

Esame di stato – Prova Pratica

Sez A

Tema

In figura è schematicamente rappresentato un impianto di sollevamento azionato da un motore asincrono trifase collegato, mediante un riduttore, ad un tamburo sul quale si avvolge la fune di sollevamento. L'argano è a due tiri di fune ed è sostenuto all'estremità libera di una trave a mensola.

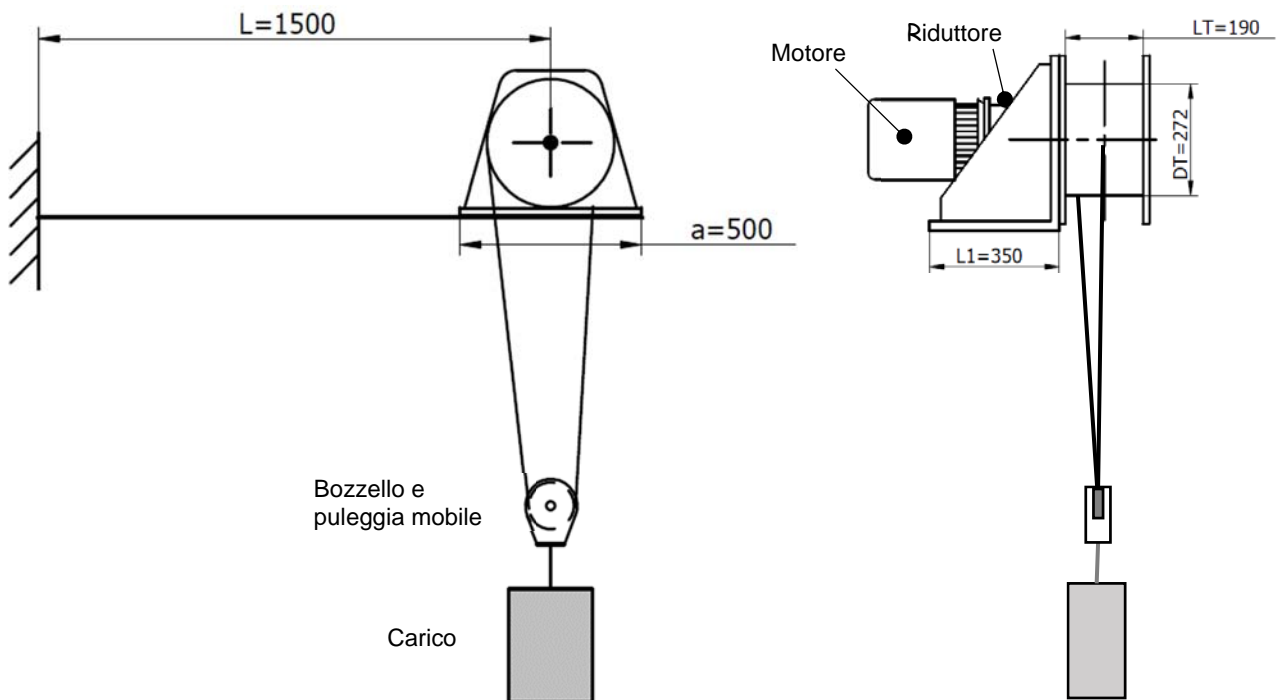


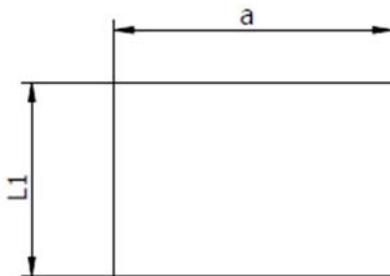
Figura 1: schema dell'impianto di sollevamento

Dati:

- Carico massimo da sollevare $m_c = 1000$ kg
- velocità nominale di salita e discesa $v = 12$ m/min
- altezza massima di sollevamento $H = 15$ m
- diametro del tamburo di avvolgimento $D_T = 272$ mm
- larghezza del tamburo $L_T = 190$ mm
- momento d'inerzia del tamburo $J_T = 3$ kg m²
- massa complessiva del tamburo e del telaio dell'argano $m_T = 100$ kg
- raggio della puleggia mobile $R_p = 100$ mm
- momento d'inerzia della puleggia mobile $J_p = 0.02$ kg m²
- massa della puleggia mobile e del bozzello $m_p = 15$ kg
- lunghezza libera della trave $L = 1500$ mm

Formulando le dovute ipotesi per la definizione di eventuali parametri mancanti, il candidato sviluppi i punti seguenti:

- considerando il funzionamento in salita a pieno carico scegliere il motore e il rapporto di trasmissione del riduttore (i riduttori disponibili sono elencati nella tabella 1). Per questa applicazione si hanno a disposizione motori a 4 e a 6 poli (Estratti 1 e 2), il candidato motivi la scelta del numero di poli del motore scelto.
- Con il sistema di azionamento selezionato calcolare la velocità di regime in salita a pieno carico e in discesa sempre a pieno carico. Per svolgere questo punto si può approssimare la curva caratteristica del motore, attorno alla velocità di sincronismo, con una retta di equazione: $C_m = K \cdot (n_0 - n_m)$. Con $K = C_N / (n_0 - n_N)$ si è indicata la rigidità del motore, n_m è la velocità di rotazione del motore, C_N la coppia nominale, n_N la velocità nominale e n_0 la velocità di sincronismo. Inoltre si può stimare il rendimento retrogrado della trasmissione con la relazione: $\eta_R = 2 - 1/\eta$
- Calcolare l'accelerazione massima del carico in salita considerando l'inserzione diretta del motore alla rete elettrica.
- Stimare il tempo necessario per raggiungere la velocità di regime.
- Calcolare nelle condizioni di massima accelerazione i tiri nelle funi.
- Ipotezzando che durante la fase di discesa il carico possa arrestarsi improvvisamente, stimare l'ampiezza massima delle oscillazioni del carico e la tensione nelle funi. Si conosce l'allungamento di un tratto di 10 m di fune sotto un carico di 5000 N: $\Delta L = 16 \text{ mm}$
- Determinare nelle condizioni più gravose le reazioni vincolari e le azioni interne nella trave a mensola.
- Determinare la posizione, il numero e il diametro delle viti per il fissaggio dell'argano alla trave metallica. La base dell'argano è costituita da una piastra rettangolare di con lati $a=500 \text{ mm}$ e $L_1=350 \text{ mm}$ (vedi figura).



Estratto 1. Motori asincroni a 4 poli

POTENZA NOMINALE RATED OUTPUT	TIPO MOTORE MOTOR TYPE	VELOCITA' SPEED	CARATTERISTICHE A POTENZA NOMINALE PERFORMANCE AT RATED OUTPUT				FATTORE DI POTENZA POWER FACTOR	RENDIMENTO EFFICIENCY	PER AVVIAMENTO DIRETTO FOR D.O.L STARTING		COPPIA MASSIMA BREAKDOWN TORQUE	RUMOROSITA' SOUND PRESSURE LEVEL	MOMENTO D'INERZIA MOMENT OF INERTIA	PESO WEIGHT IM 1001 (IM B3)	
			COPPIA TORQUE	CORRENTE CURRENT (400 V)	RENDIMENTO EFFICIENCY				Is/In p.u.	Ts/Tn p.u.					
					Tn Nm	In A									CLASSE CLASS eff %
kW		rpm min ⁻¹													Approx. kg
1500 min ⁻¹ = 4 poles - 50 Hz															
0,12	MA 63 a4	1370	0,84	0,44	n.c.	59,3	0,86	54,7	3,0	2,6	2,6	48	0,00025	3,5	
0,18	63 b4	1370	1,25	0,63	n.c.	63,0	0,86	61,6	3,0	2,5	2,5	48	0,00030	3,9	
0,25	63 c4	1370	1,74	0,82	n.c.	64,9	0,88	63,5	3,1	2,5	2,7	48	0,00040	4,3	
0,25	71 a4	1380	1,7	0,8	n.c.	67,6	0,88	66,7	3,7	2,5	2,5	49	0,00050	5,3	
0,37	71 b4	1380	2,6	1,2	n.c.	69,5	0,87	69,0	3,8	2,7	2,7	49	0,00060	6,0	
0,55	71 c4	1380	3,8	1,7	n.c.	70,4	0,88	69,9	3,9	2,9	3,0	49	0,00076	6,7	
0,55	80 a4	1380	3,8	1,5	n.c.	72,3	0,73	72,3	3,9	2,3	2,3	49	0,00130	8,4	
0,75	80 b4	1385	5,2	2,0	n.c.	73,2	0,73	73,2	4,1	2,8	2,8	49	0,00160	9,5	
0,92	80 c4	1385	6,3	2,4	n.c.	74,1	0,75	74,1	4,6	2,8	2,8	49	0,00190	10,4	
1,1	90 S4	1390	7,5	2,7	2	76,6	0,76	77,7	4,1	2,4	2,5	49	0,0033	12,8	
1,5	90 L4	1395	10,3	3,6	2	79,4	0,76	80,0	4,6	2,5	2,5	49	0,0040	15,0	
1,85	90 Lb4	1400	12,6	4,3	n.c.	80,6	0,78	81,0	4,7	2,5	2,6	49	0,0048	17,2	
2,2	100 La4	1420	14,8	4,9	2	81,4	0,80	81,9	5,1	2,2	2,4	56	0,0073	21,0	
3	100 Lb4	1420	20,2	6,4	2	83,4	0,81	84,4	5,2	2,4	2,6	56	0,0090	24,8	
4	112 M4	1425	27	8,6	2	84,2	0,80	84,8	5,6	2,6	2,9	56	0,0115	31	
5,5	132 Sa4	1440	36	11,4	2	85,7	0,81	86,1	6,2	2,1	2,5	58	0,0238	42	
7,5	132 Ma4	1450	49	15,3	2	87,9	0,81	88,2	6,7	2,5	2,9	58	0,0300	52	
9	132 Mb4	1455	59	17,8	n.c.	88,0	0,83	88,0	7,4	2,7	2,9	58	0,0338	58	
11	A4C 160 M4	1460	72	22,5	2	88,6	0,80	88,7	5,2	2,0	2,1	65	0,063	74	
15	160 L4	1460	98	30,0	2	89,8	0,80	89,9	5,9	2,3	2,4	65	0,075	88	
18,5	180 M4	1465	120	37	2	90,2	0,80	90,3	6,2	2,3	2,5	65	0,09	100	
22	180 L4	1465	143	42	2	90,8	0,83	91,0	6,3	2,4	2,5	69	0,11	122	
30	200 L4	1465	195	58	2	91,6	0,82	91,7	6,6	2,4	2,8	69	0,18	146	
37	225 S4	1470	240	68	2	93,1	0,85	93,1	6,5	2,3	2,8	74	0,32	207	
45	225 M4	1475	291	80	2	93,4	0,87	93,7	6,5	2,4	2,8	74	0,41	230	
55	250 M4	1475	356	97	2	93,7	0,88	93,9	6,4	2,3	2,6	74	0,52	264	
75	280 S4	1480	483	135	2	93,7	0,86	93,9	7	2,5	2,3	77	0,89	362	
90	280 M4	1480	580	157	2	94,5	0,88	94,6	7,1	2,7	2,4	77	1,06	427	
110	315 S4	1480	709	193	n.c.	94,7	0,87	94,3	7,1	2,6	2,4	77	1,15	455	
132	B4C 315 Ma4	1485	848	239	n.c.	94,9	0,84	94,5	6,2	2,6	2,5	78	2,1	739	
160	315 Mc4	1485	1028	286	n.c.	95,1	0,85	94,7	6,3	2,5	2,5	78	2,5	812	
200	315 Md4	1485	1285	353	n.c.	95,2	0,86	95,0	6,5	2,5	2,6	78	3,1	918	
250	B5C 355 La4	1490	1601	440	n.c.	95,5	0,86	95,0	6,2	2,0	2,4	79	6,1	1690	
315	355 Lb4	1490	2017	554	n.c.	95,6	0,86	95,1	6,2	2,0	2,4	79	7,4	1880	
355	355 Lc4	1490	2273	624	n.c.	95,6	0,86	95,2	6,2	1,9	2,3	79	8,3	2100	
400	355 Ld4	1490	2561	702	n.c.	95,8	0,86	95,3	6,2	1,9	2,4	79	9,4	2250	
450	355 Le4	1490	2881	778	n.c.	96,1	0,87	95,5	6,2	1,9	2,3	79	10,2	2360	
500	355 Lf4	1490	3201	835	n.c.	96,2	0,90	95,7	6,5	1,2	2,8	79	11,2	2430	
560	B5C 400 La4	1490	3586	969	n.c.	96,5	0,87	96,5	6,6	2	2,3	81	11,4	2700	
630	400 Lb4	1490	4034	1083	n.c.	96,6	0,87	96,6	6,6	2	2,4	81	13,0	2900	
710	400 Lc4	1490	4543	1220	n.c.	96,7	0,87	97	7,4	0,9	2,5	81	18,0	3100	

Estratto 2: motori asincroni a 6 poli

POTENZA NOMINALE RATED OUTPUT	TIPO MOTORE MOTOR TYPE	VELOCITA' SPEED	CARATTERISTICHE A POTENZA NOMINALE PERFORMANCE AT RATED OUTPUT			FATTORE DI POTENZA POWER FACTOR	RENDIMENTO EFFICIENCY	PER AVVIAMENTO DIRETTO FOR D.O.C. STARTING	COPPIA MASSIMA BREAKDOWN TORQUE	RUMOROSITA' SOUND PRESSURE LEVEL	MOMENTO D'INERZIA MOMENT OF INERTIA	PESO WEIGHT IM 1001 (IM 53)	
			COPPIA TORQUE	CORRENTE CURRENT (400 V)	RENDIMENTO EFFICIENCY								
					Tn Nm								In A
kW		rpm min ⁻¹											

$$1000 \text{ min}^{-1} = 6 \text{ poles} - 50 \text{ Hz}$$

0,09	MA	63 a6 ●	830	1,03	0,49	n.c.	43,0	0,62	39,0	2	2,3	2,0	50	0,00025	3,6
0,12		63 b6 ●	860	1,33	0,59	n.c.	46,8	0,63	42,7	2,1	2,5	2,2	50	0,00030	3,9
0,18		71 a6	850	2,0	0,70	n.c.	54,4	0,68	51,0	2,4	2,0	2,0	52	0,0005	5,8
0,25		71 b6	850	2,8	1,00	n.c.	56,3	0,64	52,8	2,4	2,1	2,0	52	0,0006	6,3
0,37		80 a6	930	3,8	1,2	n.c.	65,8	0,70	63,0	3,6	2,1	2,2	53	0,0024	8,8
0,55		80 b6	930	5,6	1,7	n.c.	68,7	0,68	66,2	3,7	2,5	2,4	53	0,0027	10,3
0,75		90 S6	930	7,7	2,1	n.c.	71,5	0,73	70,4	3,6	2,2	2,1	56	0,0037	13,4
1,1		90 L6	930	11,3	3,0	n.c.	75,3	0,71	73,6	4,8	2,6	2,5	56	0,0050	17,5
1,5		100 La6	940	15,2	3,8	n.c.	75,3	0,75	73,6	5	2,3	2,2	58	0,010	21,2
2,2		112 M6	940	22	5,4	n.c.	78,2	0,75	76,9	5,2	2,3	2,2	58	0,015	28,8
3		132 Sa6	950	30	7,1	n.c.	80,1	0,76	78,7	5,5	2,1	2,1	60	0,03	39
4		132 Ma6	950	40	9,1	n.c.	81,0	0,78	80,8	5,7	2,4	2,4	60	0,038	48,0
5,5		132 Mb6	960	55	13,3	n.c.	82,0	0,73	81,5	6,1	2,6	2,6	60	0,046	58,0
7,5	A4C	160 M6	965	74	15,5	n.c.	85,4	0,82	86,1	5	2,0	2,3	62	0,087	67
11		160 L6	970	108	22,0	n.c.	88,2	0,82	88,4	5,5	2,3	2,5	62	0,110	86
15		180 L6	970	148	30	n.c.	88,4	0,82	88,9	5,2	2,3	2,2	63	0,13	110
18,5		200 La6	970	182	36	n.c.	88,7	0,84	89,4	5,2	2,1	2,3	63	0,17	125
22		200 Lb6	970	216	41	n.c.	89,4	0,86	89,8	5,6	2,4	2,4	63	0,22	145
30		225 M6	975	294	59	n.c.	91,5	0,81	91,7	6,3	2,4	2,4	66	0,47	216
37		250 M6	975	362	72	n.c.	90,3	0,82	91,2	6,5	2,6	2,6	66	0,57	258
45		280 S6	980	438	84	n.c.	92,1	0,84	92,4	6,0	2,4	2,3	72	0,85	314
55		280 M6	980	535	102	n.c.	92,8	0,84	93,2	6,0	2,5	2,6	72	1,07	353
75		315 S6	980	730	137	n.c.	92,9	0,85	93,2	6,0	2,3	2,3	72	1,45	426
90	B4C	315 Ma6	985	872	163	n.c.	93,8	0,85	94,1	6,0	2,5	2,5	74	2,6	707
110		315 Mb6●	985	1085	199	n.c.	93,8	0,85	93,9	6,0	2,4	2,4	74	3,0	758
132		315 Mc6●	985	1278	238	n.c.	94,3	0,85	94,3	6,3	2,5	2,5	74	3,6	848
160		315 Md6●	985	1550	284	n.c.	94,8	0,86	94,8	6,3	2,5	2,5	74	4,4	953
200	B5C	355 La6 ●	990	1927	357	n.c.	95,3	0,85	95,3	6	2,1	2,1	75	10,5	1680
250		355 Lb6 ●	990	2409	445	n.c.	95,5	0,85	95,4	6	2,1	2,1	75	13,1	1890
315		355 Lc6 ●	990	3035	553	n.c.	95,7	0,86	95,6	6,3	2,3	2,3	75	17,0	2315
355		355 Ld6 ●	990	3421	614	n.c.	96,0	0,87	96,0	6,5	2,3	2,4	75	18,6	2390
400	B5C	400 La6●	992	3847	719	n.c.	96,0	0,84	96,0	6,9	1,5	2,5	76	17,5	2680
450		400 Lb6●	992	4328	795	n.c.	96,2	0,85	96,1	7,2	1,6	2,5	76	19,5	2850
500		400 Lc6●	993	4804	890	n.c.	96,3	0,84	96,2	7,7	1,7	2,6	76	22,0	3070
560		400 Ld6●	994	5375	966	n.c.	96,3	0,87	96,3	6,9	1,4	2,6	76	30,0	3200

TABELLA 1- RIDUTTORI DISPONIBILI

		1-Stadio			
Rapporto di riduzione	i	4	5	7	10
Momento d'inerzia (riferito all'ingresso)	J _R [kg cm ²]	44,1	34,6	25,5	20,6
Rendimento	η	94%			
Peso	kg	30			

		2-Stadi								
Rapporto di riduzione	i	16	20	25	28	35	40	50	61	70
Momento d'inerzia (riferito all'ingresso)	J _R [kg cm ²]	12,7	12,5	12,1	10,8	10,6	9,87	9,77	9,87	9,68
rendimento	η	92%								
Peso	kg	34								