

# POCKET FORMULA



**BONFIGLIOLI**  
**RIDUTTORI**

---

# POCKET FORMULA

Fornire uno strumento agile, di facile consultazione quotidiana, rivolto a tutti coloro che giornalmente si occupano di progettazione; é in sintesi la filosofia che ha guidato la stesura del “**POCKET FORMULA**”.

Racchiudere in un volumetto tascabile tutte le formule necessarie e che fossero ordinate in maniera coordinata e logica, é stata una operazione che ha richiesto attenzione e che dimostra quanto bene la BONFIGLIOLI RIDUTTORI conosca le esigenze dei progettisti.

Lavorare bene e velocemente é un obiettivo non sempre facilmente raggiungibile, oggi con **POCKET FORMULA** ci si può riuscire.

---

## **BONFIGLIOLI RIDUTTORI S.P.A.**

Fondata nel 1956 con il nome di C.M.B. (Costruzioni Meccaniche Bonfiglioli) è l'azienda capostipite del Gruppo Bonfiglioli ed anche una delle più conosciute nell'area bolognese dove ha la sua sede centrale. All'inizio la gamma dei riduttori era costituita da 5 tipi e precisamente: Riduttori coassiali RA-MRA - Riduttori ad assi ortogonali CAO-MCAO - Riduttori ad assi paralleli RAP - Riduttori epicicloidali RAE-MRAE e Riduttori a vite senza fine VF-MVF. Questi ultimi sono quelli che hanno fatto il successo della BONFIGLIOLI RIDUTTORI per la loro eccellente qualità, affidabilità e competitività a livello di prezzo: il risultato di essere oggi leader in Europa in questo settore è dato dal continuo sviluppo dei prodotti ma soprattutto dai mezzi di produzione che sono oggi fra i più avanzati nell'industria meccanica. Dal 1987 ad oggi sono stati fatti investimenti per oltre 28 milioni di dollari in macchine utensili ed altre attrezzature per migliorare la qualità e l'automazione produttiva al meglio fino a raggiungere un output di 3500 riduttori assemblati al giorno. Infine BONFIGLIOLI RIDUTTORI, 1° in Italia per fatturato e quantità di pezzi prodotti, ha recentemente concentrato gli sforzi per conseguire la certificazione del proprio sistema di qualità aziendale ISO 9001, dal DNV Italia. Il traguardo raggiunto è stato voluto essenzialmente dal Presidente, con la piena partecipazione di tutta l'Azienda. La gamma dei prodotti comprende: Riduttori / motoriduttori a vite senza fine - Riduttori / motoriduttori coassiali - Riduttori / motoriduttori ad assi paralleli - Riduttori / motoriduttori ad assi ortogonali - Rinvii angolari - Riduttori pendolari - Variatori meccanici epicicloidali - Variatori a cinghia.

# GEARMOTOR HANDBOOK BONFIGLIOLI RIDUTTORI



Il libro è indirizzato ad ogni persona che affronti l'argomento con approccio scientifico sia esso studente di università sia tecnico che operi in realtà produttive, per questo BONFIGLIOLI RIDUTTORI ha dato l'incarico a quattro esperti professionisti leader conosciuti a livello internazionale di scrivere questo ampio manuale sulla trasmissione di potenza di 600 pagine.

## INDICE

---

	Pag.
Funzioni trigonometriche	1
Principali teoremi sui triangoli	2
Calcolo delle aree, perimetro	3
Calcolo dei volumi, aree laterali, aree totali	5
Unità di misura del Sistema Internazionale	7
Tabelle di conversione	9
Simboli e unità di misura secondo il Sistema Internazionale utilizzate nella tecnica delle trasmissioni	16
Formule di base nella tecnica delle trasmissioni	18
Resistenza dei materiali	23
Dilatazione termica - allungamento	25
Ruote dentate	26
Senso di inclinazione dell'elica	30
Meccanismo a vite senza fine	31
Elettronica	33
Lavoro e potenza elettrica	34
Caratteristiche elettriche di un motore trifase	35
Velocità di sincronismo di un motore elettrico trifase	35
Relazione tra grandezza e potenza motore	36
Disposizioni di montaggio	37
Tipi di servizio	38

---



## FUNZIONI TRIGONOMETRICHE

*a) Relazioni fra le funzioni di un medesimo angolo*

$$\operatorname{sen}^2 \alpha + \operatorname{cos}^2 \alpha = 1$$

$$\operatorname{sen} \alpha = \sqrt{1 - \operatorname{cos}^2 \alpha} = \operatorname{tg} \alpha / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$\operatorname{cos} \alpha = \sqrt{1 - \operatorname{sen}^2 \alpha} = 1 / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{sen} \alpha / \operatorname{cos} \alpha$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{cos} \alpha / \operatorname{sen} \alpha = 1 / \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{sen} \alpha / \sqrt{1 - \operatorname{sen}^2 \alpha}$$

$$\operatorname{sec} \alpha = 1 / \operatorname{cos} \alpha$$

$$\operatorname{cosec} \alpha = 1 / \operatorname{sen} \alpha$$

*b) Relazioni tra le funzioni di due angoli*

$$\operatorname{sen} (\alpha \pm \beta) = \operatorname{sen} \alpha \operatorname{cos} \beta \pm \operatorname{cos} \alpha \operatorname{sen} \beta$$

$$\operatorname{cos} (\alpha \pm \beta) = \operatorname{cos} \alpha \operatorname{cos} \beta \pm \operatorname{sen} \alpha \operatorname{sen} \beta$$

$$\operatorname{tg} (\alpha \pm \beta) = (\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta) / (1 \pm \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta)$$

*c) Multipli e sottomultipli di un angolo*

$$\operatorname{sen} 2 \alpha = 2 \operatorname{sen} \alpha \operatorname{cos} \alpha$$

$$\operatorname{cos} 2 \alpha = \operatorname{cos}^2 \alpha - \operatorname{sen}^2 \alpha = 2 \operatorname{cos}^2 \alpha - 1$$

$$\operatorname{tg} 2 \alpha = 2 \operatorname{tg} \alpha / (1 - \operatorname{tg}^2 \alpha)$$

$$\operatorname{sen} (\alpha/2) = \sqrt{(1 - \operatorname{cos} \alpha)/2}$$

$$\operatorname{cos} (\alpha/2) = \sqrt{(1 + \operatorname{cos} \alpha)/2}$$

$$\operatorname{tg} (\alpha/2) = \operatorname{sen} \alpha / (1 + \operatorname{cos} \alpha)$$

## PRINCIPALI TEOREMI SUI TRIANGOLI

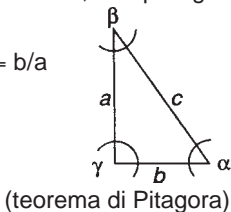
A) *Triangolo rettangolo* ( $a$  e  $b$  cateti,  $c$  ipotenusa,  $\alpha$  e  $\beta$  angoli opposti ai cateti);  $\alpha + \beta = \pi/2$  rad.

$$\sin \alpha = a/c; \cos \alpha = b/c; \operatorname{tg} \alpha = a/b; \operatorname{ctg} \alpha = b/a$$

$$a = c \sin \alpha = c \cos \beta = b \operatorname{tg} \alpha$$

$$b = c \cos \alpha = c \sin \beta = a \operatorname{tg} \beta$$

$$a^2 + b^2 = c^2; c = \sqrt{a^2 + b^2}$$



(teorema di Pitagora)

B) *Triangolo obliquangolo* ( $a, b, c$  i lati del triangolo;  $\alpha, \beta, \gamma$  gli angoli ad essi rispettivamente opposti);  $\alpha + \beta + \gamma = \pi$  rad = 180

$$a/\sin \alpha = b/\sin \beta = c/\sin \gamma \quad (\text{teor. dei seni})$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma \quad (\text{teor. di Carnot})$$

- Dai due lati  $a, b$  e l'angolo compreso  $\gamma$ , trovare il terzo lato  $c$  e gli angoli  $\alpha$  e  $\beta$ .

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma}; \sin \alpha = a \sin \gamma / c; \alpha = \dots; \\ \beta = 180 - \alpha - \gamma.$$

- Dati due lati  $a, b$  e l'angolo  $\alpha$ , trovare il terzo lato  $c$  e gli angoli  $\beta$  e  $\gamma$ .

$$\sin \beta = b \sin \alpha / a; \beta = \dots; \gamma = 180 - \alpha - \beta \\ c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha}.$$

- Dati i tre lati, trovare gli angoli

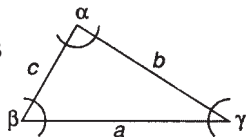
$$\cos \gamma = (a^2 + b^2 - c^2) / (2ab); \gamma = \dots; \sin \alpha = \sin \gamma / c; \\ \alpha = \dots; \beta = 180 - \alpha - \gamma.$$

- Dati due angoli  $\alpha, \beta$  e un lato  $a$ , trovare il terzo angolo  $\gamma$  e gli altri due lati  $b, c$ .

$$\gamma = 180 - \alpha - \beta; b = a \sin \beta / \sin \alpha; c = a \sin \gamma / \sin \alpha$$

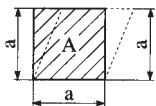
- Dato un lato  $c$  e i due angoli adiacenti  $\alpha, \beta$ , trovare il terzo angolo  $\gamma$  e gli altri due lati.

$$\gamma = 180 - \alpha - \beta; b = c \sin \beta / \sin \gamma; a = c \sin \alpha / \sin \gamma$$



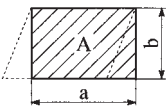


# CALCOLO DELLE AREE, PERIMETRO



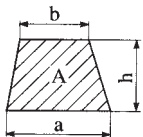
## Quadrato, Rombo

$$A = a^2; P = 4 \cdot a$$



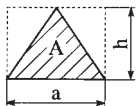
## Rettangolo, Parallelogramma

$$A = a \cdot b; P = 2 \cdot (a + b); a = \frac{P}{2} - b$$



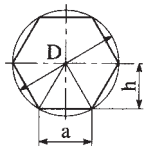
## Trapezio

$$A = \frac{a + b}{2} \cdot h; a = \frac{2 \cdot A}{h} - b$$



## Triangolo

$$A = \frac{a \cdot h}{2}; a = \frac{2 \cdot A}{h}; h = \frac{2 \cdot A}{a}$$



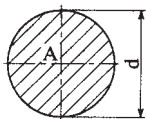
## Esagono

$$A = \frac{a \cdot h}{2} \cdot n = 3 \cdot a \cdot h;$$

A = Superficie

P = perimetro

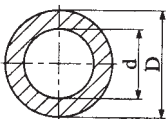
n = Numero dei lati



### Cerchio

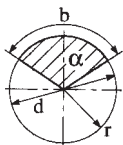
$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 0,7854 \cdot d^2;$$

$$P = d \cdot \pi; d = \sqrt{\frac{A}{0,7854}}$$



### Corona circolare

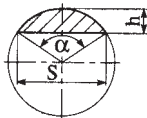
$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 0,7854 (D^2 - d^2)$$



### Settore circolare

$$A = \frac{b \cdot r}{2} = 0,7854 \frac{d^2 \cdot \alpha}{360^\circ} = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot \alpha}{360^\circ}$$

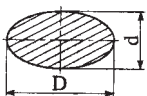
$$b = \frac{r \cdot \pi \cdot \alpha}{180^\circ}; b = \frac{\pi \cdot d \cdot \alpha}{360^\circ}; d = \frac{360^\circ \cdot b}{\pi \cdot \alpha}$$



### Segmento circolare

$$A = \pi \frac{r^2 \cdot \alpha}{360^\circ} - \frac{S(r-h)}{2} \approx \frac{2}{3} \cdot S \cdot h$$

$$h = \frac{A \cdot 3}{S \cdot 2} \quad S = 2 \sqrt{h(2r-h)}$$



### Ellisse

$$A = 0,7854 D \cdot d = \frac{D \cdot d \cdot \pi}{4}; P \approx \frac{D+d}{2}$$

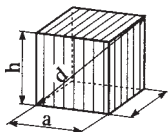
A = Superficie

P = perimetro

d = Diametro; semiasse minore

D = Diametro; semiasse maggiore

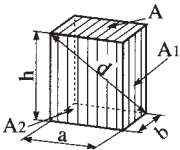
# CALCOLO DEI VOLUMI, AREE LATERALI, AREE TOTALI



## Cubo

$$V = a^3; d = a \cdot \sqrt{3}$$

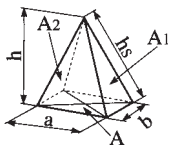
$$a = \sqrt[3]{V}; At = 6 \cdot a^2; Al = 4 \cdot a^2$$



## Prisma dritto

$$V = a \cdot b \cdot h = A \cdot h; At = 2 (A + A_1 + A_2)$$

$$d = \sqrt{a^2 + h^2 + b^2} \quad Al = 2 (A_1 + A_2)$$

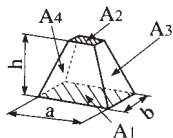


## Piramide

$$V = \frac{1}{3} a \cdot b \cdot h = \frac{A \cdot h}{3};$$

$$At = A + 2 (A_1 + A_2)$$

$$hs = \sqrt{\left(\frac{a^2 + b^2}{4}\right) + h^2}$$



## Tronco di piramide

$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{(A_1 \cdot A_2)}) = \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot h$$

$$At = A_1 + A_2 + 2 (A_3 + A_4)$$

$$Al = 2 \cdot (A_3 + A_4)$$

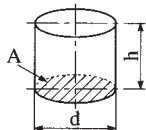
$A_1$  = Area totale

$V$  = Volume

$Al$  = Area laterale

$h$  = Altezza

$d$  = Diagonale

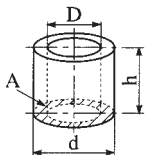


### Cilindro

$$V = A \cdot h = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot h = 0,7854 \cdot d^2 \cdot h$$

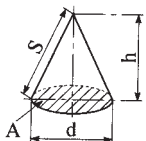
$$Al = \pi \cdot d \cdot h$$

$$At = 2 A + d \cdot \pi \cdot h$$



### Cilindro cavo

$$V = A \cdot h = 0,7854 \cdot (D^2 - d^2) \cdot h$$

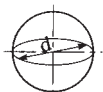


### Cono diritto

$$V = \frac{A \cdot h}{3} = \frac{d^2 \cdot 0,7854 \cdot h}{3};$$

$$Al = \pi \cdot r \cdot \sqrt{r^2 + h^2} = \pi \cdot r \cdot s$$

$$At = A + Al$$



### Sfera

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{d^3 \cdot \pi}{6} = 0,5236 \cdot d^3$$

$$At = \pi \cdot d^2; \quad d = \sqrt{\frac{6 \cdot V}{\pi}}$$

A = Area di base

At = Area totale

Al = Area laterale

# UNITÀ DI MISURA DEL SISTEMA INTERNAZIONALE

## Grandezze fondamentali

### *Unità base del SI*

Grandezza	Unità Simbolo	Denominazione
Lunghezza	m	metro
Massa	kg	chilogrammo
Tempo	s	secondo
Intensità di corrente elettrica	A	ampere
Temperatura termodinamica	K	kelvin
Intensità luminosa	cd	candela

### *Multipli e sottomultipli decimali dell'unità*

Potenza di dieci	Prefisso	Simbolo
$10^{12}$	tera	T
$10^9$	giga	G
$10^6$	mega	M
$10^3$	chilo	k
$10^2$	etto	h
10	deca	da
$10^{-1}$	deci	d
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-3}$	mili	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	pico	p

## Grandezze derivate

**newton (N)**: forza che imprime a un corpo di massa 1 Kg l'accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$ ;

**pascal (Pa)**: pressione della forza di 1 N su una superficie di area  $1 \text{ m}^2$ . Anche usata l'unità bar ( $1 \text{ bar}=10^5 \text{ Pa}$ );

**joule (J)**: lavoro d'una forza di 1 N nella direzione dello spostamento di 1 m;

**watt (W)**: potenza di un sistema che produce il lavoro di 1 J in 1s;

**coulomb (C)**: carica elettrica che in 1s attraversa un conduttore percorso dalla corrente di 1 A;

**volt (V)**: differenza di potenziale tra due sezioni di un conduttore percorso dalla corrente di 1 A, che tra esse dissipa 1 W di potenza;

**farad (F)**: capacità di un condensatore nel quale il trasferimento di 1 C da una all'altra armatura determina una differenza di potenziale di 1 V;

**ohm ( $\Omega$ )**: resistenza elettrica tra due sezioni di un conduttore che hanno una differenza di potenziale di 1 V se la corrente è di 1 A;

**weber (Wb)**: flusso di induzione magnetica ( $1 \text{ Wb}=1 \text{ V}\cdot\text{s}$ );

**tesla (T)**: induzione magnetica ( $1 \text{ T}=1 \text{ Wb/m}^2$ );

**henry (H)**: induttanza ( $1 \text{ H}=1 \text{ V}\cdot\text{s/A}$ ).

## TABELLE DI CONVERSIONE

### Conversione di lunghezze

A \ B	mm	cm	m	in	ft	yd	km	mile
mm	1	$10^{-1}$	$10^{-3}$	$3,93701 \cdot 10^{-2}$	$3,28084 \cdot 10^{-3}$	$1,09361 \cdot 10^{-3}$	$10^{-6}$	$6,21371 \cdot 10^{-7}$
cm	10	1	$10^{-2}$	$3,93701 \cdot 10^{-1}$	$3,28084 \cdot 10^{-2}$	$1,09361 \cdot 10^{-2}$	$10^{-5}$	$6,21371 \cdot 10^{-6}$
m	1000	100	1	39,3701	3,28084	1,09361	$10^{-3}$	$6,21371 \cdot 10^{-4}$
in	25,4	2,54	$2,54 \cdot 10^{-2}$	1	$8,33333 \cdot 10^{-2}$	$2,77778 \cdot 10^{-2}$	$2,54 \cdot 10^{-5}$	$1,57828 \cdot 10^{-5}$
ft	304,8	30,48	$3,048 \cdot 10^{-1}$	12	1	$3,33333 \cdot 10^{-1}$	$3,048 \cdot 10^{-4}$	$1,89394 \cdot 10^{-4}$
yd	914,4	91,44	$9,144 \cdot 10^{-1}$	36	3	1	$9,144 \cdot 10^{-4}$	$5,68182 \cdot 10^{-4}$
km	$10^6$	$10^5$	1000	39370,1	3280,84	1093,61	1	$6,21371 \cdot 10^{-1}$
mile	$1,60934 \cdot 10^6$	160934	1609,34	63360	5280	1760	1,60934	1

## Conversione di superfici

A \ B	cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	ha	km <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	yd <sup>2</sup>	mile <sup>2</sup>
cm <sup>2</sup>	1	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-10</sup>	1,55000·10 <sup>-1</sup>	1,07639·10 <sup>-3</sup>	1,19599·10 <sup>-4</sup>	3,86102·10 <sup>-11</sup>
m <sup>2</sup>	10000	1	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	1550,00	10,7639	1,19599	3,86102·10 <sup>-7</sup>
ha	10 <sup>8</sup>	10000	1	10 <sup>-2</sup>	1,55000·10 <sup>7</sup>	107639	11959,9	3,86102·10 <sup>-3</sup>
km <sup>2</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>6</sup>	100	1	1,55000·10 <sup>9</sup>	1,07639·10 <sup>7</sup>	1,19599·10 <sup>6</sup>	3,86102·10 <sup>-1</sup>
in <sup>2</sup>	6,45160	6,45160·10 <sup>-4</sup>	6,45160·10 <sup>-8</sup>	6,45160·10 <sup>-10</sup>	1	6,94444·10 <sup>-3</sup>	7,71605·10 <sup>-4</sup>	2,49098·10 <sup>-10</sup>
ft <sup>2</sup>	929,030	9,29030·10 <sup>-2</sup>	9,29030·10 <sup>-6</sup>	9,29030·10 <sup>-8</sup>	144	1	1,11111·10 <sup>-1</sup>	3,58701·10 <sup>-8</sup>
yd <sup>2</sup>	8361,27	8,36127·10 <sup>-1</sup>	8,36127·10 <sup>-5</sup>	8,36127·10 <sup>-7</sup>	1296	9	1	3,22831·10 <sup>-7</sup>
mile <sup>2</sup>	2,589999·10 <sup>10</sup>	2,58999·10 <sup>6</sup>	258,999	2,58999	4,01449·10 <sup>7</sup>	2,78784·10 <sup>6</sup>	3,09760·10 <sup>6</sup>	1



## Conversione di volumi

A \ B	cm <sup>3</sup>	dm <sup>3</sup> =l	in <sup>3</sup>	ft <sup>3</sup>	yd <sup>3</sup>	US gal	Imp gal
cm <sup>3</sup>	1	$10^{-3}$	$6,10237 \cdot 10^{-2}$	$3,53147 \cdot 10^{-5}$	$1,30795 \cdot 10^{-6}$	$2,64172 \cdot 10^{-4}$	$2,19969 \cdot 10^{-4}$
dm <sup>3</sup> =l	1000	1	61,0237	$3,53147 \cdot 10^{-2}$	$1,30795 \cdot 10^{-3}$	$2,64172 \cdot 10^{-1}$	$2,19969 \cdot 10^{-1}$
in <sup>3</sup>	16,3871	$1,63871 \cdot 10^{-2}$	1	$5,78704 \cdot 10^{-4}$	$2,14335 \cdot 10^{-5}$	$4,32900 \cdot 10^{-3}$	$3,60465 \cdot 10^{-3}$
ft <sup>3</sup>	28316,8	28,3168	1728	1	$3,70370 \cdot 10^{-2}$	7,48052	6,22884
yd <sup>3</sup>	764555	764,555	46656	27	1	201,974	168,179
US gal	3785,41	3,78541	231	$1,33681 \cdot 10^{-1}$	$4,95113 \cdot 10^{-3}$	1	$8,32674 \cdot 10^{-1}$
Imp gal	4546,09	4,546009	277,419	$1,60544 \cdot 10^{-1}$	$5,94606 \cdot 10^{-3}$	1,20095	1

## Conversione di massa

A \ B	g	kg	oz	lbm
g	1	$10^{-3}$	$3,52740 \cdot 10^{-2}$	$2,20462 \cdot 10^{-3}$
kg	1000	1	35,2740	2,20462
oz	28,3495	$2,83495 \cdot 10^{-2}$	1	$6,25 \cdot 10^{-2}$
lbm	453,592	$4,53592 \cdot 10^{-1}$	16	1

## Conversione di energia

A \ B	J	Wh	kp m	kcal
J	1	$2,77778 \cdot 10^{-4}$	$1,01972 \cdot 10^{-1}$	$2,38846 \cdot 10^{-4}$
Wh	3600	1	367,0981	$8,59845 \cdot 10^{-1}$
kp m	9,80665	$2,72407 \cdot 10^{-3}$	1	$2,34228 \cdot 10^{-3}$
kcal	4186,8	1,163	426,935	1

## Conversione di coppia

A \ B	cm N	m N	cm kp	m kp	cm grp	in lbs	ft lbs
cm N	1	$10^{-2}$	$1,01972 \cdot 10^{-1}$	$1,01972 \cdot 10^{-3}$	101,972	$8,85075 \cdot 10^{-2}$	$7,37562 \cdot 10^{-3}$
m N	1000	1	10,1972	$1,01972 \cdot 10^{-1}$	10197,2	8,85075	$7,37562 \cdot 10^{-1}$
cm kp	9,80665	$9,80665 \cdot 10^{-2}$	1	$10^{-2}$	1000	$8,67962 \cdot 10^{-1}$	$7,23301 \cdot 10^{-2}$
m kp	980,665	9,80665	100	1	$10^{-5}$	86,7962	7,23301
cm grp	$9,80665 \cdot 10^{-3}$	$9,80665 \cdot 10^{-5}$	$10^{-3}$	$10^{-5}$	1	$8,67962 \cdot 10^{-4}$	$7,23301 \cdot 10^{-5}$
in lbs	11,2985	$1,12985 \cdot 10^{-1}$	1,15212	$1,15212 \cdot 10^{-2}$	1152,12	1	$8,33333 \cdot 10^{-2}$
ft lbs	135,582	1,35582	13,8225	$1,38255 \cdot 10^{-1}$	13825,5	12	1

## Conversione d'inerzia

A \ B	kg cm <sup>2</sup>	kp cm s <sup>2</sup>	kg m <sup>2</sup>	kp m s <sup>2</sup>	Lb in <sup>2</sup>	Lb in s <sup>2</sup>	Lb ft <sup>2</sup>	Lb ft s <sup>2</sup>
kg cm <sup>2</sup>	1	$1,01972 \cdot 10^{-3}$	$10^{-4}$	$1,01972 \cdot 10^{-5}$	$3,41717 \cdot 10^{-1}$	$8,85075 \cdot 10^{-4}$	$2,37304 \cdot 10^{-3}$	$7,37562 \cdot 10^{-5}$
kp cm s <sup>2</sup>	980,665	1	$9,80665 \cdot 10^{-2}$	$10^{-2}$	335,110	$8,67962 \cdot 10^{-1}$	2,32715	$7,23301 \cdot 10^{-2}$
kg m <sup>2</sup>	$10^{-4}$	10,1972	1	$1,01972 \cdot 10^{-1}$	3417,17	8,85075	23,7304	$7,37562 \cdot 10^{-1}$
kp m s <sup>2</sup>	98066,5	100	9,80655	1	33511,0	86,7962	232,715	7,23301
Lb in <sup>2</sup>	2,92640	$2,98409 \cdot 10^{-3}$	$2,92640 \cdot 10^{-4}$	$2,98409 \cdot 10^{-5}$	1	$2,59008 \cdot 10^{-3}$	$6,94444 \cdot 10^{-3}$	$2,15840 \cdot 10^{-4}$
Lb in s <sup>2</sup>	1129,85	1,15212	$1,12985 \cdot 10^{-1}$	$1,15212 \cdot 10^{-2}$	386,089	1	2,68117	$8,33333 \cdot 10^{-2}$
Lb ft <sup>2</sup>	421,401	$4,29710 \cdot 10^{-1}$	$4,21401 \cdot 10^{-2}$	$4,29710 \cdot 10^{-3}$	144	$3,72971 \cdot 10^{-1}$	1	$3,10810 \cdot 10^{-2}$
Lb ft s <sup>2</sup>	13558,2	13,8255	1,35582	$1,38255 \cdot 10^{-1}$	4633,06	12	32,1740	1

## Conversione di forze

A \ B	N	kp	grp	lbf
N	1	$1,01972 \cdot 10^{-1}$	101,972	$2,24809 \cdot 10^{-1}$
kp	9,80665	1	1000	2,20462
grp	$9,80665 \cdot 10^{-3}$	$10^{-3}$	1	$2,20462 \cdot 10^{-3}$
lbf	4,44822	$4,53592 \cdot 10^{-1}$	453,592	1

## Conversione di potenze

A \ B	KW	PS	HP	kpm/s	kcal/s
KW	1	1,35962	1,34102	101,972	$2,38846 \cdot 10^{-1}$
PS	$7,35499 \cdot 10^{-1}$	1	$9,86320 \cdot 10^{-1}$	75	$1,75671 \cdot 10^{-1}$
HP	$7,45700 \cdot 10^{-1}$	1,01387	1	76,0402	$1,78107 \cdot 10^{-1}$
kp m/s	$9,80665 \cdot 10^{-3}$	$1,33333 \cdot 10^{-2}$	$1,31509 \cdot 10^{-2}$	1	$2,34228 \cdot 10^{-3}$
kcal/s	4,1868	5,69246	5,61459	426,935	1

## SIMBOLI E UNITÀ DI MISURA SECONDO IL SISTEMA INTERNAZIONALE UTILIZZATE NELLA TECNICA DELLE TRASMISSIONI

Simbolo	Significato	Simbolo dell'unità secondo il SI
<b>Geometria</b>		
A	Superficie	m <sup>2</sup>
a	Distanza	m
$\alpha, \beta, \gamma$	Angolo	rad
b	Larghezza	m
d	Spessore	m
d	Diametro	m
h	Altezza	m
l	Lunghezza	m
r	Raggio	m
s	Spazio	m
V	Volume	m <sup>3</sup>
<b>Tempo</b>		
a	Accelerazione	m/s <sup>2</sup>
$\alpha$	Accelerazione angolare	rad/s <sup>2</sup>
f	Frequenza	Hz
g	Accelerazione di gravità	m/s <sup>2</sup>
n	Velocità di rotazione	1/s
$\omega$	Velocità angolare	rad/s
T	Costante nel tempo	s
t	Tempo, durata	s
v	Velocità	m/s

Simbolo	Significato	Simbolo dell'unità secondo il SI
<b>Meccanica</b>		
E	Modulo di elasticità	MPa
F	Forza	N
G	Peso	N
J	Momento d'inerzia	kgm <sup>2</sup>
M	Coppia	Nm
m	Massa	kg
P	Potenza	W
P	Pressione	Pa
Q	Massa specifica	kg/m <sup>3</sup>
$\sigma$ ,	Sollecitazione di trazione, compressione, flessione	Pa
W	Lavoro, energia	J
$\eta$	Rendimento	-
$\mu$	Coefficiente di attrito	-





## SIMBOLI E DESCRIZIONI

$M$  = coppia di picco o totale motore (Nm)

$M_L$  = coppia resistente (Nm)

$M_a$  = coppia di accelerazione (Nm)

$M_{fr}$  = coppia frenante (Nm)

$P$  = potenza totale motore (kW)

$P_L$  = potenza in condizioni di regime (kW)

$P_a$  = potenza di accelerazione (kW)

$n$  = velocità di rotazione ( $\text{min}^{-1}$ )

$\Delta n$  = differenza di rotazione ( $\text{min}^{-1}$ )

$v$  = velocità lineare (m/min)

$\Delta v$  = differenza di velocità (m/min)

$J$  = inerzia ( $\text{kgm}^2$ )

$m$  = massa (kg)

$F$  = forza (N)

$W$  = energia (J)

$t_a$  = tempo di accelerazione (s)

$t_{fr}$  = tempo di frenatura (s)

$s$  = spazio (m)

$d$  = diametro (mm)

$r$  = raggio (mm)

$\mu$  = coefficiente di attrito

$p$  = pressione ( $\text{N/m}^2$  or Pa)

$g$  =  $9,80665 \text{ m/s}^2$

$\pi$  =  $3,141592654$

**Velocità lineare**  
(m/min)

$$v = \frac{d \cdot \pi n}{1000}$$

**Forza (N)**

$$F = 1000 \frac{M}{r} = \mu \cdot m \cdot g$$

**Coppia (Nm)**

$$M = \frac{F \cdot r}{1000}$$

$$M = \frac{3 \cdot 10^4 P}{\pi \cdot n} = \frac{9549 P}{n}$$

**Lavoro (Joule)**

$$W = F \cdot s = m \cdot g \cdot s$$

**Energia in traslazione**  
(Joule)

$$W = \frac{m v^2}{7200}$$

**Energia in rotazione**  
(Joule)

$$W = \frac{\pi^2}{1800} \quad J n^2 = \frac{J n^2}{182,4}$$

**Potenza (kW)**

in rotazione

$$W = \frac{\pi}{30} \cdot 10^3 M \cdot n = \frac{M \cdot n}{9549}$$

in traslazione

$$P = \frac{F \cdot v}{6 \cdot 10^4}$$

in sollevamento

$$P = \frac{m \cdot g \cdot v}{6 \cdot 10^4}$$

## Definizioni importanti

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{assorbita}}} \quad \text{Rendimento}$$

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{M_2}{M_1} = \sqrt{\frac{J_2}{J_1}} \quad \text{Rapporto di riduzione}$$

## Accelerazione delle trasmissioni

Coppia

totale (Nm)

$$M = M_L + M_a = M_L + \frac{\pi}{30} J \frac{\Delta n}{t_a}$$

Coppia di

accelerazione  
(Nm)

$$M_a = \frac{\pi}{30} J \frac{\Delta n}{t_a} = 0,105 J \frac{\Delta n}{t_a}$$

Sapendo che.

$$n = \frac{1000 v}{v \cdot \pi}$$

$$M_a = \frac{100}{3d} J \frac{\Delta v}{t_a}$$

Lavoro effettivo  
(Joule)

$$W = \frac{\pi^a}{1800} J \Delta n^2 \frac{M}{M - M_L} = \frac{J \Delta n^2 M}{182,4 (M - M_L)}$$

$$W = \frac{5000}{9} J \frac{\Delta v^2}{t^2} \frac{M}{M - M_L}$$

Potenza

totale (kW)

$$P = P_L + P_a$$

Potenza  
in condizioni  
di regime (kW)

$$P_L = \frac{\pi \cdot v \cdot n \cdot M_L}{3 \cdot 10^4} = \frac{n \cdot M_L}{9549} = \frac{V \cdot M_L}{30 \cdot d}$$

Potenza  
in accelerazione  
(kW)

$$P_L = \frac{\pi^2 \cdot n}{9 \cdot 10^5} J \frac{\Delta n}{t_a} = \frac{n J \Delta n}{9,12 \cdot 10^4 \cdot t_a}$$

$$P_a = \frac{10 \cdot v}{9 \cdot d^2} J \frac{\Delta n}{t_a} = \frac{m \cdot v \cdot \Delta v}{7,2 \cdot 10^6 t_a}$$

Nella frenatura, i segni  $\Delta$  e  $M_a$  vanno modificati.

Tempo di accelerazione

$$t_a = \frac{\pi}{30} J \frac{\Delta n}{M - M_L} = 0,105 J \frac{\Delta n}{M - M_L} = \frac{100}{3d} \frac{\Delta n}{M - M_L}$$

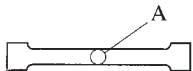
$$t_a = \frac{\pi^2 n J \Delta n}{9 \cdot 10^5 (P - P_L)} = \frac{n J \Delta n}{9,12 \cdot 10^4 (P - P_L)}$$

$$t_a = \frac{J \cdot \Delta n}{9,55 \cdot M_a} ; t_a = \frac{J \cdot \Delta n}{9,55 M_{fr}}$$

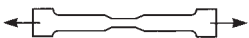
Movimento orizzontale in accelerazione

$$P = \frac{m v}{6 \cdot 10^4} \left[ \mu \cdot g + \frac{\Delta v}{60 t_a} \right]$$

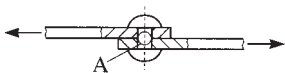
## RESISTENZA DEI MATERIALI



### Resistenza alla trazione

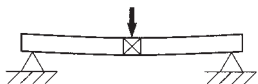


$$\sigma = \frac{F}{A} \quad F = \sigma \cdot A$$



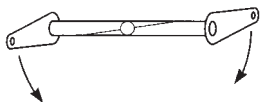
### Resistenza al taglio

$$\tau = \frac{F}{A} \quad F = A \cdot \tau$$



### Resistenza alla flessione

$$\sigma = \frac{M}{W_b} \quad [\text{N/mm}^2]$$



### Resistenza alla torsione

$$\tau = \frac{M}{W_t} \quad [\text{N/mm}^2]$$

A = Superficie della sezione in  $\text{mm}^2$

$\sigma$  = Resistenza alla trazione o alla flessione in  $\text{N/mm}^2$

$\tau$  = Resistenza al taglio o alla torsione in  $\text{N/mm}^2$

F = Forza in N

M = Momento in Nmm

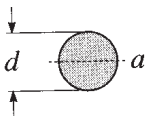
$W_b$  = Modulo di resistenza a flessione in  $\text{mm}^3$

$W_t$  = Modulo di resistenza a torsione in  $\text{mm}^3$

## Momento d'inerzia - Modulo di resistenza

**Modulo di  
resistenza**

**Modulo d'inerzia  
di una superficie**

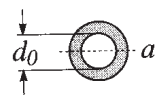


$$W_b = \frac{\pi}{32} \cdot d^3$$

$$I_a = \frac{\pi}{64} \cdot d^4$$

$$W_t = \frac{\pi}{16} \cdot d^3$$

$$I_p = \frac{\pi}{32} \cdot d^4$$

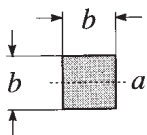


$$W_b = \frac{\pi}{32} \cdot (d^4 - d_0^4) / d$$

$$I_a = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_0^4)$$

$$W_t = \frac{\pi}{16} \cdot (d^4 - d_0^4) / d$$

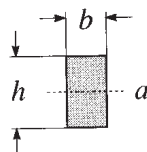
$$I_a = \frac{\pi}{32} \cdot (d^4 - d_0^4)$$



$$W_b = \frac{b^3}{6}$$

$$I_a = \frac{b^4}{12}$$

$$W_t = \frac{2}{9} \cdot b^3$$

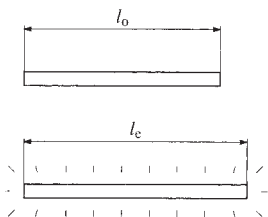


$$W_b = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2$$

$$W_t = \frac{2}{9} \cdot b^2 \cdot h$$

$$I_a = \frac{h^3 b}{12}$$

## DILATAZIONE TERMICA - ALLUNGAMENTO



Allungamento  
 $l_v = \alpha \cdot l_o (t_2 - t_1)$

Lunghezza finale  
 $l_f = l_o (1 + \alpha \cdot \Delta T)$

$$l_o = \frac{l_v}{\alpha \cdot \Delta T}$$

$$\Delta T = \frac{l_v}{\alpha \cdot l_o}$$

- $l_v$  = Allungamento  
 $l_o$  = Lunghezza iniziale  
 $l_f$  = Lunghezza finale (dopo-riscaldamento)  
 $\Delta t$  = Differenza di temperatura in Kelvin  
 $\alpha$  = Coefficiente di dilatazione termica per 1 grado

Coefficiente di dilatazione termica pe 1K e unità di lunghezza  
(tra 0 e 100°C)

Alluminio	0,000024
Bronzo	0,000018
Vetro	0,000009
Ghisa grigia	0,000011
Rame	0,000017
Magnesio	0,000025
Ottone	0,000019
Acciaio	0,000012

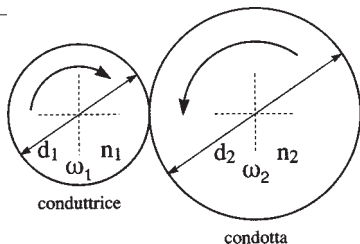
## RUOTE DENTATE

Si definisce **rapporto di trasmissione** tra una ruota conduttrice di diametro  $d_1$  ed una ruota condotta di diametro  $d_2$  il rapporto tra  $d_1$  e  $d_2$  e si indica con la lettera  $u$ .

$$u = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

Nelle ruote dentate

$$u = \frac{z_2}{z_1}$$



essendo:

$n_1$  = velocità angolare, in  $\frac{\text{revs}}{\text{min}}$  della ruota conduttrice

$n_2$  = velocità angolare, in  $\frac{\text{revs}}{\text{min}}$  della ruota condotta

$\omega_1$  = velocità angolare, in  $\frac{\text{rads}}{\text{s}}$  della ruota conduttrice

$\omega_2$  = velocità angolare, in  $\frac{\text{rads}}{\text{s}}$  della ruota condotta

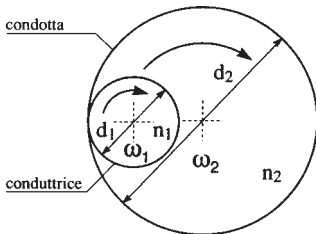
$z_1$  = numero di denti della ruota conduttrice

$z_2$  = numero di denti della ruota condotta

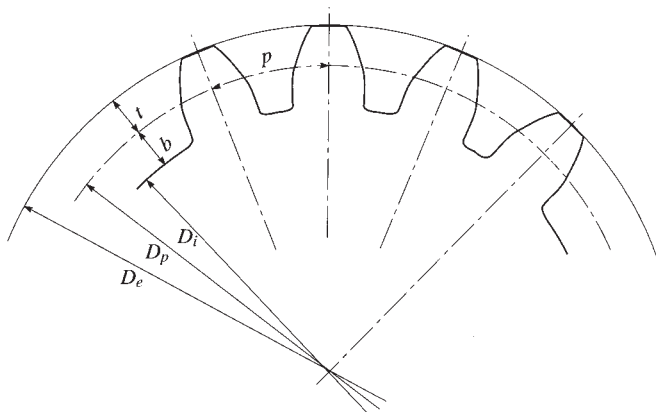
Quando  $u > 1$ , il ruotismo è riduttore, quando  $u < 1$ , il ruotismo è moltiplicatore.

Quando il moto viene trasmesso tra ruote esterne i sensi di rotazione sono opposti. Quando una delle ruote è interna i sensi di rotazione sono concordi.





## Elementi di una ruota dentata cilindrica a denti dritti con profilo ad evolvente di cerchio



- $z$  = numero di denti della ruota
- $t$  = addendum del dente, in mm
- $m$  = modulo, in mm
- $b$  = dedendum del dente vale  $\frac{7}{6} m$  in mm
- $D_e$  = diametro esterno, in mm
- $D_p$  = diametro primitivo, in mm
- $D_i$  = diametro interno, in mm
- $p$  = passo, in mm
- $\alpha$  = angolo di pressione

## Relazione tra gli elementi di una ruota dentata cilindrica a denti dritti

$$m = \frac{D_p}{z} \quad [\text{mm}] \quad \text{da cui}$$

$$D_p = m \cdot z ; \quad z = \frac{D_p}{m}$$

$$p = \frac{\pi D_p}{z} \quad [\text{mm}] \quad \text{da cui}$$

$$\frac{p}{\pi} = \frac{D_p}{z} = m \quad [\text{mm}]$$

$$p = \pi m \quad [\text{mm}]$$

## Forze trasmesse da una coppia di ruote dentate cilindriche a denti dritti

La **forza tangenziale**  $T$  è la componente della forza  $F$  agente nella direzione della tangente comune alle due circonferenze primitive, ad essa è dovuta la rotazione della ruota.

La **forza radiale**  $R$  è la componente della forza  $F$  diretta verso il centro della ruota, è normale all'asse della ruota.

$$T = \frac{9550 P}{r n} \quad [\text{N}]; \quad R = T \operatorname{tga} \alpha \quad [\text{N}]; \quad F = \frac{T}{\cos \alpha} \quad [\text{N}]$$

in cui  $r$  = raggio primitivo  $[\text{m}]$   
 $p$  = potenza  $[\text{kW}]$   
 $n$  = giri al minuto  $[\text{min}^{-1}]$

$$M = \frac{9550 P}{n} \quad [\text{Nm}] \quad \text{coppia trasmessa}$$

## Principali relazioni tra gli elementi di una ruota dentata cilindrica a denti elicoidali

$z$  = numero di denti

$p_c$  = passo circonferenziale

$p_n$  = passo normale

$p_a$  = passo assiale

$p_e$  = passo dell'elica

$m_c$  = modulo circonferenziale

$m_n$  = modulo normale

$m_a$  = modulo assiale

$\alpha$  = angolo dipressione

$\beta$  = angolo di inclinazione dell'elica

$D_p = m_c z$

$$p_n = \frac{p_c \cos \beta}{\cos \beta}$$

$$p_c = \frac{p_n}{\cos \beta}$$

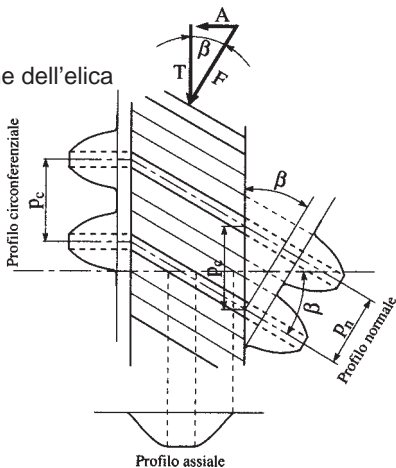
$$p_n = \pi m_n$$

$$p_c = \pi m_c$$

$$\frac{\pi D_p}{p_e} = \text{tg } \beta \text{ from which}$$

$$p_e = \frac{\pi D_p}{\text{tg } \beta}$$

$$p_a = \frac{p_e}{z}$$



## Forze trasmesse tra ruote cilindriche a denti elicoidali ad assi paralleli

$$T = \frac{9550 P}{r n}$$

$$A = T \text{ tg } \beta$$

in cui  $r$  = raggio primitivo [m]

$p$  = potenza [kW]

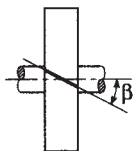
$n$  = giri al minuto [ $\text{min}^{-1}$ ]

$$F = \frac{T}{\cos \beta}$$

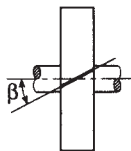
$$R = \frac{T \text{ tg } \alpha}{\cos \beta}$$

## SENSO DI INCLINAZIONE DELL'ELICA

Una ruota a denti elicoidali è ad elica destra se, guardandola di profilo, con l'asse orizzontale, i denti si abbassano verso destra, è ad elica sinistra se i denti si abbassano verso sinistra.

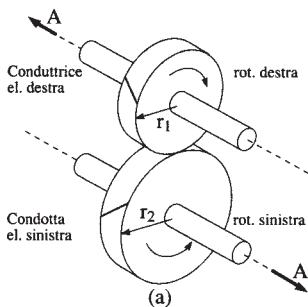


Elica destra

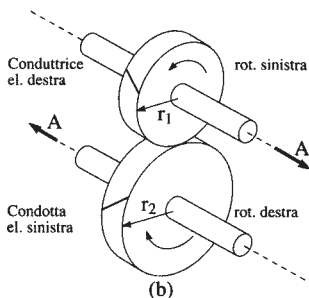


Elica sinistra

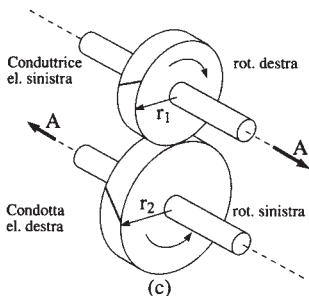
Il verso della forza  $A$  dipende dal senso di rotazione delle ruote e dal senso di inclinazione dell'elica secondo lo schema seguente:



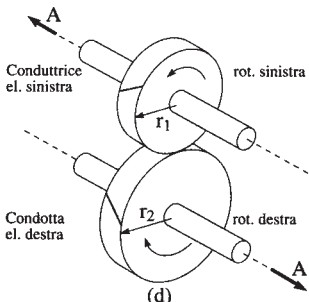
(a)



(b)

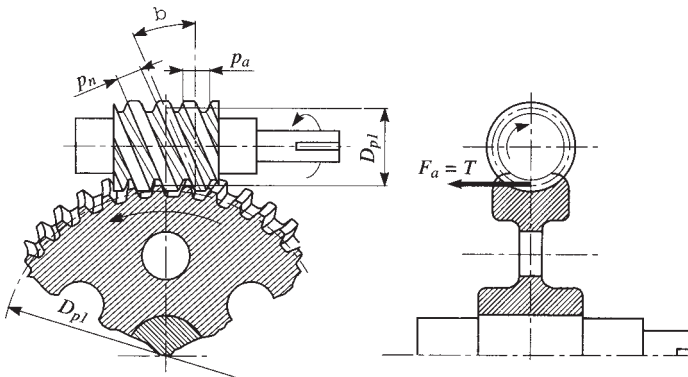


(c)



(d)

## MECCANISMO A VITE SENZA FINE RUOTA ELICOIDALE



- $p_n$  = passo normale della vite e della ruota, in mm  
 $p_a$  = passo assiale della vite uguale al passo circonferenziale della ruota, in mm  
 $p_e$  = passo dell'elica della vite, in mm  
 $m_n$  = modulo normale, in mm  
 $m_{av}$  = modulo assiale della vite uguale al modulo circonferenziale della ruota, in mm  
 $\beta$  = angolo di inclinazione dell'elica della vite e della ruota  
 $D_{p1}$  = diametro primitivo della vite, in mm  
 $D_{p2}$  = diametro primitivo della ruota, in mm  
 $i$  = numero di principi della vite  
 $\alpha$  = angolo di pressione  
 $z$  = numero di denti della ruota

## Relazioni tra gli elementi di un meccanismo vite senza fine - ruota elicoidale

$$p_n = \pi m_n$$

$$p_a = \frac{\pi m_n}{\cos \beta} = \frac{p_n}{\cos \beta} ; p_e = \frac{p_n i}{\cos \beta} ; d_1 = \frac{m_n i}{\sin \beta} ; d_2 = \frac{m_n z}{\cos \beta}$$

### Rapporto di trasmissione

$$u = \frac{z}{i}$$

Nel caso di una vite ad un solo principio  $i = 1$  e  $u = \frac{z}{1}$

### Forze trasmesse tra la vite senza fine e la ruota elicoidale

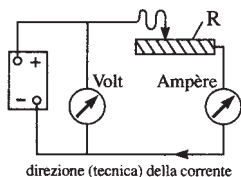
Forza tangenziale della vite applicata sulla circonferenza primitiva uguale alla forza assiale della ruota.

$$T = \frac{9550 P}{r n} = \text{Assiale della ruota, in N} = \text{Tangenziale vite}$$

in cui  $r$  = raggio primitivo della vite [m]  
e  $p$  = potenza [kW]  
 $n$  = giri al minuto [ $\text{min}^{-1}$ ]

$$R = \frac{T \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \text{Radiale della ruota} = \text{Radiale vite}$$

$$A = \frac{T}{\operatorname{tg} \beta} = \text{Tangenziale della ruota} = \text{Assiale vite}$$



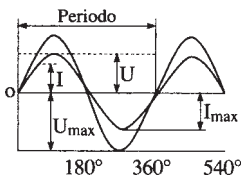
## Legge di Ohm

Corrente continua

$$\text{Tensione } U = R \cdot I \text{ [V]}$$

$$\text{Corrente } I = \frac{U}{R} \text{ [A]}$$

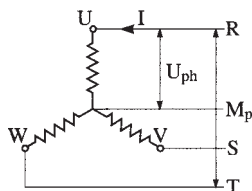
$$\text{Resistenza } R = \frac{U}{I} \text{ [\Omega]}$$



## Corrente alternata

$$\text{Tensione } U = 0,707 \cdot U_{\text{max}} \text{ [V]}$$

$$\text{Corrente } I = 0,707 \cdot I_{\text{max}} \text{ [A]}$$

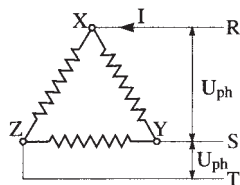


## Corrente trifase con collegamento a stella

$$\text{Tensione } U = 1,73 \cdot U_{\text{ph}} \text{ [V]}$$

$$\text{o } U = U_{\text{ph}} \sqrt{3}$$

$$\text{Corrente } I = I_{\text{ph}} \text{ [A]}$$



## Corrente trifase con collegamento a triangolo

$$\text{Tensione } U = U_{\text{ph}} \text{ [V]}$$

$$\text{Corrente } I = 1,73 \cdot I_{\text{ph}} \text{ [A]}$$

$$\text{or } I = I_{\text{ph}} \cdot \sqrt{3}$$

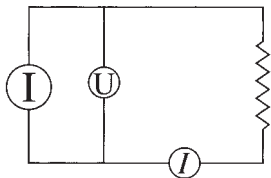
$I_{\text{ph}}$  = Corrente di fase in A

$U_{\text{ph}}$  = Tensione di fase in V

## LAVORO E POTENZA ELETTRICA

Corrente continua

$$\text{Work } W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t = [\text{Ws}]$$



$$P = \frac{W}{t}$$

$$I = \frac{W}{U \cdot t}$$

$$t = \frac{W}{U \cdot I}$$

$$\text{Potenza } P = U \cdot I [\text{W}]$$

o

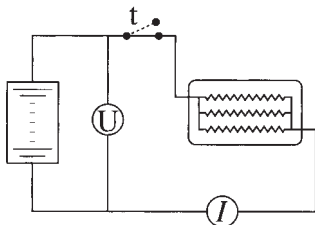
$$P = I^2 \cdot R [\text{W}]$$

o

$$P = \frac{U^2}{R} [\text{W}]$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} [\text{A}]$$

$$U = \sqrt{P \cdot R} [\text{V}]$$



Corrente trifase

$$P = U \cdot I \cdot 1,73 \cos \varphi = [\text{W}]$$

P = Potenza elettrica in watt o kW

t = Tempo in secondi

W = Lavoro elettrico in watt · s

I = Intensità di corrente in A



## CARATTERISTICHE DEL MOTORE TRIFASE

Potenza assorbita  $P_{\text{abs}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000}$

Potenza utile  $P_{\text{del}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot \eta}{1000}$

P = potenza in kW

U = tensione in V

I = corrente di linea per fase in A

$\cos \varphi$  = fattore di potenza

$\eta$  = rendimento del motore

## VELOCITÀ DI SINCRONISMO DI UN MOTORE ELETTRICO TRIFASE

$$n_o = 60 \frac{f}{p} = 120 \frac{f}{2p}$$

$$n = n_o (1 - s) = 60 \frac{f}{p} (1 - s)$$

$$s = \frac{n_o - n}{n_o}$$

$n_o$  = velocità di sincronismo in giri/min.

n = velocità di lavoro in giri/min.

f = frequenza principale in Hz

p = numero di coppie di poli

2p = numero di poli

s = scorrimento

2p	f= 50 Hz	f= 60 Hz	f= 100 Hz	f= 200 Hz	f= 400 Hz	p
2	3000	3600	6000	12000	24000	1
4	1500	1800	3000	6000	12000	2
6	1000	1200	2000	4000	8000	3
8	750	900	1500	3000	6000	4
10	600	720	1200	2400	4800	5
12	500	600	1000	2000	4000	6

## RELAZIONE TRA GRANDEZZA E POTENZA MOTORE (CENELEC 231 - IEC 72)

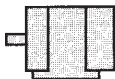
Esempio di correlazione tra potenza nominale a 4 poli e grandezza del motore.

Grandezza	Potenza nominale kW
Altezza d'asse in mm	Motori chiusi con rotore a gabbia
63	0,12
63	0,18
71	0,25
71	0,37
80	0,55
80	0,75
90 S	1,1
90 L	1,5
100 L	2,2
100 L	3
112 M	4
132 S	5,5
132 M	7,5
160 M	11
160 L	15
180 M	18,5
180 L	22
200 L	30

## DISPOSIZIONI COMUNI DI MONTAGGIO

Nella tabella che segue sono indicate le disposizioni di montaggio più comuni con riferimento alla Norma IEC 34-7.

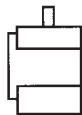
IM B 3  
IM 1001



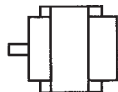
IM V 5  
IM 1011



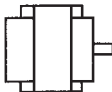
IM V 6  
IM 1031



IM B 6  
IM 1051



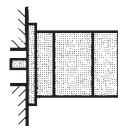
IM B 7  
IM 1061



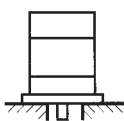
IM B 8  
IM 1071



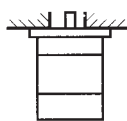
IM B 5  
IM 3001



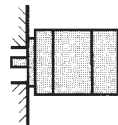
IM V 1  
IM 3011



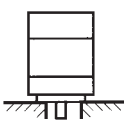
IM V 3  
IM 3031



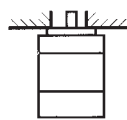
IM B 14  
IM 3601



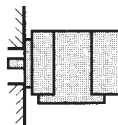
IM V 18  
IM 3611



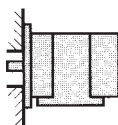
IM V 19  
IM 3631



IM B 34  
IM 2101



IM B 35  
IM 2001



# TIPI DI SERVIZIO

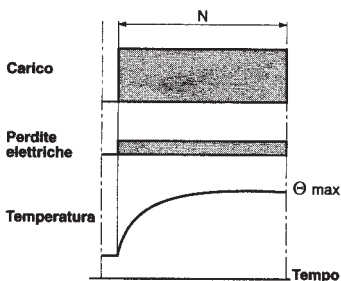
## Definizioni

Per la scelta del motore è necessario specificare le condizioni di servizio previste.

Le Norme IEC 34-1 definiscono 9 differenti tipi di servizio da S1 a S9.

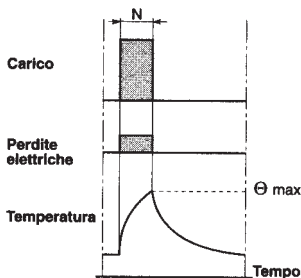
### S1 Servizio continuo

Servizio con carico costante di durata tale da consentire il raggiungimento dell'equilibrio termico.



### S2 Servizio di breve durata

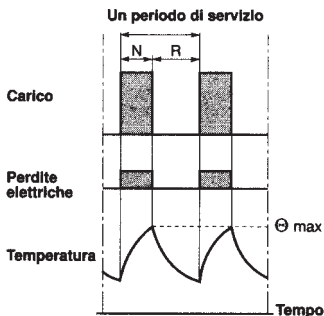
Servizio con carico costante durante un determinato periodo di tempo che è più breve di quanto necessario al raggiungimento dell'equilibrio termico, seguito da una pausa che consente alla macchina di assumere una temperatura che non differisce da quella del fluido di raffreddamento (tolleranza 2K)



### S3 Servizio intermittente

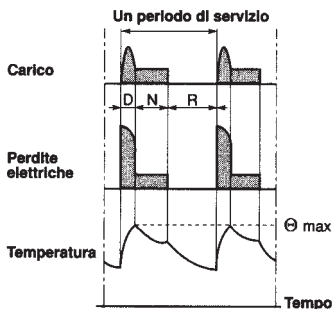
Una sequenza di cicli identici, ciascuno dei quali consta di una parte con carico costante e di una parte di riposo (non collegato alla rete).

Per questo servizio la corrente di avviamento non influisce in modo significativo sulla temperatura.



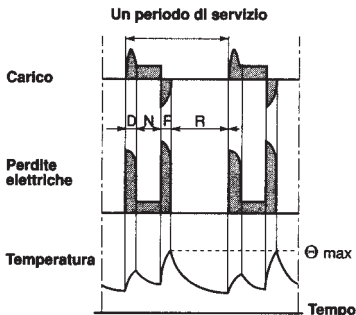
### S4 Servizio intermittente con avviamenti

Una sequenza di cicli identici, ciascuno dei quali consta di una fase non trascurabile di avviamento, una fase con carico costante ed una fase di riposo.



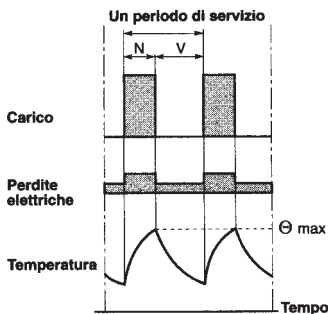
### S5 Servizio intermittente con avviamenti e frenature

Una sequenza di cicli identici, ciascuno dei quali consta di una fase di avviamento, una fase con carico costante seguita da una frenatura elettrica rapida ed una fase di riposo.



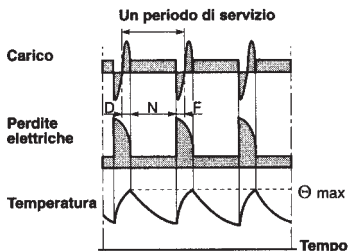
## S6 Servizio continuo con carico intermittente

Una sequenza di cicli identici, ciascuno dei quali consta di una fase con carico costante e di una fase di funzionamento a vuoto. Non vi sono fasi di riposo.



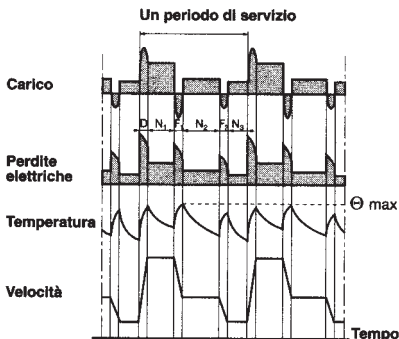
## S7 Servizio continuo con carico intermittente e frenatura elettrica

Una sequenza di cicli identici, ciascuno dei quali consta di una fase di avviamento, una fase con carico costante seguita da frenatura elettrica. Non vi sono fasi di riposo.



## S8 Servizio continuo con variazioni intermittenti di carico e velocità

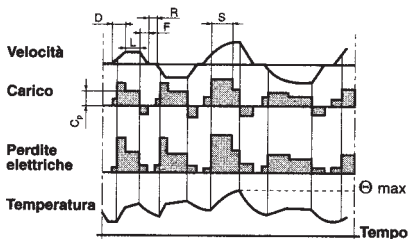
Una sequenza di cicli identici, ciascuno dei quali consta di una fase con carico costante ad una data velocità, una o più fasi con altro carico e relativa velocità (ad esempio servizio con motore asincrono a poli commutabili). Non vi sono fasi di riposo. Il periodo di servizio è tanto breve da non consentire il raggiungimento dell'equilibrio termico.



## S9 Servizio con carico non periodico e variazione della velocità

Servizio nel quale il carico e la velocità generalmente variano in modo non periodico entro il campo consentito.

Questo tipo di servizio include sovraccarichi ripetuti che possono essere largamente superiori al pieno carico.

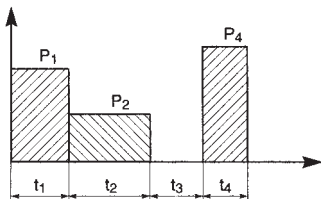


**Potenza termicamente equivalente per funzionamento intermittente e carico variabile**

$$P_t = \sqrt{\frac{P_1^2 \cdot t_1 + P_2^2 \cdot t_2 + P_4^2 t_4}{t_1 + t_2 + t_4 + t_3/4}}$$

$P = [W]$  = potenza

$t = [s]$  = tempo



**Determinazione del tempo di avviamento**

$$t = \frac{(J_M + J_L) \cdot \omega}{M}$$

(where  $M = M_{Mn} - M_{Rm}$ )

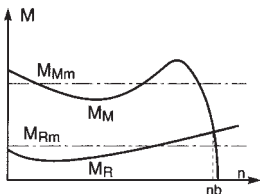
$J_M = [kg \cdot m^2]$  = momento di inerzia del motore

$J_L = [kg \cdot m^2]$  = momento di inerzia del carico

$\omega = [RAD/S]$  = velocità angolare

$M_{Mm} = [N \cdot m]$  = coppia media del motore

$M_{Rm} = [N \cdot m]$  = coppia media resistenza



**Livello di pressione sonora**

$$L_{PA} = 20 \cdot \lg \left( \frac{p_o}{p} \right) [db]$$

$p = [N/m^2]$  = pressione sonora

dove  $p, p_o$  = pressione sonora

$$p_o = 2 \cdot 10^{-5} N/m$$

**Livello di potenza sonora**

$$L_{WA} = L_p + 10 \cdot \lg \left( \frac{S}{S_o} \right) [db]$$

dove  $s$  = superficie effettiva di misura  $[m^2]$

$S_o = 1m^2$  = superficie di riferimento

**Ampiezza di vibrazione**

$$s = [mm]$$

dove  $V_{eff}$  = velocità di vibrazione =  $[m/s]$

$f$  = frequenza di vibrazione =  $[s^{-1}]$

