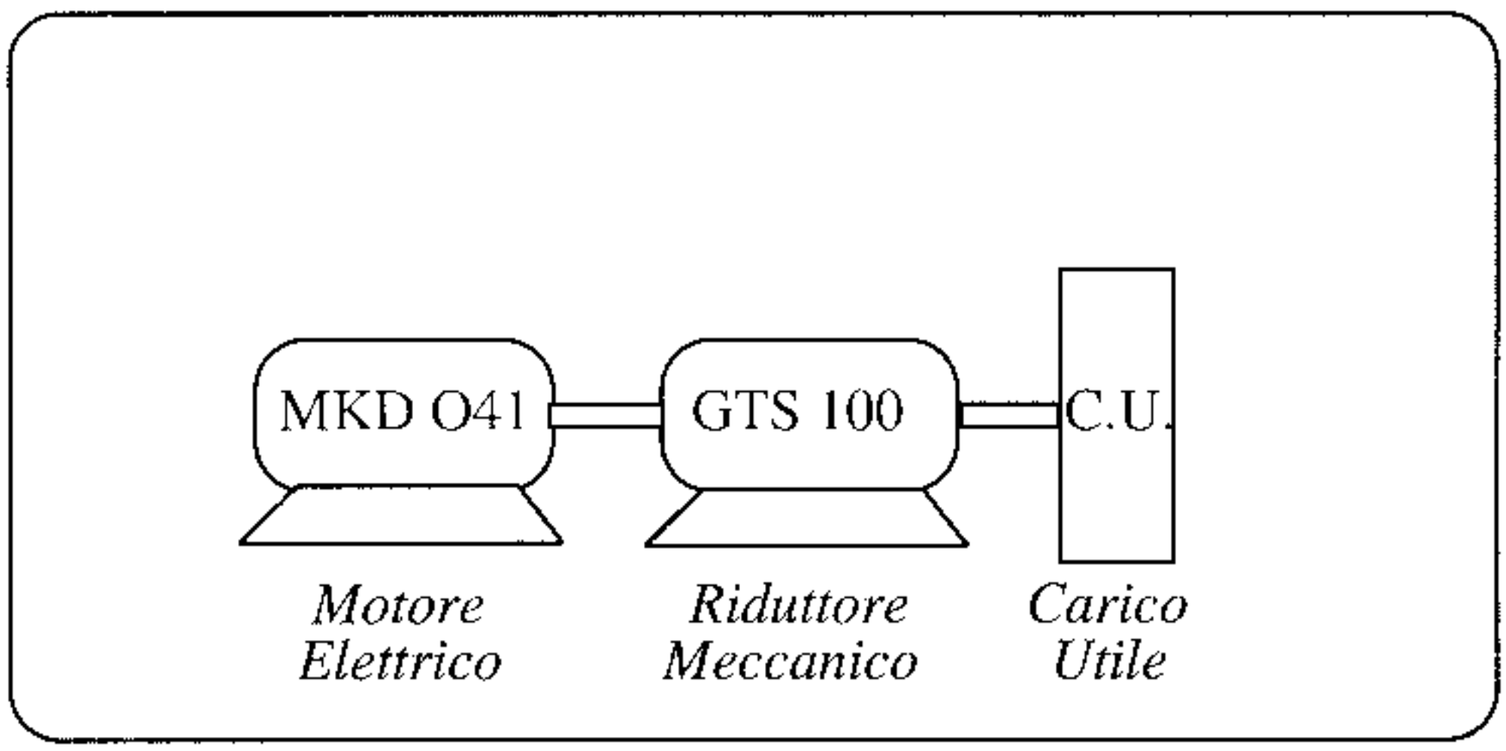
TEMA DI AUTOMAZIONE N. 2

Si consideri il sistema descritto in figura, composto dal motore elettrico MKD 041, il riduttore meccanico GTS 100 (two stages, gear ratio 50) e dal carico utile C.U.



I dati tecnici relativi al motore ed al riduttore sono riportati nella documentazione allegata.

Il carico utile ha un momento di inerzia di 10 Kgm^2.

Gli attriti del carico utile alla rotazione sono trascurabili.

Il motore elettrico è fornito con il suo *drive controller*, che ne consente il comando in corrente.

Si richiede di progettare un controllo digitale di catena chiusa che soddisfi ai requisiti che seguono:

- Tipo di comando: movimento punto-punto
- Tempo di assestamento: < 1 s
- Precisione di posizionamento: σ<1 mrad
- Coppia di perturbazione applicata al carico utile:
  - durante lo spostamento punto-punto: trascurabile
  - quando è in posizione
    - * campo di variazione della coppia: -100÷100 Nm
    - * banda di frequenza: < 2 Hz

La selezione dei sensori necessari è parte del progetto. Per ciascun sensore dovranno essere forniti i seguenti dati:

- 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
  - errore sistematico massimo ammesso,
  - deviazione standard massima ammessa.

TRACCIA SUGGERITA

1. Costruire il modello matematico *"fine"* quale può essere ricavato dai dati tecnici a disposizione. Trascurando le non linearità, ricavarne gli autovalori (espressione letterale e valore numerico)
2. Selezionare il valore della frequenza di campionamento. Giustificare la scelta.
3. Introdurre il modello semplificato che si intende usare come base per lo sviluppo del progetto.
4. Selezionare il sensore (o i sensori) che si intende usare, fissandone posizione, tipologia e caratteristiche.
5. Sviluppare il progetto della logica di controllo in forma parametrica (approccio consigliato: osservatore, controllo, generatore dei riferimenti).
6. Fissare valori numerici orientativi dei parametri del controllo ed eseguire una verifica di massima del soddisfacimento delle prestazioni richieste.

5 MKD 041

5.1 Technical data

Designation	Symbol	Unit	Data
Motor type			MKD041B-144
To work with drive controller family			DIAX02, DIAX03, DIAX04, ECODRIVE
Drive controller			DDS2, DDS3, DKS, DDC, HDS, HDD, DKC
Nominal motor speed [1]	n	min^{-1}	6000
Continuous torque at standstill [2]	M_{dN}	Nm	2.7
Continuous current at standstill	I_{dN}	A	7.5
Maximum theoretical torque [3]	M_{max}	Nm	11.3
Peak current	I_{max}	A	34.0
Rotor moment of inertia [4]	J_M	kgm^2	1.7×10^{-4}
Torque constant at 20°C	K_m	Nm/A	0.40
Voltage torque constant at 20°C [5]	K_{Eeff}	V/1000 min^{-1}	36.3
Windings resistance at 20°C	R_A	Ohm	1.8
Windings inductance	L_A	mH	5.0
Thermal time constant	T_{th}	min	30
Mass [4]	m_M	kg	4.4
Electrical connection			Terminal box
Permissible ambient temperature [6]	T_{um}	°C	0 to +45
Permissible storage and transport temperature	T_L	°C	-20 to +80
Maximum installation elevation [7]		m	1000 m. above sea level
Protection category [8]			IP 65
Insulation classification per DIN VDE 0530 Sect. 1			F
Housing finish			Primary black coat (RAL 9005)

1) Depends on torque requirements of application. For standard applications see n_{max} in the selection lists for the motor/controller combination. For other applicationsdetermine the usable speed in terms of the required torque via the speed/torque characteristics.
2) With 60 K overtemperature at motor housing.
3) The maximum torque depends on the drive controller used. Only those in the selection lists for the motor/controller combination specified maximum torques M_{max} are binding.
4) Without holding brake.
5) With 1000 min^{-1}.
6) With deviating ambient temperatures see section 2.1.
7) With deviating installation elevations see section 2.1.
8) With correct mounting of power and feedback cables.

Fig. 5-1: Technical data MKD041

6. Planetary gearbox GTS 100

6.1. Technical data

Gear-dependent data

Designation	Symbol	Unit	GTS 100					
Gear ratio	i	-	single-stage				two-stage	
			4	5	7	10	20	50
Maximum input speed	$n_{in,max}$	min^{-1}	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Maximum input torque [1]	$M_{in,max}$	Nm	64.4	51.5	36.8	20.6	13.3	5.3
Maximum output speed	$n_{out,max}$	min^{-1}	1125	900	643	450	225	90
Maximum output torque [1]	$M_{out,max}$	Nm	250	250	250	200	250	250
Maximum output power	$P_{out,max}$	kW	29.4	23.6	16.8	9.4	5.9	2.4
Moment of inertia [2] MDD041, MKD041,MAC041, MDD065,MAC063, MHD041	J	$kgcm^2$	1.9	1.6	1.3	1.2	1.7	1.1
Moment of inertia [2] MDD071, MKD071 MKD071, MAC071	J	$kgcm^2$	2.0	1.7	1.4	1.3	1.8	1.2
Moment of inertia [2] MDD090 MDD093, MKD090, MAC090,MAC093	J	$kgcm^2$	2.7	2.4	2.1	2.0	2.5	1.9

[1]: a maximum of 1000 cycles per hour
[2]: The mass moment of inertia of the gearbox as relates to the input side.

Figure 6.1: Gear-dependent data - GTS 100

General data

Designation	Symbol	Unit	GTS 100	
			single-stage	two-stage
Efficiency	η	%	97	94
Backlash [1]	Δφ	arcmin	≤ 4 (≤2)[2]	≤ 6 (≤2)[2]
Torsional stiffness [3]	D	Nm/rad	82,500	
Service life	L_{10h}	h	>30,000	
Lubrication	-		synthetic oil with a viscosity of VG 220	
Permissible ambient temp.	T_{Um}	°C	0 to 45 °C	
Noise level	Lp	dB(A)	≤ 70[5]	
Protection category	-		IP 65[6]	
Weight	m	kg	6.2	7.1
Combine mechanically with	MDD065, MDD071, MDD090[4], MKD041, MKD071, MKD090 MAC063, MAC071, MAC090[4], MAC093, MHD041, MHD071			

[1]: as relates to the gearbox output side with ±2% of the gearbox nominal output torque and a fixed gearbox input side
[2]: values in parentheses apply to restricted backlash
[3]: torsional stiffness of gearbox as relates to output side with fixed input side
[4]: can only be combined with a center diameter of Ø 110 mm
[5]: with a gearbox input speed of 3000 min^{-1}
[6]: with the exception of the drive shaft leadthrough. It has IP 64.

Figure 6.2: General data - GTS 100

4