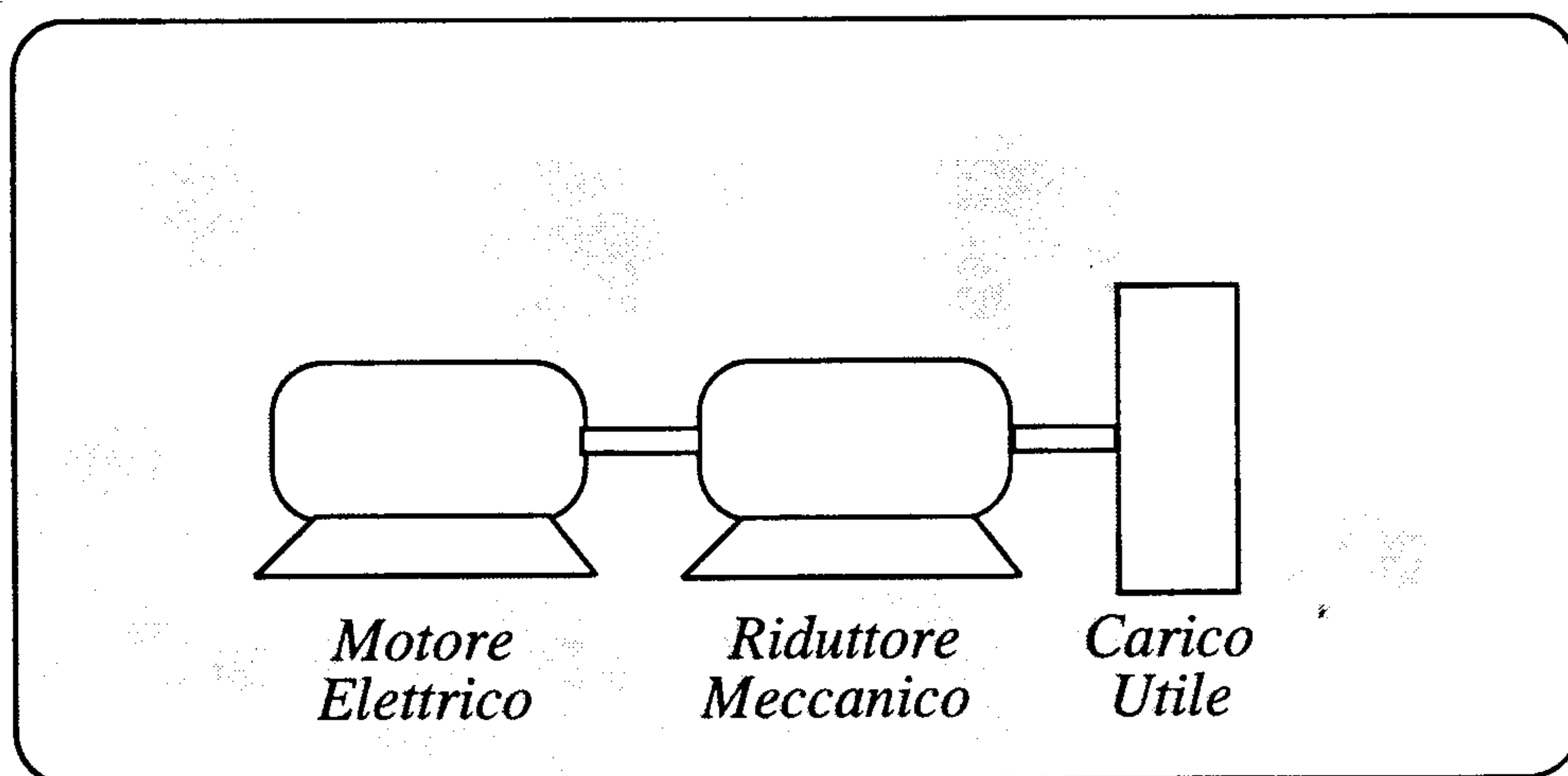


Si consideri il sistema descritto in figura, composto da motore elettrico, riduttore meccanico e carico utile.



Si richiede il progetto di un sistema di controllo della posizione del carico utile conforme alla seguente specifica dei requisiti.

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. Momento di inerzia del carico utile:               | 10 Kg $m^2$ .         |
| 2. Attriti del carico utile alla rotazione:           | trascurabili.         |
| 3. Tipo di comando:                                   | movimento punto-punto |
| 4. Accelerazione massima:                             | 1 rad/s               |
| 5. Velocità massima:                                  | 3 rad/s               |
| 6. Tempo di assestamento:                             | < 1 s                 |
| 7. Precisione di posizionamento:                      | $\sigma < 1$ mrad     |
| 8. Coppia di perturbazione applicata al carico utile: |                       |
| 1. campo di variazione della coppia:                  | -100÷100 Nm           |
| 2. banda di frequenza:                                | < 2 Hz                |

In particolare si richiede lo sviluppo delle attività progettative che seguono.

- Si esegua la selezione del motore elettrico e del riduttore meccanico nell'ambito della gamma dei prodotti descritti nei cataloghi allegati.
- Si stabilisca la tipologia e le prestazioni dei sensori che si ritiene necessario utilizzare, specificando:
  - tipologia del sensore,

- posizione in cui il sensore deve essere montato,
  - frequenza di campionamento,
  - livello di quantizzazione (valore massimo accettabile),
  - campo di misura da coprire,
  - precisione, in termini di:
    - \* errore sistematico massimo ammesso,
    - \* deviazione standard massima ammessa.
- Ipotizzando che sia disponibile un idoneo processore e che il motore elettrico venga fornito con azionamento elettrico idoneo al comando in corrente del motore stesso, si esegua il progetto di un controllo digitale idoneo al conseguimento delle prestazioni richieste

## **TRACCIA SUGGERITA**

1. Eseguire la selezione del motore e del riduttore, con riferimento alle condizioni di lavoro più gravose tra quelle previste e introducendo un opportuno coefficiente di sicurezza.
2. Costruire il modello matematico "fine" quale può essere ricavato dai dati tecnici a disposizione.
3. Trascurando le non linearità, ricavarne gli autovalori (espressione letterale e valore numerico) ed evidenziare il valore della frequenza propria delle vibrazioni conseguenti alla presenza della elasticità del riduttore meccanico.
4. Selezionare il valore della frequenza di campionamento. Giustificare la scelta.
5. Introdurre il modello semplificato che si intende usare come base per lo sviluppo del progetto.
6. Selezionare il sensore (o i sensori) che si intende usare, fissandone posizione, tipologia e caratteristiche.
7. Sviluppare il progetto della logica di controllo in forma parametrica (approccio consigliato: osservatore, controllo, generatore dei riferimenti).
8. Fissare valori numerici orientativi dei parametri del controllo ed eseguire una verifica di massima del soddisfacimento delle prestazioni richieste.

## **ALLEGATI**

**STRALCIO DA CATALOGO MOTORI ELETTRICI 3 pagine**

**STRALCIO DA CATALOGO RIDUTTORI MECCANICI 6 pagine**

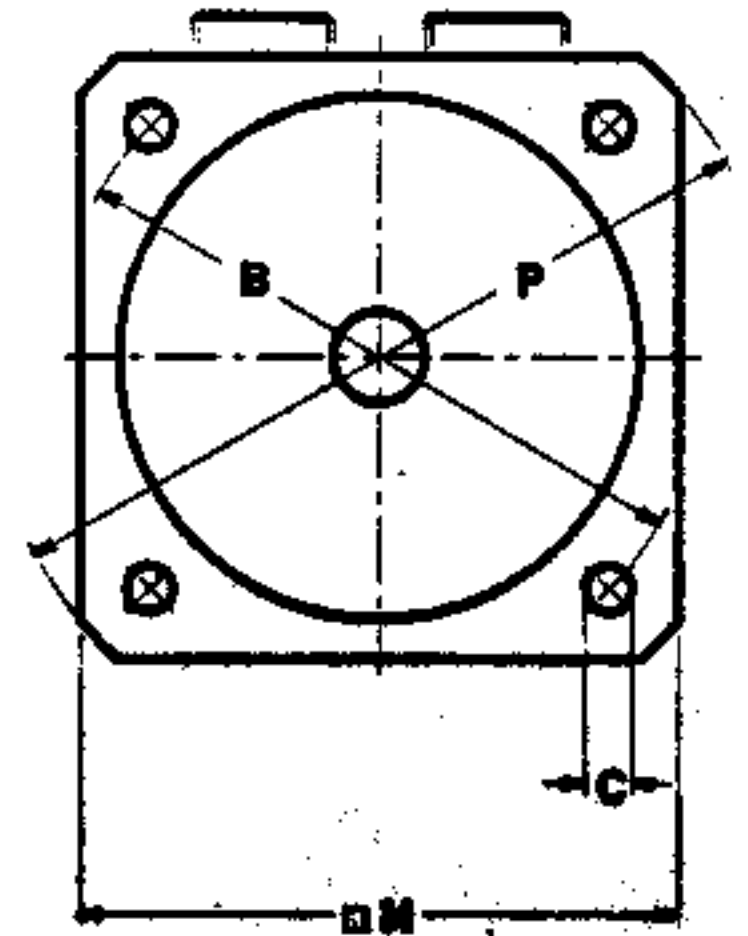
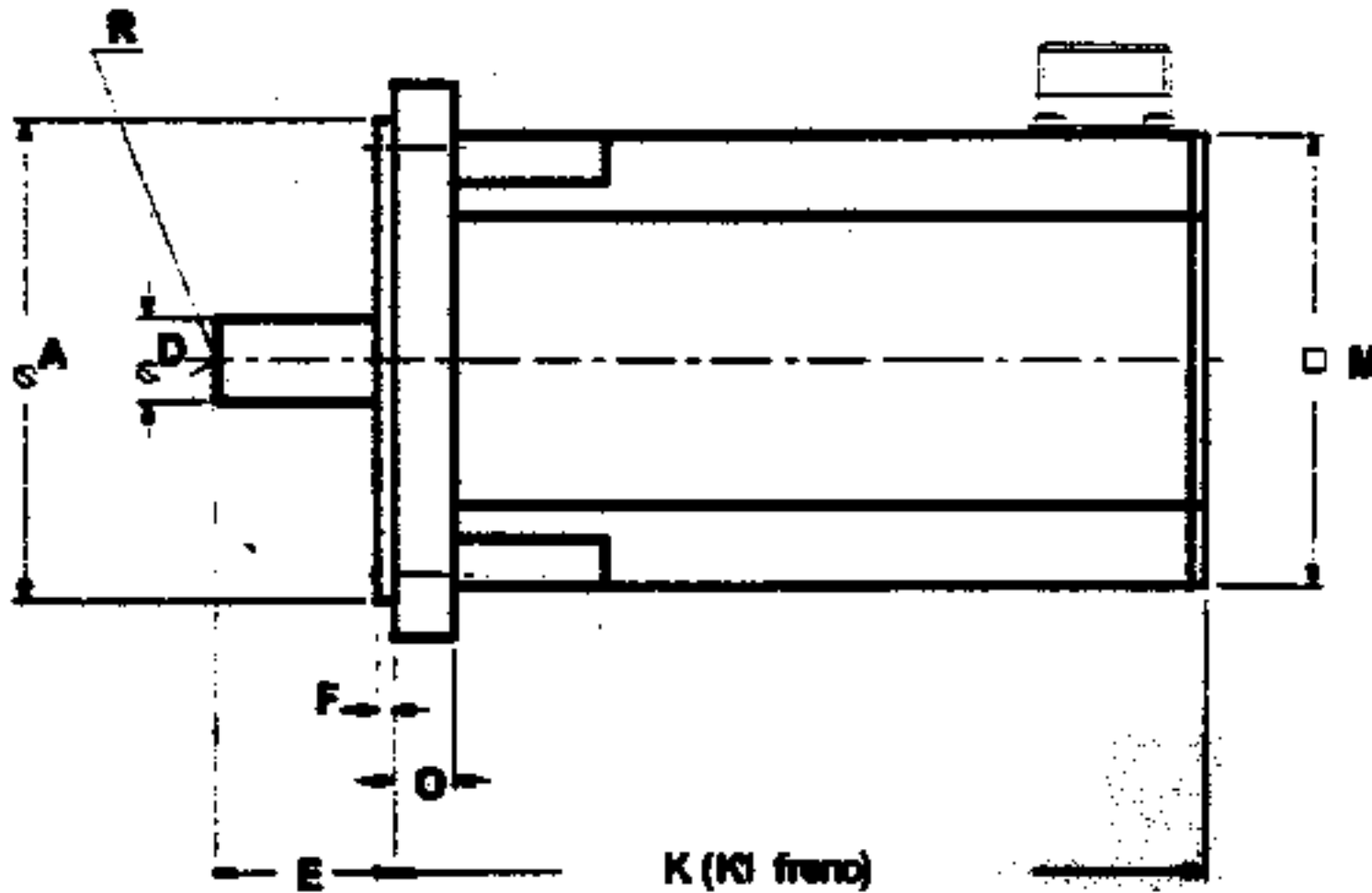
# MOTORI P.1

## Servomotori Brushless SBL2...SBL4 (magneti Nd-Fe-B) $U_{cc}=320$ VDC

Caratteristiche			SBL2-0020	SBL2-0040	SBL2-0060	SBL3-0065	SBL3-0130	SBL3-0250	SBL4-0260	SBL4-0530	SBL4-0750
Coppia nominale	$M_N$	Nm	0,19	0,36	0,55	0,55	1,15	2,15	2,3	4,6	6,3
Velocità nominale*	$n_N$	min <sup>-1</sup>	4500	4500	4500	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Corr. alla coppia nominale	$I_N$	A	0,6	0,9	1,15	1	1,6	2,8	2,8	5,7	7,6
Coppia di stallo	$M_0$	Nm	0,2	0,4	0,6	0,65	1,3	2,5	2,6	5,3	7,5
Corr. alla coppia di stallo	$I_0$	A	0,6	0,93	1,2	1,08	1,7	3	3	6,3	8,6
Coppia di picco	$M_{max}$	Nm	0,8	1,6	2,4	2,6	5,2	10	10	21	30
Corr. alla coppia massima	$I_{max}$	A	2,7	4,2	5,3	5	7,5	13,5	13	27,5	38
Velocità massima	$n_{max}$	min <sup>-1</sup>	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000
Costante di coppia	$K_M$	Nm/A	0,33	0,43	0,51	0,6	0,78	0,83	0,86	0,84	0,87
Costante f.e.m.	$K_E$	V/1000	20	26	31	36,5	47	50	52	51	53
Resistenza	$R_{Ph-Ph}$	$\Omega$	62	26,7	19,7	30,3	13	5,1	3,8	1,65	1
Induttanza	$L_{Ph-Ph}$	mH	29,5	20,5	17	31	22	11	15	8,5	5,9
Cost. di tempo elettrica	$T_{el}$	ms	0,48	0,77	0,88	1,02	1,7	2	3,9	5,1	6
Cost. di tempo termica	$T_{ther}$	min	10	15	20	25	30	32	60	60	66
Inerzia rotore	$J$	kgcm <sup>2</sup>	0,06	0,08	0,11	0,45	0,7	1,2	1,65	3,13	4,5
Peso motore (senza freno)	$m$	kg	0,9	1,1	1,25	1,9	2,3	3,3	4,5	5,7	7,6
Peso motore (con freno)	$m_{Br}$	kg	1,16	1,36	1,51	2,3	2,7	3,7	5,3	6,5	8,4
Dimensione del freno			04	04	04	06	06	06	07	07	07
Coppia nom. del freno	$M_{Br}$	Nm	1,2	1,2	1,2	2,5	2,5	2,5	5	5	5

\* Sono disponibili avvolgimenti a diverse velocità nominali

Classe di protezione IP54, opzionale IP65  
 Collegamenti elettrici Connettori Interconnectron (2)  
 Protezione termica Interruttore termico (normalmente chiuso) con intervento a 145°C, PTC o NTC opzionale  
 Parametri di esercizio Secondo VDE 0530, temperatura ambiente  $T_A = 40^\circ\text{C}$ ,  $DT = 100$  K  
 Alimentazione Avvolgimento standard per alimentazione  $U_{cc} = 320$  VDC, esecuzione diversa in opzione.



Dati Meccanici	$A_0$	B	C	$D_0$	E	F	H	K	KI	M	O	P	R
SBL2-0020	40	63	5,8	9	24	2,5	55	107	140	50	7	74	--
SBL2-0040	40	63	5,8	9	24	2,5	55	122	155	50	7	74	--
SBL2-0060	40	63	5,8	9	24	2,5	55	137	170	50	7	74	--
SBL3-0065	80	100	7	14	30	3	88	116	149	74	9	115	M4x10
SBL3-0130	80	100	7	14	30	3	88	134	167	74	9	115	M4x10
SBL3-0250	80	100	7	14	30	3	88	170	203	74	9	115	M4x10
SBL4-0260	95	115	9	19	40	3	105	155	190	97	10	134	M5x12
SBL4-0530	95	115	9	19	40	3	105	185	220	97	10	134	M5x12
SBL4-0750	95	115	9	19	40	3	105	230	265	97	10	134	M5x12

# MOTORI P. 2

## Servomotori Brushless SBL2-0080 (magneti NdFeB)

Descrizione Generale:

Disegno compatto  
Magneti a terre rare  
Resolver  
Connettori Interconnectron

Opzioni:

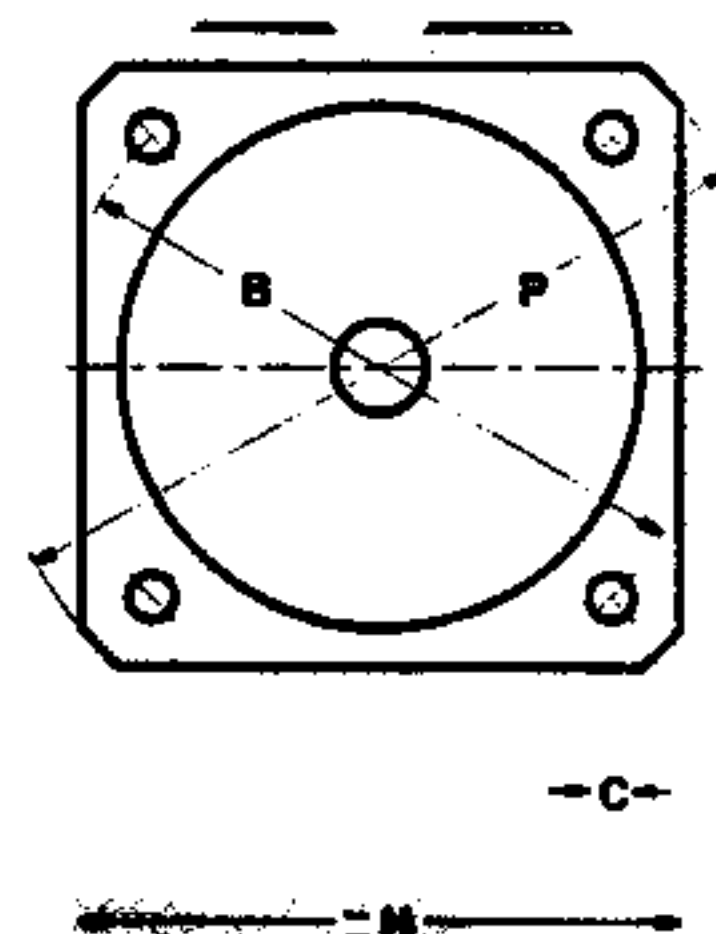
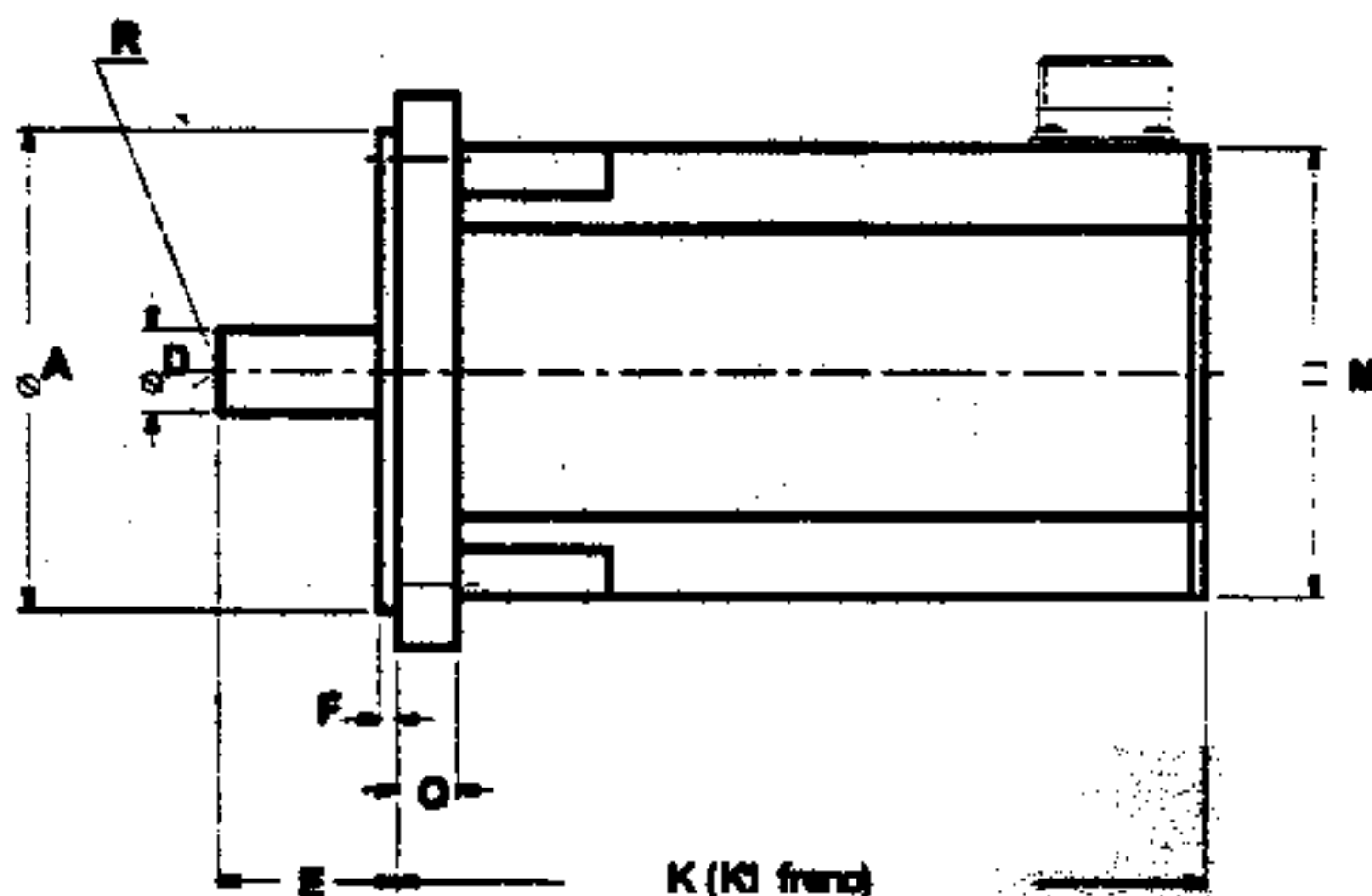
Freno  
Chiavetta DIN 6885  
Encoder  
Uscita cavi

Caratteristiche			SBL2-0080-45-320	SBL2-0080-45-560
Coppia nominale	$M_N$	Nm	0,72	0,72
Velocità nominale*	$n_N$	min <sup>-1</sup>	4500	4500
Corr. alla coppia nominale	$I_N$	A	1,45	0,79
Coppia di stallo	$M_0$	Nm	0,8	0,8
Corr. alla coppia di stallo	$I_0$	A	1,5	0,82
Coppia di picco	$M_{max}$	Nm	3,2	3,2
Corr. alla coppia massima	$I_{max}$	A	6,8	3,7
Costante di coppia	$K_M$	Nm/A	0,54	0,98
Costante f.e.m.	$K_E$	V/1000 min <sup>-1</sup>	33	59
Resistenza	$R_{Ph-Ph}$	$\Omega$	14,7	37
Induttanza	$L_{Ph-Ph}$	mH	13	42
Cost. di tempo elettrica	$T_{el}$	ms	0,88	1,14
Cost. di tempo meccanica	$T_{mech}$	ms	1,32	0,87
Cost. di tempo termica	$T_{therm}$	min	22	22
Inerzia rotore	$J$	kgcm <sup>2</sup>	0,15	0,14
Peso motore (senza freno)	$m$	kg	1,45	1,45

\* Sono disponibili avvolgimenti a diverse velocità nominali

Classe di protezione  
Collegamenti elettrici  
Protezione termica  
Parametri di esercizio  
Alimentazione

IP54, opzionale IP65  
Connettori Interconnectron (2)  
Interruttore termico (normalmente chiuso) con intervento a 145°C, PTC o NTC opzionale  
Secondo VDE 0530, temperatura ambiente  $T_A = 40^\circ\text{C}$ ,  $DT = 100\text{ K}$   
Avvolgimento standard per alimentazione  $U_{cc} = 320 / 560\text{ VDC}$ , esecuzione diversa in opzione.



Dati Meccanici	A <sub>16</sub>	B	C	D <sub>16</sub>	E	F	H	K	K1	M	O	P	R
SBL2-0080	40	63	5,8	9	24	2,5	55	152	185	50	7	74	-

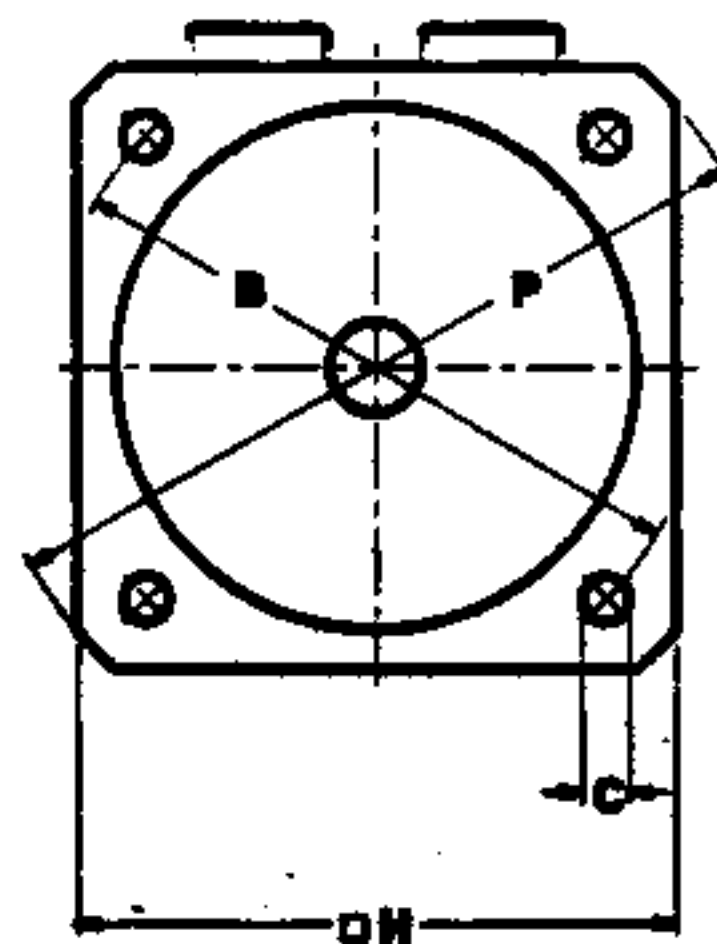
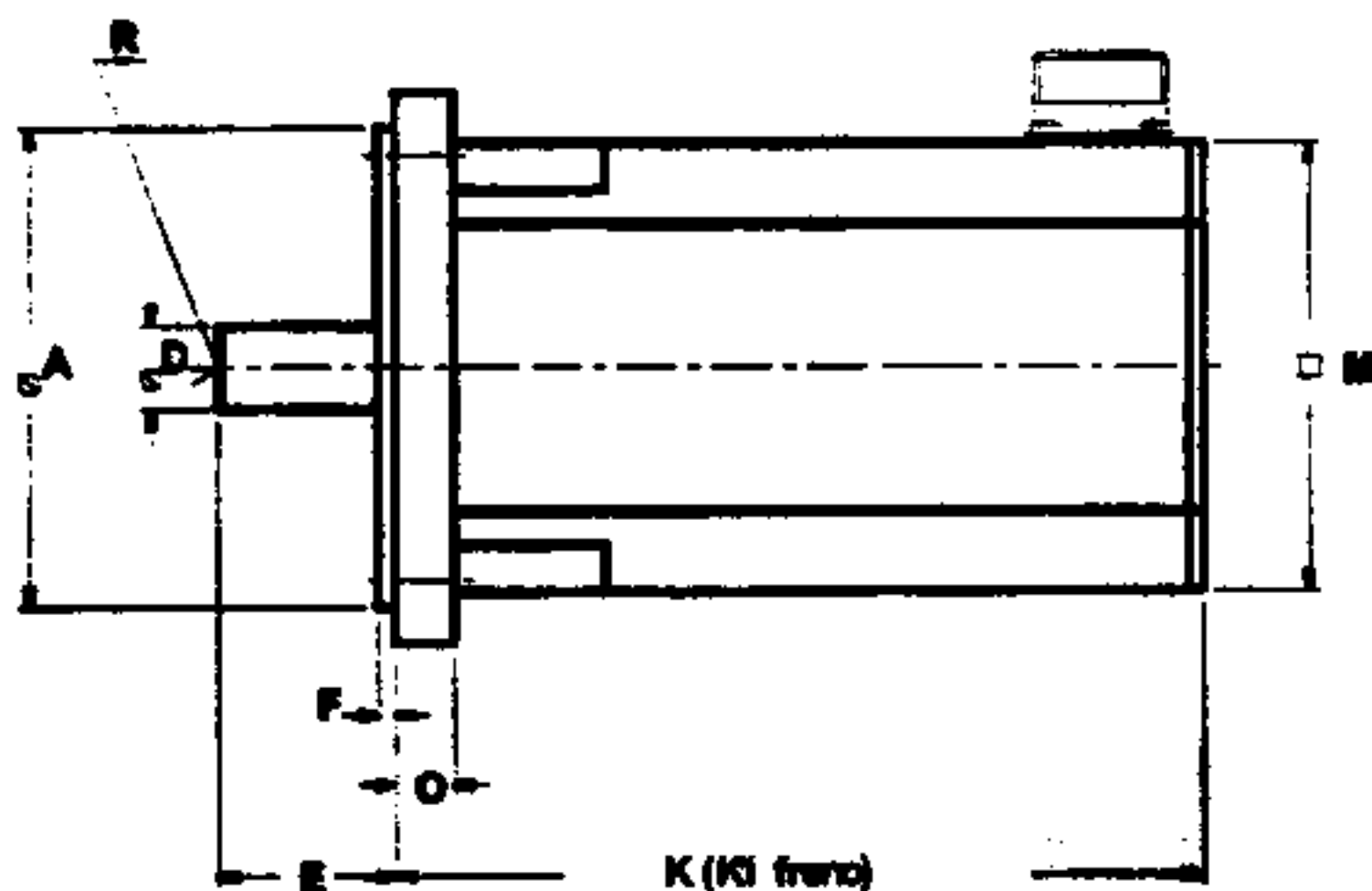
MOTORI P.3

Servomotori Brushless SBL5...SBL7 (magneti Nd-Fe-B)  $U_{cc}=320$  VDC

Caratteristiche			SBL5-0660	SBL5-1050	SBL5-1350	SBL6-1350	SBL6-1900	SBL6-2200	SBL7-2600	SBL7-3200
Coppia nominale	$M_N$	Nm	5,6	8,5	10,7	10	14	16	20	23
Velocità nominale*	$n_N$	min <sup>-1</sup>	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Corr. alla coppia nominale	$I_N$	A	6,9	10,5	13,5	14,4	20	22	25,5	29,5
Coppia di stallo	$M_0$	Nm	6,6	10,5	13,5	13,5	19	22	26	32
Corr. alla coppia di stallo	$I_0$	A	7,7	12	15,7	18,1	25	28	30,5	37,6
Coppia di picco	$M_{max}$	Nm	26	42	54	54	76	88	104	128
Corr. alla coppia massima	$I_{max}$	A	35	55	72	83	114	128	137	168
Velocità massima	$n_{max}$	min <sup>-1</sup>	6000	6000	6000	5000	5000	5000	5000	5000
Costante di coppia	$K_M$	Nm/A	0,86	0,88	0,86	0,74	0,76	0,79	0,85	0,85
Costante f.e.m.	$K_E$	V/1000	52	53	52	45	46	48	51,5	51,5
Resistenza	$R_{ph}$	$\Omega$	1,2	0,64	0,5	0,63	0,31	0,24	0,14	0,11
Induttanza	$L_{ph}$	mH	5,1	3,8	3	5,1	3	2,4	1,3	1
Cost. di tempo elettrica	$T_{el}$	ms	4,25	5,94	6	8,1	9,7	10	9,3	9,1
Cost. di tempo termica	$T_{ther}$	min	40	50	55	45	53	60	60	67
Inerzia rotore	$J$	kgcm <sup>2</sup>	8,9	11,9	13,4	15,8	22	25,1	82	104
Peso motore (senza freno)	$m$	kg	8	9,8	11,2	11,9	18,3	21,5	28	32,5
Peso motore (con freno)	$m_{br}$	kg	9,5	11,3	12,7	14,7	21,1	24,3	31,3	35,8
Dimensione del freno			09	09	09	11	11	11	11	11
Coppia nom. del freno	$M_{Br}$	Nm	12	12	12	20	20	20	20	20

\* Sono disponibili avvolgimenti e diverse velocità nominali

Classe di protezione IP54, opzionale IP65  
 Collegamenti elettrici Connettori Interconnectron (2)  
 Protezione termica Interruttore termico (normalmente chiuso) con intervento a 145°C, PTC o NTC opzionale  
 Parametri di esercizio Secondo VDE 0530, temperatura ambiente  $T_A = 40^\circ\text{C}$ ,  $\Delta T = 100$  K  
 Alimentazione Avvolgimento standard per alimentazione  $U_{cc} = 320$  VDC, esecuzione diversa in opzione.



Dati Meccanici	A	B	C	D <sub>h</sub>	E	F	H	K	K1	M	O	P	R
SBL5-0660	130	165	11	24	50	3,5	142	186	229	127	11	188	M8x19
SBL5-1050	130	165	11	24	50	3,5	142	220	263	127	11	188	M8x19
SBL5-1350	130	165	11	24	50	3,5	142	237	280	127	11	188	M8x19
SBL6-1350	180	215	12	24	50	3,5	190	192	238	158	12	250	M8x19
SBL6-1900	180	215	12	24	50	3,5	190	228	272	158	12	250	M8x19
SBL6-2200	180	215	12	24	50	3,5	190	243	289	158	12	250	M8x19
SBL7-2600	180	215	14	28	58	4	190	240	284	190	13	250	M10x22
SBL7-3200	180	215	14	28	58	4	190	263	307	190	13	250	M10x22

## Wirkungsgrad

## Efficiency



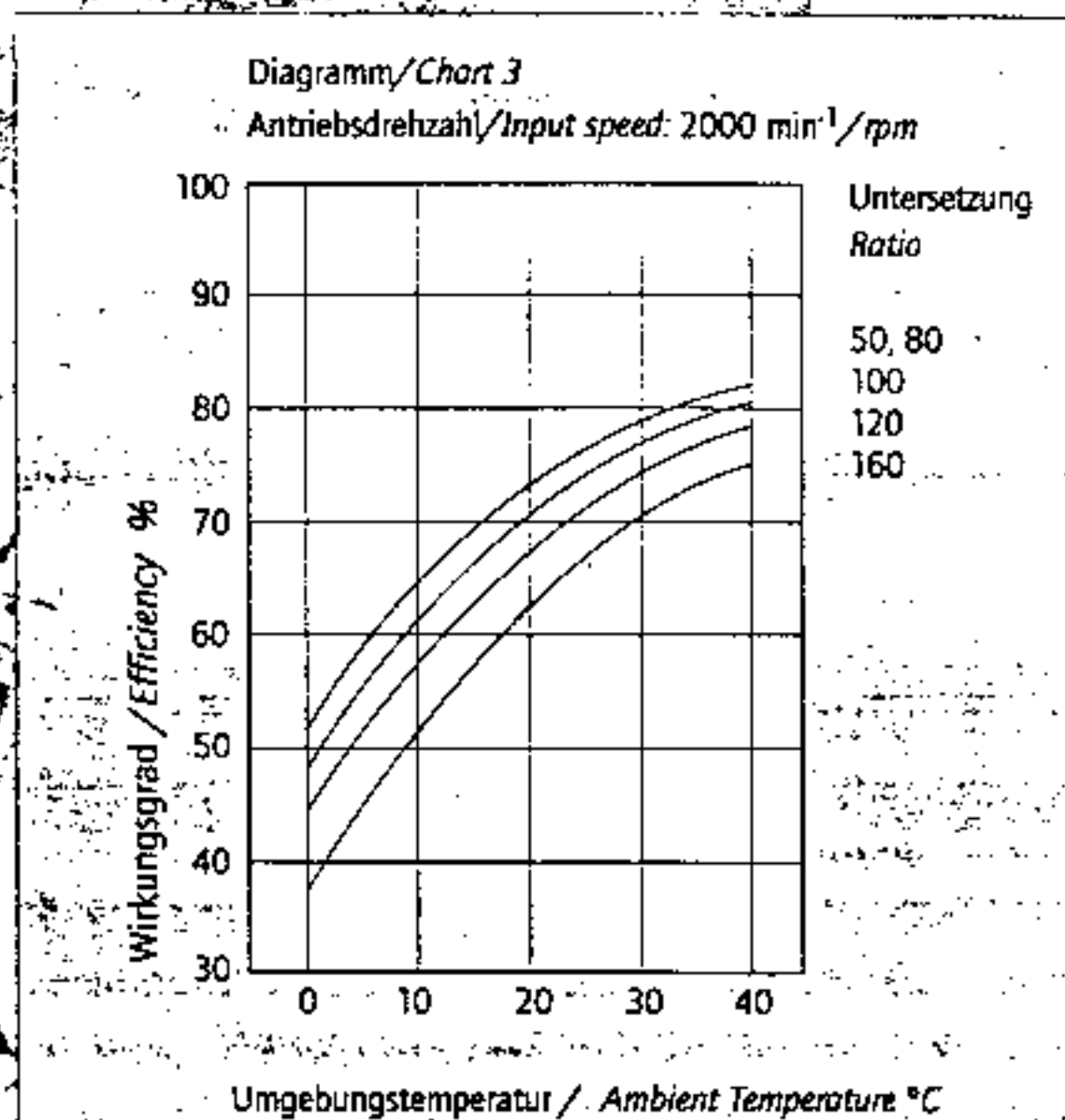
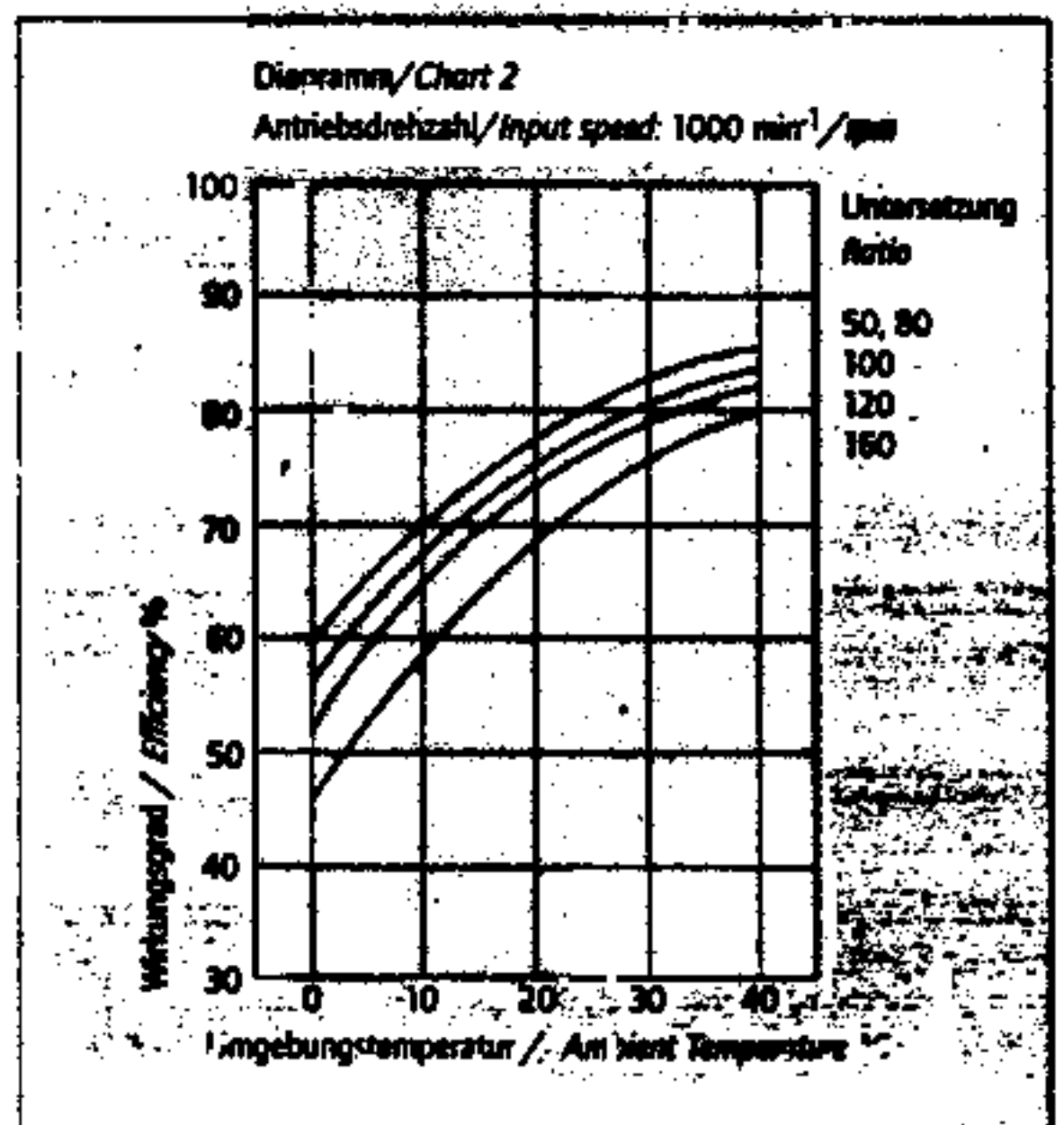
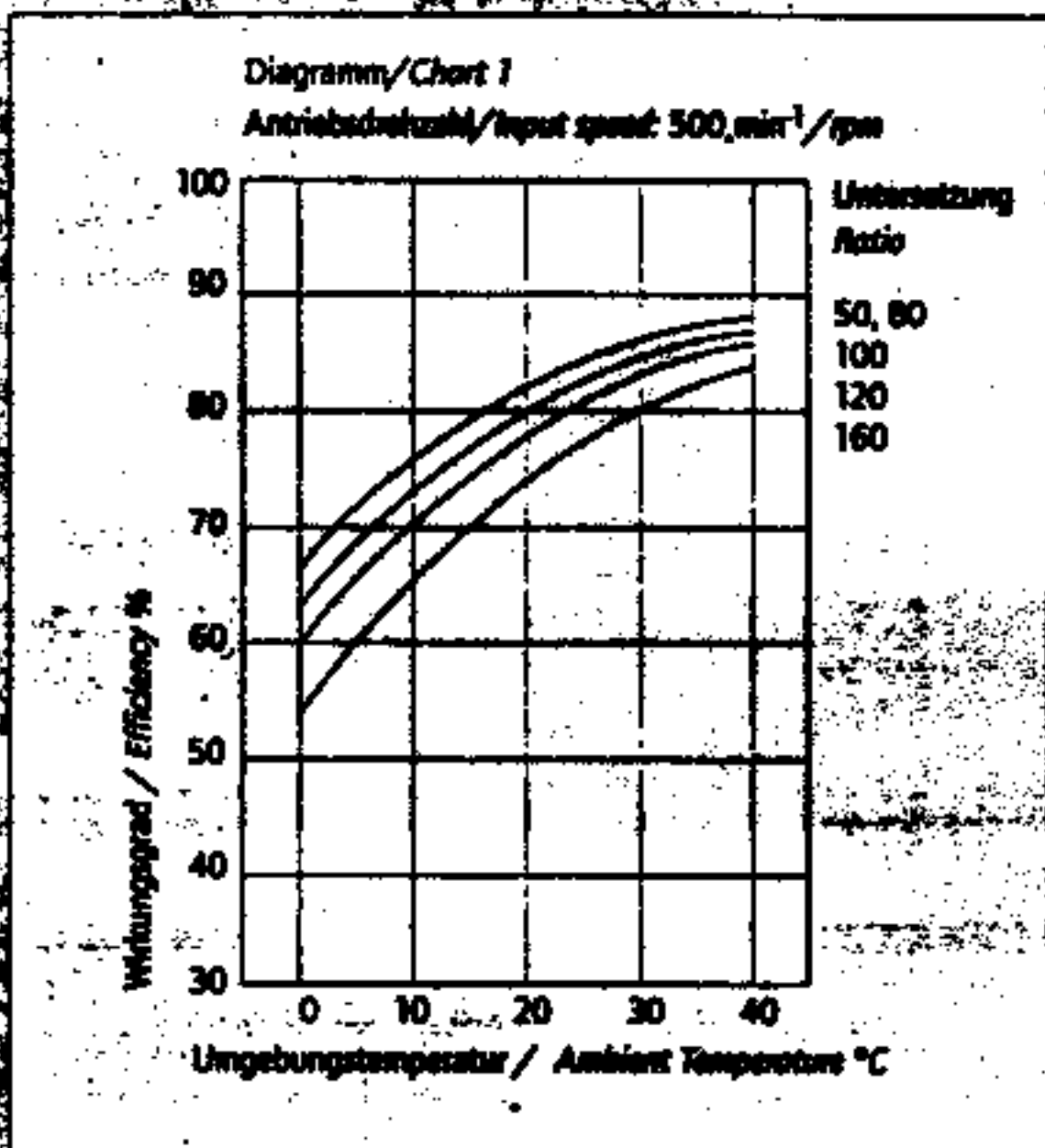
Wirkungsgrad für Ölschmierung und Nennbelastung  
(Baugrößen 14 - 100 und  $i \geq 50$ )

Efficiency for Oil Lubrication at Rated Torque  
(Sizes: 14 - 100 and ratio  $\geq 50$ )

Öl: Mineral Oil CLP 68

Oil: Mineral Oil CLP 68

Abb./Fig. 16

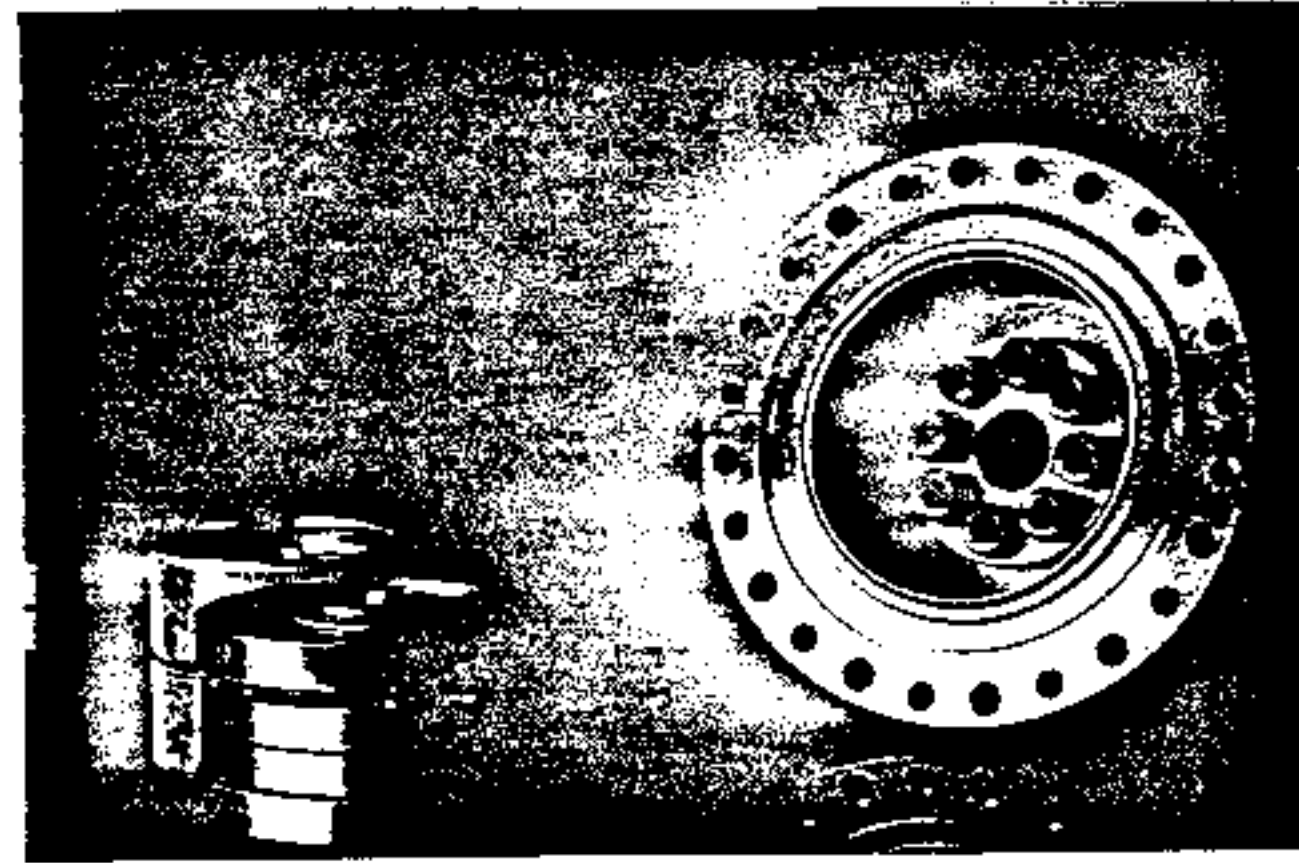


# RIDUTTORE A2

## Lastabhängiger Wirkungsgrad ( $\eta_L$ ) Efficiency versus load ( $\eta_L$ )

Der Wirkungsgrad von Harmonic Drive Getrieben der Baureihe HFUC hängt in starkem Maße vom anliegenden Drehmoment ab. Die Kurven auf der vorherigen Seite basieren auf einer Belastung mit Nenndrehmoment. Der Wirkungsgrad bei einer Belastung unterhalb des Nenndrehmomentes kann mit folgendem Berechnungsschema bestimmt werden.

Efficiency for Harmonic Drive gears varies depending on the output torque. The efficiency curves given on the preceding page are for gears operating at rated output torque. Efficiency for a gear operating at a load below the rated torque may be estimated using a compensation curve and equation as shown below.



### Berechnungsschema

### Beispiel

Wirkungsgrad eines HFUC-20-80-2A-GR mit einer Antriebsdrehzahl  $n = 1000 \text{ min}^{-1}$  Abtriebsdrehmoment  $T = 19,6 \text{ Nm}$  bei  $20^\circ\text{C}$  Umgebungstemperatur. Schmiermittel: Öl

1) Der Wirkungsgrad wird mittels der Diagramme auf den Seiten 19 und 20 ermittelt.

Aus Diagramm 16, Seite 19  
 $\eta = 78\%$

2) Berechnung des Drehmomentfaktors  $V$ .

$$T = 19,6 \text{ Nm}$$

$$T_N = 34 \text{ Nm}$$

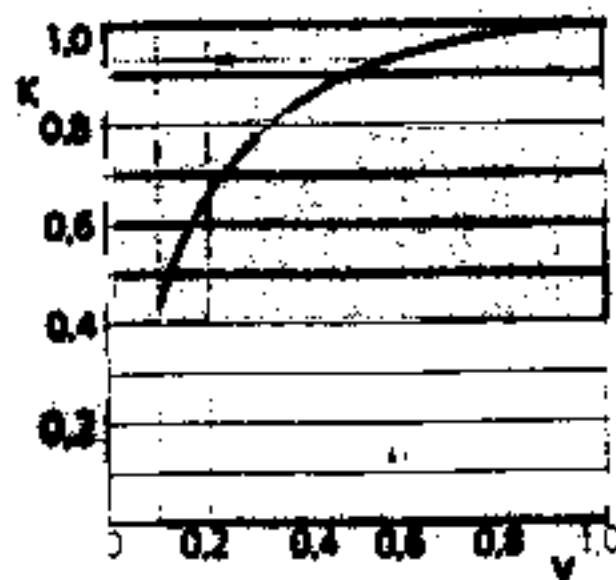
$$V = \frac{T}{T_N}$$

[Gleichung 18]

mit:  
 $T$  = Anliegendes Drehmoment  
 $T_N$  = Nenndrehmoment bei Nenndrehzahl

$$V = \frac{19,6 \text{ Nm}}{34 \text{ Nm}} = 0,57$$

3) Berechnungsfaktor  $K$  in Abhängigkeit von  $V$



4) Wirkungsgrad  
 $\eta_L = \eta \cdot K$

[Gleichung 19]

$$\eta_L = 78 \cdot 0,93 = 73\%$$

### Calculation Procedure

### Example

Efficiency of HFUC-20-80-2A-GR with input speed  $n = 1000 \text{ rpm}$  output torque  $T = 19,6 \text{ Nm}$  at  $20^\circ\text{C}$  ambient temperature. Lubrication: Oil

1) The efficiency may be determined using the graphs on page 19 and 20.

From chart 16 page 19  
 $\eta = 78\%$

2) Calculate the torque factor  $V$ .

$$T = 19,6 \text{ Nm}$$

$$T_N = 34 \text{ Nm}$$

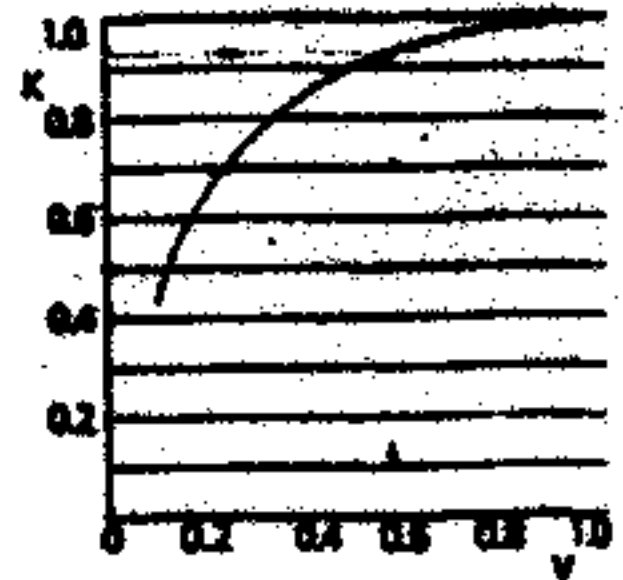
$$V = \frac{T}{T_N}$$

[Equation 18]

$$V = \frac{19,6 \text{ Nm}}{34 \text{ Nm}} = 0,57$$

with:  
 $T$  = Actual Torque  
 $T_N$  = Rated torque at rated speed

3)  $K$  depending on  $V$



4) Efficiency  
 $\eta_L = \eta \cdot K$

[Equation 19]

$$\eta_L = 78 \cdot 0,93 = 73\%$$

7/11

**Genauigkeit**

**Accuracy Data**

**Tabelle/Table 11**

Genauigkeit eines HFUC Getriebeeinbausatzes / Accuracy of HFUC Component Sets				
Baugröße	Lost Motion	Wiederholgenauigkeit	Übertragungsgenauigkeit	Hystereseverlust
Size	Lost Motion [arc min]	Repeatability [arc sec]	Transmission Accuracy [arc min]	Hysteresis Loss [arc min]
8-11	< 1	< ±5	< 2	< 1
14,17	< 1	< ±5	< 1,5 (i=30 => < 2)	< 1
20-100	< 1	< ±5	< 1	< 1

**Torsionssteifigkeit**

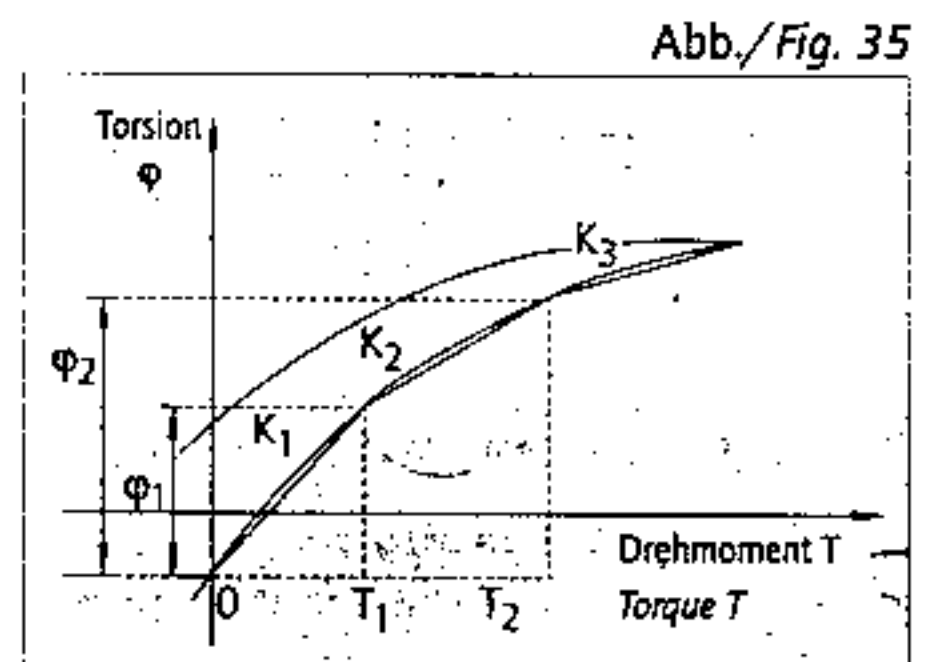
**Torsional Stiffness**

Für die Ermittlung der abtriebsseitigen Torsionssteifigkeit wird die Drehmoment-Torsions-Kurve in drei Bereiche aufgeteilt (Abb. 35):

The torsional stiffness may be evaluated by dividing the torque-torsion curve into three regions (Fig. 35):

- ein Bereich niedriger Drehmomente 0 - T<sub>1</sub>
- ein Bereich mittlerer Drehmomente T<sub>1</sub> - T<sub>2</sub>
- ein Bereich höherer Drehmomente T<sub>2</sub>

- a low torque region 0 - T<sub>1</sub>
- a middle torque region T<sub>1</sub> - T<sub>2</sub>
- a high torque region above T<sub>2</sub>



Die in Tabelle 12 angegebenen Werte sind Durchschnittswerte.

The values quoted in table 12 are the average of measurements made during numerous practical tests.

- T<sub>N</sub>: Nennabtriebsmoment / Rated output torque
- φ: Abtriebsdrehwinkel / Output rotation angle
- K: Federkonstante / Spring constant

**Tabelle/Table 12**

HFUC-2A-GR Baugröße/Size	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
T <sub>1</sub> in Nm	0,29	0,8	2	3,9	7	14	29	54	76	108	168	235	430	618	843
T <sub>2</sub> in Nm	0,75	2,0	6,9	12	25	48	108	196	275	382	598	843	1570	2260	3040
i = 30															
K <sub>1</sub> in Nm/rad	0,34x10 <sup>3</sup>	0,84x10 <sup>3</sup>	1,89x10 <sup>3</sup>	5,79x10 <sup>3</sup>											
K <sub>2</sub> in Nm/rad	0,44x10 <sup>3</sup>	1,25x10 <sup>3</sup>	4,48x10 <sup>3</sup>	11,4x10 <sup>3</sup>											
K <sub>3</sub> in Nm/rad	0,54x10 <sup>3</sup>	1,58x10 <sup>3</sup>	4,99x10 <sup>3</sup>	13,8x10 <sup>3</sup>											
i = 50															
K <sub>1</sub> in Nm/rad			0,337x10 <sup>4</sup>	0,81x10 <sup>4</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>	2,5x10 <sup>4</sup>	5,4x10 <sup>4</sup>	1,0x10 <sup>5</sup>	1,5x10 <sup>5</sup>	2,0x10 <sup>5</sup>	3,1x10 <sup>5</sup>	4,4x10 <sup>5</sup>	0,81x10 <sup>6</sup>	1,18x10 <sup>6</sup>	1,62x10 <sup>6</sup>
K <sub>2</sub> in Nm/rad			0,472x10 <sup>4</sup>	1,08x10 <sup>4</sup>	1,8x10 <sup>4</sup>	3,4x10 <sup>4</sup>	7,8x10 <sup>4</sup>	1,4x10 <sup>5</sup>	2,0x10 <sup>5</sup>	2,7x10 <sup>5</sup>	4,4x10 <sup>5</sup>	6,1x10 <sup>5</sup>	1,15x10 <sup>6</sup>	1,62x10 <sup>6</sup>	2,22x10 <sup>6</sup>
K <sub>3</sub> in Nm/rad					2,3x10 <sup>4</sup>	4,4x10 <sup>4</sup>	9,8x10 <sup>4</sup>	1,8x10 <sup>5</sup>	2,6x10 <sup>5</sup>	3,4x10 <sup>5</sup>	5,4x10 <sup>5</sup>	7,8x10 <sup>5</sup>	1,45x10 <sup>6</sup>	2,06x10 <sup>6</sup>	2,83x10 <sup>6</sup>
i > 50															
K <sub>1</sub> in Nm/rad			0,472x10 <sup>4</sup>	1,01x10 <sup>4</sup>	1,6x10 <sup>4</sup>	3,1x10 <sup>4</sup>	6,7x10 <sup>4</sup>	1,3x10 <sup>5</sup>	1,8x10 <sup>5</sup>	2,5x10 <sup>5</sup>	4,0x10 <sup>5</sup>	5,4x10 <sup>5</sup>	1,00x10 <sup>6</sup>	1,45x10 <sup>6</sup>	2,00x10 <sup>6</sup>
K <sub>2</sub> in Nm/rad			0,610x10 <sup>4</sup>	1,35x10 <sup>4</sup>	2,5x10 <sup>4</sup>	5,0x10 <sup>4</sup>	1,1x10 <sup>5</sup>	2,0x10 <sup>5</sup>	2,9x10 <sup>5</sup>	4,0x10 <sup>5</sup>	6,1x10 <sup>5</sup>	8,8x10 <sup>5</sup>	1,62x10 <sup>6</sup>	2,30x10 <sup>6</sup>	3,10x10 <sup>6</sup>
K <sub>3</sub> in Nm/rad			0,710x10 <sup>4</sup>	1,55x10 <sup>4</sup>	2,9x10 <sup>4</sup>	5,7x10 <sup>4</sup>	1,2x10 <sup>5</sup>	2,3x10 <sup>5</sup>	3,3x10 <sup>5</sup>	4,4x10 <sup>5</sup>	7,1x10 <sup>5</sup>	9,8x10 <sup>5</sup>	1,85x10 <sup>6</sup>	2,63x10 <sup>6</sup>	3,70x10 <sup>6</sup>

\* Auf Anfrage / On request

NOTA BENE. La rigidità torsionale è riferita al lato a bassa velocità  
8/11





**Leistungsdaten**

**Rating Table**

**Tabelle/Table 22 a**

[mm]

HFUG-2A Baugröße	Unter- setzung	Nenn-dreh- moment bei 2000 min <sup>-1</sup>	Grenze für Durchschnitts- drehmoment	Grenze für wiederholbares Spitzenmoment	Grenze für Kollisions- moment	Max. Antriebs- drehzahl min <sup>-1</sup>	Grenze für mittlere Antriebs- drehzahl min <sup>-1</sup>	Massen- trägheits- moment <sup>2)</sup>	Gewicht		
HFUG-2A Size	Ratio	Rated Torque at 2000 rpm	Limit for Average Torque	Limit for Repeated Peak Torque	Limit for Momentary Peak Torque	Max. Input Speed rpm	Limit for Average Input Speed rpm	Moment of Inertia <sup>2)</sup>	Weight		
		T <sub>N</sub> Nm	T <sub>A</sub> Nm	T <sub>R</sub> Nm	T <sub>M</sub> Nm	Öl Oil Lub.	Fett <sup>1)</sup> Grease Lub. <sup>1)</sup>	Öl Oil Lub.	Fett <sup>1)</sup> Grease Lub. <sup>1)</sup>	kgm <sup>2</sup>	kg
8	30	0,9	1,4	1,8	3,3	14000	6000	6500	3500	0,003 x 10 <sup>-4</sup>	0,026
	50	1,4	2,2	3,3	6,6						
	100	2,1	3,3	4,8	9						
11	30	2,2	3,4	4,5	8,5	14000	6000	6300	3500	0,012 x 10 <sup>-4</sup>	0,05
	50	3,2	5,5	8,3	17						
	100	5,1	8,9	13	25						
14	30	4,0	6,8	9,0	17	14000	6000	6500	3500	0,033 x 10 <sup>-4</sup>	0,08
	50	5,4 <sup>3)</sup>	6,9	18	35						
	80	7,8 <sup>3)</sup>	11	23	47						
17	100	7,8 <sup>3)</sup>	11	28	54	10000	5000	6500	3500	0,079 x 10 <sup>-4</sup>	0,15
	30	8,8 <sup>3)</sup>	12	16	30						
	50	13 <sup>3)</sup>	26	34	70						
	80	18 <sup>3)</sup>	27	43	87						
20	100	20 <sup>3)</sup>	39	54	110	10000	4000	6500	3500	0,193 x 10 <sup>-4</sup>	0,28
	120	20 <sup>3)</sup>	39	54	86						
	50	25	34	56	98						
	80	34	47	74	127						
25	100	40	49	82	147	7500	4000	5600	3500	0,413 x 10 <sup>-4</sup>	0,42
	120	40	49	87	147						
	160	40	49	92	147						
	50	39	55	98	186						
32	80	63	87	137	255	7000	4000	4600	3500	1,69 x 10 <sup>-4</sup>	0,89
	100	67	108	157	284						
	120	67	108	167	304						
	160	67	108	176	314						
40	50	76	108	216	382	5600	3500	3600	3000	4,50 x 10 <sup>-4</sup>	1,7
	80	118	167	304	568						
	100	137	216	333	647						
	120	137	216	353	686						
45	160	137	216	372	686	5000	3500	3300	3000	8,68 x 10 <sup>-4</sup>	2,3
	50	176	265	500	950						
	80	313	390	706	1270						
	100	353	500	755	1570						
50	120	402	620	823	1760	4500	3500	3000	2500	12,5 x 10 <sup>-4</sup>	3,2
	160	402	630	882	1910						
	50 <sup>4)</sup>	245	350	715	1430						
	80	372	519	941	1860						
58	100	470	666	980	2060	4000	3000	2700	2200	27,3 x 10 <sup>-4</sup>	4,7
	120	529	813	1080	2060						
	160	529	843	1180	2450						
	50 <sup>4)</sup>	353	520	1020	1960						
58	80	549	770	1480	2450	4000	3000	2700	2200	27,3 x 10 <sup>-4</sup>	4,7
	100	696	1060	1590	3180						
	120	745	1190	1720	3330						
	160	745	1210	1840	3430						

NOTA BENE - La coppia è riferita al lato a bassa velocità  
 - Il momento di inerzia al lato ad alta velocità

9/11

Tabella/Table 22 b

[mm]

HFUC-2A Baugröße	Unter- setzung	Nennreh- moment bei 2000 min <sup>-1</sup>	Grenze für Durchschnitts- drehmoment	Grenze für wiederholbares Spitzenmoment	Grenze für Kollisions- moment	Max. Antriebs- drehzahl min <sup>-1</sup>		Grenze für mittlere Antriebs- drehzahl min <sup>-1</sup>		Massen- trägheits- moment <sup>2)</sup>	Gewicht
HFUC-2A Size	Ratio	Rated Torque at 2000 rpm	Limit for Average Torque	Limit for Repeated Peak Torque	Limit for Momentary Peak Torque	Max Input Speed rpm		Limit for Average Input Speed rpm		Moment of Inertia <sup>2)</sup>	Weight
		T <sub>N</sub> Nm	T <sub>A</sub> Nm	T <sub>R</sub> Nm	T <sub>M</sub> Nm	Öl Oil	Fett <sup>1)</sup> Grease	Öl Oil	Fett <sup>1)</sup> Grease	kgm <sup>2</sup>	kg
65	50 <sup>4)</sup>	490	720	1420	2830	3500	2800	2400	1900	46,8 x 10 <sup>-4</sup>	6,7
	80	745	1040	2110	3720						
	100	951	1520	2300	4750						
	120	951	1570	2510	4750						
80	50 <sup>4)</sup>	872	1260	2440	4870	2900	2300	2200	1500	122 x 10 <sup>-4</sup>	12,4
	80	1320	1830	3430	6590						
	100	1700	2360	4220	7910						
	120	1990	3130	4590	7910						
90	50 <sup>4)</sup>	1180	1720	3530	6660	2700	2000	2100	1300	214 x 10 <sup>-4</sup>	17,6
	80	1550	2510	3990	7250						
	100	2270	3360	5680	9020						
	120	2570	4300	6160	9800						
100	50 <sup>4)</sup>	1580	2280	4450	8900	2500	1800	2000	1200	356 x 10 <sup>-4</sup>	23,5
	80	2380	3310	6060	11600						
	100	2940	4630	7350	14100						
	120	3180	5720	7960	15300						
	160	3550	5720	9180	15500						

Bemerkungen:

- 1) Gültig bei Schmierung mit Harmonic Drive Fett SK-1A für die Baugrößen 20 bis 100 und SK-2 für die Baugrößen 8 - 17.
- 2) Das angegebene Massenträgheitsmoment bezieht sich auf die Antriebsseite und gilt für einen Standard Wave Generator.
- 3) Nennantriebsdrehzahl = 3500 min<sup>-1</sup>.
- 4) Nur bei Ölschmierung. Fettschmierung kann verwendet werden, wenn das Durchschnittsmoment T<sub>A</sub> nach Gleichung 8, Seite 10 nicht größer als das halbe Nennmoment T<sub>N</sub> nach Tab. 22 ist.

Please Note:

- 1) Applicable for Harmonic Drive Grease SK-1A for size 20 to 100 or SK-2 for size 8 to 17.
- 2) The moment of inertia refers to the input side and is valid for a standard Wave Generator.
- 3) Rated input speed = 3500 rpm.
- 4) Only with oil lubrication. Grease lubrication is possible if the average torque T<sub>A</sub> according to equation 8 on page 10 does not exceed half the rated torque T<sub>N</sub> given in table 22.



HFUC-2A

10/11

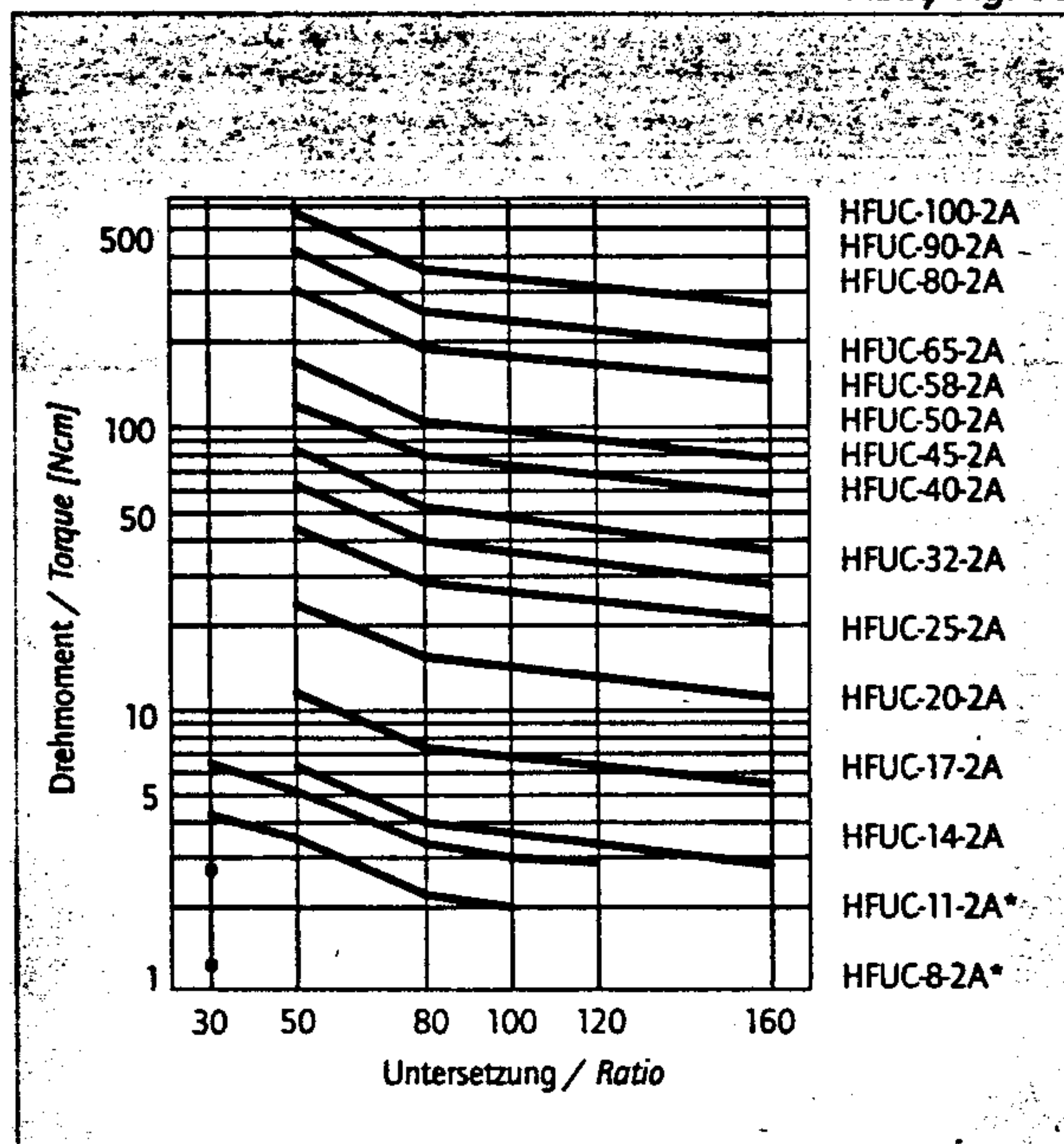
### Lastfreies Anlaufdrehmoment

Das lastfreie Anlaufdrehmoment ist ein quasi statisches Drehmoment, das benötigt wird, um das Antriebselement (schnelle Seite) ohne Belastung am Abtriebselement (langsame Seite) zu bewegen.

### No-load Starting Torque

The no-load starting torque is the quasistatic torque required to commence rotation of the input element (high speed side) with no load applied to the output element (low speed side).

Abb./Fig. 55



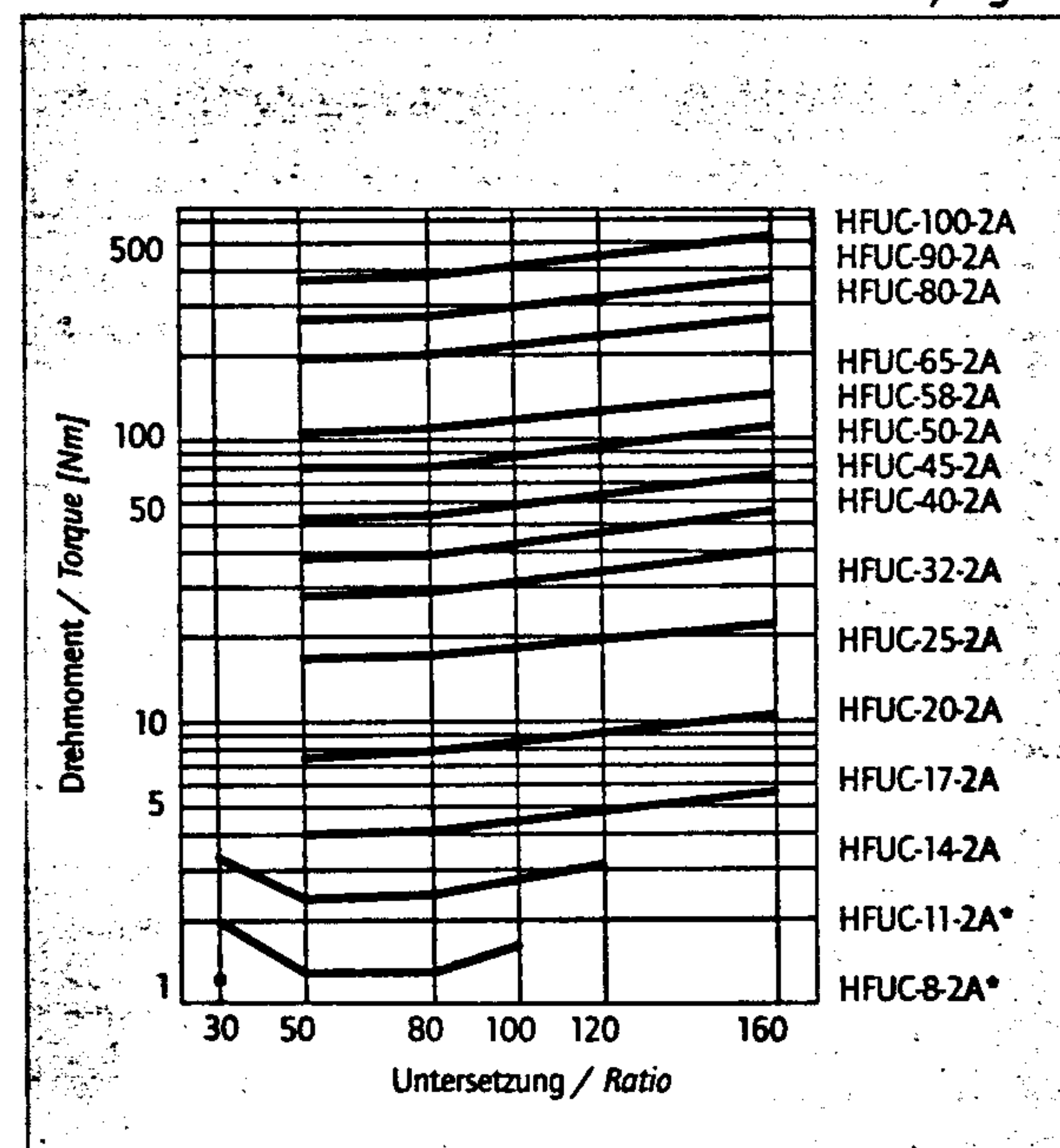
### Lastfreies Rückdrehmoment

Dieses Rückdrehmoment wird benötigt, um das Abtriebselement (langsame Seite) zu bewegen, ohne dass das Antriebselement (schnelle Seite) belastet wird.

Im Diagramm rechts sind für das lastfreie Rückdrehmoment Werte angegeben, die experimentell ermittelt wurden.

Diese Werte dürfen jedoch keinesfalls als Drehmomente für Bremsbetrieb angesehen werden. In Systemen, in denen das Rückwärtsdrehen nicht zulässig ist, muss eine zusätzliche Bremse verwendet werden.

Abb./Fig. 56



\* Daten für Untersetzen i = 50 und i = 100 auf Anfrage.

\* Values for ratios i = 50 and i = 100 are available on request.

11/11