

תהליכי ייצור ה'

(להנדסאי מכונות)

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם עשר שאלות בסך-הכול. עליכם לענות על ארבע שאלות לפי בחירתכם מן השאלון כולו. לכל שאלה – 25 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: כל חומר עזר כתוב בכתב-יד או מודפס על נייר, כלי סרטוט, מחשבון ומילוניות שמאושרת על ידי אגף הבחינות.

ד. הוראות מיוחדות:

- בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את השאלון כולו וודאו שההנחיות בדף זה מובנות לכם היטב.
- ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון.
- המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, ולא יתייחס לתשובות הנוספות.
- בכל שאלה ניתן הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו על-פי שיקול דעתכם, ופתרו בעזרתו את השאלה. ציינו בתשובה את הנתון שהוספתם.
- בכל האירוס בשאלון המידות נתונות במילימטרים (מ"מ).
- בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
- בנספח ב' לשאלון זה מובא מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיחים:

בתום הבחינה, ודאו שהנבחנים הדביקו את מדבקת הנבחן שלהם על נספח א', וצירפו את הנספח למחברת הבחינה.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

כתבו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 13 עמודים ו-2 עמודי נספחים.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

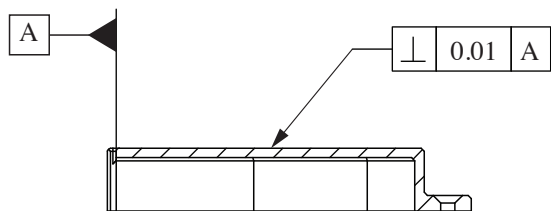
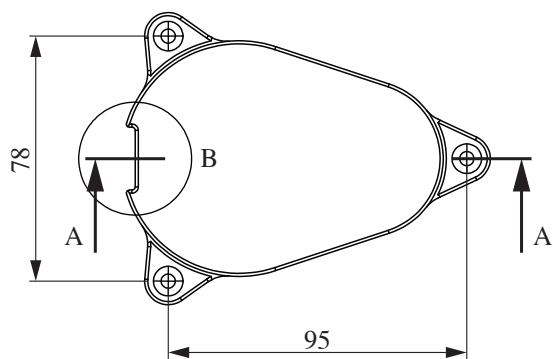
השאלות

בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם עשר שאלות.
ענו על ארבע מבין השאלות 1–10 (לכל שאלה – 25 נקודות).

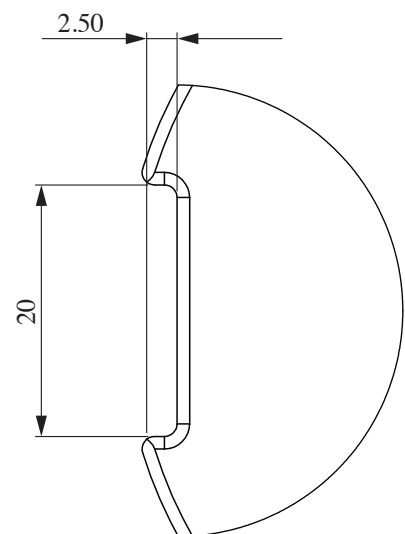
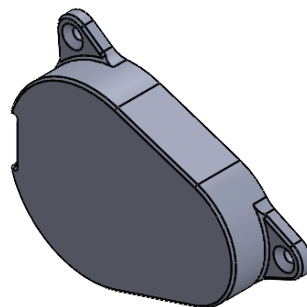
פרק ראשון: תכנון של קביע או מתקן

שאלה 1

- באיור לשאלה 1 (עמוד 3) מתואר חלק המיוצר בסדרות של 800 יחידות בכל סדרה.
בייצור הסדרה הראשונה של החלק, שכחו לפתוח את החלון בדופן המחוספסת, המתוארת בחתך שבאיור (פרט B).
החלק נמצא בשלב העיבוד האחרון, ולכן יש לבצע עיבוד מחדש (REWORK) של כל הסדרה.
- (6 נק') א. האם לדעתכם ניתן לבצע את העיבוד החסר? אם כן, הסבירו כיצד, והתייחסו למכונה או לכלי שבהם הייתם משתמשים. אם לא, הסבירו מדוע.
- (6 נק') ב. כדי שיבוצע עיבוד מחדש (REWORK), על החלק לעמוד בדרישות של סיבולת המידה ושל הסיבולת הגאומטרית. סמנו ב**נספח א'**, בשני החתכים, בעזרת סימני קיבוע, היכן יש לקבע את החלק כך שיעמוד בדרישות אלה.
- (7 נק') ג. תכננו קביע לביצוע העיבוד האחרון של החלק, וסרטטו אותו במחברתכם.
- (6 נק') ד. הביאו **שתי** סיבות מדוע במקרה זה כדאי לייצר מתקן עזר לביצוע העבודה, והסבירו את תשובתכם.



חתך A-A



פרט B

איור לשאלה 1

הדביקו את מדבקת הנבחן במקום המיועד לכך בנספח א', וצרפו את הנספח למחברת הבחינה.

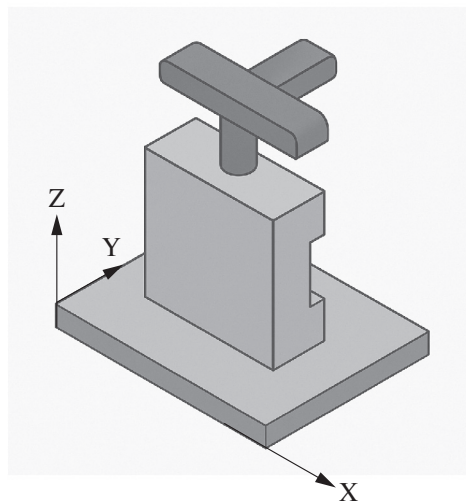
פרק שני: תכנון של תהליכי עיבוד שבבי ושל מתקני ייצור

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתואר חלק המוחזק על ידי מתקן בסיס פשוט. החלק מונח על משטח אופקי, מיושר באמצעות דופן אחת, ומוחזק בעזרת מהדק עילי (Clamp).

באיור מוצגים:

- משטח תחתון שטוח
- מהדק עליון הלוחץ אנכית בלבד



איור לשאלה 2

(15 נק') א. בטבלה שלפניכם מצוינות דרגות חופש שונות של החלק המוחזק על ידי המתקן. העתיקו את הטבלה למחברת, סמנו ליד כל דרגת חופש אם המתקן **מבטל** אותה (✓) או **לא מבטל** אותה (x), ונמקו את תשובתכם.

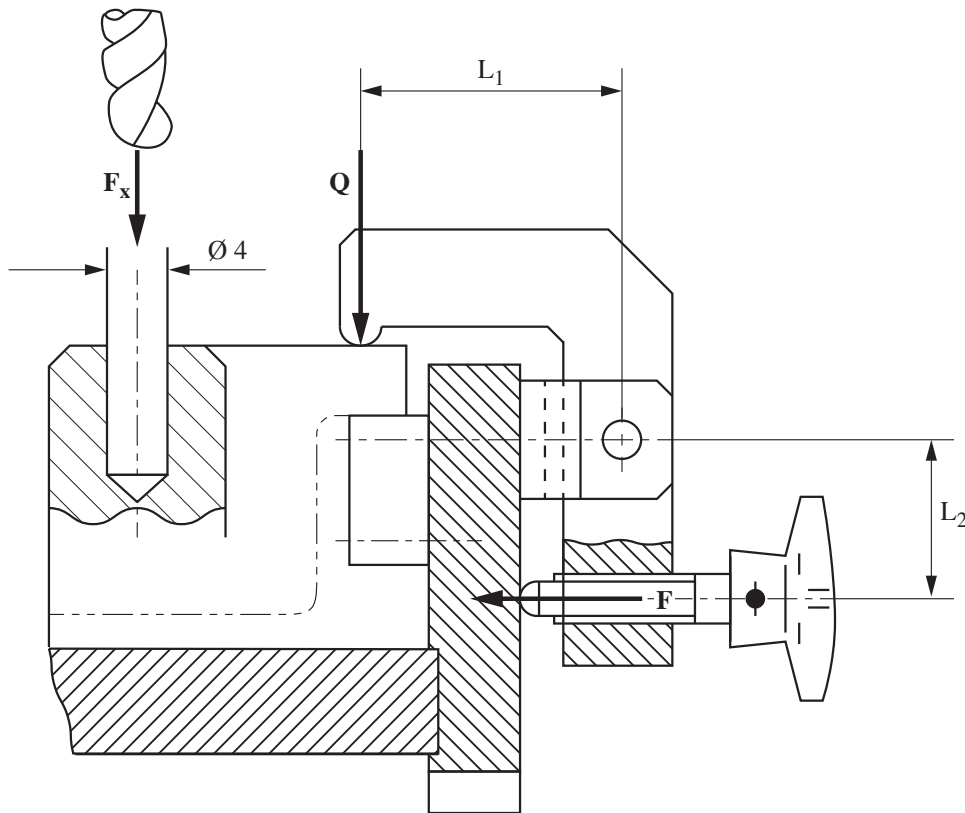
שימו לב: בטבלה מצוינות דרגות החופש של החלק **לפני הפעלת מהדק** וגם **לאחר הפעלת מהדק**.

נימוק	האם המתקן מבטל (✓) או לא מבטל (x) את דרגת החופש?	דרגת החופש
		תנועה קווית בציר X
		תנועה קווית בציר Y
		תנועה קווית בציר Z
		תנועה סיבובית סביב ציר X
		תנועה סיבובית סביב ציר Y
		תנועה סיבובית סביב ציר Z

(10 נק') ב. סרטטו ביד חופשית קביע/מתקן המבטל את **כל** דרגות החופש שנותרו חופשיות במתקן המתואר בשאלה זו.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר הידוק של עוגד על ידי מתקן בורגי ומנוף, לצורך ביצוע קידוח שקוטרו 4 מ"מ.



איור לשאלה 3

א. (8 נק') קודחים את הקדח שקוטרו 4 מ"מ כאשר הקדמה $f = 0.1 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$

וההתנגדות הסגולית לשיבוב היא $K_s = 3600 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

חשבו את כוח השיבוב המשקי, P_z .

ב. (8 נק') ידוע שהכוח הצירי הוא $F_z = 0.3 P_z$. חשבו את הכוח הצירי.

ג. (9 נק') נתונים:

$$L_1 = 50 \text{ mm} \quad -$$

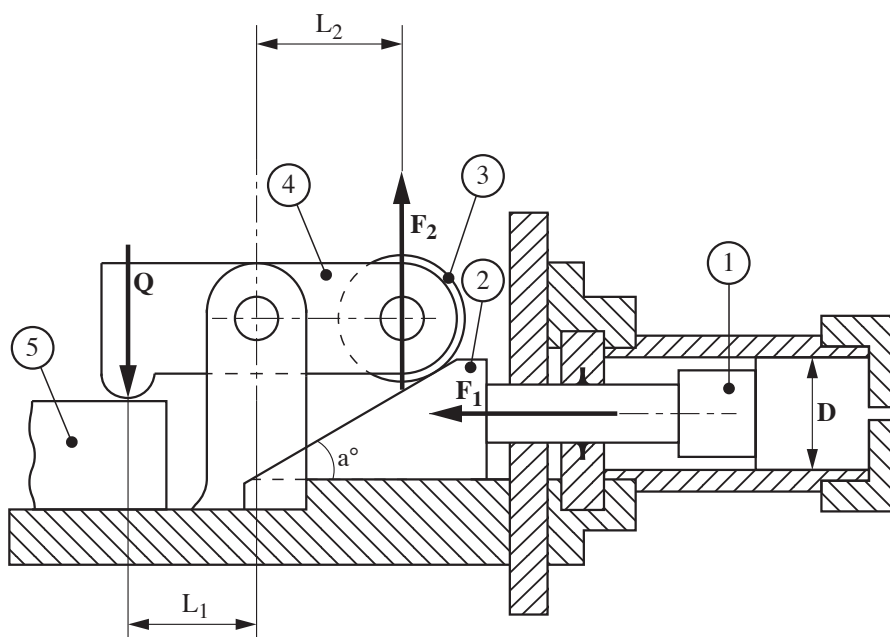
$$L_2 = 30 \text{ mm} \quad -$$

- כוח ההידוק של העוגד הוא: $Q = 300 \text{ N}$.

חשבו את הכוח F שבורג המתקן צריך להפעיל על המנוף כדי להדק את העוגד.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתואר הידוק של עוֹבֵד בעזרת מערכת הכוללת יתד ומופעלת על ידי בוכנה פנאומטית.



איור לשאלה 4

1. בוכנה פנאומטית
2. יתד
3. גלגלת
4. מנוף
5. עוֹבֵד

נתוני המערכת:

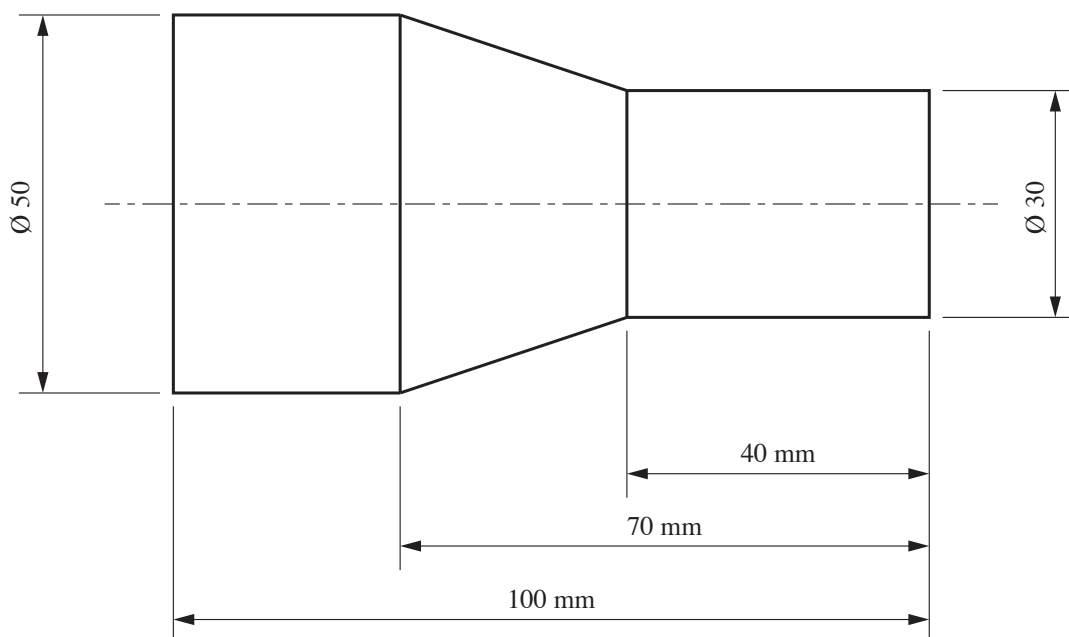
- לחץ האוויר בצילינדר: $P = 0.5 \text{ MPa}$
- קוטר הצילינדר: $D = 26 \text{ mm}$
- מקדם החיכוך בין המישור המשופע של היתד ובין הגלגלת שעל המנוף: $\mu = 0.12$
- זווית היתד: $\alpha = 15^\circ$

- א. ציינו שלושה יתרונות של מערכת הידוק פנאומטית לעומת מערכת הידוק ידנית. (6 נק')
 - ב. חשבו את הכוח F_1 שהבוכנה מפעילה על היתד. (6 נק')
 - ג. חשבו את הכוח F_2 הפועל על הגלגלת של המנוף. (7 נק')
 - ד. ללא קשר לתוצאה שקיבלתם בסעיף ג', הניחו שערך הכוח F_2 שווה ל-661 ניוטון. (6 נק')
- ידוע ש: $L_2 = 20 \text{ mm}$, $L_1 = 12 \text{ mm}$.
חשבו את הערך של הכוח Q שהמנוף מפעיל על העוֹבֵד.

פרק שלישי: עיבוד בלתי-שבבי

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מתואר חלק עשוי פלדה SAE1020 שיש לייצר בכמות של 20,000 יחידות בתהליך החישול. החישול יתבצע בטמפרטורה 850°C , וייעשה בטבעים פתוחים. חומר הגלם שבו ישתמשו הוא מוט גלילי שקוטרו 45 mm.



איור לשאלה 5

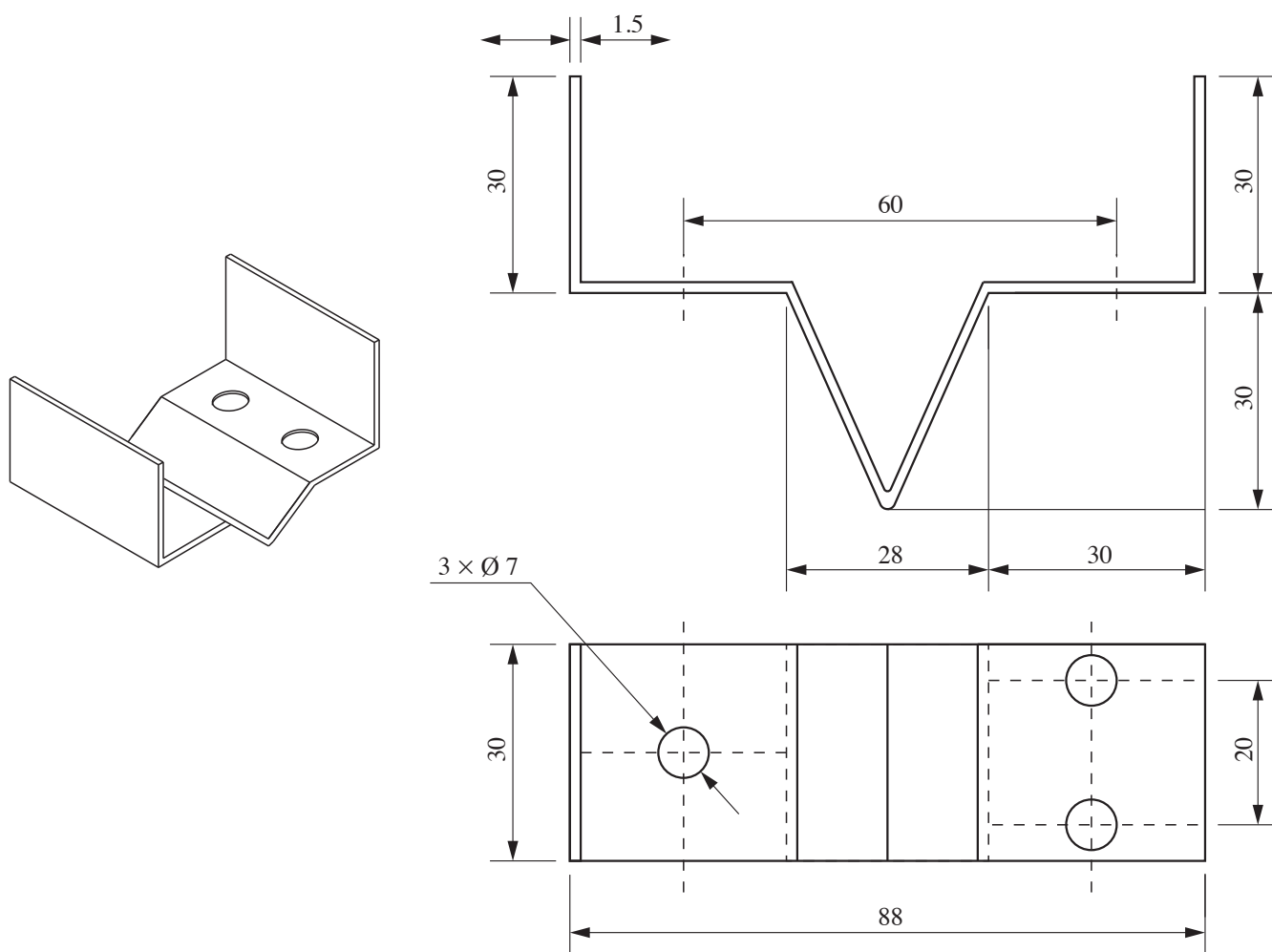
- א. (8 נק') חשבו את **אורך** חומר הגלם הדרוש לייצור החלק. בחישוב עליכם לכלול 5% תוספת עבור התמצקות ו-6% תוספת עבור תעלת עודפים.
- ב. (6 נק') חשבו את **הכוח** הדרוש לביצוע החישול של החלק, בהנחה שהמאמץ המותר של החומר בטמפרטורה הנדרשת הוא $\sigma_y = 95 \text{ MPa}$ ומקדם הגברת כוח המכבש הוא $k = 1.4$.
- ג. (6 נק') **סרטטו** את מערכת הטבעים הדרושה לביצוע החישול, וסמנו את תעלת העודפים.
- ד. (5 נק') כתבו מהם **השלבים** בביצוע תהליך החישול של החלק.

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מסורטט חלק המיוצר בעזרת מבלטי גזירה וכפיפה. החלק מיוצר מסרט העשוי פלדה רכה. מידות החלק נתונות באיור.

נתונים:

- מאמץ כניעה לכפיפה: $\sigma_y = 450 \text{ MPa}$
- מאמץ כניעה לגזירה: $\tau_s = 300 \text{ MPa}$
- מקדם ביטחון לגזירה: $k = 1.5$
- מקדם הכפיפה: $C = 1.24$
- מקדם לחישוב העבודה בגזירה: $\lambda = 0.45$
- מהירות הזחלן של המכש: $v = 1.8 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$
- מקדם הנצילות של המכש: $\eta = 0.8$

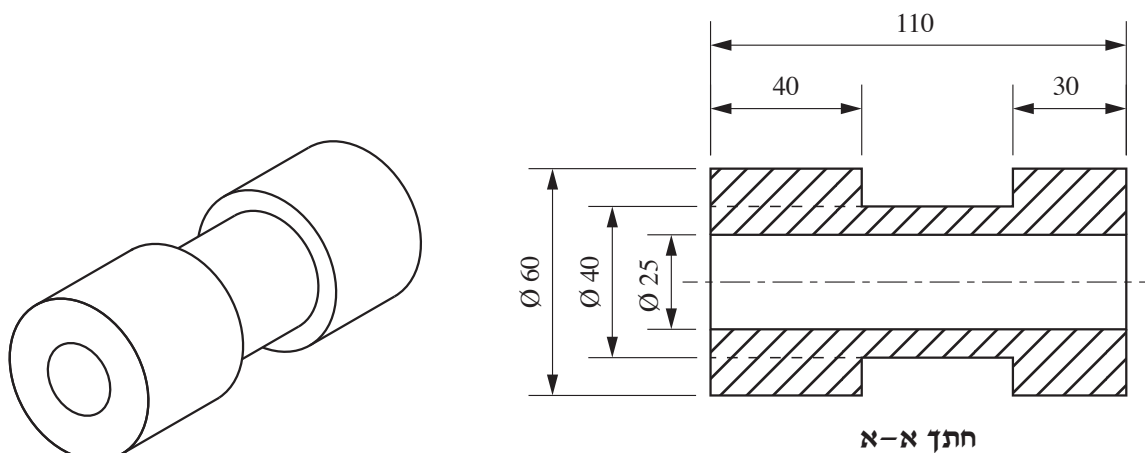


איור לשאלה 6

- (7 נק') א. חשבו את אורך הפריסה של החלק.
שימו לב: בחישוב אין להתייחס לרדיוסים הנוצרים בכיפופים.
- (7 נק') ב. חשבו מהו הכוח הכולל הדרוש לכיפוף צורת ה- V ולכיפוף צורת ה- U יחד (הכיפוף לשתי הצורות מתבצע באותו הזמן).
- (6 נק') ג. חשבו מהו הכוח הדרוש לניקוב שלושת הקדחים המופיעים באיור.
- (5 נק') ד. חשבו את ההספק (ב- kW) הדרוש למכש לבצוע הניקוב של הקדחים (קוטר הקדחים הוא 7 מ"מ).

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מתואר חלק מתכתי המיוצר ביציקת חול.



איור לשאלה 7

- א. (6 נק') מה ההבדל בין תהליך יציקה לבין תהליך סנטור?
- ב. (6 נק') במה תשתמשו כדי שיתקבל החלל הפנימי במרכז החלק, ומדוע יש לבצע עיבוד שבבי לאחר יציקת חול? איזו מכונת שיבוב מתאימה לביצוע העיבוד?
- ג. (8 נק') סרטוט תבנית עבור יציקת החול של החלק הנתון בשאלה. בסרטוט עליכם לכלול את כל הפרטים הנדרשים לביצוע נכון של היציקה.
- ד. (5 נק') ציינו מוצר אחד שאותו מייצרים בתהליך סנטור, והסבירו מדוע.

פרק רביעי: חשמל, אלקטרוניקה ובקרה

שאלה 8

מפעל שייך לארבעה שותפים בעלי זכויות שוות. בכל פעם שעולה רעיון חדש, כל אחד מהשותפים מצביע בעד הרעיון (עדכון הערך 1) או נגד הרעיון (עדכון הערך 0). הרעיון מתקבל רק בהסכמה של שלושה שותפים לפחות (עדכון הערך 1). המשתנים הם:

A – 1 שותף

B – 2 שותף

C – 3 שותף

D – 4 שותף

F – החלטה

א. (6 נק') להלן טבלת אמת המייצגת את תהליך קבלת ההחלטות במפעל. העתיקו את הטבלה למחברת הבחינה, והשלימו את הערכים 1 או 0 בעמודת ההחלטה F.

A	B	C	D	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

ב. (6 נק') העתיקו את מפת הקרנו שלפניכם למחברת הבחינה, והשלימו את הערכים 1 או 0 עבור ההחלטה F (היעזרו בטבלת האמת שהשלמתם בסעיף א').

AB \ CD	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

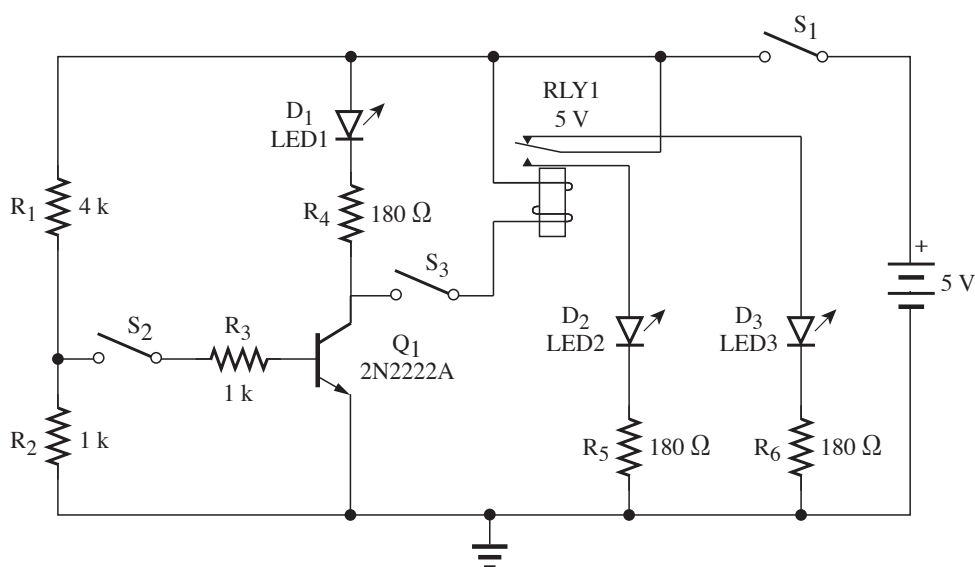
ג. (6 נק') צמצמו בעזרת מפת קרנו את הערכים שהשלמתם בטבלת האמת, וכתבו את הביטוי המפושט עבור הפונקציית F.

ד. (7 נק') ממשו את הפונקציית F המפושטת באמצעות שערים לוגיים.

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מתואר מעגל חשמלי.

שימו לב: כאשר לד דולק, מתפתח עליו מתח של 2 V.



איור לשאלה 9

מפסקים S_2 ו- S_3 במצב פתוח, ורק המפסק S_1 סגור.

(5 נק') א. חשבו את הזרם העובר דרך הנגדים R_1 ו- R_2 .

(6 נק') ב. 1. חשבו את המתח המתקבל על הנגד R_2 .

2. האם המתח המתקבל על הנגד R_2 מספיק כדי להפעיל את הטרנזיסטור Q_1 ? נמקו את תשובתכם.

(6 נק') ג. חשבו את ההספק על הנגדים R_1 ו- R_2 .

לפניכם טבלה המתארת את מצבן של שלוש נורות ה-LED בהתאם למצב של שלושת המפסקים S_1 , S_2 ו- S_3 .

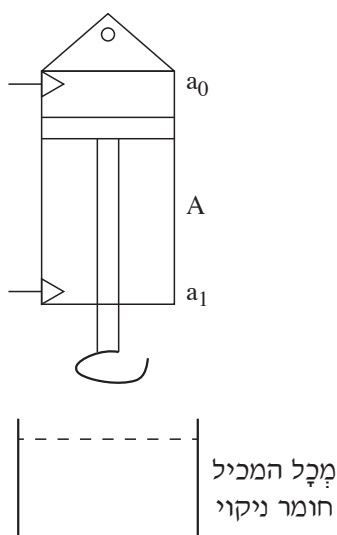
(8 נק') ד. העתיקו את הטבלה שלפניכם למחברת הבחינה והשלימו את המצב של שלוש הנורות LED_1 , LED_2 ו- LED_3 בהתאם למצב של שלושת המפסקים S_1 , S_2 ו- S_3 .

לד מופעל - 1, לד כבוי - 0

S_1	S_2	S_3	LED_1	LED_2	LED_3
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

שאלה 10

באיור לשאלה 10 מתוארת מערכת חצי-אוטומטית לניקוי חלקים משמנים לאחר הייצור.



איור לשאלה 10

רכיבי המערכת:

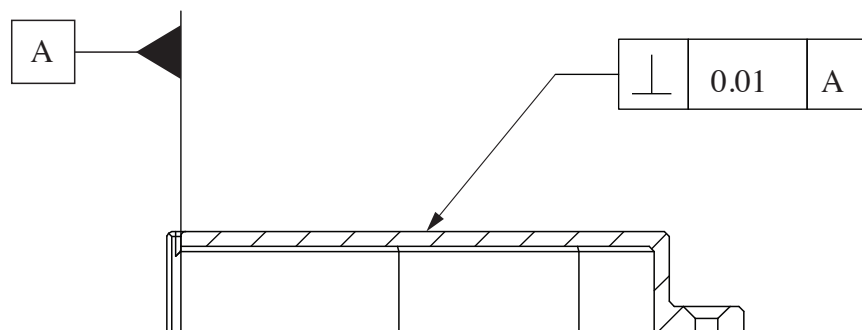
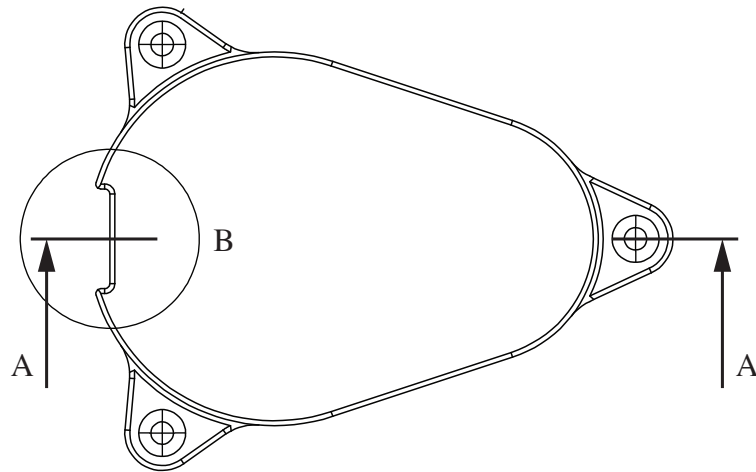
1. מכל המכיל חומר ניקוי.
2. בוכנה בעלת שני חיישני גבול מגנטיים (N.O.).
3. שסתום הפעלה 5/2 חשמל-חשמל, המבקר את פעולת הבוכנה.
4. לחצן הפעלה S_1 (On) (N.O.).
5. לחצן עצירה S_2 (Off) (N.O.).

תיאור פעולת המערכת:

- העובד תולה על וו התלייה את החלק המיועד לניקוי, ולוחץ על לחצן ההפעלה S_1 .
- בוכנה A יוצאת וטובלת את החלק בתוך המכל המכיל חומר ניקוי למשך 3 שניות.
- לאחר 3 שניות בוכנה A נכנסת, והחלק יוצא מהמכל.
- התהליך חוזר על עצמו 3 פעמים.
- לאחר שלושה מחזורים החלק מושהה למשך 10 שניות, ולאחר ההשהיה המערכת עוצרת את פעולתה.
- לחיצה על לחצן העצירה S_2 עוצרת את פעולת המערכת באופן מיידי.

- 8 נק' א. סרטטו את מחזור הפעולות (דיאגרמת חיצים) המתאר את פעולת המערכת.
- 7 נק' ב. בחרו בקר המתאים למערכת, וכתבו את שמו.
הציגו בטבלה את מספרי הייחוס של כתובות הכניסה ושל כתובות היציאה המתאימים לבקר שבחרתם.
- 10 נק' ג. סרטטו דיאגרמת סולם המבקרת את פעולת המערכת, או כתבו תוכנית המבקרת את פעולת המערכת בכל שפת תכנות שלמדתם.

בהצלחה!



חתך A-A

נספח ב': מילון מונחים

לשאלון 710913, אביב תשפ"ו

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
בקר	مُتَحَكِّم	Контроллер	controller
גלעין	نواة	Стержень	core
דפוס יציקה	قالب سبك	Литейная модель	casting pattern
התנגדות סגולית לקידוח	المقاومة النوعية للثقب	Удельное сопротивление при сверлении	drilling specific resistivity
חומר מבודד	مادة عازلة	Изоляционный материал	insulating material
חישול	طرق	Ковка	forging
טבילה	تغطيس	Погружение	immersion
טלטל	ذراع	Шатун	connecting rod
יד המערוך	مِقْبَضُ المَدْرِفِل / المَدْرِفَل	Шейка прокатного валка	roller hand
יציקת חול	الصبّ في قوالب رملية	Литье в земляные формы	sand casting
כיפה כדורית	قطعة كروية	Полусфера	spherical cap
כתובת יציאה	عنوان المخرج	Адрес выходных сигналов	output address
כתובת כניסה	عنوان المدخل	Адрес входных сигналов	input address
לדפון	يُمسك القطعة	Зажимать	to mount
מאמץ מגע	جهد الاتصال	Контактное напряжение	contact stress
מודול אלסטיות	مُعَامِلُ المرونة	Модуль упругости	modulus of elasticity
מושהה	مُعَوَّق	Задержанный	delayed
מספר ייחוס	الرقم المرجعي	Номер для ссылок	reference number
מְעַרְגֶּלֶת	ماكينة الدَلْفَنَة / الدَّرْفَلَة	Гибочная машина	rolling machine
מערוך	مَدْرِفِل / مَدْرِفَل	Прокатный валок	roller
מקדם חיכוך	مُعَامِلُ الاحتكاك	Коэффициент трения	coefficient of friction
מתיחה עמוקה	اتّساع بالمطّ	Глубокая вытяжка	deep stretch
מתקן	جهاز	Приспособление	device
סימן הידוק	علامة الشدّ	Знак зажима	tightening mark
סימן קיבוע	علامة التثبيت	Знак установки	fixation mark
ערגול	دَلْفَنَة؛ دَرْفَلَة	Прокатка	rolling
פתח לעודפים	فتحة للفائض	Выпор	open riser
קביע (קידוח)	تثبيت (تنقيب)	Кондуктор	fixture (drilling)
קידמה	تَقْدُم السكّين أثناء الخراطة	Подача	feed rate
קשיחות	قساوة	Жесткость	stiffness
שגם	إسفين / خابور	Шпонка	key