



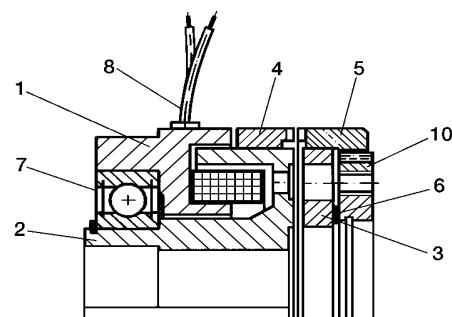
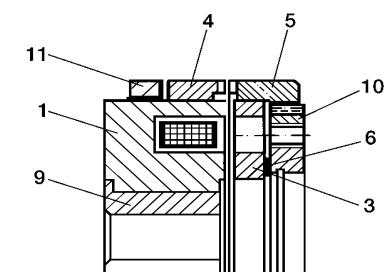
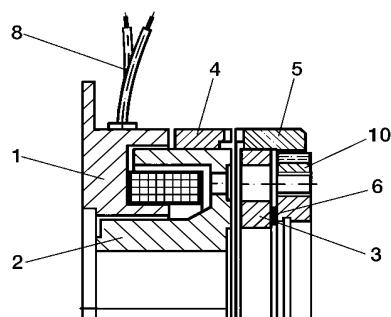
Gli innesti a denti Moenninghoff serie 500 costituiscono una famiglia di prodotti caratterizzati dalla massima compattezza ed affidabilità. Particolamente versatili si distinguono per le loro elevate caratteristiche.

- **dentatura:** di tipo frontale è totalmente amagnetica. I materiali impiegati sono l'acciaio ed il bronzo. Non potendo pertanto sussistere alcun tipo di magnetismo residuo, le inserzioni sono precise, senza inpuntamento fra i denti.
- **elevata densità di potenza:** per il loro tipo di costruzione trasmettono coppie elevatissime con ingombri contenuti.
- **gioco zero:** disponibili a richiesta dentature in grado di assicurare la massima precisione di funzionamento.

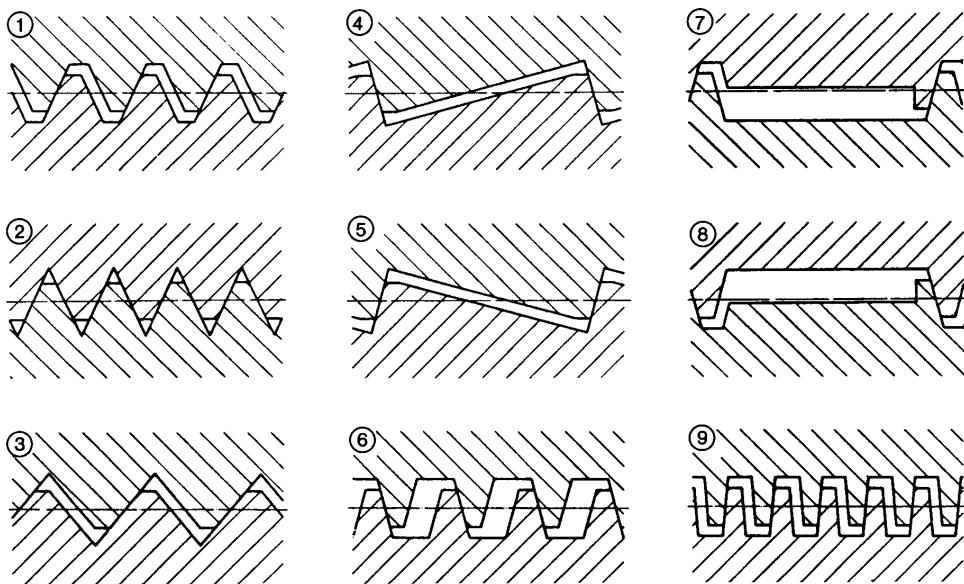
- **limitatori di coppia:** l'impiego a richiesta di un'apposita dentatura assicura la possibilità di sgranare continuativamente senza alcuna usura dei denti. Sempre a richiesta è disponibile un'apposito alimentatore per regolare la coppia di sganciamento.
- **microswitch:** in caso di supero di coppia sono in grado d'azionare un microinterruttore per l'arresto della macchina.
- **dentature speciali:** è disponibile una vasta gamma di dentature in grado d'assicurare il funzionamento ideale in ogni applicazione. Es. ad uno o più punti fissi, a denti di sega, autobloccanti, ecc..
- **azione inversa:** gli innesti serie 548 sono appositamente studiati per il funzionamento in assenza di tensione.

Descrizione delle parti

1 Magnete	7 Cuscinetto
2 Rotore	8 Alimentazione
3 Ancora	9 Bussola
4-5 Corone dentate	10 Flangia porta ancora
6 Molla	11 Collettore



TIPI DI DENTATURA



La scelta del tipo di dentatura è molto importante in quanto influisce in maniera determinante sulle prestazioni dell'innesto (coppia trasmissibile, possibilità d'inserzione a velocità relative, ecc.).

Indipendentemente dal tipo di dentatura, tutti gli innesti Moenninghoff possono essere forniti con inserimento a punto fisso (fino ad un massimo di 15).

La disinserzione in movimento è sempre possibile a qualunque velocità ad eccezione degli innesti autobloccanti, fig. 9.

A richiesta è possibile realizzare dentature su disegno oppure con speciali trattamenti superficiali.

1. Standard

La coppia trasmissibile corrisponde a quella indicata nelle tabelle ed è indipendente dalla direzione di rotazione.

Il gioco è minimo.

2. Standard senza gioco

Le caratteristiche di coppia sono identiche alla versione standard ma il gioco è nullo.

3. Di sicurezza

Questa dentatura è adatta a sopportare frequenti superi di coppia, sia continuativi che intermittenti. Si consiglia l'impiego in abbinamento alle ancore tipo 6 e 7, in grado d'azionare un microswitch.

L'angolo dei denti è superiore a quello della dentatura standard. La coppia trasmissibile è pertanto inferiore: circa il 50% della nominale.

4. A denti di sega - orario

Consente l'innesto ad alte velocità (consultate il nostro Ufficio Tecnico). La coppia trasmissibile in senso orario corrisponde a quella nominale. In senso antiorario la coppia è circa il 10% della nominale.

5. A denti di sega - antiorario

Come la precedente ma antiorario.

6. A denti spaziati

Trasmette la coppia in entrambi i sensi di rotazione consentendo inserzioni ad alte velocità relative. Ha un grande gioco.

7. A gradino - orario

Può innestare alle più alte velocità (consultate il nostro Ufficio Tecnico) ed è caratterizzata da un gioco contenuto. La coppia trasmissibile in senso orario corrisponde a quella nominale. In senso antiorario la coppia è circa il 20% della nominale.

8. A gradino - antiorario

Come la precedente ma antiorario.

9. Autobloccanti

I denti sono quasi dritti. Non sono possibili disinserzioni sotto carico.

La coppia viene trasmessa in entrambe le direzioni.

TEMPI D'INSERZIONE

Grazie ai materiali amagnetici impiegati, gli innesti Moenninghoff sono esenti dal cosiddetto effetto "dente contro dente". Non essendoci alcuna forza d'attrazione, al momento dell'inserzione le dentature si chiudono senza impuntarsi, non tendono ad incontrarsi sulle punte e pertanto non si ha alcuno sgranamento.

Nella tabella sono i tempi t_1 corrispondono all'inserzione, mentre t_2 alla disinserzione. Il tempo t_{11} è quello di chiusura dell'innesto.

Impiegando innesti equipaggiati con dentatura standard (fig. 1 a pag. 2) è sconsigliabile l'inserzione a velocità relative superiori a 25 giri/min. Con particolari accorgimenti, da prevedere in fase di progettazione, il nostro Ufficio tecnico è in grado di risolvere i problemi relativi a velocità d'inserzione anche decisamente superiori.

Impiegando innesti con dentatura a denti di sega la velocità relativa d'inserzione può salire fino a 100 giri/min e oltre.

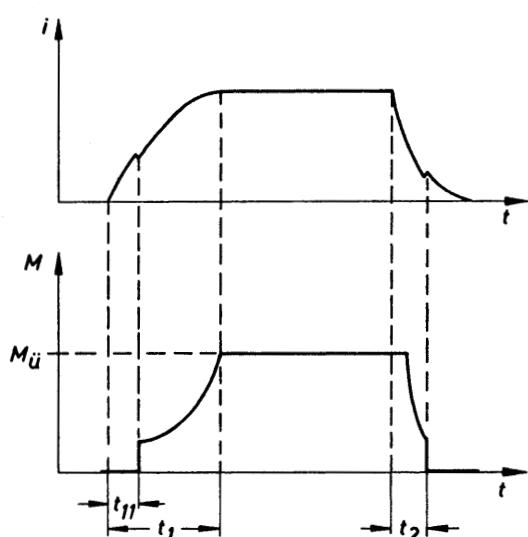
La velocità massima d'inserzione dipende comunque dal tipo di cinematismo della macchina (carico, momento d'inerzia, elasticità, ecc.).

Nel caso siano necessarie inserzioni ad alte velocità è importante interpellarci. Tecnici altamente qualificati sono a Vostra disposizione per delucidazioni in merito.

La tensione d'alimentazione standard è 24 Vcc.

Tutti gli innesti Moenninghoff possono essere utilizzati sia a secco che in bagno d'olio; in quest'ultimo caso, impiegando un olio con viscosità massime di 25 mm²/s (25 cSt), non si avranno differenze significative dei tempi d'inserzione.

Per contenere ulteriormente i tempi di disinserimento, raccomandiamo la commutazione in corrente continua con eventuale impulso in contro-corrente. A questo proposito disponiamo di un'ampia gamma di alimentatori in grado di rispondere ad ogni tipo d'esigenza.



Tipo 546								
Grandezza	12	13	15	21	23	25	31	32
t_{11} [ms]	6	8	10	13	18	24	30	40
t_1 [ms]	15	20	25	30	35	50	65	100
t_2 [ms]	20	25	28	35	40	60	80	130
Tipo 550								
Grandezza	12	13	15	21	23	25	31	32
t_{11} [ms]	4	6	8	10	12	18	22	28
t_1 [ms]	12	18	20	25	30	35	55	70
t_2 [ms]	25	30	30	40	50	70	90	150

CRITERI DI SCELTA

Per effettuare un corretto dimensionamento degli innesti Moenninghoff è essenziale verificare che la coppia reale da trasmettere non superi la coppia nominale trasmissibile indicata nelle tabelle tecniche riportate nelle pagine successive.

In particolare occorre tener conto delle coppie dovute a picchi d'accelerazione che potrebbero provocare temporanei sgranamenti dell'innesto. Di conseguenza, in sede di progettazione si raccomanda di utilizzare in coefficiente di sicurezza K, come indicato di seguito.

$$C = K (C_r + C_d)$$

dove:

K = da 2 a 2,5

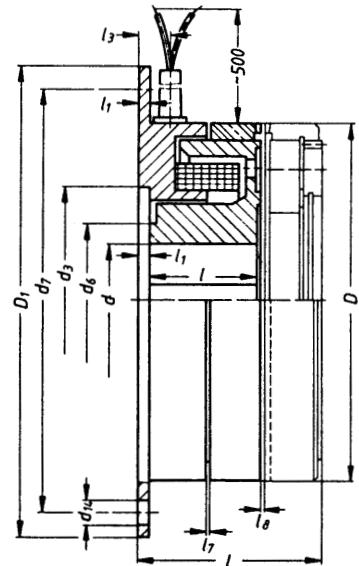
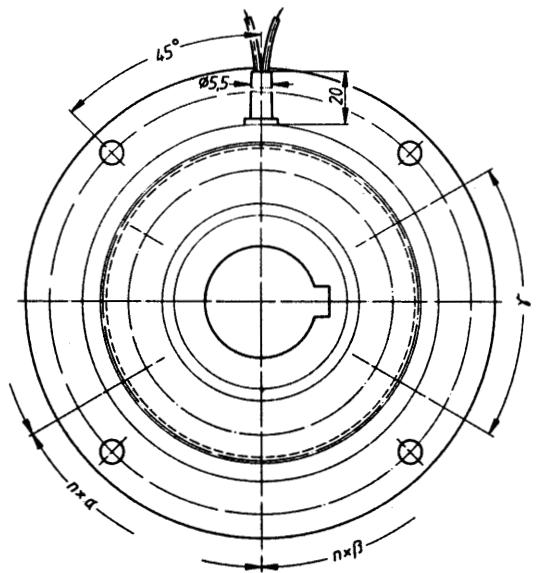
C_r = coppia resistente per attriti e lavoro

C_d = coppia dinamica

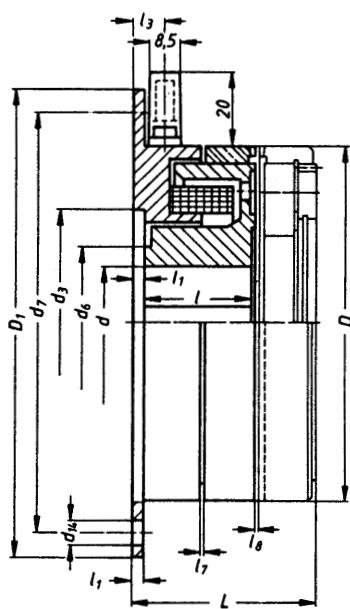
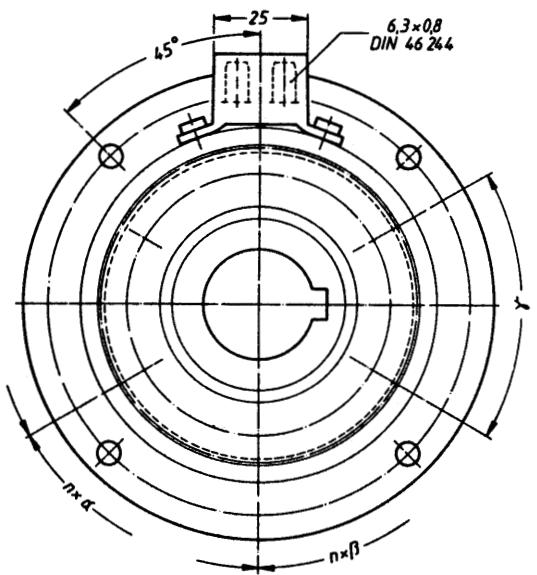
Le già elevate coppie trasmesse da questi innesti possono essere ulteriormente incrementate adottando dentature speciali che debbono essere studiate in funzione delle esigenze d'impiego.

Serie 546 senza cuscinetti di centraggio

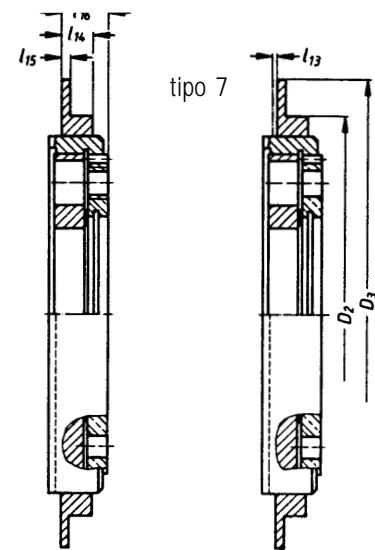
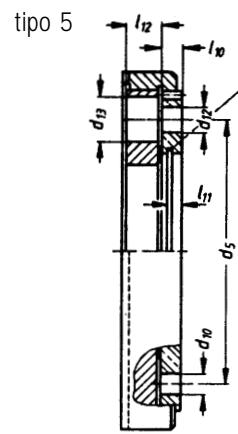
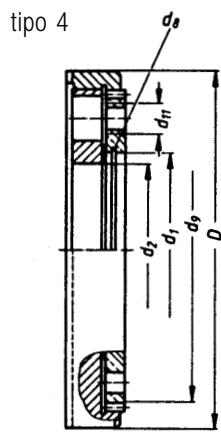
Esecuzione 1



Esecuzione 2



Ancore



Dati tecnici

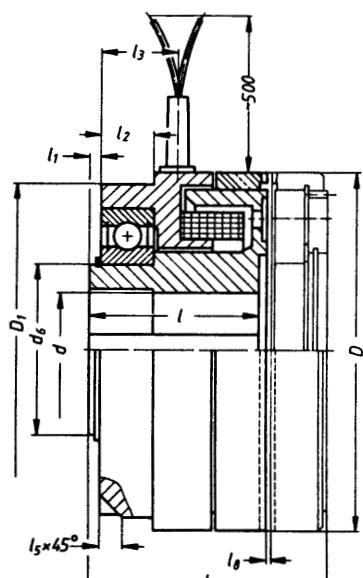
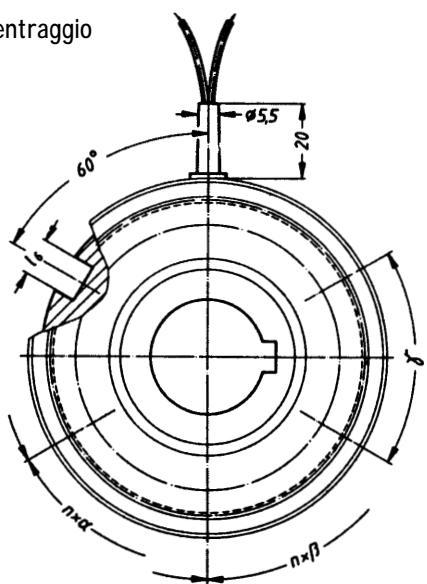
Grandezza			12	13	15	21	23	25	31	32
Coppia massima	[Nm]		17,5	25	50	100	250	500	1000	2200
Velocità massima	[giri/min]		4800	4500	4500	4000	3500	3500	3000	3000
Potenza assorbita a 20 °C	[W]		13,3	18,7	23,8	27	37	53,8	79,6	114
Momento d'inerzia rotore	[10 ⁻³ kgm ²]	0,065	0,14	0,35	0,81	1,92	4,46	10,3	25,7	
		0,06	0,12	0,37	0,52	1,85	4,51	12,8	29,2	
		–	0,13	0,62	1,25	3,58	7,33	17,86	45,89	
Peso totale con ancora 4/5	[kg]	0,43	0,81	1,41	2,25	3,34	5,70	9,63	13,2	
		–	0,88	1,56	2,50	3,76	6,17	10,22	14,61	
Numero denti	standard	200	220	260	290	280	250	195	186	
	di sega	25	30	36	36	38	40	40	40	
Foratura mozzo	standard	ø d _{H7}	[mm]	10/15	15/18/20	20/22/25	25/30/35	25/40/42	3040/50	50/60/70
	massima			15	20	25	35	42	50	70
Dimensioni [mm]	ø D		57	67	82	95	114	134	166	195
	ø D ₁		70	85	100	125	140	165	195	230
	ø D ₂		–	74	90	107	126	146	178	215
	ø D ₃		–	90	115	130	165	185	218	250
	ø d _{1 H7}		26	32	42	52	62	72	90	100
	ø d ₂		22,5	31	36,5	46	55	68	80	95
	ø d _{3 H8}		26	35	42	52	62	80	100	125
	ø d ₅		36	46	60	70	80	95	120	150
	ø d ₆		22	23	30	40	45	62	77	100
	ø d ₇		63,5	76	92	112	125	150	180	215
	ø d _{8 DIN 472}		27,2	33,7	44,5	55	65	75	93,5	103,5
	ø d ₉		45	54	69	80	93	110	140	170
	spine di fissaggio	ø d ₁₀	–	4,5	4,5	5,5	7,8	9,5	9,5	11,5
	n x β	[°]	–	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°
ancora 4/5	ø d ₁₁	M 4	M 5	M 6	M 8	M 8	M 12	M 12	M 12	M 12
	n x α	[°]	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	6x60°	6x60°
ancora 6/7	ø d ₁₂	4,8	4,8	5,8	6,8	6,8	8,5	8,5	10,5	
	n x α	[°]	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	6x60°	6x60°
corsa dell'ancora	ø d ₁₃	3x120°	8,8	8,5	10	12	12	15	15	19
	γ	[°]	–	60°	60°	60°	60°	60°	30°	30°
	ø d ₁₄		3,3	4,5	5,5	6,6	6,6	9	9	9
	L		32,5	36,5	41,5	48,5	53	63,5	72	86
	I _{-0,1}		21,5	24,5	26	27,5	30,5	38	40,5	52
	I ₁		2	2	2,5	3	3,5	3,5	4	4
	I ₃		6,5	6,7	8	8,5	11	10,5	13	18,5
	I _{7 ±0,1}		0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0
	I _{8 ±0,1}		0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
	I ₁₀		3	3,5	4,8	6	6,5	8,4	11,4	11,4
	I ₁₁		2,6	2,7	4,05	5	5,5	7	8,5	9,5
	I ₁₂		4,3	4,8	6,1	8,7	9	11	13,1	14
	I ₁₃		0,75	1,0	1,1	1,3	1,4	1,65	2,1	2,4
	I ₁₄		–	6	8,5	10	10	11,5	11,5	16
	I ₁₅		–	2	2,5	3	3	3	3	6
	I ₁₆		–	7,5	10,8	13,5	14	18	23	23,5

* I modelli serie 546, a richiesta possono essere forniti con cuscinetti chiusi e ingrassatore per funzionamento ad alte velocità non in bagno d'olio.

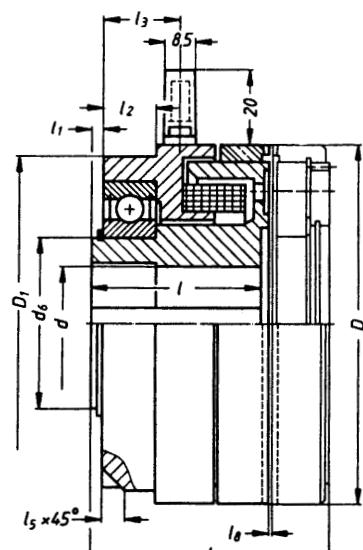
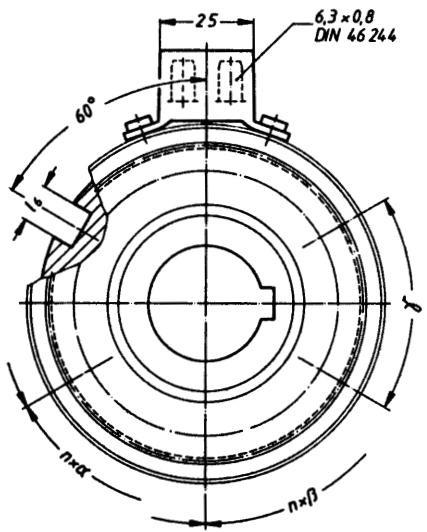
** In caso di funzionamento in bagno d'olio è necessario togliere gli anelli RS dai cuscinetti.

Serie 546 con cuscinetti di centraggio

Esecuzione 3

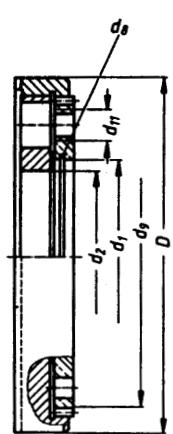


Esecuzione 4

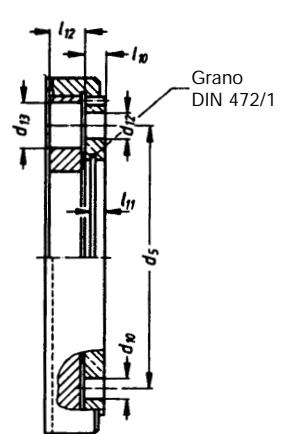


Ancore

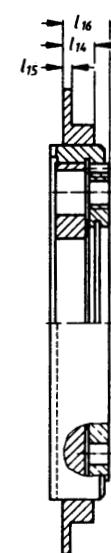
tipo 4



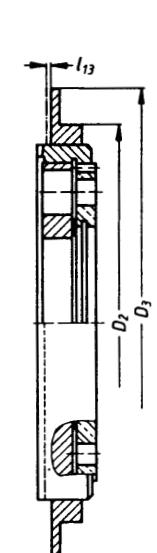
tipo 5



tipo 6



tipo 7



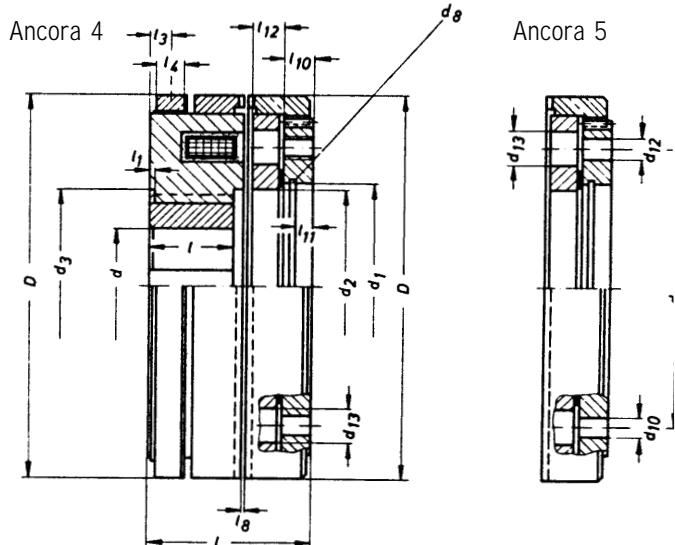
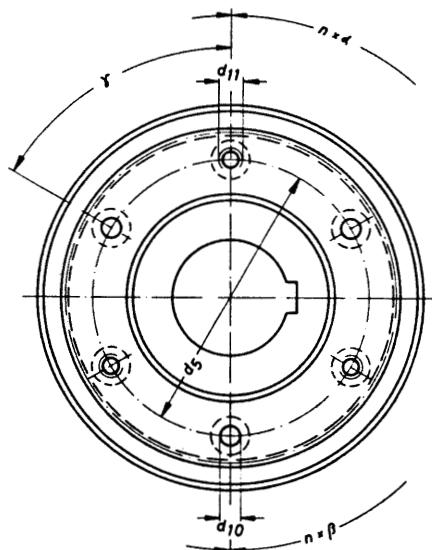
Dati tecnici

Grandezza			12	13	15	21	23	25	31	32
Coppia massima		[Nm]	17,5	25	50	100	250	500	1000	2200
Velocità massima	a secco	[giri/min]	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
	bagno d'olio		3000	3000	3000	2500	2500	2500	2300	2000
Potenza assorbita a 20 °C		[W]	13,3	18,7	23,8	27	37	53,8	79,6	114
Momento d'inerzia	rotore	[10 ⁻³ kgm ²]	0,066	0,15	0,37	0,87	2,06	4,88	11,2	28,7
	ancora 4/5		0,06	0,12	0,37	0,52	1,85	4,51	12,8	29,2
	ancora 6/7		–	0,13	0,62	1,25	3,58	7,33	17,86	45,89
Peso totale con	ancora 4/5	[kg]	0,51	0,87	1,45	2,37	3,85	6,76	11,08	15,3
	ancora 6/7		–	0,88	1,60	2,62	4,23	7,23	11,67	16,71
Numero denti	standard		200	220	260	290	280	250	195	186
	di sega		25	30	36	36	38	40	40	40
Cuscinetti **		2RS DIN 625	6004	6005	6007	6009	6011	6014	6017	6020
Foratura mozzo	standard	ø d _{H7} [mm]	10/12/14	15/17	20/22/25	25/30/32	30/35/40	30/35/40/50	50/60/65	65/75/80
	massima		14/3	17/2	25/2	35/2	42/2	55/2	70/3	85/3
Dimensioni [mm]	ø D		57	67	82	95	114	134	166	195
	ø d ₁		52	58	75	88	105	127	152	175
	ø D ₂		–	74	90	107	126	146	178	215
	ø d ₃		–	90	115	130	165	185	218	250
	ø d _{1 H7}		26	32	42	52	62	72	90	100
	ø d ₂		22,5	31	36,5	46	55	68	80	95
	ø d ₅		36	46	60	70	80	95	120	150
	ø d ₇		20	25	35	45	55	70	85	100
	ø d _{8 DIN 472}		27,2	33,7	44,5	55	65	75	93,5	103,5
	ø d ₉		45	54	69	80	93	110	140	170
	spine di fissaggio	ø d ₁₀	–	4,5	4,5	5,5	7,8	9,5	9,5	11,5
	n x β	[°]	–	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°
	ancora 4/5	ø d ₁₁	M 4	M 5	M 6	M 8	M 8	M 12	M 12	M 12
	n x α	[°]	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	6x60°	6x60°
ancora 6/7	ø d ₁₂		4,8	4,8	5,8	6,8	6,8	8,5	8,5	10,5
	n x α	[°]	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	6x60°	6x60°
corsa dell'ancora	ø d ₁₃	3x120°	8,8	8,5	10	12	12	15	15	19
	γ	[°]	–	60°	60°	60°	60°	60°	30°	30°
	L		43	49	55	63	69	83	93,5	110
	I _{-0,1}		34	39	42	45	50	61	66	80
	I ₁		2	2,5	3,5	3	3	3	3,5	4
	I ₂		10	11	12	14	18	20	22	24
	I ₃	15	16,7	18	20	24	27	31	38,5	
	I ₅		4,5	5	6	6	6	68	10	10
	I ₆		5	6	8	10	10	10	12	12
	I _{8 ±0,1}		0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
	I ₁₀		3	3,5	4,8	6	6,5	8,4	11,4	11,7
	I ₁₁		2,6	2,7	4,05	5	5,5	7	8,5	9,5
	I ₁₂		4,3	4,8	6,1	8,7	9	11	13,1	14
	I ₁₃		0,75	1,0	1,1	1,3	1,4	1,65	2,1	2,4
	I ₁₄		–	6	8,5	10	10	11,5	11,5	16
	I ₁₅		–	2	2,5	3	3	3	3	6
	I ₁₆		–	7,5	10,8	13,5	14	18	23	23,5

* I modelli serie 546, a richiesta possono essere forniti con cuscinetti chiusi e ingrassatore per funzionamento ad alte velocità non in bagno d'olio.

** In caso di funzionamento in bagno d'olio è necessario togliere gli anelli RS dai cuscinetti.

Serie 550 con collettore

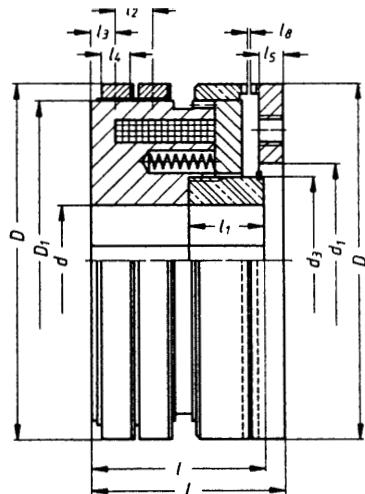
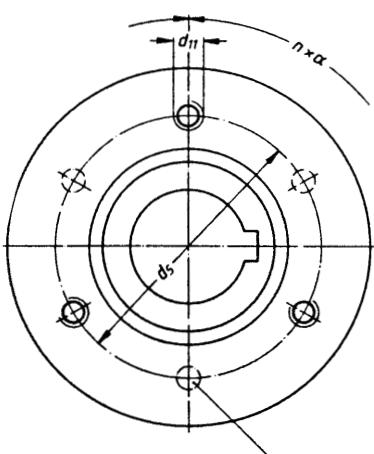


Dati tecnici

Grandezza		12	13	15	21	23	25	31	32
Coppia massima	[Nm]	20	40	100	200	350	600	1200	2200
Velocità massima	[giri/min]	5000	4500	4000	3600	3000	2500	2100	1800
Potenza assorbita a 20 °C	[W]	10,5	14,5	22	29	45	56	79	82
Momento d'inerzia rotore	[10 ⁻³ kgm ²]	0,136	0,27	0,63	1,28	3,31	7,10	18,9	41,5
ancora 4/5		0,06	0,12	0,37	0,52	1,85	4,51	12,8	29,2
Peso totale	[kg]	0,34	0,58	1,12	1,79	2,85	4,54	8,03	13,9
Numero denti	standard	200	220	260	290	280	250	195	186
	di sega	25	30	36	36	38	40	40	40
Foratura mozzo	standard	ø d _{H7}	10/15	15/20	20/22/25	25/30/35	30/35/40	40/50/55	45/50/65
	massima		18	22	25	35	44	55	65
Dimensioni [mm]	ø D		57	67	82	95	114	134	166
	ø d _{1 H7}		26	32	42	52	62	72	90
	ø d ₂		22,5	31	36,5	46	55	68	80
	ø d ₃		—	—	36	42	52	60	80
	ø d ₅		36	46	60	70	80	95	120
	ø d _{8 DIN 472}		27,2	33,7	44,5	55	65	75	93,5
	ø d ₁₀		—	4,5	4,5	5,5	7,8	9,5	9,5
	n x β [°]		—	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°
	ø d ₁₁		M 4	M 5	M 6	M 8	M 8	M 12	M 12
	n x α [°]		3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	6x60°
	ø d ₁₃	3x120°	8	8	10	12	12	14	14
	γ [°]	—	60°	60°	60°	60°	60°	30°	30°
	L		25	27,5	33	41	46	54	63,5
	I _{-0,1}		15,5	17	16,5	20	23	26	30
	I ₁	—	—	1,5	1,5	2	2	2,5	3
	I ₃		4	4,5	5,5	5,5	6	7	7
	I ₄		6	6	8	8	8	10	10
	I _{8 ±0,1}		0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
	I ₁₀		3	3,5	4,8	6	6,5	8,4	11,4
	I ₁₁		1,4	1,5	2,3	3	3,5	4,5	5,5
	I ₁₂		4,3	4,8	6,1	8,7	9	11	13,1
									14

A richiesta sono disponibili le ancore tipo 6 e tipo 7

Serie 548 ad azione inversa



Dati tecnici

Grandezza		08	14	17	22	23	
Coppia massima	[Nm]	10	40	80	180	350	
Velocità massima	[giri/min]	4500	3600	3000	2500	2100	
Forza delle molle	[N]	90	200	450	650	1300	
Potenza assorbita a 20 °C	[W]	18,6	38,8	58	81,5	100,6	
Numero denti	standard	260	388	392	356	195	
	di sega	30	36	38	40	40	
Foratura mozzo	standard	ø dH7 [mm]	10/15	25/30/35	25/30/40	30/35/40	35/40/50
	massima		15	35	40	45	60
Dimensioni [mm]		ø D	67	95	114	134	166
		ø D ₁	60	85,5	100	120	150
		ø d _{1 H7}	32	52	62	70	90
		ø d ₃	24	45	55	60	80
		ø d ₅	46	70	80	95	120
		ø d ₁₁	M 5	M 8	M 8	M 12	M 12
	n x α	[°]	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°	3x120°
	L		38	51	60	65	78
	l _{-0,1}		34	46	54	60	68
	l ₁		13	20	20	25	24,5
	l ₂		10	10	9	12	12,5
	l ₃		5	6,5	6,5	8	7
	l ₄		6	8	8	10	10
	l ₅		5	6,5	8	8	10
	l _{8 ±0,1}		0,2	0,2	0,2	0,3	0,3

NORME DI MONTAGGIO

Il buon funzionamento degli innesti Mönningshoff dipende in gran parte da un corretto montaggio.

- Il traferro tra il rotore e l'ancora deve essere assicurato con una rondella distanziale. Per evitare corto circuiti magnetici, la distanza radiale tra il diametro interno dell'ancora e il distanziale deve essere di almeno 3 millimetri.
Se per ragioni di spazio ciò non fosse possibile sarà necessario utilizzare un distanziale in materiale amagnetico.
- Il rotore e l'ancora devono essere fissati assialmente in modo che, disinnestando, il traferro torni ai valori primitivi.
- L'ancora deve ruotare concentricamente rispetto al rotore. È quindi consigliabile montare l'innesto su un unico albero passante. Se l'innesto viene montato fra due alberi è raccomandato l'uso di un giunto elastico.
- Uno speciale sistema a molla assicura il richiamo dell'ancora consentendo sia il montaggio orizzontale che verticale.
- Nell'installazione verticale è comunque preferibile montare l'ancora sotto il rotore.
- Utilizzando le esecuzioni senza cuscinetti è necessario effettuare un centraggio molto accurato per evitare interferenze tra il rotore e lo statore fisso.
Utilizzando invece i modelli con cuscinetti di centreggio il problema non sussiste ma è molto importante verificare che i cuscinetti non siano sollecitati da forze radiali per evitare eventuali deformazioni.
- A differenza degli innesti normalmente aperti i modelli ad azione inversa (normalmente chiusi) generano una notevole forza assiale che si ripercuote sui cuscinetti della macchina.
- Le ancora degli innesti Mönningshoff sono fornibili in due differenti esecuzioni:
con fori filettati (tipo 4 e 6) e con fori passanti (tipo 5 e 7).

La loro scelta dipende da problemi di montaggio.
Infatti in molti casi un collegamento con semplici viti non è sufficiente. In questi casi è consigliato l'uso di spine

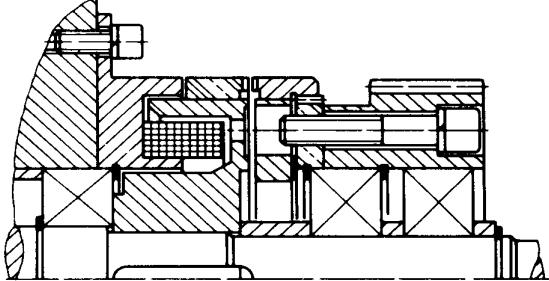
addizionali con l'accortezza di non lasciarle sporgere.

- Nelle esecuzioni con un solo anello collettore il ritorno di corrente avviene attraverso l'albero.
È necessario collegare il polo positivo dell'alimentatore del collettore e, per evitare che il passaggio di corrente danneggi i cuscinetti, è consigliato l'utilizzo di una spazzola addizionale da montare sull'albero.
- Per gli innesti con dentatura a punto fisso la velocità massima di innesto deve essere ricavata con opportune prove. Poiché le dentature sono in materiale amagnetico la coppia di strisciamento (generata nella fase di ricerca) è solo il 5%-10% della coppia nominale, cioè tale da non compromettere l'integrità delle dentature.
Nell'utilizzo in bagno d'olio tale coppia è ulteriormente ridotta.

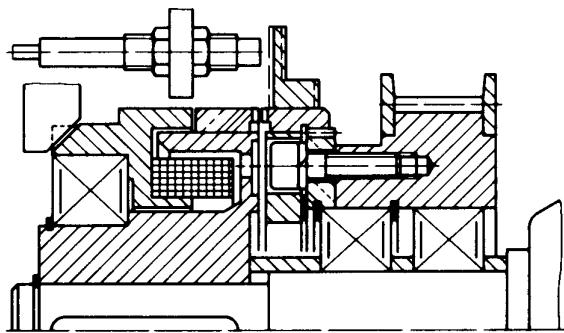
Esempi di montaggio:

- 1) **Tipo 546:** rotore 1, ancora 4.
- 2) **Tipo 546:** rotore 4, ancora 7.
- 3) **Tipo 546:** rotore 3, ancora 5, munito di giunto elastico Exaflex per accoppiamento albero-albero.
- 4) **Tipo 550:** rotore 1, ancora 5. Per coppie fino a 1600 Nm richiedere il tipo 544 con due collettori.
- 5) **Tipo 560:** simile al tipo 550 ma studiato espressamente per essere impiegato come freno.
- 6) **Tipo 548:** innesto di sicurezza ad azione inversa.

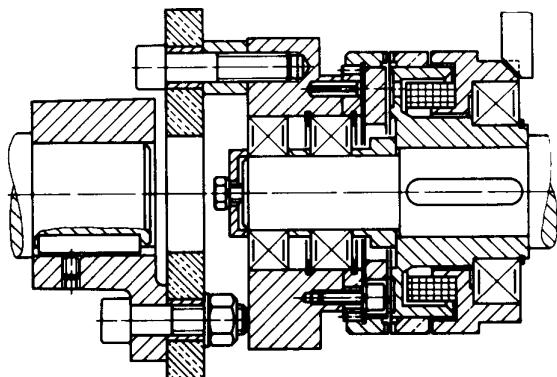
Esempi di montaggio



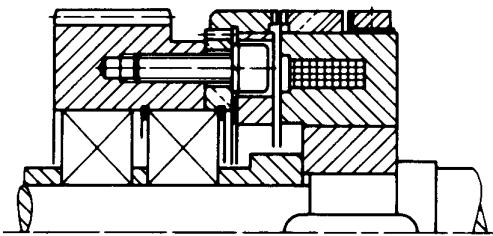
1. Tipo 546: rotore 1 + ancora 4



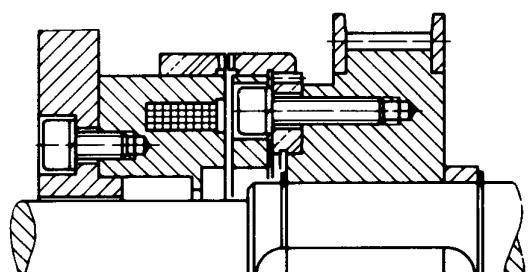
2. Tipo 546: rotore 4 + ancora 7



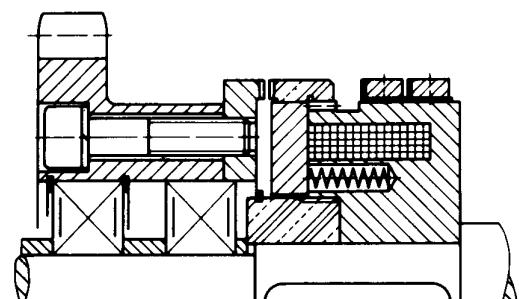
3. Tipo 546: rotore 3 + ancora 5 completo di giunto Exaflex per accoppiamento albero - albero



4. Tipo 550: rotore 1 + ancora 5. Per coppie fino a 1600 Nm, richiedere il tipo 544 con due collettori



5. Tipo 560: simile al tipo 550 ma studiato espressamente per essere impiegato come freno



6. Tipo 548: innesto di sicurezza ad azione inversa