

**מערכות בקרה  
ואנרגיה**

שם מקצוע		שם השאלון	סמל השאלון
מערכות חשמל		מערכות חשמל א'	845101
סמל מקצוע (תכנית לימודים)	שם תכנית הלימודים	כיתה	מהדורה
33.001	תורת החשמל	י'	ינואר 2007
33.003	מערכות ספרתיות	י'	ינואר 2009

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.001 שייכללו בבחינה
	<b>כיתה י'</b>
<b>מטען, כוח ושדה שמלי</b> 1.2 מבנה החומר: האטום ומרכיביו 1.3 הבהרת המושגים גוף טעון וגוף נייטרלי באמצעות מושג המטענים היסודיים	<b>1</b>
<b>זרם שמלי</b> 3.3 הכיוון המוסכם של הזרם החשמלי 3.4 עוצמת הזרם החשמלי; יחידת המדידה של הזרם במערכת SI	<b>3</b>
<b>חוק אום</b> 6.2 חישובי זרם, מתח והתנגדות לפי חוק אום	<b>6</b>
<b>חוק הזרמים וחוק המתחים של קירכהוף</b>	<b>7 – כל הפרק</b>
<b>מעגל חשמלי טורי, מקבילי ומעורב</b> 8.1 מעגל חשמלי טורי: התנגדות שקולה בטור, זרם ומתחים במעגל, כלל מחלק המתח, התנגדות הקו ומפל המתח עליו, חיבור נגדים בטור והצורך בו 8.2 מעגל חשמלי מקבילי: התנגדות שקולה במקביל, מתח וזרמים במעגל, כלל מחלק הזרם, חיבור נגדים במקביל והצורך בו 8.3 מעגל חשמלי מעורב: חיבור נגדים במעורב, התנגדות שקולה של נגדים במעורב, זרמים ומתחים במעגל	<b>8</b>
<b>הספק במעגל חשמלי</b> 9.3 ההספק המתפתח על הנגד 9.5 חישובי הספק במעגלים שונים	<b>9</b>

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.003 שייכללו בבחינה
	כיתה י'
<p style="text-align: center;"><b>שיטות ספירה</b></p> <p>1.2 הצגת מספר בבסיסים לא-עשרוניים: בסיס בינארי (2), בסיס הקסאדצימלי (16). חיבור וחיסור בבסיסים אלה; מעבר משיטת ייצוג אחת לאחרת</p> <p>1.3 צפנים</p>	1
<p style="text-align: center;"><b>מושגי יסוד בלוגיקה</b></p> <p>2.3 טבלאות אמת</p>	2
<b>יסודות האלגברה הבוליאנית</b>	3 – כל הפרק
<b>פונקציות בוליאניות ופישוטן</b>	4 – כל הפרק
<b>מערכות צירופים ואמצעים למימושן</b>	5 – כל הפרק

שם מקצוע		שם השאלון	סמל השאלון
מערכות חשמל		מערכות חשמל ג'	845201
סמל מקצוע (תכנית לימודים)	שם תכנית הלימודים	כיתה	מהדורה
33.001	תורת החשמל	י', י"א	ינואר 2007
33.002	מבוא למערכות בקרה	י"א	ינואר 2007

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.001 שייכללו בבחינה
	<b>כיתה י'</b>
<b>זרם חשמלי</b>	<b>3</b>
3.4 עוצמת הזרם החשמלי; יחידת המדידה של הזרם במערכת SI	
<b>התנגדות ומוליכות</b>	<b>4</b>
4.5 מיון מוליכים בהתאם לערכים של התנגדותם הסגולית	
4.6 השפעת הטמפרטורה על ההתנגדות; מקדם טמפרטורה חיובי ושלילי	
<b>חוק אום</b>	<b>6</b>
6.2 חישובי זרם, מתח והתנגדות לפי חוק אום	
6.3 תיאור גרפי של הקשר בין מתח לזרם של רכיבים והתקנים ליניאריים ולא-ליניאריים	
<b>חוק הזרמים וחוק המתחים של קירכהוף</b>	<b>7 – כל הפרק</b>
<b>מעגל חשמלי טורי, מקבילי ומעורב</b>	<b>8 – כל הפרק</b>
<b>הספק במעגל חשמלי</b>	<b>9</b>
9.5 חישובי הספק במעגלים שונים	
9.6 חישוב צריכת האנרגיה החשמלית (ההספק לאורך זמן) מרשת החשמל, חשבון החשמל	
<b>כוח אלקטרוניע (כא"מ) ומקורות מתח</b>	<b>10</b>
10.6 כא"מ שקול והתנגדות פנימית שקולה במעגל שבו מקורות המתח מחוברים בטור, במקביל ובמעורב	
10.7 חיבור מקורות מתח לקבלת זרם מרבי בצרכן	
10.8 קיבול של מקור מתח ויחידת הקיבול; המשמעות המעשית של קיבול מקור מתח	
<b>שיטות לפתרון מעגלים</b>	<b>11 – כל הפרק</b>

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.001 שייכללו בבחינה
	<b>כיתה י"א</b>
משפט תבנין	12 – כל הפרק
אלקטרוסטטיקה וקיבול	13 – כל הפרק
השדה המגנטי	14
14.2 כוחות משיכה ודחייה בין זרמים – הכוחות המגנטיים	
14.5 השטף המגנטי, צפיפותו, ויחידות המדידה שלהם	
<b>כוחות מגנטיים הפועלים על מטענים הנעים בשדות מגנטיים</b>	<b>15</b>
15.2 כללים למציאת כיוון הכוח הפועל על מטען נע או על תיל נושא זרם הנמצאים בשדה מגנטי	
15.3 הכוחות והמומנטים המגנטיים הפועלים על כריכה נושאת זרם, הנמצאת בשדה מגנטי אחיד	
התכונות המגנטיות של החומר	16 – כל הפרק
השראות עצמית והשראות הדדית – תיאור איכותי	18 – כל הפרק
זרם ומתחים במעגל RL טורי	19 – כל הפרק
<b>מעגלי זרם חילופין</b>	<b>23</b>
23.3 מעגל RL טורי: עכבת המעגל, חישוב הזרם והמתחים במעגל, דיאגרמת פאזורים	
23.4 מעגל RC טורי: עכבת המעגל, חישוב הזרם והמתחים במעגל, דיאגרמת פאזורים	
23.5 מעגל RLC טורי: עכבת המעגל, מעגל השראותי ומעגל קיבולי, דיאגרמת פאזורים	
23.6 מעגל RL מקבילי: חישוב עכבות וזרמים במעגל	
23.7 מעגל RC מקבילי: חישוב עכבות וזרמים במעגל	
23.8 מעגל RLC מקבילי: עכבת המעגל, מעגל השראותי ומעגל קיבולי, דיאגרמת פאזורים	
<b>הספקים במעגלי זרם חילופין</b>	<b>24</b>
24.2 ההספק במשרן וההספק בקבל; חילופי אנרגיה בין הקבל למקור ובין המשרן למקור במעגל זרם חילופין	
24.3 ההספקים השונים במעגל RL טורי, RC טורי ו-RLC טורי; משולש ההספקים	
24.4 ההספקים השונים במעגל RL מקבילי, RC מקבילי ו-RLC מקבילי; משולש ההספקים; גורם ההספק	
<b>תהודה במעגלים טוריים ומקביליים</b>	<b>25</b>
25.2 תדר התהודה	
25.3 מתחים וזרם במעגל RLC טורי	
25.4 ברירות, גורם האיכות, רוחב הפס, תדרי מחצית ההספק	

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.001 שייכללו בבחינה
<b>מעגלים מגנטיים</b>	26
26.2 משוואת הופקינסון	
26.6 חיבור מיאונים במעגל מגנטי טורי	
<b>מערכות תלת-מופעיות</b>	27
27.3 מתח מופע ומתח קו; זרם מופע וזרם קו	
27.4 חיבור צרכנים לרשת תלת-מופעית	
27.6 חישובי הספק בצרכן סימטרי המחובר בכוכב	
27.7 חישובי הספק בצרכן סימטרי המחובר במשולש, והשוואת ההספקים בצרכנים בחיבור כוכב ובחיבור משולש	
27.9 גורם ההספק	

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.002 שייכללו בבחינה
	<b>כיתה י"א</b>
<b>חיישנים ועקרונות הפעולה שלהם</b>	4
4.1 חיישן טמפרטורה, חיישן לחץ, חיישן אור, חיישן אקוסטי, חיישן כוח, חיישן גובה; הדגמות	
4.3 דוגמאות לשימוש חיישנים במערכת בקרה	
<b>מערכות בקרה בחוג פתוח</b>	5
5.1 תיאור מערכת בקרה בחוג פתוח – באמצעות תרשים מלבנים	
5.2 התמסורת בחוג פתוח – תלות אות המוצא באות המבוא	
<b>מבנה מערכת בקרה עם משוב (בחוג סגור)</b>	6
6.2 תיאור מערכת בקרה בחוג סגור – באמצעות תרשים מלבנים	
6.3 מושגים במערכת בקרה בחוג סגור: מדידה/דגימה, השוואה ותיקון במערכת בקרה בחוג סגור	
6.4 אותות במערכת בקרה בחוג סגור: אות מבוא (אות ייחוס), אות מוצא, אות דגימה	
<b>משוב במערכת בקרה בחוג סגור</b>	7 – כל הפרק
<b>אופני בקרה</b>	8 – כל הפרק
<b>המחשב במערכת בקרה</b>	10 – כל הפרק

שם מקצוע		שם השאלון	סמל השאלון
מערכות פיקוד ובקרה		מערכות פיקוד ובקרה א'	848101
סמל מקצוע (תכנית לימודים)	שם תכנית הלימודים	כיתה	מהדורה
33.101	המרת אנרגיה	י"ב	ינואר 2007
33.102	בקרה ומערכות ממוחשבות	י"ב	ינואר 2007
33.103	מערכות הספק	י"ב	ינואר 2007

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.101 שייכללו בבחינה
	<u>כיתה י"ב</u>
<b>שנאים</b>	<b>2</b>
2.1.1 שנאי אידיאלי	
<b>מכונת השראה (אסינכרונית)</b>	<b>3</b>
3.1.2 המושגים: הספק, מומנט, מהירות בתנועה מכנית; הקשר המתמטי בין המושגים האלה	
3.1.4 עקרון הפעולה של מכונת השראה: מהירות השדה המגנטי המסתובב, מהירות הרוטור, המושג חליקה, חישוב החליקה	
3.1.5 משמעות הערכים הנקובים (הנומינליים) בשלט המכונה: המתח, הזרם, ההספק, המהירות	
3.3.2 האופיין המכני: מומנט המנוע בתלות במהירות הרוטור או בתלות בחליקה	
3.3.3 המושגים: מומנט התנעה, מומנט מרבי, חליקה קריטית, מומנט נקוב	
3.5.1 בעיות בהתנעה של מנוע השראה במתח מלא: מומנט וזרם, אופיינים (התנעה ישירה)	
3.5.2 שיטות להתנעה של מנוע השראה רוטור כלוב במתח מוקטן:	
א. התנעה באמצעות כוכב/משולש	
ב. התנעה באמצעות שנאי עצמי (שנאי-בו)	
3.6.2 מנוע חד-מופעי בעל ליפוף עזר, קבל ומפסק צנטריפוגלי: מבנה, עקרון הפעולה, הפיכת כיוון הסיבוב, תחום השימוש	

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.102 שייכללו בבחינה
	<u>כיתה י"ב</u>
<b>מבוא לבקרה ממוחשבת</b>	<b>1</b>
1.1 בקרת תהליך, שליטה וניהול הספק במערכות חשמליות, תיאור המבנה העקרוני של מערכת באמצעות דיאגרמת מלבנים	
1.4 עקרונות בקרה בחוג פתוח ובקרה בחוג סגור	
1.5 ניהול הבקרה: בקרה בדידה, בקרה רציפה	
1.8 חיישנים תעשייתיים ואפיונם, לדוגמה: לחץ (מגע) וקירבה (קיבולי, השראותי, אופטי)	

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.103 שייכללו בבחינה
	<u>כיתה י"ב</u>
<b>מערכות הספק: מבט כללי</b>	<b>1</b>
1.2.1 תרשים עקרוני של מערכת החשמל: תחנות כוח, תחנות מיתוג, תחנות השנאה, רשת, צרכנים	
<b>מבנה רשתות</b>	<b>3</b>
3.1.1 המרכיבים של רשת עילית: עמודים, מבודדים, מוליכים	
<b>הגנות במערכות הספק</b>	<b>4</b>
4.1.1 קצר: מהות הקצר ותוצאותיו (דינמיות ותרמיות), שיעורי זרם קצר, השפעת מיקום הקצר על שיעור זרם הקצר	
4.1.2 זרם יתר: הגורמים והתוצאות	
4.3.1 תפקיד הנת"ך: עיקר ההגנה מפני זרם קצר. יכולת ההגנה מפני זרם יתר	
4.4.1 תפקיד המאמ"ת: הגנה מפני זרם קצר (הגנה מגנטית), והגנה מפני זרם יתר (הגנה תרמית – חישת חום)	
4.4.2 המבנה העקרוני של המאמ"ת	
4.4.6 מפסק חצי-אוטומטי מתכוונן למנועים	
<b>שיטות הגנה מפני התחשמלות</b>	<b>5 – כל הפרק</b>
<b>עקרונות בתכנון של מערכת הספק</b>	<b>6</b>
6.5.1 מתנע ישר לרשת, הכולל הגנה תרמית והגנה מגנטית שאפשר לכיילן	



<u>סמל השאלון</u>		<u>שם השאלון</u>	<u>שם מקצוע</u>
848201		מערכות פיקוד ובקרה ג'	מערכות פיקוד ובקרה
<u>מהדורה</u>	<u>כיתה</u>	<u>שם תכנית הלימודים</u>	<u>סמל מקצוע (תכנית לימודים)</u>
ינואר 2007	י"ב	המרת אנרגיה	33.101
ינואר 2007	י"ב	בקרה ומערכות ממוחשבות	33.102
ינואר 2007	י"ב	מערכות הספק	33.103

<u>פירוט הנושאים שייכללו בבחינה</u>	<u>הפרקים בתכנית הלימודים 33.101 שייכללו בבחינה</u>
	<u>כיתה י"ב</u>
<b>שנאים</b>	<b>2</b>
2.1.1 שנאי אידיאלי	
2.1.3 שנאי מעשי בעומס	
2.1.4 בדיקות וניסויים של שנאי	
2.2.1 הרכבת שנאי תלת-מופעי	
2.2.3 תרשים חיבורים עקרוני של שנאי תלת-מופעי, בחיבורים: כוכב/כוכב, משולש/משולש, כוכב/משולש, משולש/כוכב, משולש/זיגזג	
2.3.2 שנאי מדידה: שנאי זרם, שנאי מתח	
2.3.3 שנאי ריתוך: עקרון הפעולה, תחום השימוש	

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.101 שייכללו בבחינה
<p align="center"><b>מכונת השראה (אסינכרונית)</b></p> <p>3.1.2 המושגים: הספק, מומנט, מהירות בתנועה מכנית; הקשר המתמטי בין המושגים האלה</p> <p>3.1.4 עקרון הפעולה של מכונת השראה: מהירות השדה המגנטי המסתובב, מהירות הרוטור, המושג חליקה, חישוב החליקה</p> <p>3.1.5 משמעות הערכים הנקובים (הנומינליים) בשלט המכונה: המתח, הזרם, ההספק, המהירות</p> <p>3.3.1 פעולת המנוע בריקם, פעולת המנוע בעומס, תדירות זרמי הרוטור, כא"מ מושרה ברוטור, זרם ברוטור, נוסחאות וחישובים</p> <p>3.3.2 האופיין המכני: מומנט המנוע בתלות במהירות הרוטור או בתלות בחליקה</p> <p>3.3.3 המושגים: מומנט התנעה, מומנט מרבי, חליקה קריטית, מומנט נקוב</p> <p>3.4 שיטות לשינוי המהירות של מנוע השראה: עקרון השיטה, אופיינים, תחום השימוש</p> <p>3.5 התנעת מנועים השראתיים תלת-מופעיים</p>	<p align="center"><b>3</b></p>
<p align="center"><b>המכונה לזרם ישר</b></p> <p>4.1.1 מבנה המכונה</p> <p>4.1.4 עקרון הפעולה של המכונה לזרם ישר כמחולל וכמנוע; חישובים: הכא"מ, המומנט האלקטרומגנטי, המומנט המכני</p> <p>4.2 מחולל לזרם ישר</p> <p>4.3 מנוע לזרם ישר</p> <p>4.4 מעגלי התנעה למנועים לזרם ישר בעירור מקבילי ובעירור טורי, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה, חישוב זרם ההתנעה</p>	<p align="center"><b>4</b></p>

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.102 שייכללו בבחינה
	<u>כיתה י"ב</u>
<b>מבוא לבקרה ממוחשבת</b>	<b>1</b>
1.2 דוגמה יישומית למערכת בקרת שליטה וניהול הספק במערכת חשמלית	
1.3 אלגוריתם תכנוני של בקרה במערכת חשמלית; תיאור מילולי ותיאור גרפי של תהליך מבוקר	
1.4 עקרונות בקרה בחוג פתוח ובקרה בחוג סגור	
1.5 ניהול הבקרה: בקרה בדידה, בקרה רציפה	
1.8 חיישנים תעשייתיים ואפיונם, לדוגמה: לחץ (מגע) וקרבה (קיבולי, השראותי, אופטי)	
<b>שיטות בבקרה ממוחשבת</b>	<b>2</b>
2.2.3 עקרונות התכנות של הבקר המתוכנת	
2.2.4 כתיבת תכניות לבקרת תהליכים, לפיקוד ושליטה	

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.103 שייכללו בבחינה
	<u>כיתה י"ב</u>
<b>מערכות הספק: מבט כללי</b>	<b>1</b>
1.2 מבנה מערכת החשמל	
<b>שיטות הזנה</b>	<b>2</b>
2.1 הזנת צרכנים מן הרשת	
2.2 הזנה בתחומי הצרכן	
<b>מבנה רשתות</b>	<b>3</b>
3.2 רשת תת-קרקעית	
<b>הגנות במערכות הספק</b>	<b>4</b>
4.2 עקרונות הפעולה של אמצעי ההגנה	
4.3.2 אופייני הפעולה של נתיכים: מהיר, רגיל, איטי (מושהה)	
4.4 מפסק אוטומטי מגנטי תרמי (מאמ"ת)	
4.5 ברירות (סלקטיביות) בין אמצעי הגנה	
4.6 ממסר לחוסר מופע: מבנה עקרוני, עקרון הפעולה, שדה השימוש	

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.103 שייכללו בבחינה
<p style="text-align: center;"><b>שיטות הגנה מפני התחשמלות</b></p> <p>5.1 ההתחשמלות: סיבותיה ותוצאותיה</p> <p>5.2 עקרונות ההגנה</p> <p>5.3 הארכת הגנה: מבנה עקרוני, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה של הארכת הגנה</p> <p>5.4 הארכת יסוד ומרכיביה</p> <p>5.5 האיפוס: מבנה עקרוני, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה של האיפוס</p> <p>5.6 מפסק פחת (מפסק מגן לזרם דלף): מבנה עקרוני, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה של ממסר הפחת, תחום השימוש</p> <p>5.8 הפרד מגן (שנאי מבדל): מבנה עקרוני, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה של שיטת "הפרד מגן", תחום השימוש</p>	5

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.103 שייכללו בבחינה
<p><b>עקרונות בתכנון של מערכת הספק</b></p> <p>6.1.4 תכנון המערכת בין מקור הזינה ובין הצרכן: בחירה של המוליכים/הכבלים, המובילים, ההגנות, אמצעי המיתוג וכיוצא באלה</p> <p>6.3.1 תרשים החיבורים של לוח דירתי</p> <p>6.3.2 גדלים תקינים של חיבורים מחברת החשמל</p> <p>6.3.3 הגדרה של מעגל סופי בהתאם לתקנות החשמל</p> <p>6.3.4 קביעה של מספר המעגלים הסופיים</p> <p>6.3.5 התקנת מעגלים סופיים בהתאם לתקנות הבטיחות</p> <p>6.3.7 תכנון מערכת החשמל בדירת מגורים</p> <p>6.3.8 תכנון לוח דירתי חד-מופעי</p> <p>6.4.2 מקדם הביקוש: מהות המושג, חשיבותו של מקדם הביקוש בתכנון מתקני חשמל, הגורמים המשפיעים על מקדם הביקוש (מספר הצרכנים הפועלים בו-זמנית וההעמסה)</p> <p>6.4.3 מקדם ההספק ושיפורו</p> <p>6.5.1 מתנע ישר לרשת, הכולל הגנה תרמית והגנה מגנטית שאפשר לכיילן</p> <p>6.5.2 מתנע כוכב-משולש: מטרת השימוש במתנע, בדיקת האפשרות של חיבור המנוע על-ידי המתנע בהתאם לצורת החיבורים של המנוע ובהתאמה של מתח העבודה למתח הרשת</p> <p>6.5.3 שיטות לחיבור יתרת הזרם: בקו המזין את המנוע או בטור עם כל אחד מסלילי המנוע (למנועים עם חיבור משולש ושישה מוצאים)</p> <p>6.6 עקרונות התכנון של מערכת החשמל בבית-מלאכה (גודל החיבור עד <math>3 \times 80 A</math>)</p> <p>6.7 מפלי מתח והפסדי הספק במערכות חשמל</p>	<p>6</p>

פירוט הנושאים שייכללו בבחינה	הפרקים בתכנית הלימודים 33.103 שייכללו בבחינה
<p style="text-align: center;"><b>מקורות אור השמליים</b></p> <p>8.3 נורות פריקה בגז: עקרון הפעולה, המבנה, התכונות המיוחדות, הגדלים האופייניים, מעגל החיבורים, מקום השימוש בנורות: כספית, כספית אור מעורב, נתרן, ניאון</p> <p>8.4 נורות פלואורסצנטיות: עקרון הפעולה, המבנה, הסוגים, התכונות, שיטות ההצתה, מעגלי החיבורים, תחומי השימוש של נורות פלואורסצנטיות רגילות, תחומי השימוש של נורות פלואורסצנטיות קומפקטיות ושל נורות PL</p>	8