P_n), is only available by increasing the voltage from the inverter by at least 70V between n_n and n_1 (f_n and f_1).

A) Funzionamento a potenza costante limitato (70% di n_1) - Limited constant power operation range (70% of n_1)

B) Funzionamento a potenza costante esteso ($P_n @ n_1$) - Extended constant power operation range ($P_n @ n_1$)

um	Descrizione	Description
n_n	Velocità di rotazione nominale	Nominal speed
n_1	Velocità di rotazione massima a potenza costante (P_n)	Maximum speed at constant power (P_n)
n_{max}	Velocità max. di rotazione a potenza ridotta.	Maximum speed at reduced power
P_n	Potenza meccanica nominale resa all'albero per servizio S1	Nominal mechanical power at the shaft for service factor S1
M_n	Coppia nominale resa all'albero	Nominal torque at the shaft
V_n	Tensione nominale del motore	Motor nominal voltage
V_{max}	Tensione massima erogata dall'inverter	Max inverter output voltage
f_n	Frequenza nominale	Nominal power supply frequency
f_1	Frequenza alla velocità n_1	Frequency at n_1 speed
f_{max}	Frequenza massima	Max frequency
S1	Area di funzionamento in servizio continuativo S1	Operation area for continuous service factor S1
S6	Area di funzionamento in sovraccarico con servizio periodico	Operation area at overload for intermittent operation

PARAMETRI BASE MOTORE

BASE MOTOR PARAMETERS

PARAMETRI BASE MOTORE da utilizzare per la programmazione dell'INVERTER.

Il corretto funzionamento del motore è strettamente legato alla parametrizzazione dell'inverter a cui è collegato. Una taratura accurata consente di ottenere le prestazioni nominali del motore con il minimo utilizzo di energia e sfruttando completamente le capacità del sistema motore+inverter.

Al contrario una taratura grossolana o errata comporta una perdita notevole di prestazioni, surriscaldamento, funzionamento irregolare ed in molti casi l'impossibilità di sfruttare le potenzialità del prodotto.

Per questo motivo è importantissimo parametrizzare l'inverter inserendo i parametri nominali del motore a cui è collegato.

Sulla targa del motore sono indicati tutti i parametri fondamentali che devono essere utilizzati per la taratura, inoltre ulteriori dati possono essere richiesti direttamente al costruttore del motore.

Di seguito è rappresentata una targa identificativa del motore con evidenziato i dati fondamentali.

oeMer

motori elettrici

s.p.a.

Rescaldina

ITALY

3-PHASE

AC MOTOR

CE

CE

Type QL

Cd sn 99A0000

P _n	kw	Hz	V	I _n A	I ₀ A	Duty S1	IP 54
n _n	rpm		▲			Eff. %	I cl F
M _n	Nm		Δ			V	cl R
Induct.	(ph/ph) mH	Slip	rpm	Wgt	kg	DE brg	
Resist.	(ph/ph) Ω	n _{max}	rpm	IM B35		NDE brg	
Fan unit	1 Ph	V	A	50/60 Hz		IP	
Encoder	ppr	V	Supply	Vdc			
Brake	Nm	Vdc	W	Supply		Vac A	

Durante l'inserimento dei dati prestare particolare attenzione al valore di targa del motore ed alla corrispondenza del relativo parametro dell'inverter.

Accertarsi che il valore (Hz) e (V) siano effettivamente relativi al rapporto tensione frequenza dell'inverter. Con l'utilizzo di inverter ad anello chiuso è molto importante inserire i valori corretti di frequenza nominale, velocità e scorrimento. L'inserimento di un valore sbagliato determina una perdita di coppia notevole (anche superiore al 50%).

Esempio di programmazione con valore (n_n) e (Hz) sincroni, (Slip) da sottrarre.

Dati motore: n_n 1500rpm - 50Hz - 400V - slip 55rpm

Programmazione:

Parametro velocità nominale motore.....1445rpm (1500 - 55rpm)

Parametro frequenza nominale motore.....50Hz

Parametro Tensione nominale motore.....400V

Esempio di programmazione con valore (n_n) e (Hz) asincroni e (Slip) da NON considerare.

Dati motore: n_n 1500rpm - 51,5Hz - 400V -

Programmazione:

Parametro velocità nominale motore.....1500rpm

Parametro frequenza nominale motore.....51,5Hz

Parametro Tensione nominale motore.....400V

Note:

Alcuni inverter non accettano l'immissione del valore nominale di frequenza con decimale.

In questo caso è necessario riproporzionare anche la velocità nominale.
51.5Hz 1500rpm...nuova programmazione....51Hz 1485rpm (1500rpm * 51 / 51.5Hz).

Gli esempi sopra riportati valgono anche per tutti gli altri valori nominali di frequenza e velocità disponibili.

BASE MOTOR PARAMETERS to be used for the correct INVERTER set-up

The correct motor operation is strictly connected to the set-up of the inverter which is connected. A accurate set-up allow to obtain the nominal performances of the motor with a minimum energy consumption and achieve completely the capacity of the system motor+inverter.

On the other hand a rough or wrong set-up determinate a performances derating, overheating, anomalous operation and in many cases the impossibility to use the potentiality of the product.

For this reason it is very important to carry-out the inverter set-up inserting the nominal motor parameters.

On the motor name plate are indicated all the fundamental parameters that must be used for the set-up, moreover other data can be required directly to the motor manufacturer.

Below is represented a motor identification nameplate with highlight the most important data.

Type	Tipo motore	Motor type
sn	Numero di serie (anno, mese, prog.)	Serial number (year, month, progr.)
n _n	Velocità nominale	Rated speed
P _n	Potenza nominale	Rated power
M _n	Coppia nominale	Rated torque
Hz	Frequenza nominale	Rated frequency
VΔ	Tensione nominale (triangolo)	Rated voltage (delta)
V▲	Tensione nominale (stella)	Rated voltage (star)
In Δ	Corrente nominale (triangolo)	Rated current (delta)
In ▲	Corrente nominale (stella)	Rated current (star)
I ₀ Δ	Corrente magnetizzante (triangolo)	Magnetising current(delta)
I ₀ ▲	Corrente magnetizzante (stella)	Magnetising current (star)
Eff.	Rendimento a pieno carico	Full Load efficiency
Induct.	Induttanza degli avvolgimenti	Windings inductance
Resist.	Resistenza degli avvolgimenti	Windings resistance
Slip	Scorrimento a pieno carico	Full load rotor slip
n _{max}	Velocità massima consentita	Max. speed allowed
Encoder	Tipo di encoder e caratteristiche	Encoder type and characteristics
ppr	Impulsi encoder	Encoder pulses
V	Tensione di uscita encoder	Encoder output voltage

During the inverter set-up check the corrispondance between the value indicated on the nameplate and the relative inverter parameter.

Verify that the values (Hz) and (V) are really relative to the voltage and frequency ratio of the inverter. With the application of the closed loop inverter it is very important to insert the correct values of nominal frequency, speed and motor slip. The set-up with a wrong data will determinate a torque reduction (higher than 50%)

Set-up example with values of (n_n), (Hz) synchronous and slip to be deducted.

Motor data: n_n 1500rpm - 50Hz - 400V - slip 55rpm

Set-up:

Parameter motor nominal speed.....1445rpm (1500 - 55rpm)

Parameter motor nominal frequency.....50Hz

Parameter nominal voltage.....400V

Set-up example with values of (n_n), (Hz) asynchronous and motor slip NOT to be deducted.

Motor data: n_n 1500rpm - 51,5Hz - 400V -

Set-up:

Parameter motor nominal speed.....1500rpm

Parameter motor nominal frequency.....51,5Hz

Parameter nominal voltage.....400V

Note:

Some inverters do not accept the introduction of the decimal value for the frequency.

In this case it is necessary to re-calculate also the nominal speed.
51.5Hz 1500rpm...new set-up....51Hz 1485rpm (1500rpm * 51 / 51.5Hz).

The examples above indicated are valid also for all the other values of frequency and speed available.