

תקן סדנה

ענף: חשמל



תקן ציוד מעבדת מיגון ואבטחה אלקטרוניים:

הערות	כמות	ציוד	
עמדות תרגול אישיות	10	רכזת גילוי פריצה ל- 8 אזורי גילוי אפשרות הרחבה עד ל- 32 אזורי גילוי	1
עמדות תרגול אישיות	10	מערכת הרחבה ל- 8 אזורי גילוי	2.
עמדות תרגול אישיות	10	לוח הפעלה כולל צג LCD (כתוב)	3.
עמדת מרצה	1	לוח תצוגה מסוג LED	4.
מטעמי בטיחות לא להתקנה	10	סוללה נטענת	5.
	2	צופר פנימי וחיצוני כולל קופסא מוגנת	6.
	2	מבזק (נצנץ)	7.
	1	ספק כוח חיצוני A-1 (0-48v)	8.
	1	מתאם תקשורת סלולארי	9.
	1	יחידת הטענה מרחוק (מחובר למחשב)	10
	1	יחידת מיקרופון להאזנה	11.
	1	יחידת קול (הקלטה הודעה)	12.
	10	גלאי נפח רחב זווית	13.
	1	גלאי נפח ארוך טווח	14.
	2	גלאי נפח וילון	15.
	2	גלאי נפח תקרתי	16.
	2	גלאי נפח תקרתי 8 מטר משולב	17.
	2	גלאי נפח ANTI MASK	18.
	2	גלאי משולב PIR + MICRO	19.
	2	גלאי משולב - גל PIR + MICRO לתנאי חוץ	20.
	2	גלאי קרן לתנאי חוץ	21.
	2	גלאי דו קרן לתנאי חוץ	22.
	2	גלאי אקוסטי שבר זכוכית	23.
	2	גלאי זעזועים	24.
	1	גלאי משולב לכספת HLVS	25.
	2	גלאי מגנטי רגיל	26.
	2	גלאי מגנטי שקוע	27.
	2	גלאי מגנטי כבד	28.
	1	מרכזיית טלפונים מקומית	29.
	2	גלאי סורג 80 ס"מ 2 קרניים	30.

2. ציוד הקלטה דיגיטלית

הערות	כמות	ציוד	
	2	מצלמת צבע מסוג DOME	1
	1	מצלמת צבע עם אפשרות להחלפת עדשות	.2
מצלמה אחת לדוגמא	--	מצלמת צבע עם אפשרות להחלפת עדשות ברזולוציה גבוהה	.3
	--	מצלמת צבע עם אפשרות להחלפת עדשות מסוג יום לילה	.4
	--	מצלמת צבע עם אפשרות להחלפת עדשות ברזולוציה גבוהה עם תאורת IR	.5
	1	מצלמת צבע צינור	.6
	1	מצלמת צבע כולל זום חשמלי וכיוון פוקוס אוטומטי	.7
	1	מצלמה מסוג PINHO-E	.8
	1	מצלמת מסוג PTZF	.9
	4	מסך 17"	10
	1	מפצל מסך מסוג QUAD	.11
	1	בורר מסך	.12
	1	מולטיפלקסר	.13
	1	מטריצה	.14
	1	מגבר קווי	.15
	1	מפצל קווי אקטיבי 1:4	.16
אחד עבור כל מצלמה	1	ספק כוח ממותג	.17
	4	מערכת הקלטה DVR ל- 4 מצלמות כולל חיבור לרשת	.18
	4	מחשב כולל כרטיס הקלטה ל- 4 מצלמות כולל חיבור לרשת	.19
	1	תוכנת Client למערכת הקלטה	.20
מעבדה מרושתת	1	רשת מחשבים	.21
הדגמה בלבד	1	יחידת בקרה למצלמת PTZF בפרוטוקול סטנדרטי	.22
	1	עדשות קבועות (2,4,3) 6,8,16,24	.23
	1	עדשות קבועות עם צמצם ידני (2,4,3) 6,8,16,24	.24
	1	עדשות קבועות עם צמצם אוטומטי (2,4,3) 6,8,16,24	.25
	1	עדשה 8-16, 8-3 VF עם צמצם אוטומטי	.26
	1	עדשה 8-16, 8-3 VF עם צמצם אוטומטי זום חשמלי	.27
	1	עדשה 8-16, 8-3 VF עם צמצם אוטומטי זום חשמלי	.28
כלול במצלמה	--	מארז פנים	.29
כלול במצלמה	--	מארז חיצוני עם חימום ואוורור	.30
כלול במצלמה	--	מארז AV	.31
	1	לוחץ מחברים RJ - 59	.32
	1	מוניטור LCD	.33



תקן סדנא חשמלאי מעשי תלת פאזי :

סדנת אינסטלציה חשמלית

- גודל הסדנה לעבודה מעשית יהיה כ- 70 מ"ר, לא כולל שטחי אחסון.
- גודל הסדנה מאפשר מיקומן של 18 עמדות עבודה.
- אין לעבוד בזוגות בסדנת חשמל. כל תלמיד יעבוד בעמדה משלו.
- יש לוודא הימצאותם של מפסקי חירום נגישים, מסוג פטריה לכל מערכת הכוח של הסדנה, במרחקים שאינם עולים על 6 מ' זה מזה. יש לוודא שיימצא מפסק כזה גם בשולחן המורה או בצמוד לו.
- הסדנה תהיה מוארת ומאווררת היטב. החלונות והאשנבים של המעבדה ייקבעו מבחינת מיקומם ומידותיהם באופן שיבטיחו תנאי ראייה ואוורור נאותים. שטח החלונות לא יהיה פחות מחמישית משטחה של הרצפה. ההארה תהיה על פי תקן עוצמת ההארה המחויב בחוק, 500 לוקס לפחות.
- לוחות העבודה של התלמידים יותקנו על הקיר או על "סטנדים" בצורה יציבה ובטיחותית.
- המנועים החשמליים יקובעו בעזרת ברגים למשטח העבודה או לעגלות ניידות. חיווט המנועים ייעשה בלוחות העבודה.
- חיווט לוחות הפיקוד יבוצע:
- א. באמצעות חוטים גמישים בשטח חתך של 1 ממ"ר לפיקוד, ובאמצעות מהדקים מספר 4 המותקנים על פס דין. קצות המוליכים יצמדו לסופיות באמצעות לוחץ מתאים.
- ב. באמצעות חיבורי שקע ותקע תקינים.

מעבדת ניסויים בחשמל ואלקטרוניקה

- גודל המעבדה יהיה כ- 40 מ"ר, לא כולל שטחי אחסון.
- גודל הסדנה מאפשר מיקומן של 10 עמדות עבודה.
- במעבדת הניסויים בחשמל ואלקטרוניקה תעשייתית, יבצעו התלמידים ניסויים בזוגות על גבי מטריצות, בהתאם לרשימת מטלות וניסויים שמופיעה בתוכנית הלימודים.
- יש לוודא הימצאותם של מפסקי חירום נגישים מסוג פטריה, לכל מערכת הכוח של הסדנה, במרחקים שאינם עולים על 6 מ' זה מזה. יש לוודא שיימצא מפסק כזה גם בשולחן המורה או בצמוד לו.
- הסדנה תהיה מוארת ומאווררת היטב. החלונות והאשנבים של המעבדה ייקבעו מבחינת מיקומם ומידותיהם באופן שיבטיחו תנאי ראייה ואוורור נאותים. שטח החלונות לא יהיה פחות מחמישית משטחה של הרצפה. ההארה תהיה על פי תקן עוצמת ההארה המחויב בחוק, 500 לוקס לפחות.
- חלק מהניסויים ניתן לבצע כהדגמה על ידי המורה באמצעות תוכנות סימולציה מתאימות, ובאישו הפיקוח. יש לוודא את רכישתן החוקית של תוכנות אלה ולוודא הימצאותן של מחשב ומקרן במעבדה.
- כאשר התלמידים מלחימים עם בדיל יש לדאוג להוצאת הגזים הרעילים.

מעבדת ניסויים במכונות חשמל

- הניסויים במעבדת מכונות חשמל, יבוצעו על ידי המורה כהדגמה בלבד. מעבדת המכונות יכולה להימצא בתוך סדנת החשמל, במקום שיבטיח ראות טובה לכל התלמידים.
- עמדת הניסויים תכלול: שנאים, מכונות לזרם ישר, ומכונות לזרם חילופין.

מעבדת ניסויים בבית חכם, התייעלות אנרגטית ומערכות אנרגיה מתחדשת

- גודל המעבדה יהיה כ- 40 מ"ר, לא כולל שטחי אחסון.



- גודל הסדנה יאפשר מיקומם של 3 תחנות לימוד:

- בית חכם.
- התייעלות אנרגטית.
- מערכות אנרגיה מתחדשת.

ציוד מתכלה לסדנאות ולמעבדות סדנאות אינסטלציה חשמלית

ציוד לכל עמדת עבודה :

- 1 לוח עץ בגודל 60x80 ס"מ .
- 1 לוח עמית 16 מקומות.
- 1 מפסקי יחיד. 1 מפסק כפול. 2 מפסקים מחליפים. 2 מפסקי צלב.
- 3 לחצנים מוארים.
- 1 מפסק דו-קוטבי לדוד חשמלי.
- 1 שקע ותקע חד פאזי.
- 1 שקע בייתי תלת פאזי – "שקע שוקו".
- 1 תקע בייתי תלת פאזי.
- 1 תא פוטואלקטרי (photo-cell) .
- 1 אוטומט חדר מדרגות אלקטרוני-"מדרגונית".
- 1 ממסר צעד.
- 3 בית מנורה רגיל + נורות 3 לד.
- 1 גוף חימום לדוד חשמלי.
- 1 ממסר פחת חד פאזי 1x40A. דגם A .
- 1 ממסר פחת תלת פאזי 4x25A. דגם A .
- 1 מא"ז ראשי 3x25A.
- 3 מא"ז-ים 16A דגם C חד-פאזי.
- 3 מא"ז-ים 10A דגם C חד-פאזי.
- 1 פעמון 220 וולט + לחצן פעמון.
- 1 שעון שבת.
- 24 מהדקים מס' 2.

***** 1 מקרן ומחשב בעמדת מורה.**

ציוד מחלקתי:

- א. מנעול חשמלי להפעלה וניתוק ההזנה החשמלית בכל עמדת עבודה.
- ב. מנורת סימון והתראה בכל עמדה המצביעה על המצאות מתח בעמדה.
- ג. 5 מטר צינורות מרירון.
- ד. שלות לצינור 8/3 – חבילה.
- ה. קופסאות הסתעפות
- ו. חוט 1.5 ממ"ר חמישה צבעים: חום, כחול, חום-כתום, חום-שחור, צהוב-ירוק (100 מטר מכל צבע).
- ז. כבל פנדל 3x1.5 ממ"ר חד פאזי – 50 מטר.
- ח. כבל פנדל 5x1.5 ממ"ר תלת פאזי – 50 מטר.
- ט. "תקע צהוב" לבדיקת תקינות שקע.

מעגלי פיקוד ובקרה באמצעות מגענים

ציוד לכל עמדת עבודה:

- 1 לוח עץ 60x80.
- מא"ז ראשי תלת-פאזי 3x10A.
- כבל פנדל תלת פאזי.
- תקע תעשייתי תלת-פאזי 16A.
- 4 מגענים (קונטקטורים) .
- 3 קוצבי זמן (טיימרים).
- 5 נורות סימון .
- 2 לחצני N.O .
- 2 לחצני N.C .
- 2 לחצנים כפולים N.O ו-N.C.
- 2 מפסיקי גבול.
- 1 הגנה למנוע טרמי מגנטי PKZM .
- 2 הגנות לעומס יתר (אוברלוד) המתחבר לקונטקטור.
- 1 ממסר לחוסר פאזה וסדר פאזות.
- 40 מהדקים על פס דין מספר 4 .
- מספרים ואותיות סימון למהדק על פס דין – לפי הצורך.
- מהדק הארקה לפס דין.
- תעלות מחורצות לפי הצורך.

***** 1 מקרן ומחשב בעמדת מורה.**

ציוד מחלקתי:

- 3 מנועים תלת פאזיים כוכב/משולש 6 יציאות 400/690 וולט.
- 6 מנועים תלת פאזיים 3 יציאות 400 וולט 0.5 כוח סוס.
- 3 מנועים חד פאזיים 0.5 כוח-סוס 4 יציאות לצורך הפיכת כיוון.
- 3 מתנעים רכים אלקטרוניים למנועים תלת פאזיים ולמנועים חד פאזיים 2HP.
- 3 וסתי מהירות אלקטרוניים למנועים תלת פאזיים בעזרת שינוי תדר.
- 3 מנועי דלנדר 2 מהירויות.
- 3 עגלות.

מעגלי פיקוד ובקרה באמצעות בקרים

ציוד לעמדה אחת:

- לוח עץ 60x80.
- מא"ז ראשי תלת-פאזי 3x10A.
- שקע ותקע תלת פאזי.
- 6 לחצנים N.O.
- 5 מגענים.
- 5 נורות סימון.
- אוברלוד.
- ממסר חוסר פאזה.
- שני מפסקי גבול.
- חוטים עם בננות בטיחותיות.
- בקר מתוכנת כולל 8 יציאות ו 12- כניסות אנלוגיות.
- תוכנת מחשב לתכנות הבקר באמצעות מחשב.
- מחשב לכל עמדה .
- 2 מתמרים לכניסות והיציאות האנלוגיות: טמפרטורה, תצוגה ועוד.

***** 1 מקרן ומחשב בעמדת מורה.**

מכשירי מדידה מחלקתיים

- 2 יחידות "מגר" לבדיקת טיב הבידוד.
- 2 יחידות מודד לבדיקת לולאת תקלה (לופ-טסטר).

רשימת כלים אישית לתלמיד

- א. ארגז כלים +מנעול
- ב. מברגים שטוחים 4 אינץ', 2 אינץ' מבודדים לחשמלאים.
- ג. מברגים פיליפס בשני גדלים מבודדים לחשמלאים.
- ד. קטר עם בידוד לחשמלאים.
- ה. פלייר עם בידוד לחשמלאים.
- ו. שפיץ פלייר עם בידוד לחשמלאים.
- ז. פטיש קטן 500 גרם.
- ח. קולף חוטים מבודד לחשמלאים.
- ט. סרט בידוד 4 צבעים.
- י. רב מודד צבת עם טווח מדידה של 2 אמפר.
- יא. מלחם.
- יב. לוחץ נעלי כבלים וסופיות.

מעבדות ניסויים בחשמל ואלקטרוניקה תעשייתית

עבור 20 תלמידים (10 עמדות)

ערכת מכשירים אחת לכל שני תלמידים, להלן הרשימה:

- 1 אוסילוסקופ דו ערוצי 20MHz
- 1 ספק כוח כפול .
- 1 מחולל פונקציות עד 2MHz
- 1 רב מודד ספרתי בעל תחום מדידה של 10 אמפר לפחות זרם ישר וזרם חילופין
- 1 ערכת ניסויים בלוגיקה ספרתית
- 1 ערכת ניסויים באלקטרוניקה תעשייתית
- 1 ערכת ניסויים בתורת חשמל DC+AC
- 1 סט רכיבים בהתאם לרשימת הניסויים שבתוכנית הלימודים הכולל:
 - נגדים בערכים שונים בהספק של $\frac{1}{4}$ וואט ו- $\frac{1}{2}$ וואט
 - קבלים קרמיים בערכים שונים
 - קבלים אלקטרוליטיים בערכים שונים במתחי עבודה של 35 וולט לפחות
 - סלילים בערכים שונים



מעבדת מכונות חשמל

עמדה אחת לפחות.

DC למערכת ניסויים אחת במכונות חשמל. מערכת הניסויים בזרם ישר כוללת ציוד:

- 1 ספק DC משתנה 0-300 וולט המסוגל לספק את עוצמת הזרם המרבי של מנועי ה-DC צורכים
- 1 מעצור מגנטי + מד מומנט
- 1 מנוע טורי 0.5 HP או 0.25 HP
- 1 מנוע מקבילי 0.5 HP
- 1 POMOTOR מנוע מגנט קבוע 1/8 HP
- 1 צמד מנוע גנרטור, בעל מנוע DC עם אפשרות ויסות מהירות DC מתח 250 וולט

שנאים:

- 1 שנאי חד פאזי 150/230 וולט הספק 1 KVA
- 1 שנאי מבדל 1:1 230/230 וולט הספק 1 KVA
- 1 שנאי תלת פאזי סלילים פתוחים (הזמנה מיוחדת צד ראשוני וצד משני ניתנים לחיבורים שונים) בהספק 3KVA

ציוד AC, מנועים הכלולים בערכת הניסויים במכונות חשמל זרם חילופין

- מנוע השראתי תלת פאזי רוטור מלופף בעל 6 יציאות. 400/690 וולט
- מנוע חד פאזי רוטור מלופף אוניברסלי
- מנוע סינכרוני תלת פאזי
- מנוע אסינכרוני תלת פאזי
- עומס אוהמי טהור מעל 1KW
- עומס קיבולי
- עומס השראותי
- וארייק תלת פאזי הספק של 3KVA
- מד מומנט
- מד מהירות
- מד הספק תלת פאזי
- מד מתח
- מד זרם
- עומס מכני למנוע להעמסה מדורגת עד לעצירת המנוע
- מד כיוון פאזות
- מד מקדם הספק
- מד תדר רשת
- 2 ווסתי מהירות אלקטרוני למנועי AC עם שינוי תדר

מעבדת מערכות סולאריות (עמדה אחת לפחות)

מערכת אנרגיה סולארית 2x100W PV

המערכת הלימודית המאפשרת לימוד של עקרונות הפעולה של מערכת פוטוולטאית אמיתית. המערכת כוללת שני לוחות בהספק כולל של 200W. המערכת כוללת את כל הרכיבים הנדרשים לייצר חשמל בעזרת הלוחות הסולאריים, מכשירי מדידה וכן הוראות הפעלה וחומר לימודי.



מידות:

יחידת מדידה ובקרה: גובה 1640 מ"מ, רוחב 985 מ"מ, אורך 600 מ"מ.
יחידה פוטוולטאית: גובה 866 מ"מ, רוחב 1266 מ"מ, אורך 1283 מ"מ.
מערכת אנרגיה סולארית 2x100W PV.

המערכת הלימודית מאפשרת לימוד של עקרונות הפעולה של מערכת פוטוולטאית אמיתית. היא כוללת שני לוחות בהספק כולל של 200W. המערכת כוללת את כל הרכיבים הנדרשים לייצר חשמל בעזרת הלוחות הסולאריים, מכשירי מדידה וכן הוראות הפעלה וחומר לימודי.

1. יחידה פוטוולטאית:

- מסגרת אלומיניום על 4 גלגלים עם מעצורים, עם אפשרות לכוון את הזווית של הלוחות הסולאריים.
- 2 לוחות מערכת אנרגיה סולארית PV סיליקון חד גבישי (100W כ"א).
- 1 חיישן למדידת עצמת הקרינה הסולארית בטווח $100-800 \text{ W/m}^2$.
- 1 חיישן טמפרטורה.

2. יחידת הארה

- 4 מנורות הלוגן (500W) עם מתג.
- מעמד עם אפשרות לשינוי גובה.

3. יחידת בקרה ושליטה

- מסגרת אלומיניום על 4 גלגלים עם מעצורים ומדפים
- אינוורטר 12V DC/230V AC. על מנת לייצר מצג אמיתי יש לבחור בממיר מחובר רשת במתח רשת תקני.
- 2 רב מודד דיגיטליים.
- 1 מצג טמפרטורה דיגיטלי.
- 1 מצג עצמת אור דיגיטלי.
- 2 מתגים כפולים לאור (dual light switch).
- 1 מתג פקה סיבובי 1P; 16A.
- 1 מתג פקה סיבובי 3P; 16A.
- 1 מתג בטחון.
- נורה ובית נורה 230V AC
- מאורר 12V DC
- מאורר 230V AC
- פוטנציומטר
- 2 סוללות 12V 14 Ah
- 9 שקעי בננה אדומים 4 מ"מ 10A, 60V DC
- 9 שקעי בננה שחורים 4 מ"מ 10A, 60V DC
- 2 שקעי בננה אדומים 4 מ"מ 20A, 1kV
- 2 שקעי בננה שחורים 4 מ"מ 20A, 1kV
- 1 נורת לד 24V ; 1 נורת לד 230V
- 1 נורת לד עבור מתמרים מודדים (measuring transducers)
- 1 מתג חשמלי
- 3 שקעי XLR
- לוח ביטחון
- 3 מפסקים
- מפסק זליגת הארקה
- מד אנרגיה 1P
- עזרים
- 3 כבלים שחורים 4 מ"מ 1kV, 24A
- 3 כבלים אדומים 4 מ"מ 1kV, 24A
- 6 כבלים שחורים 4 מ"מ 60V, DC
- 6 כבלים אדומים 4 מ"מ 60V, DC





רשימת ניסויים:

- בניית מעגל.
- חוק אוהם.
- חיבור בטור ובמקביל של תאים סולאריים (מדידת מתח מעגל פתוח וזרם קצר).
- תלות הספק הלוח הסולארי בזווית האור הנכנס.
- תלות הספק הלוח הסולארי בעצמת האור.
- הצללה חלקית של לוחות סולאריים מחוברים בטור.
- הצללה חלקית של לוחות סולאריים מחוברים במקביל.
- תלות ההתנגדות הפנימית בעצמת האור.
- תלות הספק הלוחות הסולאריים בטמפרטורה.
- אפיון מתח/זרם/הספק $i-V$, MPP ופקטור מילוי של תא סולארי.
- תלות מאפייני מתח/זרם/הספק $i-V$ בעצמת האור.
- תלות מאפייני מתח/זרם/הספק $i-V$ בטמפרטורה.
- השוואה של מאפייני $i-V$ בצורות חיבור שונות (מקבילי/טורי).
- מרכיבים של מערכת סולארית.
- תלות ההספק בעצמת האור תחת עומס
- מאפייני מתח/זרם/הספק $i-V$ בתנאי הצלה חלקית
- מאפיינים של מנוע חיפוש PMM (איתור נקודת אור מקסימלית)
- חיבור מקבילי לרשת החשמל.
- סנכרון לרשת החשמל.
- ניתוק עקב כשל מרשת החשמל.

מעבדת התייעלות אנרגטית

עמדה אחת לפחות.

תקן ודרישות יפורסמו בחוזר נפרד בהתאם להשתלמות המורים שיבוצעו במהלך השנה.

מעבדת בית חכם

מזוודה אחת לפחות, לכל שני תלמידים .

תקן ודרישות יפורסמו בחוזר נפרד בהתאם להשתלמות המורים שיבוצעו במהלך השנה.\



תקן סדנא חשמלאי ראשי:

ציוד אישי לתלמיד

1. סט מברגים בגדלים שונים
2. טסטר
3. רב מודד/בודק רציפות
4. קטר.
5. פלייר
6. שפיץ פלייר- פלייר אף ארוך
7. פטיש קטן עד 1 ק"ג
8. קולף חוטים
9. סרט בידוד

ציוד מחלקתי -

מעבדת מכונות חשמל

3 עמדות ללימוד

ציוד לעמדה

- מנוע 3 פאזי רוטור כלוב
- 1 מנוע חד פאזי רוטור מלופף
- 1 מנוע זרם ישר מעורב
- 1 מנוע סינכרוני
- 1 עומס אומי טהור
- 1 עומס קיבולי
- 1 עומס השראתי
- 1 שנאי תלת פאזי
- ספק כוח תלת פאזי זרם חילופין
- זרם ישר
- 1 מד מומנט
- 1 מד מהירות
- מד הספק
- 1 מד מתח
- 1 מד זרם
- עומס מכני למנוע

מעבדת חשמל ואלקטרוניקה תעשייתית:

ערכת מכשירים לעד 2 תלמידים

1. 1 סקופ דו ערוצי 20 MHZ
1. 1 ספק כח כפול מיוצב 2A/36 V
1. 1 מחולל פונקציות עד 2 MH לפחות



- 1.4 ערכת ניסויים בלוגיקה ספרתית
- 1.5 ערכת ניסויים באלקטרוניקה תעשייתית

סדנאת אינסטלציה חשמלית - 12 עמדות לימוד

ציוד מעבדה

- לוח עץ M 1.2/1
- 2 מפסק יחיד
- 1 מפסק כפול
- 2 מספק מחליף
- 1 מפסק צלב
- 3 לחצן
- 1 מפסק בוילר
- 1 שקע תלת פאזי + תקע
- 1 טרמיון
- 1 פוטו אלקטרי
- 1 אוטומט חדר מדרגות אלקטרוני
- 1 ממסר צעד
- 3 בית נורה רגיל
- 1 גוף חימום לבוילר
- 1 טרמוסטט לבוילר
- 1 ממסר פחת חד פאזי
- 1 ממסר פחת תלת פאזי
- 1 ח"א A 25 חד פאזי
- 1 ח"א A 10 חדש פאזי
- 1 ח"א A 16 חד פאזי
- 1 ח"א A 25 X 3
- 1 ח"א A 16 X 3
- 1 לוח ל- 12 יח'
- 1 פעמון V 220
- 1 נורת פלורוסנט
- 1 שעון מיתוג
- 3 גופים חימום לתנור

מעבדת פיקוד חשמלי - 12 עמדות לימוד

ציוד לעמדה

- 2 מגענים
- 2 ממסרים
- 2 קצבי זמן (טיימר)
- 5 נורות סימון
- 2 לחצני N.O
- 2 לחצני N.C
- 2 לחצנים כפולים N.O + N.C
- 1 מפסק גבול
- 1 מנוע תלת פאזי חיבור כוכב ומשולש
- 1 מנוע חד פאזי
- 1 מתנע תרמי מגנטי,
- 1 הגנה לעומס יתר O.L

- בקר מתוכנות כולל 12 כניסות, 8 יציאות ו- 2 כניסות מהירות
- 1 יחידת הרחבה לכניסות
- 1 יחידת הרחבה ליציאות
- 1 תכנת ידני (רצוי)
- 1 תוכנת סימולציה של בקר על מחשב P.C

תקן סדנא חשמלאי מוסמך:

סדנת אינסטלציה חשמלית:

- גודל הסדנה לעבודה מעשית יהיה כ- 80 מ"ר, לא כולל שטחי אחסון.
- גודל הסדנה מאפשר מיקומן של 20 עמדות עבודה.
- אין לעבוד בזוגות בסדנת חשמל. כל תלמיד יעבוד בעמדה משלו.
- יש לוודא הימצאותם של מפסקי חירום נגישים, מסוג פטריה לכל מערכת הכוח של הסדנה, במרחקים שאינם עולים על 5 מ' זה מזה.
- יש לוודא שיימצא מפסק כזה גם בשולחן המורה או בצמוד לו.
- הסדנה תהיה מוארת ומאווררת היטב. החלונות והאשנבים של המעבדה ייקבעו מבחינת מיקומם ומידותיהם באופן שיבטיחו תנאי ראייה ואוורור נאותים. שטח החלונות לא יהיה פחות מחמישית משטחה של הרצפה. ההארה תהיה על פי תקן עוצמת ההארה המחויב בחוק, 500 לוקס לפחות.
- לוחות העבודה של התלמידים יותקנו על הקיר בצורה יציבה ובטיחותית.
- המנועים החשמליים יקובעו בעזרת ברגים למשטח העבודה או לעגלות ניידות. חיווט המנועים יעשה בלוחות העבודה.
- חיווט לוחות הפיקוד יבוצע:
- ג. באמצעות חוטים גמישים בשטח חתך של 1 מ"ר לפיקוד, ובאמצעות מהדקים מספר 4 המותקנים על פס דין. קצות המוליכים יצמדו לסופיות באמצעות לוחץ מתאים.
- ד. באמצעות חיבורי שקע ותקע תקינים.

מעבדת ניסויים בחשמל ואלקטרוניקה:

- גודל המעבדה יהיה כ- 40 מ"ר, לא כולל שטחי אחסון.
- גודל הסדנה מאפשר מיקומן של 10 עמדות עבודה.
- במעבדת הניסויים בחשמל ואלקטרוניקה תעשייתית, יבצעו התלמידים ניסויים בזוגות על גבי מטריצות, בהתאם לרשימת מטלות וניסויים שמופיעה בתוכנית הלימודים.
- יש לוודא הימצאותם של מפסקי חירום נגישים מסוג פטריה, לכל מערכת הכוח של הסדנה, במרחקים שאינם עולים על 5 מ' זה מזה.
- יש לוודא שיימצא מפסק כזה גם בשולחן המורה או בצמוד לו.
- הסדנה תהיה מוארת ומאווררת היטב. החלונות והאשנבים של המעבדה ייקבעו מבחינת מיקומם ומידותיהם באופן שיבטיחו תנאי ראייה ואוורור נאותים. שטח החלונות לא יהיה פחות מחמישית משטחה של הרצפה. ההארה תהיה על פי תקן עוצמת ההארה המחויב בחוק, 500 לוקס לפחות.
- חלק מהניסויים ניתן לבצע כהדגמה על ידי המורה באמצעות תוכנות סימולציה מתאימות, ובאישו הפיקוח.
- יש לוודא את רכישתן החוקית של תוכנות אלה ולוודא הימצאותן של מחשב ומקרן במעבדה.
- כאשר התלמידים מלחימים עם בדיל יש לדאוג להוצאת הגזים הרעילים.



מעבדת ניסויים במכונות חשמל:

- הניסויים במעבדת מכונות חשמל, יבוצעו על ידי המורה כהדגמה בלבד. מעבדת המכונות יכולה להימצא בתוך סדנת החשמל, במקום שיבטיח ראות טובה לכל התלמידים.
- עמדת הניסויים תכלול: שנאים, מכונות לזרם ישר, ומכונות לזרם חילופין.

מעבדת ניסויים בבית חכם, התייעלות אנרגטית ומערכות אנרגיה מתחדשת:

- גודל המעבדה יהיה כ- 40 מ"ר, לא כולל שטחי אחסון.
- גודל הסדנה יאפשר מיקומם של 3 תחנות לימוד:
 - בית חכם.
 - התייעלות אנרגטית.
 - מערכות אנרגיה מתחדשת.



ציוד מתכלה לסדנאות ולמעבדות

סדנאות אינסטלציה חשמלית:

מעגלים ביתיים

ציוד לכל עמדת עבודה :

- 1 לוח עץ בגודל 60x80 ס"מ .
- 1 לוח עמית 16 מקומות.
- 1 מפסקי יחיד. 1 מפסק כפול. 2 מפסקים מחליפים. 2 מפסקי צלב.
- 3 לחצנים מוארים.
- 1 מפסק דו-קוטבי לדוד חשמלי.
- 1 שקע ותקע חד פאזי.
- 1 שקע בייתי תלת פאזי – "שקע שוקו".
- 1 תקע בייתי תלת פאזי.
- 1 תא פוטואלקטרי (photo-cell) .
- 1 אוטומט חדר מדרגות אלקטרוני-"מדרגונית".
- 1 ממסר צעד.
- 3 בית מנורה רגיל + נורות 3 לד.
- 1 גוף חימום לדוד חשמלי.
- 1 ממסר פחת חד פאזי 1x40A. דגם A .
- 1 ממסר פחת תלת פאזי 4x25A. דגם A .
- 1 מא"ז ראשי 3x25A.
- 3 מא"ז-ים 16A דגם C חד-פאזי.
- 3 מא"ז-ים 10A דגם C חד-פאזי.
- 1 פעמון 220 וולט + לחצן פעמון.
- 1 שעון שבת.
- 24 מהדקים מס' 2.

***** 1 מקרן ומחשב בעמדת מורה.**

ציוד מחלקתי:

- מנעול חשמלי להפעלה וניתוק ההזנה החשמלית בכל עמדת עבודה.
- מנורת סימון והתראה בכל עמדה המצביעה על המצאות מתח בעמדה.
- 5 מטר צינורות מרירון.
- שלות לצינור 8/3 – חבילה.
- קופסאות הסתעפות
- חוט 1.5 ממ"ר חמישה צבעים: חום, כחול, חום-כתום, חום-שחור, צהוב-ירוק (100 מטר מכל צבע).
- כבל פנדל 3x1.5 ממ"ר חד פאזי – 50 מטר.
- כבל פנדל 5x1.5 ממ"ר תלת פאזי – 50 מטר.
- "תקע צהוב" לבדיקת תקינות שקע.

מעגלי פיקוד ובקרה באמצעות מגענים

ציוד לכל עמדת עבודה:

- 1 לוח עץ 60x80.
- מא"ז ראשי תלת-פאזי 3x10A.
- כבל פנדל תלת פאזי.
- תקע תעשייתי תלת-פאזי 16A.
- 4 מגענים (קונטקטורים) .
- 3 קוצבי זמן (טיימרים).
- 5 נורות סימון .
- 2 לחצני N.O .
- 2 לחצני N.C .
- 2 לחצנים כפולים N.O ו-N.C.
- 2 מפסיקי גבול.
- 1 הגנה למנוע טרמי מגנטי PKZM .
- 2 הגנות לעומס יתר (אוברלוד) המתחבר לקונטקטור.
- 1 ממסר לחוסר פאזה וסדר פאזות.
- 40 מהדקים על פס דין מספר 4 .
- מספרים ואותיות סימון למהדק על פס דין – לפי הצורך.
- מהדק הארקה לפס דין.
- תעלות מחורצות לפי הצורך.

***** 1 מקרן ומחשב בעמדת מורה.**

ציוד מחלקתי:

- 3 מנועים תלת פאזיים כוכב/משולש 6 יציאות 400/690 וולט.
- 6 מנועים תלת פאזיים 3 יציאות 400 וולט 0.5 כוח סוס.
- 3 מנועים חד פאזיים 0.5 כוח-סוס 4 יציאות לצורך הפיכת כיוון.
- 3 מתנעים רכים אלקטרוניים למנועים תלת פאזיים ולמנועים חד פאזיים 2HP.
- 3 וסתי מהירות אלקטרוניים למנועים תלת פאזיים בעזרת שינוי תדר.
- 3 מנועי דלנדר 2 מהירויות.
- 3 עגלות.

מעגלי פיקוד ובקרה באמצעות בקרים

ציוד לעמדה אחת:

- לוח עץ 60x80.
- מא"ז ראשי תלת-פאזי 3x10A.
- שקע ותקע תלת פאזי.
- 6 לחצנים N.O.
- 5 מגענים.
- 5 נורות סימון.
- אוברלוד.
- ממסר חוסר פאזה.
- שני מפסקי גבול.
- חוטים עם בננות בטיחותיות.
- בקר מתוכנת כולל 8 יציאות ו 12- כניסות, אנלוגיות.
- תוכנת מחשב לתכנות הבקר באמצעות מחשב.
- מחשב לכל עמדה .
- 2 מתמרים לכניסות והיציאות האנלוגיות: טמפרטורה, תצוגה ועוד.

***** 1 מקרן ומחשב בעמדת מורה כולל תוכנות ייעודיות כגון:
Visio ,Multisim ותוכנה לבקר הקיים במעבדה.**

מעבדות ניסויים בחשמל ואלקטרוניקה תעשייתית עבור 20 תלמידים (10 עמדות)

ערכת מכשירים אחת לכל שני תלמידים, להלן הרשימה:

- 1 אוסילוסקופ דו ערוצי 20MHz
- 1 ספק כוח כפול
- 1 מחולל פונקציות עד 2MHz
- 1 רב מודד ספרתי בעל תחום מדידה של 10 אמפר לפחות זרם ישר וזרם חילופין
- 1 ערכת ניסויים בלוגיקה ספרתית
- 1 ערכת ניסויים באלקטרוניקה תעשייתית
- 1 ערכת ניסויים בתורת חשמל DC+AC
- 1 סט רכיבים בהתאם לרשימת הניסויים שבתוכנית הלימודים הכולל:
 - נגדים בערכים שונים בהספק של $\frac{1}{4}$ וואט ו- $\frac{1}{2}$ וואט
 - קבלים קרמיים בערכים שונים
 - קבלים אלקטרוליטיים בערכים שונים במתחי עבודה של 35 וולט לפחות
 - סלילים בערכים שונים



מעבדת מכונות חשמל (עמדה אחת לפחות)

ציוד DC למערכת ניסויים אחת במכונות חשמל. מערכת הניסויים בזרם ישר כוללת:

- 1 ספק DC משתנה 0-300 וולט המסוגל לספק את עוצמת הזרם המרבי שמנועי ה-DC צורכים
- 1 מעצור מגנטי + מד מומנט
- 1 מנוע טורי 0.5 HP או 0.25 HP
- 1 מנוע מקבילי 0.5 HP
- 1 POMOTOR מנוע מגנט קבוע 1/8 HP
- 1 צמד מנוע גנרטור, בעל מנוע DC עם אפשרות וויסות מהירות DC מתח 250 וולט

שנאים:

- 1 שנאי חד פאזי 150/230 וולט הספק 1 KVA
- 1 שנאי מבדל 1:1 230/230 וולט הספק 1 KVA
- 1 שנאי תלת פאזי סלילים פתוחים (הזמנה מיוחדת צד ראשוני וצד משני ניתנים לחיבורים שונים) בהספק 3KVA

ציוד AC, מנועים הכלולים בערכת הניסויים במכונות חשמל זרם חילופין

- מנוע השראתי תלת פאזי רוטור מלופף בעל 6 יציאות. 400/690 וולט
- מנוע חד פאזי רוטור מלופף אוניברסלי
- מנוע סינכרוני תלת פאזי
- מנוע אסינכרוני תלת פאזי
- עומס אוהמי טהור מעל 1KW
- עומס קיבולי
- עומס השראותי
- וארייק תלת פאזי C, הספק של 3KVA
- מד מומנט
- מד מהירות
- מד הספק תלת פאזי
- מד מתח
- מד זרם
- עומס מכני למנוע להעמסה מדורגת עד לעצירת המנוע
- מד כיוון פאזות
- מד מקדם הספק
- מד תדר רשת
- 2 ווסתי מהירות אלקטרוני למנועי AC עם שינוי תדר

מעבדת מערכות סולאריות (עמדה אחת לפחות).



מידות:

יחידת מדידה ובקרה: גובה 1640 מ"מ, רוחב 985 מ"מ, אורך 600 מ"מ.
יחידה פוטוולטאית: גובה 866 מ"מ, רוחב 1266 מ"מ, אורך 1283 מ"מ.
מערכת אנרגיה סולארית PV 2x100W.

המערכת הלימודית מאפשרת לימוד של עקרונות הפעולה של מערכת פוטוולטאית אמיתית.
היא כוללת שני לוחות בהספק כולל של 200W.
המערכת כוללת את כל הרכיבים הנדרשים לייצר חשמל בעזרת הלוחות הסולאריים,
מכשירי מדידה וכן הוראות הפעלה וחומר לימודי.

רכיבים:

1. יחידה פוטוולטאית:

- מסגרת אלומיניום על 4 גלגלים עם מעצורים, עם אפשרות לכוון את הזווית של הלוחות הסולאריים.
- 2 לוחות מערכת אנרגיה סולארית PV סיליקון חד גבישי (100W כ"א).
- 1 חיישן למדידת עצמת הקרינה הסולארית בטווח $100-800 \text{ W/m}^2$.
- 1 חיישן טמפרטורה.

2. יחידת הארה

- 4 מנורות הלוגן (500W) עם מתג.
- מעמד עם אפשרות לשינוי גובה.

3. יחידת בקרה ושליטה

- מסגרת אלומיניום על 4 גלגלים עם מעצורים ומדפים
- אינוורטר 12V DC/230V AC. על מנת לייצר מצג אמיתי יש לבחור בממיר מחובר רשת במתח רשת תקני.
- 2 רב מודד דיגיטליים.
- 1 מצג טמפרטורה דיגיטלי.
- 1 מצג עצמת אור דיגיטלי.
- 2 מתגים כפולים לאור (dual light switch).
- 1 מתג פקה סיבובי 1P; 16A.
- 1 מתג פקה סיבובי 3P; 16A.
- 1 מתג בטחון.
- נורה ובית נורה 230V AC
- מאורר 12V DC
- מאורר 230V AC
- פוטנציומטר
- 2 סוללות 12V 14 Ah
- 9 שקעי בננה אדומים 4 מ"מ 10A, 60V DC
- 9 שקעי בננה שחורים 4 מ"מ 10A, 60V DC
- 2 שקעי בננה אדומים 4 מ"מ 20A, 1kV
- 2 שקעי בננה שחורים 4 מ"מ 20A, 1kV
- 1 נורת לד 24V
- 1 נורת לד 230V
- 1 נורת לד עבור מתמרים מודדים (measuring transducers)
- 1 מתג חשמלי
- 3 שקעי XLR
- לוח ביטחון
- 3 מפסקים
- מפסק זליגת הארקה
- מד אנרגיה 1P
- עזרים
- 3 כבלים שחורים 4 מ"מ 1kV, 24A
- 3 כבלים אדומים 4 מ"מ 1kV, 24A
- 6 כבלים שחורים 4 מ"מ 60V, DC
- 6 כבלים אדומים 4 מ"מ 60V, DC
- 3 כבלים XLR



רשימת ניסויים:

- בניית מעגל.
- חוק אוהם.
- חיבור בטור ובמקביל של תאים סולאריים (מדידת מתח מעגל פתוח וזרם קצר).
- תלות הספק הלוח הסולארי בזווית האור הנכנס.
- תלות הספק הלוח הסולארי בעצמת האור.
- הצללה חלקית של לוחות סולאריים מחוברים בטור.
- הצללה חלקית של לוחות סולאריים מחוברים במקביל.
- תלות ההתנגדות הפנימית בעצמת האור.
- תלות הספק הלוחות הסולאריים בטמפרטורה.
- אפיון מתח/זרם/הספק $i-V$, MPP ופקטור מילוי של תא סולארי.
- תלות מאפייני מתח/זרם/הספק $i-V$ בעצמת האור.
- תלות מאפייני מתח/זרם/הספק $i-V$ בטמפרטורה.
- השוואה של מאפייני $i-V$ בצורות חיבור שונות (מקבילי/טורי).
- מרכיבים של מערכת סולארית.
- תלות ההספק בעצמת האור תחת עומס
- מאפייני מתח/זרם/הספק $i-V$ בתנאי הצלה חלקית
- מאפיינים של מנוע חיפוש PMM (איתור נקודת אור מקסימלית)
- חיבור מקבילי לרשת החשמל.
- סנכרון לרשת החשמל.
- ניתוק עקב כשל מרשת החשמל.

מעבדת התייעלות אנרגטית (עמדה אחת לפחות).



מידות:

יחידת מדידה ובקרה: גובה 1640 מ"מ, רוחב 985 מ"מ, אורך 600 מ"מ.
יחידה פוטוולטאית: גובה 866 מ"מ, רוחב 1266 מ"מ, אורך 1283 מ"מ.
מערכת אנרגיה סולארית PV 2x100W.

המערכת הלימודית מאפשרת לימוד של עקרונות הפעולה של מערכת פוטוולטאית אמיתית.
היא כוללת שני לוחות בהספק כולל של 200W.
המערכת כוללת את כל הרכיבים הנדרשים לייצר חשמל בעזרת הלוחות הסולאריים,
מכשירי מדידה וכן הוראות הפעלה וחומר לימודי.

רכיבים:

1. יחידה פוטוולטאית:

- a. מסגרת אלומיניום על 4 גלגלים עם מעצורים, עם אפשרות לכוון את הזווית של הלוחות הסולאריים.
- b. 2 לוחות מערכת אנרגיה סולארית PV סיליקון חד גבישי (100W כ"א).
- c. 1 חיישן למדידת עצמת הקרינה הסולארית בטווח $100-800 \text{ W/m}^2$.
- d. 1 חיישן טמפרטורה.

2. יחידת הארה

- a. 4 מנורות הלוגן (500W) עם מתג.
- b. מעמד עם אפשרות לשינוי גובה.



3. יחידת בקרה ושליטה

- a. מסגרת אלומיניום על 4 גלגלים עם מעצורים ומדפים
- b. אינוורטר 12V DC/230V AC. על מנת לייצר מצג אמיתי יש לבחור בממיר מחובר רשת במתח רשת תקני.
- c. 2 רב מודד דיגיטליים.
- d. 1 מצג טמפרטורה דיגיטלי.
- e. 1 מצג עצמת אור דיגיטלי.
- f. 2 מתגים כפולים לאור (dual light switch).
- g. 1 מתג פקה סיבובי 16A; 1P.
- h. 1 מתג פקה סיבובי 16A; 3P.
- i. 1 מתג בטחון.
- j. נורה ובית נורה 230V AC
- k. מאורר 12V DC
- l. מאורר 230V AC
- m. פוטנציומטר
- n. 2 סוללות 12V 14 Ah
- o. 9 שקעי בננה אדומים 4 מ"מ 10A, 60V DC
- p. 9 שקעי בננה שחורים 4 מ"מ 10A, 60V DC
- q. 2 שקעי בננה אדומים 4 מ"מ 20A, 1kV
- r. 2 שקעי בננה שחורים 4 מ"מ 20A, 1kV
- s. 1 נורת לד 24V
- t. 1 נורת לד 230V
- u. 1 נורת לד עבור מתמרים מודדים (measuring transducers)
- v. 1 מתג חשמלי
- w. 3 שקעי XLR
- x. לוח ביטחון
- i. 3 מפסקים
- ii. מפסק זליגת הארקה
- iii. מד אנרגיה 1P
- y. עזרים
- i. 3 כבלים שחורים 4 מ"מ 1kV, 24A
- ii. 3 כבלים אדומים 4 מ"מ 1kV, 24A
- iii. 6 כבלים שחורים 4 מ"מ 60V, DC
- iv. 6 כבלים אדומים 4 מ"מ 60V, DC
- v. 3 כבלים XLR

מעבדת בית חכם (עמדה אחת לפחות)

רשימת כלים אישית לתלמיד

- א. ארגז כלים +מנעול
- ב. מברגים שטוחים 4 אינץ', 2 אינץ' מבודדים לחשמלאים.
- ג. מברגים פיליפס בשני גדלים מבודדים לחשמלאים.
- ד. קטר עם בידוד לחשמלאים.
- ה. פלייר עם בידוד לחשמלאים.
- ו. שפיץ פלייר עם בידוד לחשמלאים.
- ז. פטיש קטן 500 גרם.
- ח. קולף חוטים מבודד לחשמלאים.
- ט. סרט בידוד 4 צבעים.
- י. רב מודד צבת עם טווח מדידה של 2 אמפר.
- יא. מלחם.
- יב. לוחץ נעלי כבלים וסופיות.

מכשירי מדידה מחלקתיים:

- 2 יחידות "מגר" לבדיקת טיב הבידוד.
- 2 יחידות מודד לבדיקת לולאת תקלה (לופ-טסטר).



תקן מעבדה : עובדי ייצור ואלקטרוניקה

כיתת לימוד תכלול :

- מבנה: סדנא מעשית בגודל כ-50 מ"ר. על הקירות יותקנו שקעים כפולים של 230 v . בהתאמה לשולחנות התלמידים, לשולחן המורה וללוח הכיתה. ההתקנה תכלול ארון חשמל תקני, מפסיקי פחת, לחצני חירום פטרייה ומפסיקי חירום לפי התקן. חלונות ותאורה מתאימה ללוח ולשולחנות בהתאמה. אוורור חובה. מיזוג אויר והכנסת אויר צח ונקי.
- כיתת הלימוד: כיתה בגודל 36 מ"ר, עם שולחן וכסא לכל תלמיד עם חלונות, אוורור והכנסת אויר צח ונקי. על הקירות יותקנו 4 שקעים כפולים של 230 v, בהתאמה ללוח, לשולחן המורה ומאחור. אמצעי בטיחות לפי הנדרש בתקנות החשמל.
- אפשרות שימוש בכיתת מחשבים או להציב בכיתת הלימוד לפחות 5 מחשבי P.C המחוברים לאינטרנט.
- מקרה חד קרן עם מסך ומחשב P.C
- הארות: 1. גודל הסדנא שנקבע הוא ל-18 לומדים, בהנחה שהסדנא שימושית רק לקורס הנ"ל.
- 2. בסדנא ובכיתה יהיה קו תקשורת לאינטרנט עם לפחות 5 מחשבי P.C

ריהוט לסדנא:

כמות	ריהוט לסדנא
9 18	שולחן מעבדה בגודל 60X160 ס"מ, עליו מורכבים 2+2 שקעי 230 v או שולחן אישי 60X100 ס"מ, עליו מורכבים 2 שקעי 230 v. (לשקעים תחובר נורת ביקורת ומפסק דו קוטבי)
1	שולחן למורה + מגירות
1	ארון עזרה ראשונה, לפי תקן
1	עמדת כיבוי אש, לפי תקן
19	כיסאות לתלמידים, רצוי מרופדים ומסתובבים עם 5 גלגלים
1	כיסא למורה
1	שולחן לעבודות מכניות, גבוה ויציב בגודל 100X60 ס"מ
4	ארונות אכסון למורה ולתלמידים
1	לוח רב תכליתי

ריהוט לכיתה:

כמות	ציוד כיתתי
1	לוח רב תכליתי
1	כסא ושולחן למורה כולל מגירות
18-9	שולחנות וכסאות לתלמידים
1	סט הדגמה, שקפים, פלקטים
1	מטול עילי + מסך + מקרן חד קרן
2	סט ספרים כולל תקנים IPC, וכולל כל שאר נושאי תכנית הלימודים: למורה ולהשאלה

כלים אישיים:

כמות	כלים אישיים
	מלחם 24V, 30-40W, ראש 7 עם תרמוסטט והארקה
	כך למלחם (כולל ספוג או התקן ניקוי ללא מים)
	ספק כח למלחם או הספקת 24V ברשת מוגנת לכל הכיתה
	מכחול ניקוי 6-8 (שיער טבעי)
	מיכל אטום לחומר ניקוי (תלוי במשחה)
	סכין לפרינט (להב 10)
	פינצטה שפיץ (A.A)
	קטר(חותך צד 4")
	פלייר אף ארוך (שפיץ פלייר) 4" (ללא חריצים)
	פלייר אף עגול 4"
	מגלה חוטים מכאני (עם כניסות מסומנות A.W.G)
	מנורת קצר / זמזם
	ארגז כלים מפלסטיק + מנעול

כלים מחלקתיים:

כמות	כלים מחלקתיים
5	מלחם מבוקר טמפרטורה עם ראשים מתאימים להלחמות בבדיל ללא עופרת - SMT (למשל HAKO או WELLER)
1	מלחם 100W
5	כך למלחם
3+3	ראשים מספר 5+8 למלחמי 24V (רצוי צורות שונות)
3+3	שואב בדיל מכאני (מוגן ESD) + שואב גדול עם וואקום
1	לוחץ פינים עם ראש לגדלים משתנים (למשל DANIELS)
1	לוחץ פינים עם ראש כלשהו (למשל AMP)
1	לוחץ פינים עם ראש כלשהו (למשל MOLEX) הכוונה להכיר סוגים שונים של לוחצים. הראשים יותאמו לפינים שקיימים אצלכם
2	לוחץ למחברי BNC
1	לוחץ לכבל שטוח
1	לוחץ נעלי כבל (אדום, כחול, צהוב)
2	מגלה חוטים חצי אוטומטי
2	מגלה חוטים טרמי (105C)
2	מגלה כבל קואקס
2	מגלה כבל רשת
2	חותך צד 6"
3	פלייר אף שטוח 4"
1	אקדח W.W עם סליב/ביט (רצוי #30, #28)
3	עיפרון W.W + U.W.W + מגלה חוט W.W
1	אקדח להידוק חבקים (למשל PANDUIT)
5	מפוח אויר חם (למשל RAYCHEM) לכיווץ שרירי בידוד עם רפלקטורים שונים (עבור שרוולי הלחמה, טרמו-פיטים וכו') והוצאת רכיבי SMT
2	זכוכית מגדלת עם תאורה
2	מברג שטוח, להב 2"
2	מברג שטוח, להב 4"
2	מברג שטוח, להב 6"
3X2	מברגי פיליפס כנ"ל
1	קליבר
3	סרגל
1	מגללת
1+1	סט מפתחות פתוחים (2.4 M - 6.4 : 4/1 - 32/3)
1+1	סט מפתחות אלן כנ"ל
1+1	סט מפתחות גביע כנ"ל
1	סט מברגי שערן
1	מברג מבוקר לחץ (גם לסגירת אומים)
1	משקפי מגן
3	כפפות כותנה (לעבודה בצמות)
1	אום - מטר
1	אמבט בדיל (מבוקר טמפרטורה) או כוסית לטבילה וציפוי בבדיל
2	מלחצי שולחן 4"
1	שולחן כעמדת E.S.D (משטח שולחן, משטח ריצפה, חלוק, צמיד יד, צמיד רגל, פתילי הארקה, ארגז לאיכסון כרטיסים, לרכיבים, שילוט. בנוסף רצוי מתקן לבדיקת צמידים, מיינן וכלי עבודה אנטי סטטים)
1	עמדת מערכת SMT (להדגמה בלבד-אפשרי ע"י היצרן) רובוט להרכבת רכיבי SMT