

1.2 Designazione

1.2 Designation

1.2 Bezeichnung

Riduttore epicicloidale Planetary gearbox Planetengetriebe	Grandezza Size Größe	Numero di stadi Steps Unteretzungsstufen	Coassiale Coaxial Koaxial	Rapporto di riduzione Ratio Unteretzungsverhältnis	Albero uscita Output shaft Durchmesser Abtriebswelle	Flangia uscita Output flange Ausgangsfiansch	Albero entrata Input shaft Durchmesser Eingangswelle	Flangia in entrata Input flange Eingangsfiansch	Classe di precisione Precision class Präzisionsklasse
REP	075	2	C	100	AU16	FLT	AE12	P03	P
	075 100 125 150	1 2 3	C	3 - 343	Vedi tabelle See tables Siehe Tab.	FLT FLQ	Vedi tabelle See tables Siehe Tab.	Vedi tabelle See tables Siehe Tab.	

1.3 Selezione

1.3 Selection

1.3 Getriebeauswahl

Verifica meccanica

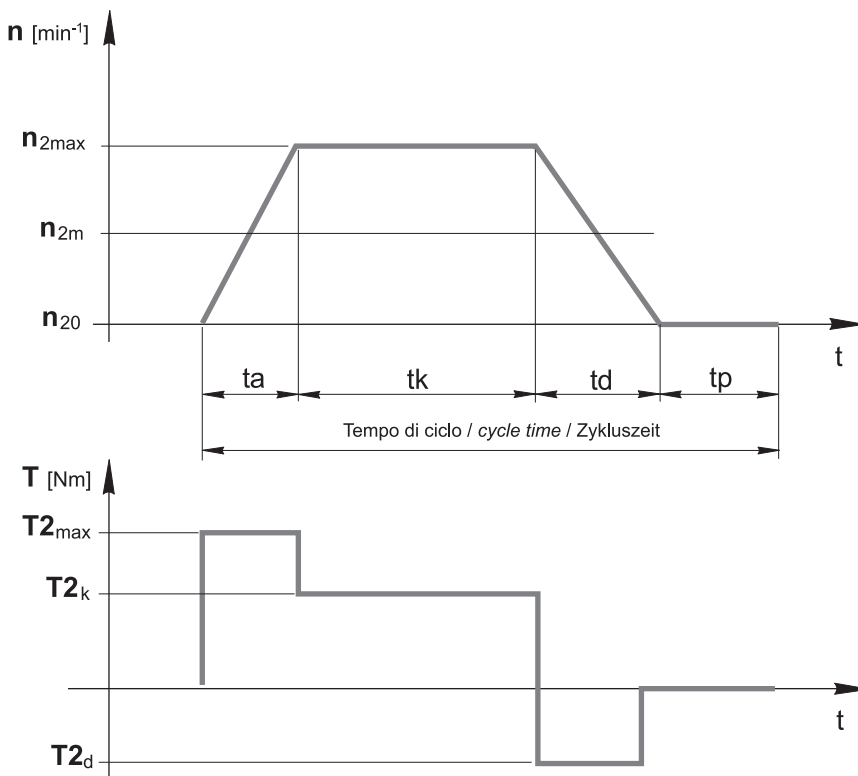
Mechanical check

Mechanische Prüfung

La selezione dei riduttori epicicloidali REP deve essere effettuata valutando se il servizio è intermittente o continuo. Noto il ciclo di lavoro:

The selection of the REP planetary gearbox depends on whether the duty is continuous or intermittent. The working cycle being:

Bei der Wahl des REP Planetengetriebes soll es berücksichtigt werden, ob es um Aussetz- oder Dauerbetrieb handelt. Bei bekannten Arbeitszyklus:

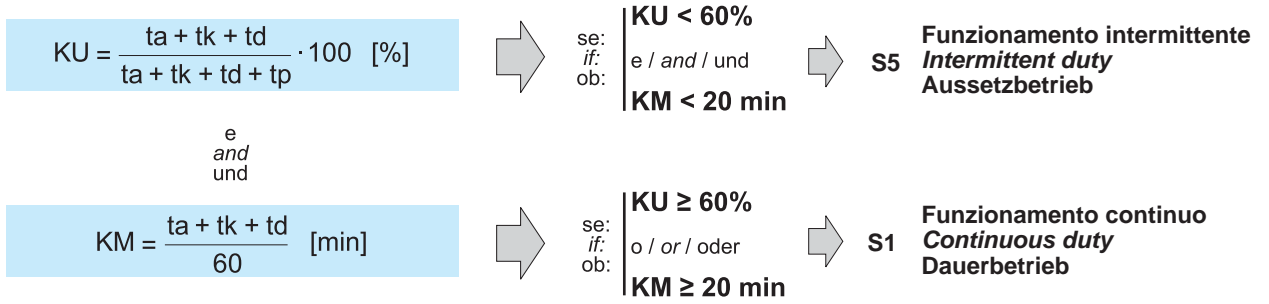


n_{2max}	$[\text{min}^{-1}]$	Velocità massima Max. speed Max. Drehzahl
n_{2m}	$[\text{min}^{-1}]$	Velocità media Average speed Durchschnittsdrehzahl
n_{20}	$[\text{min}^{-1}]$	Velocità zero (motore fermo) Zero speed (motor off) Null Drehzahl (stillstehender Motor)
t_a	[s]	Tempo di accelerazione Acceleration time Beschleunigungszeit
t_k	[s]	Tempo di funzionamento a regime Standard time of operation Standardbetriebszeit
t_d	[s]	Tempo di decelerazione Deceleration time Verzögerungszeit
t_p	[s]	Tempo di pausa Pause time Pausenzeit
T_{2max}	[Nm]	Coppia massima Max. torque Maximaldrehmoment
T_{2k}	[Nm]	Coppia a regime Standard torque Standardbetriebsdrehmoment
T_{2d}	[Nm]	Coppia in decelerazione Decelerating torque Verzögerungsdrehmoment

si definiscono i coefficienti di utilizzo KU, KM secondo le seguenti formule:

calculate KU, KM duty coefficients with the following formulae:

darf der Anwendungskoeffizient KU, KM wie folgt kalkuliert werden:



Funzionamento intermittente

Intermittent duty

Aussetzbetrieb

In questo caso, deve essere verificata la seguente relazione:

In case of intermittent duty, the following equation should be checked:

Bei Aussetzbetrieb soll die folgende Relation festgestellt werde

1) $T_{2A} \geq T_{1AMOT} \cdot i \cdot f_c \cdot Rd$

2) $T_{2N} \geq T_{1K}$

Dove :

- T_{2A} = massima coppia di accelerazione in uscita garantita dal riduttore [Nm] (vedi tabelle delle prestazioni)
- T_{2N} = coppia nominale intermittente in uscita ammessa dal riduttore [Nm] (vedi tabelle delle prestazioni)
- T_{1AMOT} = massima coppia di accelerazione del motore [Nm]
- i = rapporto di riduzione
- f_c = fattore di ciclo (vedi tabella 1)
- Rd = rendimento dinamico (vedi tabella delle prestazioni)
- T_{1K} = Coppia a regime

Where:

- T_{2A} = max. acceleration torque at output guaranteed by the gearbox [Nm] (see tables of performance)
- T_{2N} = rated intermittent allowable torque at output [Nm] (see tables of performance)
- T_{1AMOT} = max. acceleration torque of motor [Nm]
- i = reduction ratio
- f_c = cycle factor (see table 1)
- Rd = dynamic efficiency (see table of performance)
- T_{1K} = Standard torque

Wobei:

- T_{2A} = maximales Beschleunigungsdrehmoment am Abtrieb, das von Getriebe garantiert wird [Nm] (siehe Leistungstabellen)
- T_{2N} = Zulässiges intermittierendes Nennmoment am Abtrieb [Nm] (siehe Leistungstabelle)
- T_{1AMOT} = maximales Beschleunigungsdrehmoment des Motors [Nm]
- i = Übersetzungsverhältnis
- f_c = Zyklusfaktor (siehe Tabelle 1)
- Rd = dynamischer Wirkungsgrad (siehe Leistungstabelle)
- T_{1K} = Standardbetriebsdrehmoment

Infine, si confronti il valore della velocità in entrata massima consentita (n_{1max} , v. tabella delle prestazioni) con la massima velocità di rotazione raggiunta in entrata dall'applicazione (n'_{1max}). Deve essere:

Finally, the max. allowed input speed (n_{1max} , see table of performance) has to be compared with the max. rotation speed reached by the application at input (n'_{1max}). The result has to be as follows:

Schließlich sollen das zulässige Maximaldrehzahl am Antrieb (n_{1max} , siehe Leistungstabelle) und das in der Applikation erreichten Maximaldrehzahl am Antrieb verglichen werden (n'_{1max}). Das Ergebnis soll wie folgt sein:

3) $n_{1max} \geq n'_{1max}$

Funzionamento continuo

Continuous duty

Continuous duty

In questo caso devono essere verificate le seguenti relazioni:

In case of continuous duty the following equations have to be checked:

Bei Dauerbetrieb sind die folgenden Relationen zu prüfen:

1) $T_{2N} \geq T_{1AMOT} \cdot i \cdot f_c \cdot f_u \cdot Rd$

2) $n_{2N} \geq n_{2E}$

3) $n_{1max} \geq n'_{1max}$

Dove :

$T2_A$ = massima coppia di accelerazione in uscita garantita dal riduttore [Nm] (vedi tabelle delle prestazioni)

$T1_{AMOT}$ = massima coppia di accelerazione del motore [Nm]

i = rapporto di riduzione

f_c = fattore di ciclo (vedi tabella 1)

Rd = rendimento dinamico (vedi tabella delle prestazioni)

$T2_N$ = coppia nominale intermittente in uscita ammessa dal riduttore [Nm] (vedi tabelle delle prestazioni)

$T2_E$ = coppia nominale intermittente in uscita ammessa dal riduttore [Nm]

Where:

$T2_A$ = max. acceleration torque at output guaranteed by the gearbox [Nm] (see tables of performance)

$T1_{AMOT}$ = max. acceleration torque of motor [Nm]

i = reduction ratio

f_c = cycle factor (see table 1)

Rd = dynamic efficiency (see table of performance)

$T2_N$ = rated intermittent allowable torque at output [Nm] (see tables of performance)

$T2_E$ = average torque at output [Nm], to be calculated with the following formula:

Wobei:

$T2_A$ = maximales Beschleunigungsdrehmoment am Abtrieb, das von Getriebe garantiert wird [Nm] (siehe Leistungstabellen)

$T1_{AMOT}$ = maximales Beschleunigungsdrehmoment des Motors [Nm]

i = Übersetzungsverhältnis

f_c = Zyklusfaktor (siehe Tabelle 1)

Rd = dynamischer Wirkungsgrad (siehe Leistungstabelle)

$T2_N$ = Zulässiges intermittierendes Nennmoment am Abtrieb [Nm] (siehe Leistungstabelle)

$T2_E$ = Durchschnittsdrehmoment am Abtrieb [Nm] wird mit der folgenden Formel kalkuliert:

$$n_{2E} = \frac{n_{2m} \cdot t_a + \dots + n_{2n} \cdot t_n}{t_a + \dots + t_n} \quad [\text{min}^{-1}]$$

n_{2N} = velocità di rotazione nominale in uscita [min^{-1}] (vedi tabelle delle prestazioni: $n_{2N} = n_{1nom}/i$)

n_{2E} = velocità di rotazione media in uscita [min^{-1}] e vale:

n_{2N} = rated rotation speed at output [min^{-1}] (see tables of performance $n_{2n} = n_{1nom}/i$)

n_{2E} = average rotation speed at output [min^{-1}]

n_{2N} = Nennzahl am Abtrieb [min^{-1}]

(siehe Leistungstabelle $n_{2n} = n_{1nom}/i$)

n_{2E} = Durchschnittsdrehzahl am Abtrieb, wird wie folgt kalkuliert:

Determinazione di f_c

Il valore del fattore di ciclo f_c dipende dal numero di cicli ora Z_h , dove:

Calculation of f_c

The value of f_c cycle factor depends on the number of cycles per hour Z_h :

$$Z_h = \frac{3600}{t_a + t_k + t_d + t_p} \quad [1/h]$$

Berechnung von f_c

Der Wert von f_c Zyklusfaktor hängt von der Zyklenzahl pro Stunde Z_h ab:

Una volta determinato Z_h , consultando la seguente tabella, si ricava f_c da introdurre nelle formule precedenti:

Once Z_h is thus calculated, use the following table to select f_c :

Nachdem Z_h kalkuliert worden ist, dann kann f_c aus der folgenden Tabelle ausgelesen werden:

Tab. 1	Z_h		
	1000	1000 - 2000	2000 - 3000
f_c	1	1.2 - 1.5	1.5 - 2

Determinazione di f_u

Il valore del fattore di utilizzo f_u dipende dal rapporto tra il tempo di funzionamento ed il tempo ciclo:

Calculation of f_u

The value of the utilization factor f_u depends on the ratio between the running time and the cycle time:

Berechnung von f_u

Der Wert von f_u Anwendungsfaktor hängt von dem Verhältnis zwischen der Betriebszeit und der Zykluszeit:

	KU < 60%	60% ≤ KU < 80%	KU ≥ 80%
f_u	1	1.25	1.5

1.4 Verifica termica

Si deve individuare il valore del momento torcente massimo / potenza massima, applicabile, in modo continuativo, in ingresso al riduttore epicicloidale, tale per cui la temperatura del riduttore stesso non superi $T_{max}=95^{\circ}\text{C}$ (massimo valore di temperatura raggiungibile nel caso di applicazioni standard). Tali valori devono risultare maggiori rispetto al momento torcente / potenza realmente applicati.

I massimi valori di coppia motrice / potenza applicabili in entrata al riduttore, in servizio continuativo, sono ricavabili dalle seguenti tabelle (tab. 2, tab. 3), in funzione del numero di stadi di riduzione e del numero di giri in entrata, considerata una temperatura ambiente $T_0=20^{\circ}\text{C}$.

1.4 Temperature check

It is necessary to determine the max. torque/max. power applicable at the planetary gearbox input, continuous duty, so that gearbox temperature does not exceed $T_{max}=95^{\circ}\text{C}$ (maximum permitted temperature for standard applications). The max applicable values have to be higher than the torque/power actually applied.

The maximum values of driving torque/power applicable at gearbox input, continuous duty, are listed in the following tables (table 2 and 3), depending on number of reduction stages, number of revolutions at input and considering an ambient temperature $T_0=20^{\circ}\text{C}$.

1.4 Temperaturprüfung

Es muss berechnet werden, welches Maximaldrehmoment /welche Maximalleistung am Antrieb des Planetengetriebes im Dauerbetrieb angewendet werden darf, ohne dass die Getriebetemperatur über $T_{max}=95^{\circ}\text{C}$ steigt (zulässige Maximaltemperatur bei Standardanwendungen). Der berechnete Wert muss höher als der wirklich angewendete Wert die maximal Werte von Drehmoment / Leistung sein.

Die Maximalwerte von Drehmoment / Leistung (Dauerbetrieb) werden in den folgenden Tabellen (Tab.2 und Tab.3) angegeben. Die Werte hängen von Zahl der Übersetzungsstufen und der Umdrehungen am Antrieb ab dabei wird eine Umgebungstemperatur $T_0=20^{\circ}\text{C}$ berücksichtigt.

Potenza / Power / Leistung [kW]

(Limite termico / Thermal capacities / Temperaturgrenze)

Tab. 2	Stadi Steps Stufenzahl	n_1 [min ⁻¹]			
		900	1400	2800	3600
REP 75	1	4.5	4.4	4.0	3.5
	2	2.5	2.3	2.0	1.8
	3	1.9	1.8	1.5	1.4
REP 100	1	6.0	6.0	4.6	3.8
	2	3.5	3.3	2.5	2.0
	3	2.7	2.5	2.0	1.6
REP 125	1	9.0	8.5	6.2	4.7
	2	5.5	4.8	3.4	2.5
	3	4.0	3.7	2.8	2.0
REP 150	1	11.0	10.0	5.6	2.8
	2	6.1	5.5	2.6	1.0
	3	4.7	4.3	2.3	0.9

Coppia / Torque / Drehmoment [Nm]

(Limite termico / Thermal capacities / Temperaturgrenze)

Tab. 3	Stadi Steps Stufenzahl	n_1 [min ⁻¹]			
		900	1400	2800	3600
REP 75	1	48	30	14	9
	2	27	16	7	5
	3	20	12	5	4
REP 100	1	64	41	16	10
	2	37	23	9	5
	3	29	17	7	4
REP 125	1	96	58	21	12
	2	58	33	12	7
	3	42	25	10	5
REP 150	1	117	68	19	7
	2	65	38	9	3
	3	50	29	8	2

Nel caso in cui l'applicazione preveda l'utilizzo di una coppia motrice / potenza maggiore del valore limite riportato nella tabella precedente, occorre valutare il massimo tempo di utilizzo, t_{max} (s), del riduttore, in servizio continuo, affinché la temperatura non superi il valore $T_{max}=95^{\circ}\text{C}$.

A tal fine: il massimo tempo di utilizzo, t_{max} , è ricavabile dalla seguente relazione:

In case the application requires a driving torque/power higher than the max. permitted values reported in the table above, it is necessary to calculate the maximum length of operation, t_{max} (s), of the gearbox in continuous duty so that temperature does not exceed $T_{max}=95^{\circ}\text{C}$.

The max. duration of operation, t_{max} , is to be calculated as follows:

Falls der verlangte Wert von Drehmoment / Leistung höher als der in den o.g. Tabellen angegebenen Wert ist, ist es notwendig, die maximale Anwendungsdauer t_{max} (s) im Dauerbetrieb zu bestimmen, damit die Temperatur unter $T_{max}=95^{\circ}\text{C}$ bleibt.

Die maximale Anwendungsdauer t_{max} ist wie folgt zu berechnen:

$$t_{max} = -\tau c \cdot \ln \frac{T_s - T_{MAX}}{T_s - T_0} \quad [\text{s}]$$

Dove :

$T_{MAX} = 95^{\circ}\text{C}$ (temperatura massima raggiungibile dal riduttore)
 T_0 = temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$)
 τc = costante di tempo (s) ricavabile consultando la seguente tabella (Tab. 4):

Where:

$T_{MAX} = 95^{\circ}\text{C}$ (maximum permitted temperature)
 T_0 = ambient temperature ($^{\circ}\text{C}$)
 τc = time constant (s), as reported in the following table (Tab. 4):

Wobei:

$T_{MAX} = 95^{\circ}\text{C}$ (zulässige Maximaltemperatur des Getriebes)
 T_0 = Umgebungstemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
 τc = Zeitkonstante, aus der folgenden Tabelle erhältlich (Tab. 4):

Stadi Steps Stufenzahl	REP 75			REP 100			REP 125			REP 150		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
τ_c (s)	Costante di tempo / Time constant / Zeitkonstante											
	551	655	748	747	939	1111	1255	1590	1891	1858	2369	2824

T_s = temperatura massima (°C) alla quale il riduttore tenderà a stabilizzarsi nel caso in cui sia applicata in ingresso la potenza P1, in condizioni di funzionamento continuo. Il valore di T_s è ricavabile dalla seguente formula:

T_s = maximum temperature (°C) at which the gearbox will tend to stabilize in case P1 power is applied at input, continuous duty. Calculate T_s value with the following formula:

T_s = maximale Temperatur (C°), auf die das Getriebe sich stabilisieren wird, falls im Dauerbetrieb P1 Antriebsleistung angewendet wird. T_s ist mit der folgenden Formel zu berechnen:

$$T_s = T_0 + \frac{P_0 + P_{\eta}}{C \cdot f_v} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

in cui:

P_0 = potenza persa a vuoto (W), ricavabile dalla seguente tabella (Tab. 5) in funzione della grandezza del riduttore, del numero degli stadi di riduzione e della velocità di rotazione in ingresso

Where:

P_0 = loadless friction power (W), reported in the following table (Tab. 5), depending on gearbox size, number of reduction stages and input rotation speed

Wobei:

P_0 = Verlustleistung ohne Last (W), ist aus der folgenden Tabelle zu entnehmen und hängt von Getriebegröße, Stufenzahl und Antriebsdrehzahl ab.

	$n_1 = 900$ [min ⁻¹]			$n_1 = 1400$ [min ⁻¹]			$n_1 = 2800$ [min ⁻¹]			$n_1 = 3600$ [min ⁻¹]		
	Stadi / Steps / Stufenzahl											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	P ₀ - Potenza persa a vuoto / Loadless friction power / Verlustleistung ohne Last [W]											
REP 75	3	4	5	6	8	8	14	18	19	20	26	27
REP 100	7	9	9	12	15	16	30	38	39	42	53	55
REP 125	12	15	16	22	27	28	56	71	73	81	101	104
REP 150	22	27	28	39	50	51	106	132	136	151	191	196

C = Coefficiente di dispersione termica, ricavabile dalla seguente tabella (Tab.6), in funzione della grandezza del riduttore

C = loss of heat coefficient, listed in the following table (Tab. 6), according to gearbox size.

C = Wärmeverlustkoeffizient, wird in der folgenden Tabelle (Tab.6) angegeben und hängt von Getriebegröße ab.

	Stadi / Steps / Stufenzahl		
	1	2	3
	C - Coefficiente di dispersione termica / loss of heat coefficient / Wärmeverlustkoeffizient		
REP 75	1.024	1.120	1.248
REP 100	1.410	1.620	1.800
REP 125	2.175	2.450	2.725
REP 150	2.680	3.020	3.380

f_v = fattore di ventilazione
1.45 con ventilazione forzata efficace con ventola dedicata
1.25 con ventilazione forzata secondaria ad altri dispositivi (pulegge, ventole motore, ecc.)

f_v = ventilation factor
1.45 for forced ventilation effective with special fan
1.25 for forced ventilation secondary to other devices (pulleys, motor fans, etc.)

f_v = Lüftungsfaktor
1.45 für wirksame Drücklüftung mit Sonderlaufrad
1.25 für Drücklüftung zweitrangig zu anderen Vorrichtungen (Scheiben, Motorlaufräder, u.s.w.)

1 refrigerazione naturale (situazione standard)
0.5 in ambiente chiuso e ristretto (carter)

1 for natural cooling (standard situation)
0.5 in a close and narrow place (housing)

1 für Naturlüftung (Standardsituation)
0.5 in geschlossenem und engem Raum (Gehäuse)

P_{η} = potenza persa proporzionale alla potenza applicata (W)
P1 . 0.015 (W) nel caso di 1 stadio di riduzione
P1 . 0.03 (W) nel caso di 2 stadi di riduzione
P1 . 0.044 (W) nel caso di 3 stadi di riduzione

P_h = friction power proportional to the applied power (W)
P1 . 0.015 (W) in case of 1 reduction stage
P1 . 0.03 (W) in case of 2 reduction stages
P1 . 0.044 (W) in case of 3 reduction stages

P_h = Verlustleistung proportional zu der angewandten Leistung (W)
P1 . 0.015 (W) im Falle von 1 Übersetzungsstufe
P1 . 0.03 (W) im Falle von 2 Übersetzungsstufen
P1 . 0.044 (W) im Falle von 3 Übersetzungsstufen

P1 è la potenza applicata in ingresso, da esprimersi in W. Nel caso in cui sia invece nota la coppia motrice applicata in ingresso T1, in Nm, si ricava il corrispondente valore di potenza, attraverso la relazione:

P1 is the power applied at gearbox input and is expressed in W. In case one only knows T1 (driving torque applied at input) expressed in Nm, the corresponding power value can be obtained as follows:

P1 ist die am Getriebeantrieb angewandte Leistung und wird in W ausgedrückt. Falls nur T1 (Antriebsdrehmoment in Nm) bekannt ist, dann ist den entsprechenden Leistungswert mit der folgenden Formel zu berechnen:

$$P1 = \frac{T1 \cdot n_1}{9550} \cdot 1000 \text{ [W]}$$

con n_1 velocità di rotazione in ingresso in min^{-1} .
Se il ciclo di lavoro è variabile nel tempo, si determinino i valori della coppia media $T1_E$ e velocità media in ingresso $n1_E$ secondo le seguenti formule:

*where n_1 is the input rotation speed in min^{-1} .
If the operation cycle changes in time, the values of $T1_E$ (average torque) and $n1_E$ (average input speed) can be determined with the following formulae:*

Dabei ist n_1 die Antriebsdrehzahl in min^{-1} . Falls der Betriebszyklus in Laufe der Zeit wechselnd ist, dann sind Durchschnittsdrehmoment $T1_E$ und Durchschnittsdrehzahl am Antrieb $n1_E$ mit der folgenden Formel zu berechnen:

$$T1_E = \sqrt[3]{\frac{T1_{MAX}^3 \cdot n_{1m} \cdot t_a + \dots + T1_n^3 \cdot n_{1n} \cdot t_n}{t_a \cdot n_{1m} + \dots + t_n \cdot n_{1n}}} \text{ [Nm]}$$

$T1_n, n1_n, t_n$ = valori riferiti allo step ennesimo
= values referred to nth step.
= Werte mit Bezug auf n-te Stufe.

$$n1_E = \frac{n_{1m} \cdot t_a + \dots + n_{1n} \cdot t_n}{t_a + \dots + t_n} \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

1.5 Gioco Angolare (α_{max})

Gioco massimo [arcmin] misurato sull'albero uscita, con albero entrata bloccato applicando una coppia pari al 2% della coppia nominale.

1.5 Backlash (α_{max})

Max. backlash measured on output shaft with torque equal to 2% of the nominal torque value with input shaft blocked

1.5 Winkelspiel (α_{max})

Maximales Winkelspiel [arcmin], gemessen an der Abtriebswelle bei blockierter Eingangswelle mit Drehmoment gleich 2% des Nennmoments.