

CURVE CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO

OPERATING CHARACTERISTICS DIAGRAMS

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.

È 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 $\frac{3}{4}$ della velocità nominale) non si verifica nessuna perdita di prestazioni in quanto la tensione aumenta proporzionalmente con la frequenza.

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 (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).

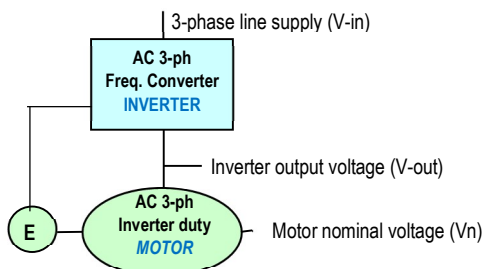
In order to avoid motor performances deratings, overheating and limitations of the constant power speed regulation range, it is essential that the max inverter output voltage (V-out max) it is not lower than the motor nominal voltage (Vn).

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 is visible close to the motor nominal speed and in all the constant power speed range. In the first working area (from zero to $\frac{3}{4}$ of the nominal speed) there are not performances derating since the voltage will increase proportionally with the frequency.

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.	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	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 ($In * 400 / 330$).	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	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.	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}).

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}).

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 nominale del motore e ($V_{out max}$) 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 $V_{out max}$.

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, coils, 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.

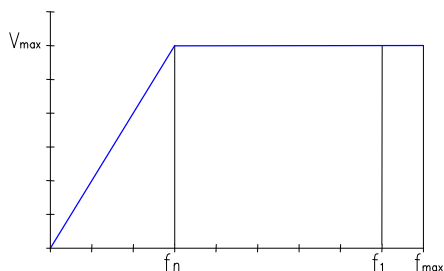
In these conditions, (V_n) should be the nominal voltage of the motor while ($V_{out max}$) the maximum output voltage of the inverter.

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.

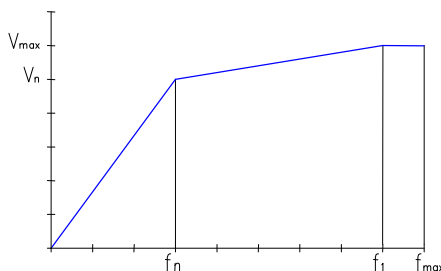
In order to allow this type of regulation, several winding values are available which allow the coupling of the motor to the different power supply values and inverter output.

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 $V_{out max}$.

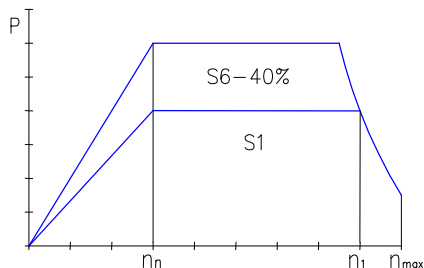
VOLTAGE / FREQUENCY DIAGRAM A)



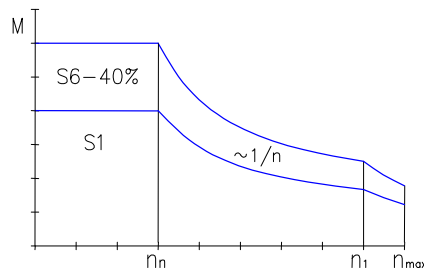
VOLTAGE / FREQUENCY DIAGRAM B)



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).

Note: 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)

A) Limited constant power operation range (70% of n_1)

B) Funzionamento a potenza costante esteso ($P_n @ n_1$)

B) 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 (Vn 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 Vn uguale al valore V-out max e riproporzionare il valore di frequenza Fn.

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 (Vn 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 Vn identical to the value V-out max and adjust proportionally the nominal frequency Fn

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 - n₁)

In questo tratto la potenza del motore resta costante (potenza nominale) fino al raggiungimento della velocità massima a potenza costante n₁. La coppia del motore diminuisce al crescere del numero dei giri.

Campo di regolazione a potenza decrescente (n₁ - 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 - n₁)

In this operating field the power remain constant (nominal power) until the motor reach the max speed at constant power n₁. The motor torque decrease with the increasing of the speed.

Field of regulation at reduced power (n₁ - 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:

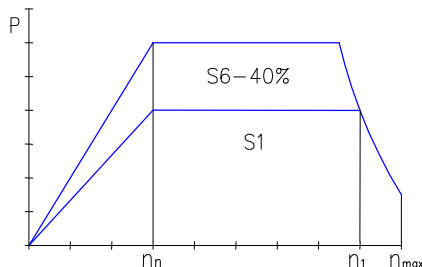
Calculation of the motor torque or power at the needed speed. :

(P = kW) – (M = Nm) – (n = rpm)

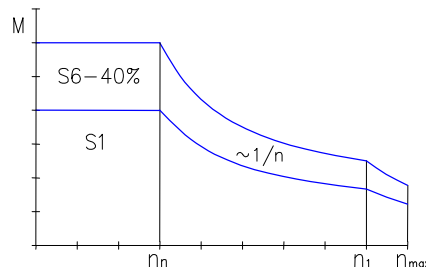
Power = M * n / 9550 = P

Torque = P / n * 9550 = M

POWER DIAGRAM



TORQUE DIAGRAM



Note: La velocità n₁ 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 n₁ (f_n e f₁).

Note: The n₁ 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 n₁ (f_n and f₁).

B) Funzionamento a potenza costante limitato (70% di n₁)

C) Limited constant power operation range (70% of n₁)

D) Funzionamento a potenza costante esteso (P_n @ n₁)

C) Extended constant power operation range (P_n @ n₁)

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 evidenziati i dati fondamentali.

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. An accurate set-up allows 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.



MADE IN ITALY

3-Ph AC MOTOR
IEC 60034-1/34-2



Type	Cd		sn				
P _n	kW	Δ	▲	Duty	Eff	IP	
n _n	rpm	fn	Hz	PF	4/4 %	I.cl	
M _n	Nm	Un	V	L f/f	mH	3/4 %	V.cl
M _{pk}	Nm	In	A	R f/f	Ω	2/4 %	P
max	rpm	lo	A	wgt	kg	brg	brg
Cooling							
Feedback							
Brake							

Type	Tipo motore	Motor type
Cd	Codice motore	Motor code
sn	Numero di serie (anno, mese, prog.)	Serial number (year, month, progr).
P_n	Potenza nominale	Rated power
n_n	Velocità nominale	Rated speed
M_n	Coppia nominale	Rated torque
M_{pk}	Coppia di picco	Peak torque
max	Velocità massima consentita	Max. speed allowed
fn	Frequenza nominale	Rated frequency
UnΔ	Tensione nominale (triangolo)	Rated voltage (delta)
Un▲	Tensione nominale (stella)	Rated voltage (star)
In Δ	Corrente nominale (triangolo)	Rated current (delta)
In ▲	Corrente nominale (stella)	Rated current (star)
I_o Δ	Corrente magnetizzante (triangolo)	Magnetising current(delta)
I_o ▲	Corrente magnetizzante (stella)	Magnetising current (star)
Duty	Servizio	Duty
PF	Cosφ	Power factor
L f/f	Induttanza degli avvolgimenti	Windings inductance
R f/f	Resistenza degli avvolgimenti	Windings resistance
wgt	Peso del motore	Motor weight
Eff.	Livello di efficienza IE	IE Standard Efficiency Level
4/4	Rendimento a pieno carico	Full Load Efficiency
3/4	Rendimento a 3/4 di carico	3/4 Load Efficiency
2/4	Rendimento a 2/4 di carico	2/4 Load Efficiency
IP	Grado di protezione	Protection degree
I. cl	Classe di isolamento	Insulation class
V. cl	Classe di equilibratura	Balancing class
P	N° Poli	N° Poles
DE brg	Cuscinetto lato comando	Drive end bearing
NDE grg	Cuscinetto lato opposto comando	No drive end bearing
Cooling	Sistema di raffreddamento	Cooling system
Feedback	Sistema di rilevamento posizione	Feedback system
Brake	Tipo di freno e caratteristiche	Brake type and characteristics

PARAMETRI BASE MOTORE	BASE MOTOR PARAMETERS
<p>Durante l'inserimento dei dati prestare particolare attenzione al valore di targa del motore ed alla corrispondenza del relativo parametro dell'inverter.</p> <p>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%).</p>	<p>During the inverter set-up check the correspondence between the value indicated on the nameplate and the relative inverter parameter.</p> <p>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%)</p>
<p>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</p>	<p>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</p>
<p>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</p>	<p>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</p>
<p>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).</p>	<p>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).</p>
<p>Gli esempi sopra riportati valgono anche per tutti gli altri valori nominali di frequenza e velocità disponibili.</p>	<p>The examples above indicated are valid also for all the other values of frequency and speed available.</p>