

י"ד בחשון תשפ"ב

20 באוקטובר 2021

מס' אישור: 4210/21

אישור הפעלת מגמת לימוד

הנני לאשר את הפעלת מגמת הלימוד המפורטת להלן:

<u>ענף:</u>	<u>מגמת הלימוד:</u>	<u>מסגרת:</u>	<u>מסלול:</u>
חשמל ובקרת אקלים (14)	חשמלאי ראשי <u>סמל מגמה:</u> 1422	הכשרה למקצוע	הכשרה במימון עצמי (27) הכשרה במימון חיצוני (12)

משך הקורס:

סה"כ שעות עיוני: 500

סה"כ שעות מעשי: 100

סה"כ שעות: 600

הערות	שעות לימוד			נושאים
	סה"כ	מעשי	עיוני	
	(90)	(0)	(90)	מקצועות תשתית
	32	0	32	1. מתמטיקה ופיזיקה
	16	0	16	2. יישומי מחשב - תוכנת Visio
	12	0	12	3. אנגלית טכנית
	30	0	30	4. אלקטרוניקה תעשייתית
	(510)	(100)	(410)	תורת המקצוע - מקצועות ליבה
	120	0	120	5. תורת החשמל
	100	0	100	6. מכונות חשמל
	120	0	120	7. מתקני חשמל
	(170)	(100)	(70)	8. עבודה מעשית - חשמלאי ראשי
	64	40	24	8.1. מעגלי כח, פיקוד ובקרה, באמצעות מגענים
	64	40	24	8.2. מעגלי כח, פיקוד ובקרה, באמצעות בקרים מתוכנתים
	42	20	22	8.3. התייעלות אנרגטית ומערכות אנרגיה מתחדשת
	600	100	500	סה"כ שעות

היחידה לפיתוח תכניות לימודים

www.gov.il | employment.labor.gov.il | אתר ממשל זמין -

רח' הצבי 15, ירושלים | טלפון: 074-7696581 | פקס: 074-7502732

דרישות כניסה:

1. תעודת גמר "חשמלאי מוסמך".
2. תעודה בתוקף המעידה שהמועמד עבר קורס הדרכה לעבודה בגובה, על-ידי גוף שקיבל לכך היתר ממינהל הבטיחות והבריאות התעסוקתית, בהיקף של 16 שעות לפחות.
3. תעודה בתוקף המעידה שהמועמד עבר קורס הדרכה לעזרה ראשונה, על-ידי גוף שקיבל לכך היתר ממד"א, בהיקף של 6 שעות לפחות.
4. ועדת קבלה – מוסד ההכשרה מתחייב לקיים תהליך קליטה ומיון למועמדים **אך ורק** בהתאם לדרישות הכניסה המופיעות באישור ההפעלה.

בחינות גמר:

בחינות גמר חיצוניות:

1. בחינה עיונית: תורת החשמל ראשי, סעיף 5, ציון עובר- 60.
2. בחינה עיונית: מכונות חשמל ראשי, סעיף 6, ציון עובר- 60.
3. בחינה עיונית: מתקני חשמל ראשי, סעיף 7, ציון עובר- 60.
4. בחינה מעשית: חשמלאי ראשי, סעיף 8, ציון עובר- 65.

בחינות גמר פנימיות:

ייתכן ציון מספרי בכל המקצועות הנלמדים.

תעודות:

תעודת גמר: חשמלאי ראשי.

רישוי ומסלולי קידום:

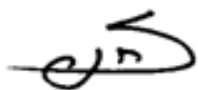
1. בעלי רישיון "חשמלאי מוסמך", שסיימו את לימודיהם והם בעלי תעודת גמר "חשמלאי ראשי", יהיו רשאים לבקש רישיון "חשמלאי ראשי", לאחר שנתיים מיום הנפקת תעודת הגמר.
2. בעלי תעודת גמר "חשמלאי ראשי", שאינם מחזיקים ברישיון חשמלאי מוסמך, רשאים לבקש רישיון "חשמלאי ראשי", רק לאחר שנתיים מיום קבלת רישיון "חשמלאי מוסמך".

כל זאת בהתאם להנחיות המנהל לענייני חשמל במשרד הכלכלה והתעשייה ובכפוף לחוק החשמל ותקנותיו, באותה עת.

הערות:

1. אישור הפעלה זה מחליף את אישור 1539/05 וכן מבטל שתי מגמות:
א. 2971 "חשמלאי ראשי (רצף ממוסמך)"
ב. 2582 "חשמלאי ראשי (מסלול ארוך)"
2. תוקף אישור הפעלה זה החל מה- 20 בינואר 2022.
3. אישור זה נתמך בתכנית לימודים מפורטת של היחידה לתכניות לימוד, מאוקטובר 2021.
4. פירוט תכני הלימוד- ראה נספח א'.
5. ביבליוגרפיה- ראה נספח ב'.

• **כתב: עדי תמיר, מפתח תכניות לימודים ביחידה לתכניות לימודים**



חני זוהר

מנהלת היחידה לפיתוח תכניות לימודים

4210/21

נספח א' - פירוט תכני הלימוד

מקצועות תשתית

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
1.	מתמטיקה	(32)	(0)	--
1.1.	שברים וביטויים אלגבריים.	4	0	--
1.1.1.	הצגת ביטויים אלגבריים, כנוס איברים דומים וסדר פעולות.			הבנה
1.1.2.	שינוי נושא נוסחה.			הבנה
1.1.3.	שברים מספריים. חיבור, חיסור, כפל וחילוק של שבר בשבר.			הבנה
1.1.4.	חישוב בעיות אחוזים וחישוב גודל השינוי באחוזים של ערך מסוים.			הבנה
1.2.	משוואות.	4	0	--
1.2.1.	פתרון משוואות מהמעלה הראשונה עם נעלם אחד.			הבנה
1.2.2.	פתרון משוואות מהמעלה הראשונה עם שני נעלמים.			הבנה
1.2.3.	פתרון משוואות מהמעלה הראשונה עם שלושה נעלמים.			הבנה
1.2.4.	פתרון משוואה מהמעלה השנייה עם נעלם אחד, משוואה ריבועית.			הבנה
1.3.	חזקות ושורשים, לוגריתמים עשרוניים.	4	0	--
1.3.1.	חזקות בעלי מעריך טבעי. הוצאת שורש ריבועי.			הבנה
1.3.2.	שינוי מעריך החזקה למעבר בין יחידות שימושיות של 10^x - EXP. והמעבר בניהן.			הבנה
1.4.	פונקציות.	4	0	--
1.4.1.	משוואת הקו הישר והגרף המייצג אותה. מציאת נקודות החיתוך עם הצירים ומציאת שיפוע הגרף.			הבנה
1.4.2.	פונקציה מעריכית עולה ופונקציה מעריכית דועכת. הגרף המייצג כל אחת מהן. מציאת נקודות על הגרף.			הבנה
1.5.	הנדסת המישור והמרחב.	4	0	--
1.5.1.	חישוב שטחים והיקפים של משולש, ריבוע, מלבן ומעגל.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
1.5.2	חישוב זווית ברדיאן, מעבר מזווית ברדיאן לזווית במעלות ולהיפך.			הבנה
1.5.3	חישוב נפחים של גליל ותיבה.			הבנה
1.6	טריגונומטריה.	6	0	--
1.6.1	חישוב צלעותיו וזוויותיו של משולש ישר זווית, באמצעות משפט פיתגורס.			הבנה
1.6.2	חישוב צלעותיו וזוויותיו של משולש ישר זווית, באמצעות יחסים טריגונומטריים של זווית: Sin. Cos. Tan.			הבנה
1.6.3	חישוב צלעותיו וזוויותיו של משולש באמצעות משפטי הסינוס והקוסינוס.			הבנה
1.7	מספרים מרוכבים	6	0	--
1.7.1	הצגת ווקטור במישור המרוכב בהצגה קרטזית ופולארית			הבנה
1.7.2	חיבור וחסור של ווקטורים			הבנה
2.	יישומי מחשב - תוכנת Visio	(16)	(0)	--
2.1	הכרת התוכנה והפונקציות שבה.			ידע
2.2	שרטוט סמלים גרפיים של אבירים בחשמל באמצעות התוכנה.			יישום
2.3	שרטוט לוח חשמל באמצעות התוכנה.			יישום
2.4	שרטוט תכנית חשמל דירתי באמצעות התוכנה.			יישום
3.	אנגלית טכנית	(12)	(0)	--
3.1	אוצר מילים חדש באנגלית בתחום החשמל והאלקטרוניקה.			הבנה
3.2	קריאת לוחיות זיהוי ומפרטים טכניים באנגלית, של מכשירי חשמל.			הבנה
3.3	קריאת הוראות הפעלה באנגלית של מכשירי חשמל.			הבנה
4.	אלקטרוניקה תעשייתית	(30)	(0)	--
4.1	מעגלי יישור וסכמת מלבנים של ספק כח	8	0	--
4.1.1	המבנה האטומי של חצי מוליך, חומר מסוג P וחומר מסוג N, צומת PN, אופיין זרם מתח של דיודה.			ידע
4.1.2	הדיודה כשסתום חד-כיווני. מעגל יישור חד-דרכי באמצעות דיודה.			הבנה
4.1.3	מעגל יישור דו-דרכי באמצעות גשר דיודות, גשר-גרץ.			הבנה
4.1.4	מעגל סינון הגל המתקבל ממוצא המיישר, באמצעות קבל סינון.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
4.1.5	שרטוט אופייני המבוא והמוצא במעגל יישור חד-דרכי ודו דרכי, אחד מתחת לשני, כתלות בזמן, עם וללא קבל סינון.			הבנה
4.1.6	מעגל ייצוב הגל המתקבל ממוצא המסנן, באמצעות דיודת זנר.			הבנה
4.1.7	סכמת מלבנים של ספק כח.			הבנה
4.2	רכיבים חשמלוריים	6	0	--
4.2.1	דיודה פולטת אור לחיווי ולתאורה. עקרון התופעה של פליטת אור בדיודות לחיווי ובדיודות לתאורה.			הבנה
4.2.2	פוטו-דיודה ותפקידה במעגלי מיתוג תאורת רחוב.			הבנה
4.2.3	תאים פוטו-וולטאיים. עקרון התופעה של היווצרות תא חשמלי מאור השמש. קבלת פנלים סולאריים על ידי חיבורם במטריצה של תאים פוטו-וולטאיים רבים.			הבנה
4.3	רכיבי מיתוג וויסות הספק אלקטרוניים ממשפחת התריסטורים	6	0	--
4.3.1	מבנה פיזיקלי של S.C.R, סימול סכמתי. עקרון הפעולה במעגל וויסות הספק על עומס.			ידע
4.3.2	אופייני המבוא והמוצא על פני ה S.C.R כתלות בזמן. חישוב הערך היעיל של המתח על פני העומס במעגל זה.			הבנה
4.3.3	עקרון הפעולה של עמעם לתאורת ליבון והלוגן המבוסס על S.C.R.			הבנה
4.3.4	עקרון הפעולה של עמעם לתאורת LED המבוסס על אפנון רוחב פולס.			הבנה
4.4	שערים לוגיים ופונקציות לוגיות	10	0	--
4.4.1	הכרת סימולם הסכמתי וטבלאות האמת של השערים הלוגיים: NOT, AND, OR, NAND, NOR ו- XOR			הבנה
4.4.2	צמצום פונקציה לוגית באמצעות כללי האלגברה הבוליאנית.			הבנה
4.4.3	צמצום פונקציה לוגית באמצעות מפות קרנו.			הבנה
4.4.4	מימוש פונקציה לוגית באמצעות שערים לוגיים.			הבנה

תורת המקצוע – מקצועות ליבה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
5.	תורת החשמל	(120)	(0)	--
5.1	מבוא לזרם ישר	10	0	--
5.1.1	המטען החשמלי, כוחות משיכה ודחייה בין מטענים.			--
5.1.1.1	הגדרת המושג מטען חשמלי ויחידת מדידתו הבסיסית.			ידע
5.1.1.2	הכרת הנוסחה לחישוב כוחות המשיכה והדחייה הקיימים בין שני מטענים חשמליים כתלות בגודל המטענים, בתווך ובמרחק שביניהם.			ידע
5.1.2	הזרם החשמלי			--
5.1.2.1	הגדרת המושג זרם חשמלי ויחידת מדידתו.			ידע
5.1.2.2	חישוב עוצמתו של הזרם החשמלי על פי כמות המטען שעוברת דרך שטח חתך מסוים, תוך פרק זמן נתון.			הבנה
5.1.2.3	הכרת יחידת המטען אמפר-שעה.			ידע
5.1.3	המתח החשמלי			--
5.1.3.1	הכרת המושג פוטנציאל חשמלי ויחידות מדידתו.			ידע
5.1.3.2	הבנת המושג מתח חשמלי כהפרש פוטנציאלים בין שתי נקודות.			ידע
5.1.3.3	הכרת סימולים סכמתיים של מקורות מתח חשמליים.			ידע
5.1.4	התנגדות ומוליכות סגולית וחשמלית			--
5.1.4.1	התנגדות סגולית והתנגדות חשמלית של חומר ויחידות מדידתן.			ידע
5.1.4.2	סימול סכמתי של נגדים בתקן אמריקאי ובתקן אירופאי.			ידע
5.1.4.3	המוליכות הסגולית והחשמלית של חומר ויחידות מדידתן.			ידע
5.1.4.4	חישוב התנגדותו של מוליך על פי אורכו, שטח חתכו והתנגדות הסגולית של החומר ממנו הוא עשוי.			הבנה
5.1.4.5	הכרת עקרון הפעולה של נגד משתנה (ריאוסטט) על ידי שינוי מיקום הזחלן לאורכו של המוליך.			ידע
5.1.4.6	הכרת סימולו הסכמתי של נגד משתנה.			ידע
5.1.4.7	הגדרת המושג מקדם הטמפרטורה של חומר מסוים ויחידות מדידתו.			ידע

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
5.1.4.8	חישוב התנגדותו של מוליך או חומר כלשהו בטמפרטורה שונה מ- 20 מעלות צלסיוס.			הבנה
5.1.4.9	הכרת מקדמי טמפ. וערכי התנגדות סגולית של חומרים שונים והשפעתם על השיקולים בבחירת חומר זה על חומר אחר בתהליכי ייצור שונים בתעשיית החשמל.			ידע
5.1.4.10	הבנת הצורך בייצורם של נגדים שונים, לשם הכללתם בתוך מעגלים חשמליים, על מנת להגביל זרם בענף כלשהו.			ידע
5.1.4.11	הבנת הקשר בין גודלם הפיזי של הנגדים ליכולת הסעת החום מתוכם אל הסביבה.			ידע
5.1.4.12	הכרת הצורך בקוד צבעים לקביעת ערכם של הנגדים הגליליים, על אף גודלם הלא מבוטל.			ידע
5.1.4.13	זיהוי ערכי נגדים על פי קוד הצבעים והצבעים המסומנים עליהם.			ידע
5.1.4.14	הכרת נגדים מסוג SMD ו- SMT ושיטת הרישום של הערך ההתנגדותי שלהם.			ידע
5.1.5	חוק אוהם			--
5.1.5.1	הבנת מהותו של הקשר בין הזרם, המתח וההתנגדות החשמלית.			ידע
5.1.5.2	חישוב מתח, זרם והתנגדות באמצעות חוק אוהם, במעגל הכולל מקור מתח ונגד יחיד בלבד.			הבנה
5.1.6	עבודה והספק חשמלי			--
5.1.6.1	הגדרת מושג העבודה החשמלית ויחידת מדידתה הבסיסית.			ידע
5.1.6.2	חישוב העבודה החשמלית הכרוכה בהעברת מטען חשמלי, על ידי מקור מתח, מהדק אחד להדק שני, ביחידות ג'אול.			הבנה
5.1.6.3	הכרת מושג ההספק החשמלי ככמות העבודה הנעשית תוך פרק זמן נתון ויחידת מדידתו.			ידע
5.1.6.4	חישוב ההספק המתפתח בעומס כאשר ידועים המתח והזרם דרכו.			הבנה
5.1.6.5	חישוב ההספק המתפתח בעומס כאשר ידועים המתח וההתנגדות			הבנה
5.1.6.6	חישוב ההספק המתפתח בעומס כאשר ידועים הזרם וההתנגדות			הבנה
5.1.6.7	הכרת יחידת האנרגיה קילו-וואט-שעה.			ידע
5.1.6.8	חישוב צריכת האנרגיה הדו-חודשית, של עומס כלשהו, גוף חימום או מנוע ביחידות ג'אול וביחידות קילו-וואט-שעה.			הבנה
5.1.6.9	הגדרת המושג נצילות של מערכת פיזיקלית מעשית.			ידע

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
5.1.6.10.	חישוב הנצילות של מערכת פיזיקלית הכוללת מקור מתח ועומס מרוחק, בהתחשב בהפסדי ההספק על המוליכים.			הבנה
5.2.	מעגלי זרם ישר	40	0	--
5.2.1.	המעגל הטורי			--
5.2.1.1.	חישוב ההתנגדות השקולה של n נגדים שונים, המחוברים ביניהם בטור למקור מתח יחיד.			הבנה
5.2.1.2.	חישוב ההתנגדות השקולה, במקרה פרטי של n נגדים שווים המחוברים ביניהם בטור למקור מתח יחיד.			הבנה
5.2.1.3.	הכרת חוק המתחים של קירכהוף לעניבה סגורה.			הבנה
5.2.1.4.	חישוב הזרם הכללי, המתח וההספק בכל נגד, במעגל הכולל n נגדים שונים המחוברים ביניהם בטור למקור מתח יחיד.			הבנה
5.2.1.5.	חישוב המתח על פני כל נגד במעגל הכולל שני נגדים שונים המחוברים ביניהם בטור למקור מתח יחיד, על פי נוסחת מחלק המתח.			הבנה
5.2.2.	המעגל המקבילי.			--
5.2.2.1.	חישוב ההתנגדות השקולה של n נגדים שונים, המחוברים ביניהם במקביל למקור מתח יחיד.			הבנה
5.2.2.2.	חישוב ההתנגדות השקולה, במקרה פרטי של n נגדים שווים המחוברים ביניהם במקביל למקור מתח יחיד.			הבנה
5.2.2.3.	חישוב ההתנגדות השקולה, במקרה פרטי של שני נגדים שונים המחוברים ביניהם במקביל למקור מתח יחיד.			הבנה
5.2.2.4.	הכרת חוק הזרמים של קירכהוף עבור צומת.			הבנה
5.2.2.5.	חישוב הזרם הכללי, המתח וההספק בכל נגד, במעגל הכולל n נגדים שונים המחוברים ביניהם במקביל למקור מתח יחיד.			הבנה
5.2.2.6.	חישוב הזרם הזורם בכל נגד, במעגל הכולל שני נגדים שונים המחוברים ביניהם במקביל למקור מתח יחיד, על פי נוסחת מחלק הזרם.			הבנה
5.2.3.	המעגל המעורב.			--
5.2.3.1.	חישוב ההתנגדות השקולה של n נגדים שונים, המחוברים ביניהם במעורב למקור מתח יחיד.			הבנה
5.2.3.2.	חישוב הזרם הכללי, המתח וההספק בכל נגד, במעגל הכולל n נגדים שונים המחוברים ביניהם במעורב למקור מתח יחיד.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
5.2.3.3	הכרת אופן חיבורם של מד זרם ושל מד מתח למדידת הזרם והמתח בכל נגד.			ידע
5.2.3.4	הכרת המושגים נתק וקצר במעגל מעורב.			ידע
5.2.3.5	חיבור מפסקים בטור ובמקביל לקבלת מצבי קצר ונתק, שרטוט מעגלי תמורה וחישוב הזרמים, המתחים וההספקים במצב החדש.			הבנה
5.2.3.6	חיבור נגד משתנה (ריאוסטט) כמחלק מתח (פוטנציומטר) והשימוש בו במעגלי וויסות הספק על עומס.			הבנה
5.2.3.7	הכרת גשר הנגדים "גשר וויטסטון" והתנאי לאיזונו.			הבנה
5.2.3.8	הכרת נוסחאות ההמרה של משולש נגדים בכוכב נגדים ולהיפך.			הבנה
5.2.4	חיבור תאים לקבלת סוללה			--
5.2.4.1	הגדרת המושגים כא"מ, התנגדות פנימית, מתח הדקים וקיבול של תא בודד.			הבנה
5.2.4.2	חישוב כא"מ, התנגדות פנימית וקיבול שקולים, של n תאים זהים מחוברים פעם בטור פעם במקביל ופעם במעורב.			הבנה
5.2.4.3	חישוב הזרם בסוללה, מפל המתח בה ומתח ההדקים שלה כאשר מחובר עומס בין הדקיה.			הבנה
5.2.4.4	תכנון סוללה לקבלת הספק מקסימלי על עומס נתון וחישוב הנצילות במקרה זה.			הבנה
5.2.5	משפטי רשת			--
5.2.5.1	חישוב הזרם הכללי ומאזן הספקים במעגל חשמלי הכולל עניבה אחת בלבד, אך יותר ממקור אחד.			הבנה
5.2.5.2	הגדרת המושג מקור זרם.			הבנה
5.2.5.3	ייצוג מקור זרם עם נגד במקביל, באמצעות מקור מתח עם נגד בטור ולהיפך.			הבנה
5.2.5.4	חישוב הזרם בכל ענף ומאזן הספקים, במעגל הכולל מספר מקורות מתח ומקורות זרם, בשיטת ההרכבה.			
5.2.5.5	חישוב הזרם בכל ענף ומאזן הספקים, במעגל הכולל מספר מקורות מתח ומקורות זרם, בשיטת זרמי חוגים.			הבנה
5.2.5.6	חישוב הזרם בכל ענף ומאזן הספקים, במעגל הכולל מספר מקורות מתח ומקורות זרם, בשיטת מתחי צמתים.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
5.2.5.7.	חישוב הזרם הזורם בענף מסוים ברשת הכוללת מספר מקורות מתח ומקורות זרם, בשיטת תבנית.			הבנה
5.3.	המרת אנרגיה	10	0	--
5.3.1.	המרת אנרגיה חשמלית למכנית.			--
5.3.1.1.	הגדרת המושגים כח, עבודה, הספק ומומנט מכניים ויחידותיהם.			ידע
5.3.1.2.	הגדרת הקשר בין היחידות ק"ג וניוטון והמעבר ביניהם. הגדרת הקשר בין יחידות קג"מ, ניוטון-מטר ולבין ג'אול והמעבר ביניהם.			ידע
5.3.1.3.	הגדרת הקשר בין קג"מ/לשנייה, לניוטון-מטר/לשנייה ולבין וואט והמעבר ביניהם. הגדרת המושג כח-סוס והקשר בינו לבין וואט והמעבר ביניהם.			ידע
5.3.1.4.	חישוב בעיות בהמרת אנרגיה חשמלית למכנית, תוך התחשבות בהפסדי ההספק של המערכות הממירות את האנרגיה החשמלית למכנית.			הבנה
5.3.1.5.	בחירת הספק של מנוע הדרוש לביצוע עבודה מכנית תוך התחשבות בהפסדים המכניים והחשמליים של המערכת כולה.			הבנה
5.3.2.	המרת אנרגיה חשמלית לתרמית.			הבנה
5.3.2.1.	הכרת מושגים בסיסיים של אנרגיה תרמית, חום סגולי, קלוריה, מידת חום, כמות חום, מקדם טמפ. ויחידות מדידתם.			ידע
5.3.2.2.	הכרת חוק ג'אול בדבר הקשר בין האנרגיה החשמלית לאנרגיה התרמית.			ידע
5.3.2.3.	חישוב בעיות בהמרת אנרגיה חשמלית לתרמית על פי חוק ג'אול.			הבנה
5.3.2.4.	חישוב האנרגיה החשמלית, המושקעת בתהליכי חימום של חומרים שונים ובעיקר מים, ביחידות של קילו-וואט-שעה.			הבנה
5.4.	מגנטיות ואלקטרומגנטיות	10	0	--
5.4.1.	הגדרת המושגים חומרים פרומגנטיים, פארמגנטיים ודיאמגנטיים.			ידע
5.4.2.	הגדרת המושגים חלחלות מגנטית מוחלטת וחלחלות מגנטית יחסית ויחידות מדידתם.			ידע
5.4.3.	הגדרת המושגים שדה מגנטי, שטף מגנטי וצפיפות השטף המגנטי הקיימים בין קטביו של מגנט קבוע ויחידות מדידתם.			ידע

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
5.4.4	קביעת מגמתם של קווי הכח המגנטיים של השדה המגנטי, הנוצר סביב מוליך נושא זרם, על-פי כלל יד ימין או כלל הבורג.			הבנה
5.4.5	הבנת עקרון הפעולה של אלקטרומגנט כפעולה של מגנט חומר פרומגנטי, באמצעות זרם חשמלי הזורם במוליך המלופף עליו.			הבנה
5.4.6	הגדרת המושגים רוויה מגנטית ומגנטיות שיורית ותיאורם באמצעות עניבת החשל.			הבנה
5.4.7	הבנת היתרונות והחסרונות של המגנטיות השיורית והדרך לניצולה.			הבנה
5.4.8	הגדרת המושג מיאון ויחידות מדידתו.			ידע
5.4.9	חישוב המיאון של המעגל האלקטרומגנטי, בתלות בממדים הגיאומטריים של הליבה וסוג החומר ממנו היא עשויה.			הבנה
5.4.10	הכרת "חוק אוהם מגנטי". הקשר בין המיאון, הכח המגנטי-מניע, השטף המגנטי הנוצר ויחידותם מדידתם.			הבנה
5.4.11	חישוב הכח המגנטי-מניע, המיאון, השטף המגנטי, צפיפות השטף המגנטי ועוצמת השטף המגנטי במרכזו של אלקטרומגנט.			הבנה
5.4.12	חישוב הכח הפועל על תייל נושא זרם ושרוי בתוך שדה מגנטי כתוצאה של הפעולה ההדדית בין קווי הכח של השדה בו הוא שרוי, לבין קווי הכח הנוצרים סביב התייל נושא הזרם.			הבנה
5.4.13	קביעת מגמתו של הכח לפי כלל יד שמאל.			הבנה
5.4.14	חישוב הכח הפועל על התייל, כתלות באורך הפעיל של התייל נושא הזרם, בעוצמת הזרם הזורם בתייל, בצפיפות השדה המגנטי בו הוא שרוי ובזווית בין התייל לבין קווי הכח של השדה.			הבנה
5.4.15	המומנט הסיבובי הפועל על כריכה נושאת זרם ושרויה בתוך שדה מגנטי.			הבנה
5.4.16	חישוב גודלו של המומנט וקביעת כיוונו.			הבנה
5.4.17	המומנט הסיבובי הפועל על סליל נושא זרם ושרוי בתוך שדה מגנטי. חישוב גודלו של המומנט וקביעת כיוונו.			הבנה
5.4.18	הכא"מ המושרה בין קצותיו של תייל הנע בתוך שדה מגנטי וחותר קווי כח מגנטיים תוך כדי תנועתו, קביעת כיוונו על פי כלל יד ימין.			ידע
5.4.19	חישוב הכא"מ המושרה בתייל, כתלות באורך הפעיל של התייל הנע, במהירות התנועה, בצפיפות השדה המגנטי בו הוא נע ובזווית החיתוך בין התייל הנע לבין קווי הכח המגנטיים של השדה.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
5.4.20	הכא"מ המושרה בין קצותיה של כריכה ובין קצותיו של סליל המסתובבים בתוך שדה מגנטי וחותרים קווי כח מגנטיים תוך כדי סיבוב.			הבנה
5.4.21	דגימת הכא"מ המושרה באמצעות טבעות חצויות לקבלת מתח ישר			הבנה
5.4.22	דגימת הכא"מ המושרה באמצעות טבעות החלקה לקבלת מתח חילופין.			הבנה
5.4.23	חוק פרדיי בדבר הכא"מ המושרה בסליל נייח, כתוצאה של שינוי בזמן של השטף המגנטי דרכו וחוק לנץ בדבר מגמתו של הכא"מ המושרה הנוצר.			הבנה
5.4.24	הגדרת המושג השראות עצמית של סליל ויחידות מדידתה.			הבנה
5.4.25	חישוב השראות של משרן על פי מספר הכריכות, הממדים הגיאומטריים שלו וסוג הליבה עליה הוא מלופף.			הבנה
5.5	אלקטרוסטטיקה וקבלים	10	0	--
5.5.1	הגדרת המושגים קווי כח חשמליים, שדה חשמלי, עוצמת השדה החשמלי ויחידות מדידתם.			ידע
5.5.2	הגדרת המושגים חלחלות אלקטרוסטטית מוחלטת וחלחלות אלקטרוסטטית יחסית של חומרים דיאלקטריים.			ידע
5.5.3	הגדרת המושגים קיבול של קבל, מתח בין לוחותיו של קבל, מטען אגור בקבל, אנרגיה אגורה בקבל, חוזק דיאלקטרי.			ידע
5.5.4	עקרון הפעולה של קבל לוחות בהיותו מחובר למקור מתח קבוע. טעינת מעריכת של קבל במתח קבוע לעומת טעינה ליניארית בזרם קבוע.			הבנה
5.5.5	חישוב קיבולו של קבל לוחות כתלות בממדים הגאומטריים שלו, בסוג החומר הדיאלקטרי שבין לוחותיו והמרחק ביניהם.			הבנה
5.5.6	חישוב קיבול שקול של קבלים שונים המחוברים ביניהם בטור, במקביל ובמעורב.			הבנה
5.5.7	חישוב המתח, המטען והאנרגיה אגורה בכל אחד מהקבלים, במצב המתמיד, בהיותם מחוברים בטור, במקביל ובמעורב.			הבנה
5.5.8	הגדרת המושג קבוע הזמן במשוואות הטעינה והפריקה של קבל.			הבנה
5.5.9	חישוב המתח על פני הקבל בתוך תופעת המעבר, באמצעות משוואת הדפקים.			הבנה
5.5.10	חישוב הזמן שיעבור עד שהמתח על פני הקבל יגיע לערך מסוים, בתוך תופעת המעבר, באמצעות משוואת הדפקים.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
5.5.11.	שרטוט צורות המתחים, באופן איכותי ובאופן כמותי, על פני הנגד ועל פני הקבל בתוך תופעת המעבר.			הבנה
5.6.	מעגלי מתח זרם חילופין חד-מופעים	20	0	--
5.6.1.	סוגי מתח חילופין מחזוריים בסיסיים, ריבועי, משולש וסינוסי.			ידע
5.6.2.	הגדרת מושגים בסיסיים של אותות סינוסיים מחזוריים כגון: ערך שיאי, ערך יעיל, ערך ממוצע, זמן מחזור, תדר, תדירות מעגלית ויחידות מדידתם.			ידע
5.6.3.	חישוב הכא"מ הרגעי ברגע נתון באמצעות משוואת הכא"מ הרגעי של אות סינוסי.			הבנה
5.6.4.	מעגל חשמלי הכולל נגד מחובר למקור מתח חילופין סינוסי. תיאורים גרפיים ווקטוריים של המתח, הזרם וההספק על פניו.			הבנה
5.6.5.	מעגל חשמלי הכולל משרן טהור מחובר למקור מתח חילופין סינוסי. תיאורים גרפיים ווקטוריים של המתח, הזרם וההספק.			הבנה
5.6.6.	הגדרת המושג היגב השראי וחישובו על פי השראותו ועל פי התדירות המעגלית של המתח הסינוסי אליו הוא מחובר.			הבנה
5.6.7.	קבל טהור מחובר למקור מתח חילופין סינוסי. תיאורים גרפיים ווקטוריים של המתח, הזרם וההספק על פניו.			הבנה
5.6.8.	הגדרת המושג היגב קיבולי וחישובו על פי קיבולו ועל פי התדירות המעגלית של המתח הסינוסי אליו הוא מחובר.			הבנה
5.6.9.	נגד ומשרן טהור מחוברים בטור למקור מתח חילופין סינוסי. הגדרת מושג העכבה של המעגל וחישובה כסכום ווקטורי של התנגדות הנגד ושל ההיגב ההשראי של המשרן.			הבנה
5.6.10.	חישוב גורם ההספק והפרש המופע במעגל הכולל משרן ונגד בטור. חישוב משולש עכבות, משולש מתחים ומשולש הספקים.			הבנה
5.6.11.	נגד וקבל מחוברים בטור למקור מתח חילופין סינוסי. הגדרת מושג העכבה של המעגל וחישובה כסכום ווקטורי של התנגדות הנגד ושל ההיגב הקיבולי של הקבל.			הבנה
5.6.12.	חישוב גורם ההספק, הפרש המופע, משולש עכבות, משולש מתחים ומשולש הספקים במעגל הכולל קבל ונגד בטור.			הבנה
5.6.13.	נגד, משרן וקבל מחוברים בטור למקור מתח חילופין סינוסי. הגדרת מושג העכבה של המעגל וחישובה כסכום ווקטורי של התנגדות הנגד, של ההיגב ההשראי ושל ההיגב הקיבולי.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
5.6.14	חישוב גורם ההספק והפרש המופע, משולש עכבות, משולש מתחים ומשולש הספקים במעגל הכולל נגד, משרן וקבל מחוברים בטור.			הבנה
5.6.15	תהודה טורית במעגל טורי של קבל, נגד וסליל.			הבנה
5.6.16	משמעות מושג התהודה. התנאי לתהודה. הנוסחה של התדר המקיים את תנאי התהודה.			הבנה
5.6.17	הצורך בשיפורו של מקדם ההספק. חישוב ערכו של הקבל שיש לחבר במקביל למעגל השראי על מנת לשפר את גורם ההספק לגודל דרוש.			הבנה
5.6.18	מעגל מקבילי של קבל טהור מחובר במקביל לסליל מעשי. חיבור הקבל במקביל למתקן השראי לצורך שיפור גורם ההספק.			הבנה
5.7	מערכות תלת מופעיות	20	0	--
5.7.1	מרכיביה של מערכת תלת מופעית, יתרונותיה וחסרונותיה.			ידע
5.7.2	הגדרת מושגים בסיסיים של מערכת תלת-מופעית כגון: מתח פאזי ומתח שלוב. עומס מחובר בכוכב ועומס מחובר במשולש.			ידע
5.7.3	חישוב הזרמים והמתחים הפאזיים והשלובים, כאשר העומס הינו עומס סימטרי המחובר בכוכב ואת ההספק הכולל המתפתח בו.			הבנה
5.7.4	חישוב הזרמים והמתחים הפאזיים והשלובים, כאשר העומס סימטרי המחובר במשולש וחישוב ההספק הכולל המתפתח בו.			הבנה
5.7.5	חישוב הזרמים והמתחים הפאזיים והשלובים, כאשר העומס סימטרי המחובר בכוכב, ללא מוליך האפס וחישוב ההספק הכולל המתפתח בו, כאשר חל פסק או קצר באחד המופעים.			הבנה
5.7.6	חישוב הזרמים והמתחים הפאזיים והשלובים, כאשר העומס הינו עומס סימטרי המחובר במשולש וחישוב ההספק הכולל המתפתח בו, כאשר חל פסק באחד המופעים בצרכן, או באחד הקווים.			הבנה
5.7.7	הכרת יחס ההספקים המתפתחים באותו העומס כאשר הוא מחובר פעם בכוכב ופעם במשולש והבנת המשמעות של חיבורו בחיבור כוכב-משולש לצורך העמסה הדרגתית של הרשת.			הבנה
5.7.8	הבנת חיוניותו של מוליך האפס במערכת תלת מופעית לא מאוזנת הסכנה הקיימת לצרכנים ולרשת בעת ניתוקו.			הבנה
6.	מכונות חשמל	(100)	(0)	--
6.1	מכונות לזרם ישר	30	0	--
6.1.1	הכרת המבנה של מכונה לזרם ישר, חלקיה ומרכיביה: הסטטור קטביו וליפופיו, הרוטור וליפופיו, הקולקטור והפחמים.			ידע

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
6.1.2	עקרון הפעולה של המכונה לזרם ישר, הפועלת פעם כמנוע ופעם כמחולל.			ידע
6.1.3	סקירה של סוגי העירור הקיימים לצורך הגברת השטף המגנטי			ידע
6.1.4	בחלל הסטטור של המכונה: עירור זר (נפרד, חיצוני), מקבילי, טורי ומעורב.			
6.1.5	סוגי הליפוף של מוליכי הרוטור: גלי פשוט ועניבה פשוט.			ידע
6.1.6	נוסחת הכא"מ המושרה בסלילי העוגן בתלות בקבוע המחולל, בשטף הקיים בחלל הסטטור ובמהירות הסיבוב של הרוטור.			הבנה
6.1.7	קבוע המחולל והתלות שלו במספר זוגות הקטבים שבסטטור, במספר המוליכים ברוטור, ובסוג הליפוף שלהם בתוך חריצי הרוטור.			הבנה
6.1.8	הפסדי ההספק הקיימים בפעולת המכונה לזרם ישר כמחולל וכמנוע: הפסדי ההספק בנחושת של מוליכי הסטטור ומוליכי הרוטור. הפסדי הספק בברזל של הקטבים המגנטיים שבסטטור ובליבת הרוטור. הפסדי ההספק כתוצאה של החיכוך במסבים בעת סיבובו. הפסדי ההספק לאוורור. הפסדי ההספק על הפחמים (מברשות).			הבנה
6.1.9	תופעת הקומוטציה המתרחשת במכונות לזרם ישר			הבנה
6.1.10	מחולל בעירור זר : מעגל תמורה חשמלי, אופייני המחולל, הפנימיים והחיצוניים. מתחים, זרמים, סולם הספקים, הפסדי הספק ונצילות של המחולל.			הבנה
6.1.11	מחולל בעירור מקבילי: מעגל תמורה חשמלי, אופייני המחולל, הפנימיים והחיצוניים. מתחים, זרמים, סולם הספקים, הפסדי הספק ונצילות של המחולל.			הבנה
6.1.12	מחולל בעירור טורי : מעגל תמורה חשמלי. אופייני המחולל, הפנימיים והחיצוניים. מתחים, זרמים, סולם הספקים, הפסדי הספק ונצילות של המחולל.			הבנה
6.1.13	מחולל בעירור מעורב: מחולל בעירור מעורב ארוך. מחולל בעירור מעורב קצר.			הבנה
6.1.14	חיבור מחוללים במקביל: התנאים לחיבור מחוללים במקביל.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
	חישוב הזרם הנצרך מכל מחולל וחישוב הכא"מ המושרה בו. חישוב חלוקת ההספק הכללי בין כל אחד מהמחוללים.			
6.1.15	מנוע בעירור זר : מעגל תמורה חשמלי, אופייני המנוע, הפנימיים והחיצוניים. מתחים, זרמים, סולם הספקים, הפסדי הספק ונצילות של המנוע.			הבנה
6.1.16	מנוע בעירור מקבילי: מעגל תמורה חשמלי, אופייני המנוע, הפנימיים והחיצוניים. מתחים, זרמים, סולם הספקים, הפסדי הספק ונצילות של המנוע.			הבנה
6.1.17	מנוע בעירור טורי : מעגל תמורה חשמלי, אופייני המנוע, הפנימיים והחיצוניים. מתחים, זרמים, סולם הספקים, הפסדי הספק ונצילות של המנוע.			הבנה
6.1.18	מנוע בעירור מעורב: מנוע בעירור ארוך. מנוע בעירור קצר.			הבנה
6.2	שנאים	40	0	--
6.2.1	שנאים חד-פאזיים			--
6.2.1.1	מבנה בסיסי של שנאי חד פאזי ועקרון פעולתו.			ידע
6.2.1.2	נוסחת הכא"מ היעיל המושרה בסלילי השנאי, על ידי השטף המשתנה בזמן.			הבנה
6.2.1.3	יחסי ההשנאה של המתחים, הזרמים והליפופים בשנאי אידיאלי.			הבנה
6.2.1.4	ניסויי קצר וריקים לקבלת הפסדי הנחושת והפסדי הברזל הנקובים של שנאי חד-פאזי.			הבנה
6.2.1.5	הכרת המושגים התנגדויות והיגבים משוקפים ומציאת סכמת התמורה של השנאי המעשי מתוך ניסויי הקצר והריקים.			הבנה
6.2.1.6	חישוב המתח בשניוני של שנאי מועמס בהתאם למקדמי העמסה שונים ומקדמי הספק שונים של העומס .			הבנה
6.2.1.7	חישוב נצילותו של השנאי החד-פאזי המעשי תחת עומס נומינלי.			הבנה
6.2.1.8	חישוב נצילותו של השנאי החד-פאזי המעשי תחת מקדמי העמסה ומקדמי הספק שונים.			הבנה
6.2.1.9	התנאי לקבלת מקדם ההעמסה האופטימלי שיבטיח נצילות מרבית.			הבנה
6.2.1.10	חישוב הנצילות המרבית תחת מקדם ההעמסה האופטימלי.			הבנה
6.2.2	שנאים תלת-פאזיים			--

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
6.2.2.1.	ארבעת הצורות הבסיסיות לחיבור הראשוני והמשני והכרת המושג קבוצות חיבור.			ידע
6.2.2.2.	יחסי ההשנאה של המתחים, הזרמים והליפופים, הפאזיים והשלובים, בשנאי תלת פאזי אידיאלי, בארבעת הצורות הבסיסיות.			הבנה
6.2.2.3.	חישוב נצילותו של השנאי התלת-פאזי המעשי תחת עומס נומינלי. חישוב נצילותו של השנאי התלת-פאזי המעשי תחת מקדמי העמסה ומקדמי הספק שונים .			הבנה
6.2.3.	חיבור שנאים במקביל			--
6.2.3.1.	התנאים הדרושים לחיבור שנאים במקביל			הבנה
6.2.3.2.	חישוב העומס המקסימלי המותר להעמיס בו שני שנאים במקביל.			הבנה
6.2.3.3.	חישוב חלוקת העומס בין שני שנאים המחוברים במקביל.			הבנה
6.2.4.	שנאי עצמי			הבנה
6.2.4.1.	המבנה הבסיסי של שנאי עצמי ויחס ההשנאה שלו.			ידע
6.2.4.2.	השימושים בשנאי עצמי, המגבלות וכללי הבטיחות בשימוש בו.			הבנה
6.3.	מנועי השראה אסינכרוניים	30	0	--
6.3.1.	מנוע השראה אסינכרוני תלת-פאזי.			--
6.3.1.1.	מבנה של מנוע השראה תלת-פאזי בעל רוטור כלוב קצר וחלקיו.			ידע
6.3.1.2.	עקרון הפעולה של מנוע השראה אסינכרוני תלת-פאזי. מהירות סינכרונית ואסינכרונית ומושג החליקה.			הבנה
6.3.1.3.	הפסדי ההספק החשמליים בנחשת של סלילי הסטטור הכרוכים סביב קוטבי הסטטור. הפסדי ההספק החשמליים במוטות הרוטור מסוג כלוב קצר. הפסדי הברזל בקטבים המגנטיים של הסטטור. הפסדי ההספק המכניים הנובעים מהחיכוך של המסבים שבין גוף המנוע לבין הרוטור המסתובב. הפסדי ההספק הנוספים הנובעים מחיבורם של מאווררים לסילוק החום הנוצר במנוע.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
6.3.1.4	סולם ההספקים של מנוע השראה תלת-פאזי אסינכרוני וחישוב נצילותו של המנוע לאור הפסדים אלו.			הבנה
6.3.1.5	מומנט נומינלי, מומנט התנעה מומנט מקסימלי ומומנט ההפסדים. חישוב מומנטים שונים לאורכו של סולם המומנטים במנוע השראה תלת-פאזי, ביחידות קג"מ וניוטון-מטר.			הבנה
6.3.1.6	הכרת המושג חליקה קריטית ו "נוסחת Kloss".			ידע
6.3.2	מנוע השראה אסינכרוני חד-פאזי.			--
6.3.2.1	מבנה המנוע ועקרון פעולתו. סליל העבודה וסליל העזר. קבל התנעה לפיצול זווית המופע. מפסק צנטרפוגלי.			הבנה
6.3.2.2	שיטות התנעה של מנועי השראה חד-פאזיים.			הבנה
7.	מתקני חשמל	(120)	(0)	--
7.1	חוקים, תקנים ותקנות בחשמל	2	0	--
7.1.1	מהות ההוראות והתקנות הרשמיות - האספקט הבטיחותי והמשפטי.			ידע
7.1.2	הכרת קבצי תקנות נבחרים, תקנים והוראות לביצוע עבודות חשמל על פי חוק החשמל ותקנותיו.			ידע
7.1.3	רישוי חשמלאים, מהי האחריות והסמכות של כל רמת רישוי. התנאים לקבלת הרישיונות, השכלה וותק.			ידע
7.2	משק החשמל בישראל	4	0	--
7.2.1	מאפייני משק החשמל בישראל. השפעת מזג האוויר, הבדלי צריכה ביום ובלילה, חוסר אחידות בצפיפות אוכלוסייה, בעיות בטחון. שיעור גידול שנתי ותחזיות ביקוש עתידיות.			ידע
7.2.2	ייצור חשמל בשיטות קונבנציונליות, ייצור חשמל במחזור משולב, ייצור חשמל על ידי יצרנים פרטיים ואנרגיות חלופיות.			ידע
7.2.3	סוגי תחנות כוח קונבנציונליות. תחנות כח קיטוריות, טורבינות גז תעשייתיות וסילוניות.			ידע
7.2.4	רמות המתח הנהוגות ברשת החשמל הארצית. מתח על, מתח עליון, מתח גבוה, מתח נמוך ומתח נמוך מאוד.			ידע

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
7.2.5	מאפייני הקווים ומבנה העמודים על פי רמות המתח.			ידע
7.2.6	תשתיות להולכת מתח עליון ומתח גבוה על עמודים ובמנהרות.			ידע
7.2.7	איבודי אנרגיה ברשתות ההולכה.			ידע
7.2.8	תחנות מיתוג, תחנות משנה ותחנות השנאה זעירות, מיקומן במערכת, סוגיהן ומאפייניהן.			ידע
7.3	שרטוט סכמתי בחשמל	4	0	--
7.3.1	הכרת סימולים סכמתיים של אביזרי חשמל כגון: נתיך חברת החשמל, מונה חשמל, ממסר פחת, מבטח.			ידע
7.3.2	שרטוט חד קווי ורב קווי.			הבנה
7.4	תכנון בתי מלאכה ובתי עסק	16	0	--
7.4.1	שיטות הגנה על צרכנים: מפסק הגנה למנוע, O.L, ממסר לחוסר פאזה, סוגי נתיכים, הגנה תרמיסטורית.			הבנה
7.4.2	חלוקה בית המלאכה למעגלים על פי מספר הצרכנים וגודלם. קביעת שטח חתך המוליכים, קוטר המובילים, גודל וסוג המבטח.			הבנה
7.4.3	שיפור גורם הספק במתקנים תעשייתיים לצרכן בודד ולמספר צרכנים, כולל קביעת גודל סוללת הקבלים וחישוב קו ההזנה לקבלים.			הבנה
7.4.4	קביעת מבטח ראשי מסחרי בהתחשב בגודל המתקן ובהתאם למקדם הביקוש או מקדם ההעמסה.			הבנה
7.4.5	תכנון הלוח לרבות חיבור המבטח לסוללת הקבלים וממסר פחת בהתאם לתקן.			הבנה
7.5	רשתות חשמל	24	0	--
7.5.1	רשת חשמלית המוזנת ממקור מתח אחד			--
7.5.1.1	מפלי מתח, הפסדי הספק ושטחי חתך בקווי זינה ברשתות לזרם ישר.			הבנה
7.5.1.2	חישוב שטח חתך אחיד לפי מפלי מתח, או הפסדי הספק, בקווי זינה ברשתות לזרם חילופין חד-פאזיים, בעלי מספר צרכנים, הנתונים על ידי זרמים או הספקים.			הבנה
7.5.1.3	חישוב שטח חתך אחיד לפי מפלי מתח, או הפסדי הספק, בקווי זינה ברשתות לזרם חילופין תלת-פאזיים, בעלי מספר צרכנים, הנתונים על ידי זרמים או הספקים.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
7.5.1.4	מוליכים וכבלים, סוגי התקנות ומיקומם, מקדמי תיקון והעמסת מוליכים, בחירת מוליך או כבל מתאים לפי שיטת ההתקנה, בחירת המבטח לפי שיטת ההתקנה, הכבל הנתון והזרם המקסימלי שמותר להעביר בו.			הבנה
7.5.2	רשת חשמלית טבעתית המוזנת משני מקורות מתח			--
7.5.2.1	מפלי מתח, הפסדי הספק וקביעת שטחי חתך בקווי זינה ברשתות טבעתיות המוזנות בזרם ישר.			הבנה
7.5.2.2	חישוב שטח חתך אחיד לפי מפלי מתח, או הפסדי הספק, בקווי זינה ברשתות טבעתיות המוזנות ממקורות זרם חילופין חד-פאזיים, בעלי מספר צרכנים, הנתונים על ידי זרמים או הספקים.			
7.6	זרמי קצר	10	0	--
7.6.1	חישוב זרמי קצר בתחילת הקו קרוב לשנאי או בסוף הקו.			הבנה
7.6.2	זרמי קצר בקו כאשר נתונים שנאים בטור או במקביל.			הבנה
7.7	תאורה חשמלית	20	0	--
7.7.1	תאורת פנים			--
7.7.1.1	מושגים בסיסיים מעולם התאורה ויחידותיהם : שטף האור ביחידות לומן, עוצמת ההארה ביחידות לוקס, הנצילות האורית ביחידות של לומן/וואט, מקדמי הנצילות וההחזרה של הקירות והחלל ועוד.			ידע
7.7.1.2	חשיבותה של תאורה נכונה המתאימה ליעדה, אפקט סטרובוסקופי.			ידע
7.7.1.3	טכנולוגיות חדישות בתאורה, גופי תאורה שבשימוש, תכנון, ושיקולים בבחירה. סוגי תאורה מתקדמים וגופים שונים, יתרונות וחסרונות והעדפות שימוש של כל אחד ואחד מהם בהתאם לסוג המבנה ויעודו.			הבנה
7.7.1.4	תכנון תאורת פנים של מבנה כלשהו לקבלת עוצמת הארה רצויה על פי נתוני המבנה וגופי התאורה בהם נעשה שימוש. חישוב מספר גופי התאורה מאותו הסוג לקבלת התוצאה הרצויה, חלוקה למעגלים, קביעת שטח חתך של קווי ההזנה המבטחים להגנתם			הבנה
7.7.2	תאורת חוץ	16	0	הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
7.7.2.1.	חישוב ותכנון קו תאורה, לתאורת חוץ, לנקודה מוארת ממספר נקודות אור הנמצאים על יותר מעמוד אחד המרוחקים אחד מהשני.			הבנה
7.8.	הארקות ושיטות הגנה בפני חשמול	(20)	(0)	--
7.8.1.	הגדרת המושגים חשמול והתחשמלות. השפעת הזרם החשמלי על גוף האדם וניתוח תאונות חשמל.			ידע
7.8.2.	הארקת הגנה TT- והארקת יסוד.			הבנה
7.8.3.	איפוס: TNS, TNCS.			הבנה
7.8.4.	מפסק מגן המופעל בזרם דלף - ממסר פחת.			הבנה
7.8.5.	מתח בטיחות - מתח נמוך מאוד.			הבנה
7.8.6.	הפרד מגן- שנאי מבדל.			הבנה
7.8.7.	זינה צפה - IT.			הבנה
7.8.8.	בידוד מגן- בידוד כפול.			הבנה
7.9.	העמסת מוליכים	4	0	--
7.9.1.	העמסת מוליכים לפי מקדמי תיקון, טמפ. , מספר המוליכים, מספר הכבלים, שיטות ההתקנה.			הבנה
7.10.	שיפור גורם ההספק במערכת חד או תלת-פאזית המזינה מספר עומסים	16	0	--
8.	עבודה מעשית – חשמלאי ראשי	(70)	(100)	--
8.1.	מעגלי כח, פיקוד ובקרה באמצעות מגענים	(24)	(40)	--
8.1.1.	יסודות הפיקוד האלקטרומכני באמצעות מגענים	8	0	--
8.1.1.1.	מבוא למערכות פיקוד ובקרה בתעשייה.			ידע
8.1.1.2.	לחצנים פתוחים, סגורים וכפולים, נורות סימון.			ידע
8.1.1.3.	בקרי טמפרטורה, גששי קירבה, מפסיקי גבול.			ידע
8.1.1.4.	אלקטרומגנט, אוברלוד.			ידע
8.1.1.5.	ממסר לחוסר פאזה. ממסר לסדר פאזות.			ידע
8.1.1.6.	מעגל הכח ומעגל הפיקוד.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
8.1.2	מימוש ויישום מערכות פיקוד ובקרה באמצעות מגענים	16	40	--
8.1.2.1	מיתוג פעולת מנוע תלת-פאזי לזמן קצוב בשתי מגמות סיבוב, כולל נורות סימון ונורת תקלה.			יישום
8.1.2.2	מיתוג פעולת מנוע תלת-פאזי בשער "חשמלי" בהשהיה, על ידי לחצנים חיצוניים, הכולל מפסקי גבול. השהיית זמן במעבר מכיוון אחד לשני ולהיפך. כולל נורות סימון המציינות האם השער סגור או פתוח, דרך מפסק גבול.			יישום
8.1.2.3	הפעלת מנוע דלנדר בשתי מהירויות סיבוב לשני הכיוונים.			יישום
8.1.2.4	מיתוג פעולת שלושה מנועים תלת-פאזיים, כל מנוע מנתק את קודמו באופן מחזורי. הפסקה לאחר חמישה מחזורים.			יישום
8.1.2.5	מיתוג פעולת מנוע תלת-פאזי, בהתנעת כוכב משולש לשמאל ולימין. יש לבחור כיוון לפי התנעת כוכב משולש, באופן ידני או אוטומטי. כולל נורת סימון לכל מצב הפעלה.			יישום
8.1.2.6	מיתוג פעולת מנוע דלנדר בשתי מהירויות סיבוב באופן מחזורי. הפסקה לאחר חמישה מחזורים. כולל נורות סימון לפעולה ונורת תקלה.			יישום
8.1.2.7	מיתוג פעולת מנוע תלת-פאזי בהשהיה והפעלתו לזמן קצוב מראש, עם אפשרות להפעלה קבועה.			יישום
8.1.2.8	מיתוג פעולת שלושה מנועים תלת-פאזיים בסדר עולה וניתוקם בסדר יורד, באופן מחזורי. הפסקה לאחר חמישה מחזורים.			יישום
8.2	מעגלי כח, פיקוד ובקרה באמצעות בקרים מתוכנתים	(24)	(40)	--
8.2.1	יסודות הפיקוד האלקטרומכני באמצעות בקרים מתוכנתים	8	0	--
8.2.1.1	הבקר המתוכנת מבנה ועקרון פעולה			--
8.2.1.2	תפקיד הבקר ומבנהו.			ידע
8.2.1.3	כניסותיו ויציאותיו של הבקר.			ידע
8.2.1.4	טיימרים מונים וממסרי עזר פנימיים.			ידע
8.2.1.5	דיאגרמות סולם			--
8.2.1.6	סימנים מוסכמים של מגע פתוח ומגע סגור, ממסרי עזר, טיימרים, מונים ויציאות חיצוניות לממסרים.			ידע
8.2.1.7	חיבור טורי – AND ומקבילי – OR, של מגעים פתוחים וסגורים.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
8.2.1.8.	חיבור טורי של קבוצות מקביליות של מגעים פתוחים וסגורים.			הבנה
8.2.1.9.	חיבור מקבילי של קבוצות טוריות של מגעים פתוחים וסגורים.			הבנה
8.2.1.10.	כתיבת דיאגרמות סולם להפעלות מנועים באמצעות הבקר.			הבנה
8.2.2.	מימוש ויישום מערכות פיקוד ובקרה באמצעות בקרים מתוכנתים	16	40	--
8.2.2.1.	מיתוג פעולת מנוע תלת-פאזי לזמן קצוב בשתי מגמות סיבוב, כולל נורות סימון ונורת תקלה.			יישום
8.2.2.2.	מיתוג פעולת מנוע תלת-פאזי בשער "חשמלי" בהשהיה, על ידי לחצנים חיצוניים, הכולל מפסקי גבול. השהיית זמן במעבר מכיוון אחד לשני ולהיפך. כולל נורות סימון המציינות האם השער סגור או פתוח, דרך מפסק גבול.			יישום
8.2.2.3.	הפעלת מנוע דלנדר בשתי מהירויות סיבוב לשני הכיוונים.			יישום
8.2.2.4.	מיתוג פעולת שלושה מנועים תלת-פאזיים, כל מנוע מנתק את קודמו באופן מחזורי. הפסקה לאחר חמישה מחזורים.			יישום
8.2.2.5.	מיתוג פעולת מנוע תלת-פאזי, בהתנעת כוכב משולש לשמאל ולימין. יש לבחור כיוון לפי התנעת כוכב משולש, באופן ידני או אוטומטי. כולל נורת סימון לכל מצב הפעלה.			יישום
8.2.2.6.	מיתוג פעולת מנוע דלנדר בשתי מהירויות סיבוב באופן מחזורי. הפסקה לאחר חמישה מחזורים. כולל נורות סימון לפעולה ונורת תקלה.			יישום
8.2.2.7.	מיתוג פעולת מנוע תלת-פאזי בהשהיה והפעלתו לזמן קצוב מראש, עם אפשרות להפעלה קבועה.			יישום
8.2.2.8.	מיתוג פעולת שלושה מנועים תלת-פאזיים בסדר עולה וניתוקם בסדר יורד, באופן מחזורי. הפסקה לאחר חמישה מחזורים.			יישום
8.3.	התייעלות אנרגטית ומערכות אנרגיה מתחדשת	(22)	(20)	--
8.3.1.	התייעלות אנרגטית	6	0	--
8.3.1.1.	שימוש בנורות בעלות נצילות אורית גבוהה, שימוש בעמעמים ושימוש במכשירי חשמל בעלי דירוג אנרגטי גבוה.			הבנה
8.3.1.2.	חיסכון באנרגיה על ידי הסטת עומסים מפסגה לשפל.			הבנה
8.3.1.3.	שימור אנרגיה בשעות השפל על-ידי אגירתה בקבלים והשבתה בשעות השיא.			הבנה
8.3.1.4.	בנייה ירוקה לניצול אור טבעי וחשמל חכם.			הבנה

מס'	הנושא	שעות לימוד		רמת הידע הנדרשת
		עיוני	מעשי	
8.3.2.	מערכות אנרגיה מתחדשת	6	0	--
8.3.2.1.	שימוש בטורבינות רוח המנצלות את הרוח כאמצעי מכני לסיבוב טורבינות חשמל.			הבנה
8.3.2.2.	שימוש במערכות תרמו-סולאריות לניצור אנרגיית השמש, לחימום מים והפיכתם לקיטור המשמש להפעלת טורבינות חשמל.			הבנה
8.3.2.3.	שימוש במערכות גיאותרמיות לניצול אנרגיות של חום הנמצאות במעמקי האדמה להפעלת טורבינות חשמל.			הבנה
8.3.3.	מערכות סולאריות - PV	10	20	--
8.3.3.1.	שימוש במערכות פוטו-וולטאיות להפיכת אור השמש למתח ישר ולהמרתו למתח חילופין באמצעות ממרים.			יישום
8.3.3.2.	תלות הספק הפנל הסולארי בעצמה ובזווית של האור הנכנס.			יישום
8.3.3.3.	תלות הספק הפנל הסולרי בעצמת האור, כאשר הוא תחת עומס.			יישום
8.3.3.4.	חיבור פאנלים סולאריים- סטרינגים.			יישום
8.3.3.5.	ממרים ממתח ישר למתח חילופין.			יישום

נספח ב' - ביבליוגרפיה

1. אוסטר, ב'. (1984). **מכונות חשמל: פרקים נבחרים**, הוצאת אורט ישראל.
2. אינג' דונייבסקי, ז'. (2015). **מדריך לחשמלאי**, הוצאת אינג' ז' דונייבסקי ובנו.
3. אסטרוג, א'. (2004). **מכונות חשמל - המרת אנרגיה**, הוצאת ליאור 1.
4. גירון, ח'. (1987). **יסודות תורת החשמל, חלק א'**, הוצאת אורט ישראל.
5. גירון, ח'. (1987). **יסודות תורת החשמל, חלק ב'**, הוצאת אורט ישראל.
6. גל, א'. בריקר, ר'. (2019). **תורת החשמל לחשמלאי/ת**, המחלקה לפיתוח פדגוגי טכנולוגי, האגף להכשרה מקצועית ולפיתוח כח אדם, משרד העבודה, הוצאת מא"ה.
7. גינת א'. (2006). **מאגר שאלות ותשובות בתורת החשמל לחשמלאי ראשי**, האגף להכשרה מקצועית ופיתוח כח אדם, משרד העבודה, הוצאת מא"ה.
8. גינת א'. (2006). **מאגר שאלות ותשובות במכונות חשמל לחשמלאי ראשי**, האגף להכשרה מקצועית ופיתוח כח אדם, משרד העבודה, הוצאת מא"ה.
9. גינת א'. (2006). **מאגר שאלות ותשובות במתקני חשמל ורשת לחשמלאי ראשי**, האגף להכשרה מקצועית ופיתוח כח אדם, משרד העבודה, הוצאת מא"ה.
10. ויסמן, ז'. (1993). **תאורה חשמלית**, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה.
11. **חוק החשמל ותקנותיו התשי"ד - 1954**, הוצאת המוסד לבטיחות וגהות (2014).
12. מיר, ד'. בוסקילה, י'. (2016). **מערכות הספק ומתקני חשמל**, הוצאת שורש.
13. סגל, א'. (2012). **מערכות הספק-2012**, הוצאת אמי"ת ומשרד החינוך.