



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

B

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree di primo livello D.M. 509/99 e D.M. 270/04 e Diploma Universitario)

SEZIONE B - Prima sessione 2024

PROVA SCRITTA DEL 31 LUGLIO 2024

SETTORE INDUSTRIALE

Classi di laurea:

10 e L-9: Ingegneria Industriale

AMBITI:

Gestionale / Automazione

Tema n. 1 (ambito GESTIONALE):

PARTE A

Il candidato discuta il ruolo delle scorte nell'ambito del processo di gestione dei materiali di una qualsivoglia filiera produttiva. In particolare, descriva: tipologia e funzioni delle scorte, possibili classificazioni delle scorte, modalità di misura delle scorte, modelli di calcolo, parametri e dati chiave per le analisi, indicatori di misura e prestazione.

PARTE B

La KIB produce rasoi usa e getta di proprietà e commercializza rasoi elettrici su licenza di una nota casa americana. I prodotti della KIB raggiungono clienti di tutto il mondo che possono effettuare i propri ordini direttamente all'azienda con diversi canali: telefono, e-mail e portale web dell'azienda. L'acquisizione ed inserimento degli ordini a sistema richiedono in media 1 giorno di lavoro agli addetti backoffice di BIK, indipendentemente dal canale utilizzato e dalla nazionalità del cliente.

Non appena l'ordine è stato quindi acquisito e visibile a sistema, l'addetto all'ufficio Logistica verifica che gli articoli ordinati siano disponibili a magazzino prodotti finiti. Il Grado di copertura a Scorte è infatti differente a seconda degli articoli: 90% per gli articoli di produzione interna (rasoi bilama o trilama); 85% per gli articoli commercializzati (rasoi elettrici).

In caso di disponibilità, si può subito procedere al prelievo dei materiali da magazzino ed all'allestimento della spedizione: un ordine può infatti essere spedito a partire dal giorno del suo allestimento. La durata di questa fase dipende però dal tipo di articolo, come illustrato in Tabella 1.

Tipo di articolo	Durata prelievo + allestimento [giorni]	Grado di copertura delle scorte
Produzione interna (Bilama o Trilama)	1	90%
Commercializzati (Rasoi elettrici)	2	85%

Tabella 1. Durata delle attività di prelievo ed allestimento e puntualità di consegna per tipo di articolo.

In caso di indisponibilità, è invece necessario provvedere al riapprovvigionamento degli articoli e, in particolare:

- Per gli articoli commercializzati, l'ufficio Acquisti di BIK emette un ordine di riapprovvigionamento verso il fornitore aziendale: in genere, sono necessari 7 giorni affinché gli articoli ordinati siano consegnati all'azienda.
- Per gli articoli prodotti internamente, occorre svolgere l'intero ciclo di produzione che comporta mediamente 1 giorno di attesa ulteriore.

La produzione interna segue infatti un ciclo snello e simile per le due varianti del prodotto usa-getta: entrambe, infatti, pur avendo una domanda molto differente (la domanda annua del bilama è tripla rispetto a quella del trilama) vengono prodotte sullo stesso impianto, una linea transfer non bufferizzata sintetizzata in Figura 1.

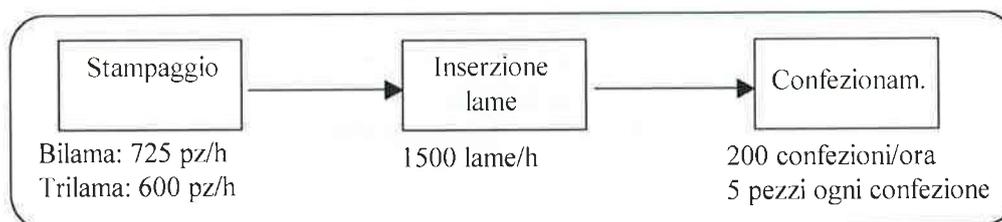


Figura1: Fasi di produzione del rasoio.

La produzione interna di KIB lavora su un turno da 8 ore al giorno, per 6 giorni alla settimana. La fase di inserzione lame è molto flessibile, ed ha setup praticamente nulli al cambio prodotto; la stessa flessibilità si riscontra presso la fase di confezionamento, dove è sufficiente cambiare i cartoncini stampati in ingresso. Nello stampaggio dei gambi, invece, la sostituzione dello stampo richiede, ad ogni cambio prodotto, due ore di fermo linea.

I due rasoi vengono prodotti in campagne settimanali, in cui viene messo prima in produzione il trilama e quindi il bilama. La resa delle prime due fasi non è eccellente: il 10% dei pezzi stampati viene scartato, mentre nel 10% dei casi si deve ripetere l'inserzione della lama, senza però che si debba scartare il pezzo in lavorazione. La fase di confezionamento, invece, pur con resa di conformità approssimabile al 100%, è effettuata su un impianto vecchio che presenta delle forti perdite di velocità, per cui, in media, nel 40% del tempo l'impianto lavora ad un ritmo ridotto del 30% rispetto al ritmo standard dichiarato dal costruttore.

Una volta allestiti, gli ordini vengono poi consegnati al cliente attraverso uno spedizioniere: la frequenza e la durata del trasporto variano invece a seconda della nazionalità del cliente, come riportato in Tabella 2.

Nazionalità	Frequenza di spedizione	Durata media del trasporto [giorni]
Italia	Giornaliera	1
Estero	Settimanale	4

Tabella 2. Frequenza e durata delle spedizioni in funzione della nazionalità del cliente. Settimana lavorativa: 5 giorni.

Alla luce alle informazioni fornite, al candidato viene richiesto di:

- Calcolare la capacità produttiva del sistema;
- Definire i principali stati di utilizzo del sistema;
- Schematizzare il ciclo ordine-consegna;
- Calcolare, per ciascuna categoria di clienti (Italia vs. Estero) e di prodotti (componenti termoplastici vs. articoli da rivendita):
 - il tempo di ciclo ordine-consegna teorico (ipotizzando il materiale disponibile a magazzino);
 - il tempo di ciclo ordine-consegna effettivo;
 - si discutano l'incidenza dello scostamento tra i due valori e l'impatto sul servizio al cliente.

Formulario

$$C_p = P_{mix} * T_{pn} * R$$

T_{pn}: Tempo Produttivo Netto

R: Resa complessiva = R_v * R_q * R_c

P_{mix}: è la potenzialità di mix calcolabile:

- conoscendo per ciascun prodotto i ritmi standard (R_{si}) [pezzi/ora] e le percentuali sul volume complessivo di produzione (%i).

$$P_{mix} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\%i}{R_{si}}}$$

- oppure se si dispone delle percentuali di produzione in tempo, P_{mix} si può calcolare come media pesata sui tempi di messa in produzione dei prodotti dei ritmi standard dei diversi codici.

$$\sum_i \%i \cdot tempo_i * R_{si}$$



$$T_{CICLO} = TC_D + (1 - GCS) \cdot TC_R$$

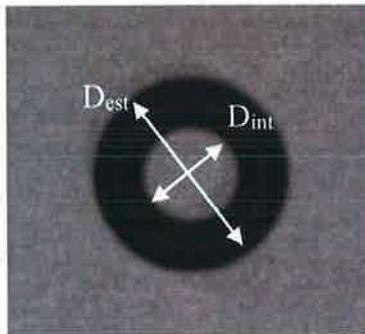
Tema n. 2 (ambito AUTOMAZIONE):

PARTE A

Contestualizzare e descrivere come potrebbe essere applicata l'automazione alle tecnologie convenzionali per la produzione di componenti metallici con particolare riferimento a quali sono le tecniche convenzionali di fonderia e deformazione plastica e quali passaggi relativi a queste tecnologie possono essere automatizzati per migliorare l'efficienza della catena produttiva.

PARTE B

Nei sistemi automatizzati sempre più spesso sono presenti sistemi di visione per il controllo della produzione. Il candidato progetti un sistema di visione per il controllo dell'oggetto (o-ring) riportato in figura:



L'obiettivo è la stima del diametro interno (D_{int}) e del diametro esterno (D_{ext}) dell'oggetto.

Si considerino i seguenti dati:

- Diametro esterno nominale $D_{ext} = 10\text{mm}$;
- Diametro interno nominale $D_{int} = 7\text{ mm}$;
- Risoluzione richiesta $R_s = 0.005\text{ mm/px}$.

Il candidato identifichi:

- la tipologia di sistema di illuminazione più appropriato (giustificando la scelta);
- i parametri principali del sistema di visione in modo da ottenere la risoluzione richiesta (Field Of View, risoluzione minima telecamera);
- la telecamera ottimale tra quelle riportate in allegato;
- l'ottica più appropriata tra quelle riportate in allegato;
- la distanza ottimale tra telecamera e piano di lavoro (working distance);
- la combinazione di tecniche di image processing più adeguata alla misura dei diametri richiesti (illustrandone il funzionamento).

Per completezza si riportano le formule necessarie.

Field of View

$$FOV = (D + \varepsilon) * (1 + Pa) \quad [mm]$$

D = feature massima da misurare [mm]

ε = errore di posizionamento oggetto [mm]

Pa = errore di posizionamento telecamera [%]

Risoluzione spaziale

$$R_s = \frac{R_f}{F_p} \quad [\text{mm/px}]$$

$$R_i = \frac{FOV}{R_s} \quad [\text{px}]$$

F_p = numero di pixel con la quale misurare la feature minima [px]

R_f = dimensione della feature minima in unità di misura mondo [mm]

R_i = risoluzione immagine (telecamera) [px]

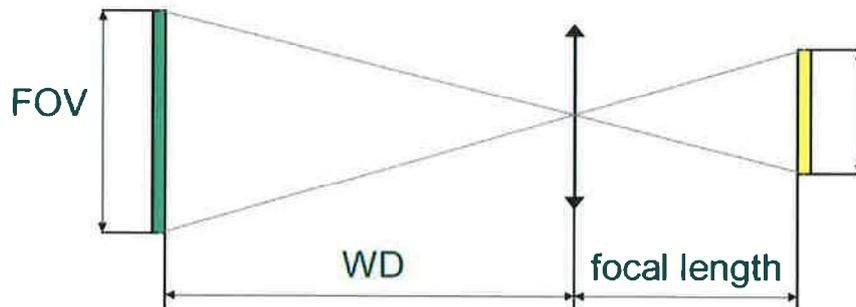
Sensor size (SS)

$$SS = PS * R_i \quad [\text{mm}]$$

PS = pixel size telecamera [mm]

R_i = risoluzione immagine (telecamera) [px]

Working distance (WD)



$$WD = \frac{FOV \cdot \text{focal length}}{SS} \quad [\text{mm}]$$

FOV = field of view [m]

SS = camera sensor size [mm]

Focal length = lunghezza focale ottica [mm]

Elenco telecamere

SENSOR OVERVIEW & EMVA DATA OF BASLER CAMERAS

Manufacturer	Sensor	Type	Shutter	Resolution	Pixel (H x V)	Pixel Size [µm]	Optical Size ["]	Series	Frame Rate USB / GigE / CXE-12	ISO [K]	Dark Noise [e-]	Sat. Capacity [ke-]	Dynamic Range [dB]	Max. SNR [dB]	
Sony	ICX274	CCD	global	2 MP	1626 x 1236	4.40	1/1.8	ace scout	20 14 28	50 51	10 8 12	8.4 9.0 9.2	58 61 58	39 40 40	
	ICX285	CCD	global	1.4 MP	1390 x 1038	6.45	2/3	scout	17 30	58 64	8 28	19.0 13.5	65 54	43 41	
	ICX415	CCD	global	CCIR	782 x 582	8.30	1/2	ace	75	41	19	19.0	60	43	
	ICX424	CCD	global	VGA	659 x 494	7.40	1/3	ace scout	90 70	45 46	13 11	14.8 14.0	62 62	43 42	
	ICX445	CCD	global	1.3 MP	1296 x 966	3.75	1/3	ace ace scout	22 30 32	55 57 54	9 10 9	6.7 6.9 7.0	57 57 58	38 38 38	
	ICX615	CCD	global	VGA	659 x 494	5.6	1/4	ace	120	62	12	17.8	64	43	
	ICX618 Replacement														
	IMX174	CMOS	global	VGA	659 x 494	5.6	1/4	ace	134	63	5	28.0	75	45	
	IMX178	CMOS	global	2.3 MP	1920 x 1200	5.66	1/1.2	ace	16.4	70	7	31.6	74	45	
	IMX178	CMOS	rolling	6 MP	3068 x 2064	2.4	1/1.8	ace	59	81	3	14.3	73	42	
	IMX193	CMOS	rolling	20 MP	5472 x 3648	2.4	1	ace	17	75	3	13.9	71	41	
	IMX226	CMOS	rolling	12 MP	4024 x 3036	1.85	1/1.7	ace	31	83	5	11.0	70	40	
	IMX249	CMOS	global	2.3 MP	1920 x 1200	5.66	1/1.2	ace	41	70	7	31.9	74	45	
	IMX260	CMOS	global	5 MP	2448 x 2048	3.45	2/3	ace	75	68	2	10.7	73	40	
	IMX252	CMOS	global	3 MP	2048 x 1536	3.45	1/1.8	ace	120	69	2	10.5	73	40	
	IMX253	CMOS	global	12 MP	4096 x 3000	3.45	1	ace boost*	30	70	2	10.5	73	40	
	IMX255	CMOS	global	9 MP	4096 x 2160	3.45	1	ace boost*	40	70	2	10.5	73	40	
	IMX264	CMOS	global	5 MP	2448 x 2048	3.45	2/3	ace	35	68	2	10.4	73	40	
	IMX265	CMOS	global	3 MP	2048 x 1536	3.45	1/1.8	ace	55	68	2	10.4	73	40	
	IMX267	CMOS	global	9 MP	4096 x 2160	3.45	1	ace	30	68	2	10.2	73	40	
IMX273	CMOS	global	1.6 MP	1440 x 1080	3.45	1/2.9	ace	227	63	3	10.5	71	40		
IMX287	CMOS	global	VGA	720 x 540	6.9	1/2.9	ace	525	63	7	21.0	74	43		
IMX304	CMOS	global	12 MP	4096 x 3000	3.45	1	ace	20	68	2	10.2	73	40		
IMX392	CMOS	global	2.3 MP	1920 x 1200	3.45	1/2.3	ace 2*	160	64	5	10.4	72	40		

Please note that only monochrome area scan cameras are listed in this overview. Specifications are subject to change without notice. For further information on the EMVA measurements and the EMVA 1288 standard release, E.T. please visit: baslerweb.com/ema/1288_standard

*preliminary

Hyper-APO series

M0818-APVSW 2	
Focal Length	8mm
F-Number	F1.8 - F16
Working Distance	0.1m - Inf
Angle of View(MX992)	56.6° x 46.7° (Diagonal:68.7°)
Angle of View(MX990)	42.7° x 34.7° (Diagonal:53.2°)
Angle of View(MX993)	46.7° x 35.6° (Diagonal:56.6°)
Angle of View(MX991)	22.1° x 17.2° (Diagonal:28.1°)
Wavelength Range	400-1700nm
Mount	C
Sensor Size	1/1.4"
Resolution	5MP
Filter Size	M46 P=0.5mm
Dimensions	φ 49mm x 34.7mm
Weight	171g

M1618-APVSW 2	
Focal Length	16mm
F-Number	F1.8 - F16
Working Distance	0.1m - Inf
Angle of View(MX992)	31.0° x 25.0° (Diagonal:38.9°)
Angle of View(MX990)	22.7° x 18.2° (Diagonal:28.8°)
Angle of View(MX993)	25.0° x 18.9° (Diagonal:31.0°)
Angle of View(MX991)	11.4° x 9.2° (Diagonal:14.6°)
Wavelength Range	400-1700nm
Mount	C
Sensor Size	1/1.4"
Resolution	5MP
Filter Size	M37.5 P=0.5mm
Dimensions	φ 39.5mm x 51.3mm
Weight	170g

M3518-APVSW	
Focal Length	35mm
F-Number	F1.8 - F16
Working Distance	0.15m - Inf
Angle of View(MX992)	14.4° x 11.6° (Diagonal:18.4°)
Angle of View(MX990)	10.5° x 8.4° (Diagonal:13.4°)
Angle of View(MX993)	11.6° x 8.7° (Diagonal:14.4°)
Angle of View(MX991)	5.3° x 4.2° (Diagonal:6.8°)
Wavelength Range	400-1700nm
Mount	C
Sensor Size	1/1.4"
Resolution	5MP
Filter Size	M37.5 P=0.5mm
Dimensions	φ 39.7mm x 74.3mm
Weight	199g

M1218-APVSW 2	
Focal Length	12mm
F-Number	F1.8 - F16
Working Distance	0.1m - Inf
Angle of View(MX992)	40.5° x 37.9° (Diagonal:50.4°)
Angle of View(MX990)	30.0° x 24.2° (Diagonal:37.9°)
Angle of View(MX993)	32.9° x 25.0° (Diagonal:40.5°)
Angle of View(MX991)	15.2° x 12.2° (Diagonal:19.5°)
Wavelength Range	400-1700nm
Mount	C
Sensor Size	1/1.4"
Resolution	5MP
Filter Size	M37.5 P=0.5mm
Dimensions	φ 39.5mm x 52.0mm
Weight	163g

M2518-APVSW 2	
Focal Length	25mm
F-Number	F1.8 - F16
Working Distance	0.1m - Inf
Angle of View(MX992)	20.0° x 16.1° (Diagonal:25.5°)
Angle of View(MX990)	14.6° x 11.7° (Diagonal:18.6°)
Angle of View(MX993)	16.1° x 12.1° (Diagonal:20.0°)
Angle of View(MX991)	7.3° x 5.9° (Diagonal:9.4°)
Wavelength Range	400-1700nm
Mount	C
Sensor Size	1/1.4"
Resolution	5MP
Filter Size	M37.5 P=0.5mm
Dimensions	φ 39.5mm x 59.2mm
Weight	159g

M5018-APVSW	
Focal Length	50mm
F-Number	F1.8 - F16
Working Distance	0.2m - Inf
Angle of View(MX992)	10.2° x 8.2° (Diagonal:12.8°)
Angle of View(MX990)	7.4° x 5.9° (Diagonal:9.5°)
Angle of View(MX993)	8.1° x 6.1° (Diagonal:10.1°)
Angle of View(MX991)	3.7° x 3.0° (Diagonal:4.7°)
Wavelength Range	400-1700nm
Mount	C
Sensor Size	1/1.4"
Resolution	5MP
Filter Size	M37.5 P=0.5mm
Dimensions	φ 40.5mm x 72mm
Weight	174g