

מה"ט

המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע

תכנית לימודים הנדסת רכב התמחות רכב חשמלי

מסלול הנדסאים

מגמה 1069

הנדסת רכב – התמחות רכב חשמלי

עדכון אחרון

04/3/2026

כל הזכויות שמורות

למכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע

מה"ט

המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע

כל הזכויות שמורות
למכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע

תוכן עניינים

הקדמה	שגיאה! הסימניה אינה מוגדרת.
ועדת מומחים	3
מטרות תוכנית הלימודים	4
דמות הבוגר	5
הנדסאי – בוגר מגמת רכב התמחות רכב חשמלי	5
ייעודו של הנדסאי בוגר מסלול התמחות רכב חשמלי	5
אוגדן מערכת שעות מה"ט – מסלול בוקר	6
אוגדן מערכת שעות מה"ט – מסלול משולב	8
השינויים העיקריים בתוכנית הלימוד	10
קורסים שבוטלו	10
מקצועות חדשים שנוספו	11
מקצועות שחלו בהם שינויים בסילבוס	11
בחינות ממלכתיות	11
סילבוס מקצועות הלימוד	12
מתמטיקה	13
אנגלית אוטומוטיבית	18
תורת החשמל	23
מבוא לאלקטרוניקה	34
מבוא לבקרה	38
בטיחות בעבודה	42
תרמודינמיקה טכנית	44
תורת המנוע	46
מבוא לפיזיקה - מכניקה	58
הידראוליקה ופניאומטיקה	61
תורת הרכב	63
מערכות חשמל ואלקטרוניקה ברכב	67
עבודה מעשית	71
תורת החומרים	76
חוזק חומרים ותכנון מכני	80
תורת התחזוקה לכלי רכב	86
רכב היברידי וחשמלי	96
מתקני הרמה וציוד מוסכים	106
אבחון תקלות במנוע וברכב	108

114	 מיזוג אוויר ובקרת אקלים
118	 רשתות תקשורת בכלי רכב
121	 רכב אוטונומי, שיתופי ומקושר
125	 ארגון, תכנון וניהול מוסך
127	 ניהול עיסקי ופיננסי
128	 מיומנויות ניהול ועקרונות השירות

ועדת מומחים

באוקטובר 2019 נכנסה לתוקף הרפורמה במגמת רכב התמחות רכב שהביאה איתה מקצוע חדש בהנדסאות רכב, קורס "רכב היברידי וחשמלי" בהיקף של 64 שעות והכולל תכנים המותאמים לדרישות הרגולציה במדינת ישראל.

לאור ההתפתחות הטכנולוגית בעולם הרכב והמעבר המואץ להנעת כלי רכב באמצעות חשמל, הוחלט במה"ט להקים ועדת מומחים לכתיבת תכנית לימודים חדשה שתאפשר התמחות ברכב חשמלי. ההתמחות החדשה מוצעת במסלול הנדסאות בלבד והיא שמה את הדגש על מקצועות החשמל ועל קורס רכב היברידי וחשמלי בהיקף שעות מוגדל.

נציגי מה"ט

- ד"ר אתי כוכבי – מנהלת המחלקה הפדגוגית - מה"ט
- הגברת אילנה לנקרי – מנהלת מחלקת בחינות – מה"ט

חברי הועדה

- מר ג'ורג' מטר – ישוב ראש הועדה - ראש מגמת רכב במכללת עתיד חיפה.
- מר קוסטנדי אמסיס – מרצה בכיר למקצועות הרכב במכללת עתיד חיפה.
- מר עידן בכר – ראש מגמת רכב במכללת עתיד תל-אביב.
- מר אילן גל – מנהל מכללת עתיד חיפה.
- גברת חן קדשב – ראש מגמת תעשייה וניהול במכללת עתיד חיפה.

ליווי וייעוץ מקצועי

- הגברת חגית אליאס – מנכ"לית מומנטום – יבואני הרכב.
- הגברת ליאור דרעי – מומנטום – יבואני הרכב.
- מדריכים טכניים - מחלקות ההדרכה של יבואני הרכב בישראל.

מטרות תוכנית הלימודים

1. להקנות ללומד ידע מולטי דיסציפלינרי עיוני במדעים, מתמטיקה והנדסה אוטומוטיבית במקביל להקניית ידע עיוני ומעשי בטכנולוגיות ומערכות אוטומוטיביות מתקדמות.
2. לפתח ולטפח אצל הלומד מיומנויות וכישורים שונים שנדרשים בשוק העבודה בתחום האוטומוטיבי ושיתרמו להתמודדות עם מציאות דינמית ומשתנה.
3. הקניית ערכים: בטיחות בעבודה, חדוות למידה, תודעת שירות, יחסי אנוש, עבודה ע"פ הוראות יצרן ותהליכים מוגדרים, מודעות לבעיות איכות סביבה ומשבר האקלים, מודעות לדעות קדומות, יחס חיובי כלפי המקצוע וכו'.
4. חינוך ל- STEM: לעודד אצל הלומד לשאול שאלות ולחשוב על תשובות בהתבסס על החומר הנלמד ברמה המדעית, הטכנולוגית והנדסית מתמטית.
5. לאפשר ללומד לחבר בין הידע ההנדסי-מדעי-טכנולוגי, עיוני ומעשי, לתהליכי יישום, מתן שירות וייעוץ במרכז השירות.
6. לעודד למידה משמעותית: הסטודנט מעלה שאלה, מאתר מקורות מידע, מעבד את המידע ויוצר ידע חדש ורלוונטי לעולמו האישי ולחיים בעידן הטכנולוגי של המאה ה- 21.
7. לפתח ולטפח אצל הלומד יכולת להתמודד עם תקלות מורכבות במערכות אוטומוטיביות מתקדמות (בהתאם לרמת הלימוד, טכנאי / הנדסאי).

דמות הבוגר

הנדסאי – בוגר מגמת רכב התמחות רכב חשמלי

בוגר מסלול הנדסאי רכב בהתמחות רכב חשמלי יהיה איש מקצוע בעל ידע נרחב בעולם האוטומוטיבי בתחומי דעת מדעיים, הנדסיים וטכנולוגיים. בנוסף, הבוגר יהיה בעל מיומנויות וכישורים רבים המאפשרים לו להתמודד עם מציאות טכנולוגית מורכבת ומשתנה.

הידע והמיומנויות שירכוש הבוגר יאפשרו לו לחבר בין הידע ההנדסי התיאורטי לבין תהליכי יישום, שירות (גם ברמה הניהולית), תחזוקה ודיאגנוסטיקה מתקדמת במערכות אוטומוטיביות, מכניות, אלקטרו-מכניות וממוחשבות כולל ברכב היברידי וחשמלי הפועל במתח גבוה (בכפוף לנהלים המקובלים).

ייעודו של הנדסאי בוגר מסלול התמחות רכב חשמלי

1. יכולת לטפל, לתחזק ולאבחן תקלות (ברמה מתקדמת) במערכות הרכב השונות כולל ברכבים היברידיים וחשמליים בעלי מתח חשמלי גבוה (בכפוף לנהלים המקובלים).
2. יכולת להוביל מקצועית את הצוות המקצועי במרכז השירות.
3. בעל מודעות ומיומנות ניהולית שתאפשר לו לנהל מרכז שירות מתקדם.
4. יכולת להתמודד עם בעיות הן במישור הטכני והן במישור הפיננסי והעסקי (ניהול מרכז שירות).

אוגדן מערכת שעות מה"ט – מסלול בוקר

- ענף: 12 רכב
- מגמה: 1069 הנדסת רכב - התמחות רכב חשמלי
- מסלול: 80 הנדסאים בוקר - מה"ט

שם מקצוע לימוד	שעות לימוד שנה א	שעות לימוד שנה ב	שעות לימוד שנה ג	שעות לימוד שנה ד	חובה	סה"כ שעות
מתמטיקה	96				X	96
אנגלית אוטומוטיבית - בחירה		48				15642
תורת החשמל	160				X	160
מבוא לאלקטרוניקה	32				X	3958
מבוא לבקרה	48				X	4228
בטיחות בעבודה	16				X	4367
תרמודינמיקה טכנית	32				X	3859
תורת המנוע	80	48			X	3869
מבוא לפיזיקה-מכניקה	48				X	15641
הידראוליקה ופניאומטיקה	64				X	13866
תורת הרכב	80	48			X	3868
מערכות חשמל ואלקטרוניקה ברכב	96				X	13867
עבודה מעשית	96				X	3872
תורת החומרים	32				X	3863
חוזק חומרים ותכנון מכני	32	32			X	13868
תורת התחזוקה לכלי רכב	32	32			X	13869
רכב היברידי וחשמלי	32	80			X	13870

32	X			32		מתקני הרמה וציוד מוסכים	13871
144	X			80	64	אבחון תקלות במנוע וברכב	13872
64	X				64	מיזוג אויר ובקרת אקלים	13873
48	X			48		רשתות תקשורת בכלי רכב	13874
16	X			16		רכב אוטונומי, שיתופי ומקושר	13875
				64		ארגון, תכנון וניהול מוסך - בחירה	15643
				32		ניהול עיסקי ופיננסי - בחירה	15644
				32		מיומנויות ניהול ועקרונות השירות - בחירה	15645
192	X			48	144	התמחות-סטאג'	14483
160	X			160		פרויקט גמר	4172
						אבחון תקלות במנוע וברכב	13923
1872		0	0	624	1248	סה"כ שעות חובה :	
176				176		סה"כ שעות בחירה :	
2048				800	1248	סה"כ שעות :	

X - חובה
ללא X - קורסי בחירה

רשימת בחינות

ציון עובר	סוג בחינה	בחינה	
55	עיוני	מדע וטכנולוגיה ברכב	97006
55	עיוני	אבחון תקלות במנוע וברכב	97007
55	עיוני	רכב חשמלי- מעשי ועיוני	97010

אוגדן מערכת שעות מה"ט – מסלול משולב

- ענף: 12 רכב
- מגמה: 1069 הנדסת רכב - התמחות רכב חשמלי
- מסלול: 90 הנדסאים משולב - מה"ט

שם מקצוע לימוד	שעות לימוד שנה א	שעות לימוד שנה ב	שעות לימוד שנה ג	שעות לימוד שנה ד	חובה	סה"כ שעות
מתמטיקה	96				X	96
תורת החשמל	160				X	160
מבוא לאלקטרוניקה	32				X	32
מבוא לבקרה	48				X	48
בטיחות בעבודה	16				X	16
תרמודינמיקה טכנית	32				X	32
תורת המנוע	80	48			X	128
מבוא לפיזיקה-מכניקה	48				X	48
הידראוליקה ופניאומטיקה	64				X	64
תורת הרכב	80	48			X	128
מערכות חשמל ואלקטרוניקה ברכב	96				X	96
עבודה מעשית	96				X	96
תורת החומרים	32				X	32
חוזק חומרים ותכנון מכני	32	32			X	64
תורת התחזוקה לכלי רכב	32	32			X	64
רכב היברידי וחשמלי	32	80			X	112
מתקני הרמה וציוד מוסכים		32			X	32

144	X			80	64	אבחון תקלות במנוע וברכב	13872
64	X				64	מיזוג אויר ובקרת אקלים	13873
48	X			48		רשתות תקשורת בכלי רכב	13874
16	X			16		רכב אוטונומי, שיתופי ומקושר	13875
304	X		304			התמחות-סטאג'	14483
48	X		48			פרויקט גמר	4172
			64			ארגון, תכנון וניהול מוסך - בחירה	15643
			48			אנגלית אוטומוטיבית - בחירה	15642
			32			מיומנויות ניהול ועקרונות השירות - בחירה	15645
			32			ניהול עיסקי ופיננסי - בחירה	15644
1872		0	352	416	1104	סה"כ שעות חובה :	
176			176			סה"כ שעות בחירה :	
2048			528	416	1104	סה"כ שעות :	

X - חובה
ללא X - קורסי בחירה

רשימת בחינות

ציון עובר	סוג בחינה	בחינה	
55	עיוני	מדע וטכנולוגיה ברכב	97006
55	עיוני	אבחון תקלות במנוע וברכב	97007
55	עיוני	רכב חשמלי- מעשי ועיוני	97010

השינויים העיקריים בתוכנית הלימוד

תוכנית הלימודים במסלול התמחות רכב חשמלי מבוססת בחלקה הגדול על תוכנית הלימודים הקיימת כיום במסלול התמחות רכב (רפורמת 2019). השינויים העיקריים בתוכנית הלימודים ביחס לתוכנית הקיימת הם:

- א. אוגדן שעות חדש.
- ב. ביטול חלק מהקורסים.
- ג. איחוד קורסים ושינוי בהיקף שעות.
- ד. הוספת קורסים חדשים (העברת 112 שעות לטובת תכנים וקורסים חדשים).
- ה. שינוי תוכן (סילבוס) של קורסים הקשורים באופן ישיר / עקיף לתורת החשמל ולרכב היברידי חשמלי.

להלן עיקרי השינויים:

קורסים שבוטלו

1. מבוא לכימיה ומבנה החומר (קורס בחירה - 32 שעות)
היה מוגדר כקורס בחירה, חלק מהתכנים החשובים שהיו בקורס קיימים בקורס תורת החומרים.
2. קריאת סרטוט מכני וחשמלי (קורס חובה - 32 שעות)
קריאת סרטוט חשמלי מופיע תחת קורס תורת החשמל החדש. סרטוט מכני נלמד במקצועות השונים כגון הידראוליקה, פניאומטיקה, מתקני הרמה וציוד מוסכים ועוד.
3. אנגלית טכנית (קורס בחירה - 96 שעות)
קורס זה הוחלף ע"י קורס אנגלית אוטומוטיבית במתכונת חדשה.
4. יסודות חשמל ואלקטרוניקה (קורס חובה - 112 שעות)
קורס זה הוחלף ע"י שני קורסים חדשים: "תורת החשמל" ו-"מבוא לאלקטרוניקה".
5. יישומי מחשב ואינטרנט (קורס בחירה - 16 שעות)
קורס זה ירד לחלוטין מהאוגדן.
6. פיסיקה - סטטיקה ודינמיקה (קורס חובה - 32 שעות)
קורס זה הוחלף ע"י קורס חדש שנקרא "מבוא לפיזיקה - מכניקה" שזמין בצורה מקוונת וחינמית באתר קמפוס IL.
7. התייעלות אנרגטית (קורס בחירה - 32 שעות)
התכנים של קורס זה מגולמים בקורס "רכב היברידי וחשמלי" במתכונתו החדשה.

מקצועות חדשים שנוספו

1. אנגלית אוטומוטיבית (קורס בחירה – 48 שעות)
קורס בחירה במתכונת חדשה ומצומצמת שמחליף את הקורס "אנגלית טכנית". הקורס שם את הדגש על נושאים מעולם הרכב היברידי-חשמלי והרכב האוטונומי.
2. תורת החשמל (קורס חובה - 160 שעות)
קורס חובה ומרכזי בתוכנית הלימודים שמחליף את הקורס "יסודות חשמל ואלקטרוניקה", הוא מהווה בסיס להוראת קורסים מתקדמים יותר כגון: "מערכות חשמל ואלקטרוניקה ברכב", "אבחון תקלות במנוע וברכב", "רשתות תקשורת בכלי רכב" ו-"רכב היברידי וחשמלי".
3. מבוא לאלקטרוניקה (קורס חובה - 32 שעות)
קורס חדש המקנה ללומד ידע בסיסי באלקטרוניקה ספרתית ותקבילית כאחד.
4. מבוא לפיזיקה מכניקה (48 שעות – שינוי תכנים)
קורס חדש הבוסס על קורס חנימי ומקוון באתר קמפוס IL (אוניברסיטת בר-אילן). ניתן להעביר את הקורס בצורה מקוונת.

מקצועות שחלו בהם שינויים בסילבוס

1. מתמטיקה (96 שעות – שינוי תכנים)
הוספת נושאים הנדרשים ללימודי חשמל במתח חילופין.
2. מבוא לבקרה (48 שעות במקום 32 שעות)
קורס עם תוכן חדש השם את הדגש על מערכות בקרה אוטומוטיביות.
3. בטיחות בעבודה (16 שעות – שינוי תכנים)
כמעט ללא שינויים, אפשרות ללימודים מקוונים דרך לומדה ייעודית.
4. רכב היברידי וחשמלי (112 שעות במקום 64 שעות)
קורס מרכזי בתוכנית הלימודים הכולל בתוכו את כל התכנים של קורס רכב היברידי רמה 03 בהיקף שעות גדול יותר והפרוס על שתי שנות לימוד.

בחינות ממלכתיות

1. בחינה עיונית "מדע וטכנולוגיה ברכב" במתכונת הקיימת (רפורמת 2019).
2. בחינה עיונית "אבחון תקלות במנוע וברכב חשמלי" במתכונת הקיימת אך בתוספת שאלות בנושא רכב היברידי וחשמלי.
3. בחינה מעשית ועיונית ברכב חשמלי
4. "פרויקט גמר" / "פרקטיקום": נושא הפרויקט או ההתמחות בפרקטיקום חייבים להיות מתחום הרכב ההיברידי-חשמלי.

סילבוס מקצועות הלימוד

סילבוס מקצועות הלימוד בתוכנית הלימודים

התמחות רכב חשמלי

שם המקצוע	מתמטיקה
מספר מקצוע באוגדן	1
סה"כ שעות בקורס	96
תאריך עריכה אחרון	10.04.2022
שם העורך	חן קדשב + ג'ורג' מטר
תיאור כללי של הקורס	המתמטיקה הינה חלק חשוב בלימודי הנדסאי ולא בכדי. המתמטיקה, ברמה כזו או אחרת, תלויה את ההנדסאי לא רק במהלך לימודיו אלא גם במהלך כל הקריירה המקצועית שלו. הקורס מתמקד בלימוד פרקים נבחרים ורלוונטיים במתמטיקה שיעניקו לסטודנט את היכולת להתמודד עם בעיות מתמטיות שונות במקצועות הנלמדים.
מטרת הקורס	* הקניית ידע, כלים ויכולת לפתרון בעיות מתמטיות. * שימוש נכון ויעיל במחשבון מדעי - מחשבון מומלץ CASIO 991ES PLUS. * טיפוח מיומנות עבודה עם יחידות מידה שונות והמרתן תוך שימוש בטבלאות. * שימוש בדפי נוסחאות כולל דפי נוסחאות של הבחינות החיצוניות. * פתרון בעיות מתחום ההנדסה בעזרת כלים מתמטיים.
דרכי הוראה	פרונטלי
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	אלגברה		28	0	פתרון בעיות ותרגילים בנושא הנלמד	המחשה ותרגול בכיתה שיעורי בית לתרגול
	1.1	פעולות החשבון במספרים שלמים, בשברים פשוטים ועשרוניים, סדר הפעולות והשימוש בסוגריים. חישובים עם מספרים שליליים וערך מוחלט.				
	1.2	צמצום והרחבה של שברים, סוגי שברים שונים, פעולות חיבור, חיסור, כפל וחילוק בשברים אלה.				
	1.3	יחס ישר ויחס הפוך (למשל: $I=U/R$), מתאם חיובי / שלילי בין שני משתנים.				
	1.4	יחס, אחוזים וממוצע חשבוני.				
	1.5	פעולות בחד וברב איברים (כינוס, כפל וחילוק).				
	1.6	נוסחאות הכפל המקוצר.				
	1.7	חוקי חזקות ושורשים (כולל מעריך חזקה אפס, שלילי ושבר), תכונות החזקות וחישובים המבוססים עליהן.				
	1.8	שינוי נושא נוסחה והצבת מספרים במקום אותיות בנוסחאות.				
	1.9	כתיבת מספרים בהצגה מדעית וביצוע פעולות חשבון בהצגה זו, עיגול מספרים.				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1.10	פתרון משוואות ריבועיות חלקיות ומלאות באמצעות נוסחת השורשים.					
1.11	פתרון משוואות ממעלה ראשונה עם נעלם אחד (משוואות עם שברים).					
1.12	משוואות עם פתרון יחיד, ללא פתרון ובעלות אינסוף פתרונות.					
1.13	פתרון מערכות של שתי משוואות עם שני נעלמים ממעלה ראשונה, בשיטת ההצבה ובשיטת השוואת מקדמים.					
1.14	התרת אי-שוויונים ממעלה ראשונה בנעלם אחד. למשל: $a < x < b$					
2	מחשבון מדעי	6	0	<u>מחשבון מומלץ</u> CASIO 991ES PLUS	פתרון בעיות ותרגילים בנושא הנלמד	המחשה ותרגול בכיתה שימוש במחשבון מדעי
2.1	הגדרות ואיפוס המחשבון (ע"פ הוח בגב המחשבון).					
2.2	כפתור $S \leq D$ (תצוגת שבר או מספר עשרוני).					
2.3	מספר הופכי - במחשבון X^{-1}					
2.4	שימוש בזיכרון המחשבון (הוספה והסרה של מספרים מהזיכרון).					
2.5	מושג הרדיאן, המעבר מרדיאנים למעלות ולהיפך.					
2.6	שימוש בכפתור ENG (כתיב הנדסי, למשל: 1.235×10^{-2} / 1.235×10^{-2}).					
2.7	שימוש בפונקציה solve לפתרון משוואות ומציאת נעלמים.					
2.8	שימוש ב- Mode 5 (פתרון משוואות בשניים / שלושה נעלמים).					
2.9	קבועים מדעיים במחשבון SHIFT 7 CONST (ע"פ לוח בגב המחשבון).					
3	יחידות מידה והמרת יחידות	4	0	מומלץ להשתמש בדף הנוסחאות של בחינת מה"ט מדע וטכנולוגיה ברכב	המרת יחידות מידה ושימוש בטבלאות המרה	המחשה ותרגול בכיתה שיעורי בית לתרגול
3.1	מערכת היחידות המטרית / בינלאומית SI לעומת מערכת היחידות האמפריאלית.					
3.2	כללי רישום יחידות לפי מערכת SI.					
3.3	יחידות יסוד (למשל: גרם, מטר, שנייה) לעומת יחידות מורכבות כמו: kgm/sec^2 (ניוטון).					
3.4	שימוש בטבלאות להמרת יחידות אורך, שטח ונפח.					
3.5	שימוש בטבלה להמרת יחידות לחץ.					
3.6	שימוש בטבלה להמרת יחידות מסה, משקל וצפיפות.					
3.7	המרת יחידות טמפרטורה (צלזיוס, פרנהייט, קלווין, רנקין) - שימוש בנוסחאות המרה.					
3.8	שימוש בטבלה להמרת יחידות מהירות ותאוצה.					
3.9	שימוש בטבלה להמרת יחידות הספק ומומנט.					
3.10	המרת יחידות במחשבון SHIFT 8 CONV (ע"פ לוח בגב המחשבון).					

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
4	טריגונומטריה		16	0	פתרון בעיות ותרגילים בנושא הנלמד	המחשה ותרגול בכיתה שיעורי בית לתרגול
	4.1	היכרות עם משולש ישר זוויות, הניצבים, היתר והזוויות.				
	4.2	היכרות עם הפונקציות $\cot$, $\tan$, $\cos$, $\sin$ באמצעות משולשים ישרי זוויות.				
	4.3	משפט פיתגורס.				
	4.4	שימוש בפונקציות הטריגונומטריות במשולש ישר זווית למציאת זווית וצלע חסרות.				
	4.5	זהויות טריגונומטריות (רמה בסיסית).				
	4.6	משפט הסינוסים.				
	4.7	משפט הקוסינוסים.				
	4.8	התרת מרובעים שונים (ריבוע, מלבן, מקבילית, מעוין, דלתון וטרפז).				
	4.9	היקף ושטח של צורות פשוטות: משולש, ריבוע, מלבן, מקבילית, מעוין, דלתון וטרפז.				
	4.10	המעגל: הגדרתו ותכונות הרדיוס, הקוטר, הגדרת הערך π , חישוב היקף המעגל ואורך קשת, שטח עיגול ושטח גזרה.				
	4.11	מעטפות, שטחי פנים, והנפחים של קוביה, תיבה, מנסרה ישרה (בסיס משולש ישר זווית או שווה שוקיים), פירמידה (בסיס ריבוע או מלבן), גליל, חרוט וכדור.				
5	הנדסה אנליטית		14	0	פתרון בעיות ותרגילים בנושא הנלמד	המחשה ותרגול בכיתה שיעורי בית לתרגול
	5.1	מערכת הצירים הקרטזית, הצגת נקודות במישור המספרים.				
	5.2	מושג הפונקציה ותיאורה הגרפי בעזרת טבלת נתונים (משוואת ישר ופרבולה).				
	5.3	נקודות חיתוך של הישר עם הצירים, מציאת אמצע קטע, מרחק בין שתי נקודות.				
	5.4	תכונות ישרים מקבילים, תכונות ישרים ניצבים.				
	5.5	היכרות עם פונקציה לוגריתמית ומעריכית.				
	5.6	מציאת משוואת ישר על פי שתי נקודות ועל פי נקודה ושיפוע.				
	5.7	גרף הפונקציה $y=x^2$ והשוואתה לגרף הפונקציה הקווית. מציאת דומה ושונה בין הפונקציה הקווית לריבועית.				
	5.8	קריאת אינפורמציה מגרפים המתארים סיפור מעשה, מושגים עליה וירידה, מקסימום ומינימום, שיפוע של ישר וקצב שינוי.				
	5.9	שימוש ב Desmos ללמידה, הדגמה ותרגול פונקציה ריבועית.				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
6	חשבון דיפרנציאלי		8	0	פתרון בעיות ותרגילים בנושא הנלמד	המחשה ותרגול בכיתה שיעורי בית לתרגול
	6.1	שיפוע של גרף בנקודה, הנגזרת ושיפוע המשיק וסימון הנגזרת.				
	6.2	כללי גזירה בסיסיים: נגזרת של פונקציית חזקה, פונקציית פולינום, פונקציית שורש ונגזרת של סכום והפרש של פונקציות.				
7	חשבון אינטגרלי		12	0	פתרון בעיות ותרגילים בנושא הנלמד	המחשה ותרגול בכיתה שיעורי בית לתרגול
	7.1	האינטגרציה כפעולה הופכית לגזירה, מושג הפונקציה הקדומה, ההצגה ומושג קבוע האינטגרציה.				
	7.2	כללי אינטגרציה בסיסיים: האינטגרל של פונקציה המוכפלת במספר קבוע והאינטגרל של סכום והפרש של פונקציות.				
	7.3	חישוב אינטגרלים, מציאת פונקציה על פי נגזרתה וערכה בנקודה.				
	7.4	האינטגרל המסוים ומציאת השטח בין הגרף לבין ציר ה-X בין שתי נקודות.				
8	מספרים מרוכבים Complex number		8	0	פתרון בעיות ותרגילים בנושא הנלמד	המחשה ותרגול בכיתה שיעורי בית לתרגול
	8.1	המספרים הטבעיים, השלמים, הרציונליים והממשיים והרחבת מושג המספר למספרים מרוכבים. ייצוג מספר מרוכב בארבעת צורותיו האפשרויות.				
	8.2	פעולות חשבון במספרים מרוכבים: חיבור, חיסור, כפל וחילוק.				
	8.3	תיאור וקטור של מספר מרוכב במישור גאוס.				
	8.4	פעולות חשבון (כפל, חילוק וחזקה) בהצגה קוטבית ומעריכית.				
	8.5	שימוש במחשבון במספרים מרוכבים, מעבר בין תצוגה אלגברית לטריגונומטרית.				
		96	0			
		96				

רשימת מקורות	
1	<u>בני גורן. "אלגברה", חלקים א' + ב' + ג'. הוצאת בני גורן.</u>
2	<u>בני גורן. "טריגונומטריה" (ל-4, 5 יחידות לימוד). הוצאת בני גורן.</u>
3	<u>בני גורן. "מתמטיקה" (ל-4, 5 יחידות לימוד). הוצאת בני גורן.</u>
4	<u>בני גורן. "חשבון דיפרציאלי ואינטגרלי" (ל-4, 5 יחידות לימוד). הוצאת בני גורן.</u>
5	<u>יואל גבע (1996). "מתמטיקה". הוצאת י' גבע.</u>
6	<u>משה שוורץ (2006). "מתמטיקה להנדסאי חשמל ואלקטרוניקה". הוצאת ספרים מאגנס.</u>
7	<u>בן ציון קון. "מתמטיקה אוניברסיטאית". הוצאת בק ספרי לימוד BAK.</u>
8	<u>זילברליכט גרשון (1984). "מתמטיקה על תיכונית להנדסאי". הוצאת י' וקס.</u>

שם המקצוע	אנגלית אוטומוטיבית
מספר מקצוע באוגדן	2
סה"כ שעות בקורס	48 שעות הוראה (32 עיוני + 16 מעשי)
תאריך עריכה אחרון	10.04.2022
שם העורך	ג'ורג' מטר
תיאור כללי של הקורס	"הקורס מכין את הלומד לעבודה בסביבה של אנגלית (אוריינות אנגלית) וישפר את מיומנותו בקריאת הוראות יצרן וניהול שיחה טכנית באנגלית. הוראת הקורס וחומרי הלימודים יתבססו על טקסטים טכניים מעולם האוטוטק עם דגש על נושאים כגון: רכב היברידי, רכב חשמלי, מערכות עזר לנהג ADAS, בקרה אלקטרונית, תורת הרכב, תורת המנוע וטכנולוגיות אוטוטק חדישות ומתקדמות. לשיקולו של ראש המגמה, המרצה לאנגלית אוטומוטיבית יכול להיות מרצה למקצועות הרכב ששולט באנגלית אוטומוטיבית. בנוסף לכך, ראש המגמה יכול להחליט שהוא מטמיע את תכני קורס האנגלית בתוך מקצועות הרכב השונים המופיעים בתוכנית הלימוד (לימוד אנגלית בדרך עקיפה)".
מטרת הקורס	* שימוש במילון ככלי להתמודדות עם מידע טכני באנגלית. * העשרת אוצר המילים בתחום האוטומוטיבי עם דגש על רכב חשמלי והיברידי. * קריאה, הבנה וניתוח נתוני יצרן באנגלית - דגש על רכב היברידי וחשמלי. * יכולת הבנה וניתוח נתונים טכניים בתחום הרכב והאוטוטק. * פיתוח מיומנות לעבודה בסביבה דיגיטלית באנגלית (אוריינות אנגלית). * יכולת תרגום נתוני יצרן / מפרטים טכניים / טקסט טכני מאנגלית לעברית. * ניהול דו-שיח באנגלית עם המחלקה הטכנית של יצרן הרכב בחו"ל."
דרכי הוראה	* מצגות / סרטונים טכניים / טקסטים / מפרטים טכניים באנגלית... * ניתוח ותרגום נתוני יצרן מתוך מאגרי מידע דיגיטליים באנגלית. * למידה מקוונת - ביצוע שיעורים בלומדה מקוונת באנגלית (בהתאם לזמינות)
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	שימוש במילון ותרגום חומרים טכניים		3	1	כלים אלו ניתן ללמד ולהשתמש בהם בשוטף בזמן השיעורים	שימוש במילון ובכלים שונים לתרגום חומרים טכניים
	1.1	שימוש במילון ספר				
	1.2	שימוש במילון אלקטרוני				
	1.3	שימוש באפליקציית Google translate לתרגום מילים בודדות				
	1.4	שימוש באפליקציית Google translate לתרגום טקסט שלם (צילום טקסט)				
	1.5	שימוש באפליקציית Google translate לתרגום טקסט מכל שפה				
					תרגול מעשי : עבודה עם מילון Google ועם Google translate	

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
2	מערכות הרכב והמנוע		4	לכל הפחות שני נושאים לבחירה מהרשימה המוצעת (נושא של רכב ונושא של מנוע)	העשרת אוצר מילים בנושא הנלמד	קריאה, הבנה וניתוח נתונים טכניים מתוך טקסטים או מפרטים טכניים. שילוב סרטונים טכניים באנגלית / מצגות באנגלית של יצרני רכב.
	2.1	מערכת העברת הכוח וסוגי תיבות הילוכים ברכב				
	2.2	מערכת ההיגוי (הגה חשמלי)				
	2.3	מערכת הבלמים				
	2.4	מערכת המתלה ברכב				
	2.5	מנוע בעירה פנימית ICE - שמות החלקים / עקרון פעולה של מנוע בנזין / דיזל				
	2.6	מערכת ניהול מנוע חיישנים ומפעילים באנגלית				
3	מושגי יסוד בפיזיקה, חשמל ואלקטרוניקה		2	לכל הפחות נושא אחד לבחירה מהרשימה המוצעת	כנ"ל	קריאה, הבנה וניתוח נתונים טכניים מתוך טקסטים או מפרטים טכניים. שילוב סרטונים טכניים באנגלית / מצגות באנגלית של יצרני רכב.
	3.1	"הכרת מושגים פיזיקליים באנגלית: כוח, מסה, אנרגיה, עבודה, מהירות, תאוצה ותאוצה, לחץ, הספק, מומנט..."				
	3.2	"הכרת שמות החומרים השימושיים בתחום הרכב: ברזל, פלדה, חמרן, טיטניום, נלושת, עופרת, גופרית, ליתיום, ניקל, סיבי פחמן..."				
	3.3	"הכרת מושגים בחשמל באנגלית: מתח, זרם, התנגדות, הספק חשמלי, קיבולת חשמלית, השראה עצמית והדדית, ממסר חשמלי, מנוע חשמלי לעומת מנוע בעירה..."				
	3.4	"הכרת שמות הרכיבים האלקטרוניים: נגד, דיודה, קבל, סליל, שנאי, טרנזיסטור כולל IGBT ו-MOSFET, ממיר מתח Converter, מהפך זרם Inverter"				
4	מערכת מיזוג אוויר ובקרת אקלים ברכב		2	כנ"ל	כנ"ל	קריאה, הבנה וניתוח נתונים טכניים מתוך טקסטים או מפרטים טכניים. שילוב סרטונים טכניים באנגלית / מצגות באנגלית של יצרני רכב.
	4.1	הכרת שמות החלקים במעגל הקרר				
	4.2	סוגי קררים והשפעתם על הסביבה והאדם				
	4.3	חיישנים ומפעילים במערכת בקרת אקלים				
	4.4	מערכת מיזוג ברכב חשמלי - מדחס חשמלי וקירור סוללת HV				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
5	בטיחות אקטיבית ובטיחות פסיבית		0	כנ"ל	כנ"ל	קריאה, הבנה וניתוח נתונים טכניים מתוך טקסטים או מפרטים טכניים. שילוב סרטונים טכניים באנגלית / מצגות באנגלית של יצרני רכב.
	5.1	ההבדל בין בטיחות אקטיבית לפסיבית				
	5.2	מערכות בטיחות פסיביות, למשל: כריות אוויר				
	5.3	מערכות בטיחות אקטיביות, למשל: מערכת ESP, תת-היגוי ועל-היגוי				
6	תקן אבחון ותקני זיהום		2	כנ"ל	כנ"ל	בחלק המעשי: ניתוח קודי תקלות מתוך מאגר נתונים (אוטודאטה למשל)
	6.1	תקן אבחון OBDII				
	6.2	קודי תקלות DTC - תרגום קודי תקלות מאנגלית לעברית				
	6.3	תקן זיהום Euro				
7	ניתוח מפרטים וחוזרים טכניים		0	כנ"ל	כנ"ל	קריאה, הבנה וניתוח נתונים טכניים מתוך טקסטים או מפרטים טכניים. שילוב סרטונים טכניים באנגלית / מצגות באנגלית של יצרני רכב.
	7.1	מפרט טכני של מנוע				
	7.2	מפרט טכני של רכב				
	7.3	מפרט טיפולים ומרווחי טיפול				
	7.4	Recall לעומת TSB - Technical Service Bulletin				
8	התייעלות אנרגטית ומשבר האקלים		0	כנ"ל	כנ"ל	קריאה, הבנה וניתוח נתונים טכניים מתוך טקסטים או מפרטים טכניים. שילוב סרטונים טכניים באנגלית / מצגות באנגלית של יצרני רכב.
	8.1	אנרגיה מתחדשת לעומת אנרגיה מתכלה - Renewable energy				
	8.2	אווירודינמיקה של הרכב, למשל: עיצוב, ספוילר, מגני רוח...				
	8.3	התחממות גלובלית / אפקט החממה (משבר האקלים)				
9	מערכות עזר לנהג ADAS ורכב אוטונומי		3	3	לכל הפחות שני נושאים לבחירה מהרשימה המוצעת	בחלק המעשי: התחברות לרכב באמצעות סורק תקלות וקריאת נתונים חיים של מערכות ADAS
	9.1	רכב אוטונומי ורמות אוטונומיה				
	9.2	מערכות ADAS - הכרת שמותיהם והקיצורים באנגלית				
	9.3	מערכת בקרת שיוט אדפטיבית Adaptive cruise control				
	9.4	טקסט בנושא טכנולוגיית רדאר + לידאר + מצלמה ברכב				
	9.5	תהליך כיול רדאר ומצלמה - ניתוח נתוני יצרן				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
10	הנעה היברידית וחשמלית ברכב		6	4	יש להתייחס לכל הנושאים המוצעים ברשימה	כנ"ל בחלק המעשי: התחברות לרכב באמצעות סורק תקלות וקריאת נתונים חיים של מערכות היברידיות
	10.1	הגדרת רכב היברידי וההבדל בין Motor ל- Engine				
	10.2	רמות הכלאה: היברידי טורי, מקבילי, משולב...				
	10.3	מנוע חשמלי סנכרוני לעומת אסינכרוני				
	10.4	סוגי סוללות להנעת רכב: ניקל מתכת, ליתיום יון, ליתיום פולימר...				
	10.5	הנעה במימן (תאי דלק Fuel cell)				
	10.6	טעינת רכב חשמלי ורכב היברידי Plug-in				
	10.7	חקר מקרה Case study - תקלה ברכב היברידי / חשמלי				
11	מערכות תקשורת בין מחשבים ברכב		2	2	לכל הפחות נושא אחד לבחירה מהרשימה המוצעת	כנ"ל בחלק המעשי: התחברות לרכב באמצעות סורק תקלות וקריאת נתונים חיים של מערכות תקשורת
	11.1	סוגי רשתות תקשורת ברכב: LIN, CAN, FlexRay...				
	11.2	רשת תקשורת אופטית - רשת MOST				
	11.3	תקשורת אלחוטית: Bluetooth, Radio wave...				
12	עבודה במוסך וניהול שיחה טכנית באנגלית		4	2	יש להתייחס לכל הנושאים המוצעים ברשימה	ניהול דיאלוג טכני באנגלית בחלק המעשי: דיאלוג באנגלית - סימולציה
	12.1	ציוד מוסכים וכלי עבודה במוסך - הכרת שמות הכלים והציוד				
	12.2	קריאת שירות Recall לעומת TSB - Service Technical Bulletin				
	12.3	העשרת אוצר מילים לניהול שיחה עם נציג שירות / מחלקה טכנית				
			32	16		
			48			

ספרות מומלצת	
1	<u>"Modern Automotive Technology", Europa Lehrmittel 2014</u>
2	<u>"Automotive handbook" 10th Edition from Bosch, Bently Publishers 2018</u>
3	<u>"Hybrid drives, fuel cells and alternative fuels", Robert Bosch GmbH 2008</u>
4	<u>Tom Denton, "Electric and hybrid vehicles", Routledge 2016</u>
5	<u>Tom Denton, "Automotive technician training" 2nd Edition, Routledge 2022</u>
6	<u>Tom Denton, "Automotive mechanical and electrical systems" 2nd Edition, Routledge 2018</u>
7	<u>Tom Denton, "Automotive electrical and electronic systems" 5th Edition, Routledge 2018</u>
8	<u>Tom Denton, "Advanced automotive fault diagnosis" 4th Edition, Routledge 2017</u>
9	<u>Tom Denton, "Automated driving and driver assistance systems" 1st Edition, Routledge 2020</u>
10	<u>Tom Denton, "Electric and hybrid vehicles" 1st Edition, Routledge 2016</u>
11	<u>"Automotive air conditioning training manual", Ariazone Automotive & Industrial Refrigerant Service Equipment</u>
12	<u>חברות הדרכה Program SSP - Self Study שזמינות ברשת (חברות הדרכה של קבוצת פולקסוואגן אודי VAG)</u>
13	כל חומר טכני באנגלית מיצרני רכב שונים: מצגות / טקסטים / חוברות הדרכה / תרשימים / גרפים / חוזרים טכניים / קריאות שירות / ...TSB

תורת החשמל	המקצוע
3	פר מקצוע באוגדן
160 שעות הוראה (148 עיוני + 12 מעשי)	כ"ש שעות בקורס
10.04.2022	ריך עריכה אחרון
ג'ורג' מטר + קוסטנדי אמסיס + עידן בכר + אילן גל	העורך
קורס זה מתמקד באחד מענפי הפיזיקה החשובים והוא תורת החשמל. במסגרת קורס זה תהיה התייחסות לתת התחומים הבאים: אלקטרונימיקה, אלקטרוסטטיקה, מעגלי זרם ישר וזרם חילופין, אלקטרוכימיה ומקורות מתח, אלקטרומגנטיות וסרטוטי חשמל ברכב. במסגרת הקורס, הסטודנט ילמד לנתח מעגלים חשמליים ומגנטיים, יפתור בעיות מתמטיות וילמד להשתמש במכשירי מדידה חשמליים. הקורס מהווה אבן יסוד לקורסים מתקדמים יותר בתחום חשמל הרכב כולל רכב היברידי וחשמלי (מתח גבוה ישר וחילופין).	מור כללי של הקורס
* ידע מתקדם ביסודות תורת החשמל (זרם ישר וחילופין), אלקטרוכימיה, מגנטיות ואלקטרומגנטיות. * פתרון בעיות ותרגילים בנושאים הנלמדים. * שימוש במכשירי מדידה: רב-מודד, מד-בידוד ומשקף תנודות. * ניתוח מעגלי זרם ישר DC וזרם חילופין AC. * הכרת הכללים והתופעות השונות הקשורות לחשמל, למגנטיות ואלקטרומגנטיות. * הבנת עקרון פעולה של ממסר חשמלי והשימוש בו בתחום הרכב. * קריאת סרטוט חשמלי (תחום הרכב)."	רית הקורס
שיעורים פרונטליים כולל מצגות וספרי לימוד, פתרון בעיות חישוביות, שימוש בלומדה (למשל אלקטיד), עבודה מעשית במעבדת חשמל / אלקטרוניקה.	כי הוראה
אין	סי קדם

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	מבוא ומושגי יסוד		4	מומלץ להיעזר בקישורים המצורפים בעמודה השמאלית (מתודה)	הבנת יסודות החשמל ומבנה האטום הבחנה בין סוגי מטענים חשמליים והבנת המושג האלקטרון חופשי	
	1.1	מבוא לקורס והצגת נושאי הלימוד לפי תחומים: 1. אלקטרונימיקה (זרם ישר DC וזרם חילופין AC) 2. אלקטרוסטטיקה 3. אלקטרוכימיה ומקורות מתח 4. מגנטיות ואלקטרומגנטיות 5. חשמל רכב - קריאת סרטוטי חשמליות 6. עבודה מעשית				
	1.2	מבנה החומר והאטום				
	1.3	הטבלה המחזורית (ברמת היכרות)				
						https://www.youtube.com/watch?v=1TDwfM2Gdgq https://www.youtube.com/watch?v=gmlmq3XU6A0

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1.4	אלקטרונים חופשיים והולכה חשמלית					https://www.youtube.com/watch?v=iqViGNQAC2E
1.5	יון חיובי ויון שלילי					https://www.youtube.com/watch?v=XLr4PMuTO8E
1.6	חלוקת החומרים למוליכים, מבודדים ומוליכים למחצה					https://www.youtube.com/watch?v=qUmDVe6C-BU
2	מטען, שדה וזרם חשמליים	4	0		פתרון שאלות ובעיות בנושא הנלמד	www.youtube.com/watch?v=45AAI9_lsc
2.1	המטען החשמלי					https://www.youtube.com/watch?v=ViZNgU-Yt-Y
2.2	חוק קולון					https://www.youtube.com/watch?v=VFbyDCG_j18
2.3	שדה חשמלי					https://www.youtube.com/watch?v=8gvJzrjwids
2.4	הזרם החשמלי					https://www.youtube.com/watch?v=kAL17fHlv4U
2.5	כיוון הזרם החשמלי חעומת כיוון זרימת האלקטרונים במעגל					
3	התנגדות ומוליכות חשמלית	6	0	כנ"ל		https://www.youtube.com/watch?v=FFHUoWftab0
3.1	התנגדות חשמלית Resistance					https://www.youtube.com/watch?v=-ZFiBrJ2TlQ
3.2	מוליכות חשמלית Conductance					https://www.youtube.com/watch?v=U1LMtTpf9fl
3.3	"התנגדות סגולית + מוליכות סגולית" Electrical resistivity and "conductivity					https://www.youtube.com/watch?v=GLD7AgAYqwa
3.4	חישוב התנגדות של נגד לפי קוד צבע					https://www.youtube.com/watch?v=-9LHVQ-GFsE
3.5	חישוב ההתנגדות תיל מוליך ע"פ מימדיו					https://www.youtube.com/watch?v=SaXggeH-dEo
3.6	השפעת הטמפרטורה על ההתנגדות החשמלית					

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
4	מתח חשמלי והפרש פוטנציאלים		0		כנ"ל	https://www.youtube.com/watch?v=LrV8UKcBYhs https://www.youtube.com/watch?v=DcK22r5hVDg https://www.youtube.com/watch?v=SVqwSmS_C3M https://www.youtube.com/watch?v=eRplFqLYC5I
	4.1	הגדרות: מתח חשמלי והפרש פוטנציאלי				
	4.2	מתח חשמלי כאנרגיה פוטנציאלית וזרם חשמלי כאנרגיה קינטית				
	4.3	מעגל חשמלי - פתוח וסגור ואנלוגיה למערכת הידראולית				
	4.4	חיבור מד-זרם ומד-מתח למעגל החשמלי (מדידה)				
5	חוק אוהם, הספק, אנרגיה ונצילות		0	<u>סימולטור חוק אוהם</u> https://phet.colorado.edu/en/simulations/ohm-s-law	כנ"ל	https://www.youtube.com/watch?v=oFTj9LWkmm8 https://www.youtube.com/watch?v=VSpB3HivkhY https://www.youtube.com/watch?v=SMPPh8gT_1E https://www.youtube.com/watch?v=7hcv_mxcA-g https://www.youtube.com/watch?v=L75EfB3fqdQ https://www.youtube.com/watch?v=D11iFUw_lmU
	5.1	חוק אוהם				
	5.2	הספק חשמלי וחישוב ההספק				
	5.3	אנרגיה חשמלית, עבודה והמרת אנרגיה				
	5.4	"המרת אנרגיה חשמלית לאנרגיה מכנית / תרמית וכו' דוגמאות: נורות להט, גופי חימום, קצר חשמלי"				
	5.5	חישוב עלות האנרגיה החשמלית				
	5.6	נצילות (יחס בין הספק מופק להספק נכנס)				
6	מעגל חשמלי טורי		0		כנ"ל	https://www.youtube.com/watch?v=G3H5IKoWPpY&t=134s https://www.youtube.com/watch?v=dlROtnDbULo&t=202s https://www.youtube.com/watch?v=fmSC0NoaG_I
	6.1	מעגל חשמלי טורי				
	6.2	התנגדות שקולה של מעגל טורי				
	6.3	חוק המתחים של קירכהוף KVL				
	6.4	מחלק מתח במעגל טורי				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
6.5	משוואות מתחים במעגל טורי (מעגל עם מספר מקורות מתח)					
6.6	תרגילים חישוביים במעגל טורי					
7	מעגל חשמלי מקבילי	3	0		כנ"ל	
	מעגל חשמלי מקבילי					https://www.youtube.com/watch?v=G3H5IKoWPpY&t=134s
	מוליכות שקולה של מעגל מקבילי					https://www.youtube.com/watch?v=u3cfW5RmKuw
	התנגדות שקולה של מעגל מקבילי					https://www.youtube.com/watch?v=aBldFS0jwuU
	התנגדות שקולה של שני נגדים במקביל					
	חיבור מקבילי של נגדים זהים					
	חוק הזרמים של קירכהוף KCL					https://www.youtube.com/watch?v=xgd70Yk-Qbe
	מחלק זרם במעגל מקבילי					https://www.youtube.com/watch?v=wukU0s3zrAo
	תרגילים חישוביים במעגל מקבילי					
8	מעגל חשמלי מעורב	6	4	ציוד נדרש:	"כנ"ל"	
	מעגל חשמלי מעורב			רב-מודד וספק מתח לכל תלמיד.		
	התנגדות שקולה במעגל מעורב			נגדים, פוטנציומטר, ראוסטט ומטריצות לחיבור הרכיבים		https://www.youtube.com/watch?v=xn_Xnc97V4w
	חישוב מתחים וזרמים במעגל מעורב					
	נגד משתנה					
	פוטנציומטר (מחלק מתח)					https://www.youtube.com/watch?v=F9U29RkqHXA
	ראוסטט Rheostat (מחלק זרם)					https://www.youtube.com/watch?v=rhtyFng64m0
	גשר ויטסטון Wheatstone bridge					https://www.youtube.com/watch?v=ZqAM_wQ35ow

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
9	מדידת זרם ומתח במעגל חשמלי		0	2	כנ"ל	https://www.youtube.com/watch?v=TdUK6RPdIrA
	9.1	מכשיר מדידה רב-מודד				
	9.2	חיבור מד-זרם (אמפרמטר)				
	9.3	מד-זרם אידיאלי ומד-זרם מעשי				
	9.4	חיבור מד-מתח (וולטמטר)				
	9.5	מד-מתח אידיאלי ומד-זרם מעשי				
	9.6	חיבור מד-זרם ומד-מתח לא אידיאליים				
	10	חיבור נגדים בחיבור כוכב ומשולש				
10.1		המרת חיבור כוכב לחיבור משולש				
10.2		המרת חיבור משולש לחיבור כוכב				
11	מבוא לאלקטרוניקה		0	4	כנ"ל	https://www.youtube.com/watch?v=3xDz4s-rlz4 https://www.youtube.com/watch?v=Sz8z54e4wxi https://www.youtube.com/watch?v=7u1lq_Ofzgw https://www.youtube.com/watch?v=khT4DbaeNfc
	11.1	מושגים בסיסיים				
	11.2	התופעות האלקטרוניות				
	11.3	חוקי פרדי				
	11.4	שימושי האלקטרוניקה				
	11.5	מקורות מתח כימיים				
	11.6	תאים ראשוניים				
	11.7	תאים משניים (מצברים)				
	12	כא"מ ומקורות מתח				
12.1		כוח אלקטרו-מניע (כא"מ) לעומת מתח הדקים				
12.2		התנגדות פנימית של תא				
12.3		הספק שמייצרת הסוללה והספק שמתבזבז בסוללה				
12.4		הספק שנצרך ע"י הצרכן המחובר לסוללה				
12.5		נצילות המעגל				
12.6		פעולת המעגל ללא עומס (בריקם)				
12.7		הקיבול של תא חשמלי				
12.8		חיבור תאים בטור, במקביל ובמעורב				
12.9		סידור סוללה לקבלת הספק מקסימלי				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות מלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
12.10	תלות ההספק בהתנגדות (תיאור גרפי)					
12.11	אופיין זרם-מתח (מקור מתח אידיאלי ומעשי)					
13	פישוט רשתות והתרתן (רשתות עד 2 עניבות)		10	0	כנ"ל	
	13.1	שיטת זרמי חוגים				
	13.2	שיטת מתחי צמתיים				
	13.3	Thevenin שיטת תבנין (הלמהולץ)				
	13.4	שיטת נורטון				
	13.5	המרה מתבנין לנורטון ולהיפך				
	13.6	שיטת ההרכבה / סופרפוזיציה (ברמת היכרות בלבד)				
	אלקטרוסטטיקה		2	0		
14	14.1	שיטות טעינה במטענים נחים (מגע, שיפשוף, השראה...)			כנ"ל	https://www.youtube.com/watch?v=45AAII9_lsc&t=65s
	14.2	השדה האלקטרוסטטי ועוצמתו				
	14.3	שטף חשמלי וצפיפות השטף				
	14.4	חלחלות חשמלית				
	14.5	חוזק דיאלקטרי				
15	קבלים		6	0	כנ"ל	
	15.1	הגדרת ההקבל ותפקיד הקבל				https://www.youtube.com/watch?v=f_MZNsEqyQw&t=7s
	15.2	קיבול				https://www.youtube.com/watch?v=5hFC9ugTGLs
	15.3	האנרגיה האגורה בקבל				https://www.youtube.com/watch?v=X4EUwTwZ110
	15.4	קבל לוחות וחישוב עוצמת השדה החשמלי				
	15.5	חיבור קבלים בטור, במקביל ובמעורב				https://www.youtube.com/watch?v=BIPI0vXdssE
	15.6	טעינה ופריקה של קבל (כולל תופעות המעבר)				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
16	סלילים		6	0	כן"ל	
	16.1	הגדרת סליל (משרן) ושימושי הסליל				https://www.youtube.com/watch?v=PgM8zWJr8-U
	16.2	השראה עצמית בסליל				https://www.youtube.com/watch?v=ukBFPrXiKWA
	16.3	סליל ארוך - סולנואיד (סילונית)				https://www.youtube.com/watch?v=d73e3QiMdSU
	16.4	השראה הדדית בין שני סלילים				https://www.youtube.com/watch?v=aguizHdvtjc
	16.5	מקדם צימוד השראי בין שני סלילים				
17	16.6	טעינה ופריקה של סליל (כולל תופעות המעבר)				https://www.youtube.com/watch?v=shJAV59NS6k
	קבלים וסלילים במצב מתמיד		6	0	כן"ל	
	17.1	קבלים במצב מתמיד				
	17.2	סלילים במצב מתמיד				
18	17.3	מעגל חשמלי הכולל קבלים וסלילים				
	מבוא לזרם חילופין AC		6	0	כן"ל	
	18.1	הגדרות: זרם ומתח חילופין, מקור מתח חילופין (מחולל)				https://www.youtube.com/watch?v=jlrHkRJVK-U
	18.2	הגדרות: זמן מחזור, תדר, תדירות וזוויתית, ערך שיא לשיא ומשרעת (אמפליטודה)				
	18.3	תיאור גרפי של מתח חילופין סינוסואידלי לעומת אות DC				https://www.youtube.com/watch?v=98FgWHu2eI4
	18.4	הגדרות: מופע (פאזה) והפרש מופע כולל חישוב ההפרש				https://www.youtube.com/watch?v=gNMwfINKkBO
	18.5	תיאור הפרש מופע (הפרש בין המתח לזרם)				
	18.6	חיבור מחוגים (וקטורים)				
	18.7	מעלותיו ומגרעותיו של זרם חילופין				
19	אותות חשמליים		10	0	כן"ל	
	19.1	הגדרות: אות מחזורי, מחזור, זמן מחזור ומשרעת (אמפליטודה)				
	19.2	אות דיגיטלי (ספרתי) ואות אנלוגי (תקבילי)				
	19.3	אות מתח חילופין סינוסואידלי סימטרי (גרף ומשוואה)				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
19.4	אות מתח חילופין סינוסואידלי אסימטרי (גרף)					
19.5	אות מתח חילופין AC "רוכב" על מתח ישר DC					
19.6	אות סינוס מיושר חצי גל					
19.7	אות סינוס מיושר גל שלם					
19.8	אות סינוס מיושר גל שלם + אות DC					
19.9	אות ריבועי סימטרי ואסימטרי					
19.10	אות ריבועי PW משתנה (מתח ממוצע לפי Duty cycle)					
19.11	אות ריבועי + אות DC					
19.12	אות שן מסור ואות משולש (ברמת זיהוי בלבד - ללא חישובים)					
20	מעגלי חשמל בזרם חילופין	4	0		כנ"ל	
	נגד במעגל זרם חילופין					
	קבל במעגל זרם חילופין					
	סליל במעגל זרם חילופין					
21	מעגלים טוריים	3	0		כנ"ל	
	מעגל RL טורי					
	מעגל RC טורי					
	מעגל RLC טורי					
22	מעגלים מקביליים	3	0		כנ"ל	
	מעגל RL מקבילי					
	מעגל RC מקבילי					
	מעגל RLC מקבילי					
23	מעגלים מעורבים	6	0		כנ"ל	
	מעגלים בחיבור מעורב עם נגד, סליל וקבל					
24	שיפור גורם ההספק	6	0		כנ"ל	
	הספק היגבי (עיוור), הספק פעיל (ממשי) והספק מדומה					https://www.youtube.com/watch?v=2mD3UbSW7ho
	משולש ההספקים של מעגל בעל אופי השראי					
	משולש ההספקים של מעגל בעל אופי קיבולי					
	מקדם ההספק ושיפור מקדם ההספק					https://www.youtube.com/watch?v=7XWf96gg
	שימוש בקבל לצורך שיפור מקדם ההספק					
25	המרת כוכב משולש (זרם חילופין)	2	0		כנ"ל	
	המרת כוכב למשולש					
	המרת משולש לכוכב					

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
26	מעגלי תהודה		0		כנ"ל	https://www.youtube.com/watch?v=Mq-PF1vo9QA
	26.1	מעגל תהודה טורי				
	26.2	מעגל תהודה מקבילי				
27	מערכות תלת-מופעיות		0		כנ"ל	https://www.youtube.com/watch?v=4oRT7PoXSS0&t=4s https://www.youtube.com/watch?v=nRzsH0plXlc
	27.1	מחולל תלת-מופעי				
	27.2	עומס בחיבור כוכב מאוזן				
	27.3	עומס בחיבור משולש מאוזן				
28	מגנטיות		0		כנ"ל	www.youtube.com/watch?v=vgWiBYuPpjw https://www.youtube.com/watch?v=yXCeuSiTOuq
	28.1	משיכה מגנטית				
	28.2	קטבים מגנטיים				
	28.3	השדה המגנטי				
	28.4	תכונות נוספות של מגנטים				
29	השדה האלקטרומגנטי והאלקטרומגנט		0		כנ"ל	https://www.youtube.com/watch?v=na_FpTXLFa8 https://www.youtube.com/watch?v=Wm9_DqQKmd0 https://www.youtube.com/watch?v=o2YPaNHMQ2g
	29.1	השדה האלקטרומגנטי של מוליך ישר נושא זרם				
	29.2	השדה האלקטרומגנטי של סליל הנושא זרם				
	29.3	הכוח המגנטי מניע ועוצמת השדה המגנטי				
	29.4	האלקטרומגנט				
30	מעגלים מגנטיים		0		כנ"ל	
	30.1	השטף וצפיפות השטף המגנטיים				
	30.2	השראה מגנטית בחומרים פרומגנטיים				
	30.3	המעגל המגנטי (טורי ומקבילי)				
31	כוחות בשדה המגנטי		0		כנ"ל	
	31.1	הכוח הפועל על תייל נושא זרם בתוך שדה מגנטי				
	31.2	המומנט הפועל על כריכה נושאת זרם בתוך שדה מגנטי				
	31.3	הכוח הפועל בין שני מוליכים מקבילים נושאי זרם				
	31.4	כוח המשיכה של אלקטרומגנט				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
32	ההשראה האלקטרומגנטית		6	0	כנ"ל	https://www.youtu be.com/watch?v=t C6E9J925pY
	32.1	יצירת כא"מ מושרה				
	32.2	כריכה מסתובבת בשדה מגנטי				
	32.3	כא"מ המושרה במוליך עקב שינוי השטף המגנטי				
	32.4	השראה עצמית				
	32.5	השראה הדדית				
33	מדידות חשמליות ושימוש במכשירי מדידה		0	4	שימוש במכשירי מדידה וביצוע מדידות חשמליות במעגלים שונים ברכב	
	33.1	רב-מודד Multimeter				
	33.2	צבת השראתית Current clamp				
	33.3	מד בידוד Insulation tester				
	33.4	משקף תנודות (אוסצילוסקופ)				
34	קריאת סרטוט חשמלי		0	4	קריאה וניתוח סכמה חשמלית בתקן DIN	סכמות חשמל בסיסיות מעולם הרכב
	34.1	תקן DIN 72552 לסימון חיבורי חשמל ברכב				
	34.2	סימונים מוסכמים בסכמה חשמלית				
	34.3	קריאת סכמה חשמלית - מערכות חשמליות שונות ברכב				
	34.4	"מעגל ממסרים להפעלת שני צרכנים בטור / מקביל (למשל: שתי מהירויות של מאווררי קירור רדיאטור מנוע)				
		12	148			
		160				

ספרות מומלצת	
1	אילן גל (2019). "תורת החשמל - חלק א", הוצאת דניאל
2	אילן גל (2019). "תורת החשמל - חלק ב", הוצאת דניאל
3	אינג' ח' גרון (2000). "תורת החשמל" חלק א', הוצאת אורט ישראל
4	אינג' ח' גרון (2001). "תורת החשמל" חלק ב', הוצאת אורט ישראל
5	ד"ר יעקב גל, משה קלרסג ותלמה מוקדי (2003). "מערכות חשמל תורת החשמל" כרך א', הוצאת מטח תל-אביב
6	ד"ר יעקב גל, משה קלרסג ותלמה מוקדי (2008). "מערכות חשמל תורת החשמל" כרך ב', הוצאת מטח תל-אביב
7	מוטי ויניב טוכמן (2021). "הנדסת אוטו-טק" חלק א' הנדסת חשמל, אלקטרוניקה ותקשורת, הוצאת מוטו-גת בע"מ זכרון יעקב
8	יורם קירש (2003). "יסודות הפיסיקה א" יחידות 5 עד 7, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה
9	(2017). "חשמל ומגנטיות" אלקטרוסטטיקה, אלקטרודינמיקה ואלקטרומגנטיות, הוצאת מטח תל-אביב
10	ד"ר יורם אשל (1995). "חשמל ומגנטיות", הוצאת אשל תל-אביב
11	ד"ר יעקב גל ומשה קלרסג (2002). "מבוא להנדסת אלקטרוניקה - תורת החשמל", הוצאת מטח תל-אביב
12	ד"ר עיסאם זועבי (2017). "חשמל ומגנטיות - כרך א' חשמל", הוצאת ראמוס
13	ד"ר עיסאם זועבי (2017). "חשמל ומגנטיות - כרך ב' מגנטיות", הוצאת ראמוס
14	ד"ר אלכס טורצקי (2010). "בטיחות חשמל בעבודות אלקטרוניקה". המוסד לבטיחות ולגיהות.
15	קורס מקוון - קמפוס IL - שם הקורס: "פיזיקה חשמל" וקורסים אחרים בנושאים שזמינים בקמפוס
16	לומדה מקוונת חינוכית ללימוד חשמל ואלקטרומגנטיות (אנגלית: physics-chemistry-interactive-flash-animation)

מס'	רשימת כלים ומכשירים	כמות
1	ארגז כלים לחשמלאי / אלקטרונאי רכב	10
2	רב מודד מקצועי	10
3	גליונמטר	1
4	צבת השראתית	5
5	מכשיר לבדיקת בידוד (Megger)	3
6	רכיבים אלקטרוניים (נגד, דיודה, קבל, סליל, טרנזיסטורים...)	20
7	"ערכה לימודית ללימוד חשמל ואלקטרוניקה, לדוגמה: snapcircuits.co.il/product-category/snap-circuits-base-models	5
8	מטריצות וחוטרים	20
9	ספק כוח 5v 12v 24v	8
10	מחולל אותות	8
11	משקף תנודות (סקופ) אלקטרוני	8
12	סולנואידים מסוגים שונים	8
13	סלילים ושנאים	8

מבוא לאלקטרוניקה	המקצוע
4	פר מקצוע באוגדן
32 שעות הוראה (20 עיוני + 12 מעשי)	כ"ש שעות בקורס
10.04.2022	ריך עריכה אחרון
ג'ורג' מטר	העורך
מקצוע זה חושף את הלומד לענף האלקטרוניקה (ענף בהנדסת חשמל). הקורס הינו קורס מבוא ברמה של היכרות עם עולם האלקטרוניקה והוא קורס משלים לקורס תורת החשמל.	מור כללי של הקורס
* הקניית ידע בסיסי באלקטרוניקה תקבילית וספרתית. * הכרת הכללים והתופעות השונות ברכיבים אלקטרוניים. * זיהוי רכיבים אלקטרוניים בסרטוטי חשמל. * הכרת רכיבים אלקטרוניים השימושיים בתעשיית הרכב: נגד, דיודה, קבל, טרנזיסטורים... "	רמת הקורס
שיעורים פרונטליים, מצגות, לומדה ייעודית (אלקטיוד למשל), עבודה במעבדת אלקטרוניקה...	כי הוראה
אין	סי קדם

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	מבוא לאלקטרוניקה		4	הסבר כללי על ענף האלקטרוניקה וההבדל בין אלקטרוניקב תקבילית לאלקטרוניקה ספרתית		
	1.1	האלקטרוניקה כענף בהנדסת חשמל				
	1.2	"רכיב אלקטרוני" לעומת "רכיב חשמלי" (הגדרות)				
	1.3	רכיב אלקטרוני פסיבי, אקטיבי ואלקטרומכני				
	1.4	מערכת אלקטרונית אנלוגית לעומת ספרתית (דיגיטלית)				
	1.5	אותות אנלוגיים ואותות ספרתיים (דיגיטליים)				
	1.6	מיתוג חיובי ומיתוג שלילי				
	1.7	אלקטרוניקה תקבילית לעומת אלקטרוניקה ספרתית				
	1.8	Semiconductors מוליכים למחצה				
					https://www.youtube.com/watch?v=K9IfR-LGml8	
					https://www.youtube.com/watch?v=WxJKXGugfh8	
					https://www.youtube.com/watch?v=IJW7BHn1Lvo	
					https://www.youtube.com/watch?v=i0GXQdXZCEU	
					https://www.youtube.com/watch?v=4SlfaocMfdA	

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
2	אלקטרוניקה תקבילית	4	0	על כל רכיב ברשימה על הסטודנט להבין את עקרון הפעולה שלו, השימושים שלו, בדיקת תקינות וזיהוי בסרטוני חשמל	להכיר את הרכיבים האלקטרוניים השונים והשימוש בהם בתחום הרכב.	https://www.youtube.com/watch?v=BDxUQ0GomZY https://www.youtube.com/watch?v=f2LuXeuQhyU https://www.youtube.com/watch?v=eMKVWnJ5sAw https://www.youtube.com/watch?v=E6uE6zZlxS0 https://www.youtube.com/watch?v=Fwj_d3uO5g8 https://www.youtube.com/watch?v=JNi6WY7WKAi https://www.youtube.com/watch?v=XhQqtdTIRus https://www.youtube.com/watch?v=XvRXrAiv3pY https://www.youtube.com/watch?v=V5nWu8EbMhI https://www.youtube.com/watch?v=YtM_MnM0qT4 https://www.youtube.com/watch?v=7ukDKVHnac4 https://www.youtube.com/watch?v=7ukDKVHnac4 https://www.youtube.com/watch?v=VIMdSCI29A0 https://www.youtube.com/watch?v=0uE9yfCDjF0
2.1	הנגד החשמלי + נגד משתנה (קריאת קוד צבע של נגד)					
2.2	מתג חשמלי / Normally open / closed					
2.3	"סליל השראה וסולנואיד חשמלי פיקוד PWM עבור סולנואידים"					
2.4	ממסר חשמלי: עקרון פעולה, סוגים, בדיקות, תפקיד, סימון מגעים לפי תקן DIN 72552, מגעי N.O ו- N.C, ממסר מחליף, נגד דיכוי ודיודת דיכוי, הפיכת קוטביות באמצעות ממסר, מעגל תפיסה עצמית...				בחלק המעשי זיהוי ובדיקת תקינות של רכיבים	
2.5	דיודות (סילקון וגרמניום)				אלקטרוני ים. חיבור הרכיבים	
2.6	גשר דיודות ליישור זרם (גשר גרץ)				במעגל חשמלי /	
2.7	דיודת זנר Zener				אלקטרוני והפעלת מ.	
2.8	דיודה פולטת אור LED + דיודה קולטת אור				ביצוע הלחמות ותיקונים בכרטיסי מ	
2.9	מייצב מתח + דיודת זנר כמייצב מתח				אלקטרוני ים	
2.10	טרנזיסטורים (NPN, PNP)					
2.11	טרנזיסטור תוצא שדה FET					
2.12	טרנזיסטור MOSFET					
2.13	טרנזיסטורים מרוכבים IGBT					
2.14	טרנזיסטור כמגבר - צמד דרלינגטון					

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
2.15	מיישר סיליקון SCR (נקרא גם Thyristor)					https://www.youtube.com/watch?v=45H4J_S52Y4
2.16	מגבר שרת					https://www.youtube.com/watch?v=rwEuiEV-qk0
2.17	מעגל משולב IC - Integrated Circuit					https://www.youtube.com/watch?v=drUkvtxp6s
2.18	שנאי מתח וסליל הצתה למערכות הצתה ברכב					https://www.youtube.com/watch?v=U3CubKnkO4c
3	אלקטרוניקה ספרתית	6	0	הסבר בסיסי לשיטות ספירה ושערים לוגיים	נושא זה יועבר ברמה בסיסית בלבד (רמת היכרות)	https://www.youtube.com/watch?v=M41M9ATm49M https://www.youtube.com/watch?v=a2FpnU9Mm3E https://www.youtube.com/watch?v=fw-N9P38mi4 https://www.youtube.com/watch?v=WII9HWnf3V4 https://www.youtube.com/watch?v=BnB2m1nXZ84 https://www.youtube.com/watch?v=eqNiA122K3I https://www.youtube.com/watch?v=cdMJvFT-Afc
3.1	שיטות ספירה (עשרונית, בינרית והקסאדצימלית)					
3.2	העברת מספרים שלמים מבסיס 10 לבסיס 2 ולהיפך					
3.3	שערים לוגיים AND, OR, NOT, XOR, NOR, NAND					
3.4	סימול שערים לוגיים					
3.5	טבלת אמת					
3.6	תכנון ומימוש מערכת צירופים (טבלת אמת עם פונקציה)					
3.7	רכיבי שערים לוגיים –					
		20	12			
		32				

ספרות מומלצת	
1	מוטי ויניב טובמן (2021), "הנדסת אוטו-טק" חלק א' הנדסת חשמל, אלקטרוניקה ותקשורת, הוצאת מוטו-גת בע"מ זכרון יעקב
2	מ' חוטובלי (2014). "מערכות ספרתיות" חלק א', הוצאת אופיר ביכורים יהוד מונסון
3	א' אילון, י' שורץ, א' אהרון, צ' אזיה (2009). "מערכות ספרתיות", הוצאת מטח תל-אביב
4	יאן לרון (1999). "אלקטרוניקה ספרתית - תיאוריה חלק א'", הוצאת שורש גבעת שמואל
5	יאן לרון (1999). "אלקטרוניקה תקבילית", הוצאת שורש גבעת שמואל
6	יאן לרון (1999). "טרנזיסטורים", הוצאת שורש גבעת שמואל
7	יאן לרון (1999). "אלקטרוניקה תקבילית - מבוא למוליכים למחצה מעגלי דיודות ודיודות זנר", הוצאת שורש גבעת שמואל
8	אילן גל (2011). "אלקטרוניקה תקבילית - חלק א'", הוצאת דניאל
9	אילן גל (2011). "אלקטרוניקה תקבילית - חלק ב'", הוצאת דניאל
10	שמחה גילעם (2007). "אלקטרוניקה תקבילית", הוצאת מטח תל-אביב
11	ד"ר אלכס טורצקי (2010). "בטיחות חשמל בעבודות אלקטרוניקה". המוסד לבטיחות ולגיהות.

מס'	רשימת כלים ומכשירים	כמות
1	ארגז כלים לחשמלאי / אלקטרונאי רכב	10
2	רב מודד מקצועי	10
3	גליונומטר	1
4	צבת השראתית	5
5	מכשיר לבדיקת בידוד (Megger)	3
6	רכיבים אלקטרוניים (נגד, דיודה, קבל, סליל, טרנזיסטורים...)	20
7	"ערכה לימודית ללימוד חשמל ואלקטרוניקה, לדוגמה: snapcircuits.co.il/product-category/snap-circuits-base-models	5
8	מטריצות וחוטים	20
9	ספק כוח 5v 12v 24v	8
10	מחולל אותות	8
11	משקף תנודות (סקופ) אלקטרוני	8
12	סולנואידים מסוגים שונים	8
13	סלילים ושנאים	8

שם המקצוע	מבוא לבקרה
מספר מקצוע באוגדן	5
סה"כ שעות בקורס	48 שעות הוראה (32 עיוני + 16 מעשי)
תאריך עריכה אחרון	10.04.2022
שם העורך	ג'ורג' מטר
תיאור כללי של הקורס	הקורס מבוסס ברובו על הספר "מבוא לבקרה" (מספר 1 ברשימה הבבליוגרפית - עם קישור למהדורה דיגיטלית חינוכית). בחלקו האחד הקורס עוסק בעקרונות תורת הבקרה באופן כללי ובחלקו השני הוא מתמקד במערכות בקרה ברכב כולל חיישנים ומפעילים. במהלך הקורס ייחשף הלומד למערכות בקרה מכאניות, פניאומטיות, הידראוליות וחשמליות ויכיר חיישנים ומפעילים מעולם הבקרה במערכות הרכב השונות והכל במקביל להבנת החשיבה הלוגית במערכת אלו.
מטרת הקורס	- להכיר את מושגי היסוד בבקרה. - סקירת חיישנים שונים ואותות יציאה מהם. - הכרת מפעילים, חיישנים ובקרים שונים. - הבנת עקרון הפעולה של חיישנים ומפעילים במערכות בקרה ברכב
דרכי הוראה	מצגות, סרטונים, מעבדת רכב
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	מבוא לבקרה		2	מתוך הספר "אוטו-טק" חלק ב		בחלק המעשי: הכרת מערכות בקרה מכניות וחשמליות במנוע וברכב
	1.1	בקרה מכאנית				
	1.2	בקרה פנאומטית / הידראולית				
	1.3	בקרה חשמלית				
	1.4	בקרה לוגית				
	1.5	בקרה רציפה				
2	מבוא למערכות בקרה		2	מתוך הספר "מבוא לבקרה" הוצאת מטה		
	2.1	הגדרות יסוד				
	2.2	המשתנה המבוקר				
	2.3	אות מבוא ואות מוצא של מערכת בקרה				
	2.4	תיאור מערכת בקרה באמצעות תרשים מלבנים				
	2.5	הפרעות למשתנה המבוקר				
3	מערכות בקרה עם משוב (בקרה בחוג סגור)		0	2		
	3.1	פעולות בסיסיות במערכות בקרה עם משוב				
	3.2	מבנה התרמוסטט ועקרון פעולתו				
	3.3	האדם כחלק ממערכת הבקרה				
	3.4	תרשים מלבנים של מערכת בקרה עם משוב				
	3.5	מערכות לבקרת מפלס				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
4	שיטות ויסות במערכות בקרה		0	2	כנ"ל	
	4.1	שיטות ויסות				
	4.2	ויסות הספק באמצעות מגבר				
5	חיישנים במערכות בקרה		0	2	כנ"ל	
	5.1	תפקיד החיישן				
	5.2	חיישנים דו-מצביים				
	5.3	חיישן דו-מצבי עם תגובת חשל				
	5.4	חיישנים רציפים				
	5.5	מעגלי היסט, הגברה והיפוך				
6	מערכות בקרה במצב מתמיד		0	2	כנ"ל	
	6.1	מצב מעבר ומצב מתמיד				
	6.2	יחס התמסורת של רכיב				
	6.3	יחס תמסורת של מערכת בקרה בחוג פתוח				
	6.4	יחס תמסורת של מערכת בקרה בחוג סגור				
	6.5	חישוב אותות במערכת מרובת מרכיבים				
7	מערכות בקרה בחוג סגור		2	2	כנ"ל	בחלק המעשי: חיבור סורק תקלות לרכב וקריאת נתון חיישן חמצן (כמשוב) אפשר גם כל דוגמה אחר.
	7.1	מערכת לבקרת העתק				
	7.2	מערכת לבקרת מהירות סיבוב				
	7.3	מערכת לבקרת טמפרטורה				
	7.4	מערכת לבקרת מפלס				
8	תגובת מעבר במערכת בקרה		0	2	כנ"ל	
	8.1	תופעת מעבר ומצב מתמיד				
	8.2	תגובה מעריכית				
	8.3	תגובה מתאפיינת בתנודות מתרסנות				
9	משוב חיובי במערכות בקרה		0	2	כנ"ל	
	9.1	משוב חיובי במערכות לבקרת העתק קווי				
	9.2	משוב חיובי במערכות לבקרת מפלס				
	9.3	שימוש במשוב חיובי במערכות טכנולוגיות				
10	אי-יציבות במערכות בקרה עם משוב		0	2	כנ"ל	
	10.1	אי-יציבות (הגדרות)				
	10.2	דוגמאות לאי-יציבות במערכות בעלות משוב חיובי				
	10.3	פיגור זמן טהור כגורם לאי-יציבות של מערכת לבקרת ציפוי משטח				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
11	המחשב במערכות בקרה		2	0		כנ"ל
	11.1	שילוב של מחשבים במערכות בקרה				
	11.2	היתרונות והחסרונות של מערכות בקרה ממוחשבות				
	11.3	המרת אותות: מאות תקבילי לספרתי ולהיפך				
	11.4	מבוא לבקרים מתוכנתים				
12	חיישנים ומפעילים במערכות מבוקרות במנוע וברכב		10	12	זיהוי חיישנים ומפעילים במערכות מבוקרות ברכב	בחלק המעשי: קריאת נתוני יצרן בנוגע לבדיקת חיישנים (אוטודאטה למשל), זיהוי חיישנים ומפעילים ברכב, בדיקת חיישנים ומפעילים וקריאת נתוני חיישנים ומפעילים באמצעות סורק (Live data) תקלות
	12.1	חיישנים במערכת בקרה וניהול מנוע (בנזין ודיזל)				
	12.2	חיישנים במערכות בקרה וניהול ברכב (ESP, SRS...)				
	12.3	מפעילים (סלילים, גופי חימום, מנוע חשמלי...)				
	12.4	פיקוד בשיטת PWM עם Duty cycle משתנה				
	12.5	מצערת חשמלית במנוע (מעגל הבקרה)				
		32	16			
		48				

ספרות מומלצת	
1	<u>בני קרניאל, גיל ארצי (2009). "מבוא לבקרה", הוצאת מטח תל-אביב</u>
2	<u>רייכספלד עודד, קלוס דני (2003). "לוגיקה ובקרה", הוצאת אורט ישראל</u>
3	<u>רייכספלד עודד (2005). "בקרה במכונות חלק א' - לוגיקה", תל-אביב: הוצאת אורט ישראל</u>
4	<u>רייכספלד עודד, קלוס דני (2005). "בקרה במכונות חלק ב' - מערכות מיכון, עקרונות מדעיים", הוצאת אורט ישראל</u>
5	<u>רייכספלד עודד (2009). "בקרה במכונות חלק ג' - היבטים פיזיקליים ומתמטיים", תל-אביב: הוצאת אורט ישראל</u>
6	<u>זאב בהיר, עמי לוי. (2009). "בקרת תהליכים", תל-אביב: הוצאת אורט</u>
7	<u>"Modern Automotive Technology", Europa Lehrmittel 2014</u>
8	<u>"Automotive handbook" 10th Edition from Bosch, Bently Publishers 2018</u>
9	<u>John Turner (2009). "Automotive Sensors", Momentum Press</u>
10	<u>"Sensors in Automotive". Aspencore 2020</u>

שם המקצוע	בטיחות בעבודה
מספר מקצוע באוגדן	6
סה"כ שעות בקורס	16 שעות הוראה + חלק מקוון
תאריך עריכה אחרון	10.04.2022
שם העורך	ג'ורג' מטר
תיאור כללי של הקורס	חשיפה לכללי הבטיחות בעבודה באופן כללי ולבטיחות במרכז שירות בפרט. • להקנות ידע כללי בנושא בטיחות בעבודה והכרת הסכנות במרכז שירות. • הגברת המודעות לעבודה בטוחה. • ציוד מגן אישי PPE • הכרת כללי בטיחות ונהלים. • הכרת שלטי האזהרה השונים. • בטיחות באש. • הכרת השיטה העולמית לתיוג כימיקלים - מערכת הרמונית גלובלית GHS - Globally Harmonized System
דרכי הוראה	פרונטלי / למידה מקוונת ועצמית באמצעות לומדה ייעודית וקריאת ספרות
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	שיעורים מקוונים - לומדה ייעודית		8	0	למידה עצמית והגברת המודעות לעבודה בטוחה	לומדה ייעודית (אלקטיווד למשל)
	1.1	שלטי אזהרה				
	1.2	ציוד הגנה אישי				
	1.3	משקפי מגן				
	1.4	כפפות מגן				
	1.5	נעלי מגן				
	1.6	בטיחות באש				
	1.7	מערכת הרמונית גלובלית GHS				
2	בטיחות וגיהות בעבודה במוסך		8	0	למידה עצמית והגברת המודעות לעבודה בטוחה	הפניה לספר בטיחות וגיהות בעבודה במוסכים
	2.1	הגדרת מוסכים ובעלי תפקידים				
	2.2	מאפייני מוסכים מסוגים שונים				
	2.3	סיכוני בטיחות וגיהות				
	2.4	מערך הבטיחות				
	2.5	ציוד מגן אישי				
	2.6	בטיחות בכלי עבודה ידניים				
	2.7	בטיחות בתהליכי עבודה שונים				
	2.8	רווחת עובדים ועבודת בני נוער				
	2.9	תחזוקה וסביבת עבודה				
	2.10	טיפול בנפגעים				
		16				

ספרות מומלצת	
1	<u>"בטיחות וגיהות בעבודה במוסכים", המוסד לבטיחות ולגיהות 2021</u>
2	"פקודות הבטיחות בעבודה", המוסד לבטיחות ולגיהות 2021
3	לומדת Electude

שם המקצוע	תרמודינמיקה טכנית
מספר מקצוע באוגדן	7
סה"כ שעות בקורס	32
תאריך עריכה אחרון	11.3.2019
שם העורך	דני סלוצקי
תיאור כללי של הקורס	להקנות לסטודנט כלים שימושיים בתרמודינמיקה טכנית ומיומנויות נדרשות ללימודיו ולעבודתו כטכנאי/הנדסאי רכב. התכנית כוללת מושגי יסוד, תהליכים ומחזורים תרמודינמיים.
מטרת הקורס	הסטודנט יכיר את חוקי הגזים האידיאליים ואת הקשר בין הפרמטרים, יכיר את משוואת המצב של גז ואת הקשר בין הפרמטרים, יתאר את תהליכי החום במנועי שריפה פנימית, יסביר את הקשר בין המחזור למנוע, יסביר את הקשר בין הנצילות ליעילות המנוע
דרכי הוראה	הרצאות פרונטליות מלוות במצגות ובסרטונים תוך שימוש בכלים דידיקטיים לעידוד למידת חקר ולמידה עצמית.
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	מושגי יסוד בתרמודינמיקה		0	דוגמאות	המרת יחידות	
	1.1	סוגי לחצים				
	1.2	סולמות טמפרטורה				
	1.3	גז ממשי וגז אידיאלי				
2	חוקי הגזים האידיאליים		0		שימושים	
	2.1	חוק בוייל – מריוט				
	2.2	חוק גיי – לוסק				
	2.3	חוק צ'ארלס				
3	תהליכים תרמודינמיים		0		תיאור גרפי	
	3.1	תהליך איזוכורי				
	3.2	תהליך איזותרמי				
	3.3	תהליך איזוברי				
	3.4	תהליך אדיאבטי				
	3.5	תהליך פוליטרופי				
4	מצבו של הגז		0			
	4.1	משוואת המצב של גז				
	4.2	עבודה חיצונית של גז				
	4.3	אנרגיה פנימית של גז				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
5	מחזורים תרמודינמיים		0	10	תיאור גרפי, השוואה	
	5.1	מחזור אוטו				
	5.2	מחזור דיזל				
	5.3	מחזור מעורב (Sabathe)				
	5.4	מחזור אטקינסון				
	5.5	מחזור מילר				
	5.6	נצילות המחזורים				
			0	32		
			32			

רשימת מקורות	
1	אינג' ל, מינץ. (1972). תרמודינמיקה טכנית. הוצאת יסוד.
2	אינג' ב, פלדשטיין. (1988). תרמודינמיקה טכנית להנדסאים. הוצאת אורט.
3	פרופ' ע, שר. תרמודינמיקה טכנית. אוניברסיטת בן גוריון.

שם המקצוע	תורת המנוע
מספר מקצוע באוגדן	8
סה"כ שעות בקורס	128
תאריך עריכה אחרון	3.3.2019
שם העורך	ג'ורג' מטר
תיאור כללי של הקורס	קורס תורת המנוע הינו קורס מרכזי בלימודי הנדסאות וטכנאות רכב ובו ירכוש הלומד את הידע הנדרש להבנת עקרון הפעולה של מנועי רכב מסוגים שונים.
מטרת הקורס	הבנת עקרון הפעולה של מנועי רכב מסוגים שונים. הכרת מערכות המנוע השונות, זיהוי חלקים ותפקידם (ברמת אנליזה וסינתזה). חישובי מנוע בשתי רמות (טכנאים והנדסאים). קריאה והבנה וניתוח מפרטים טכניים של מנועי רכב. הבנת התהליכים התרמודינמיים המתרחשים במנוע. הקניית יכולת טכנית עיונית שתהווה בסיס לביצוע תחזוקה וטיפול במנוע.
דרכי הוראה	הרצאות פרונטליות שימוש במצגות וסרטונים למידה עצמית דרך לומדה מקוונת שימוש במפרטים טכניים באנגלית ובעברית ניתוח גרפים ותרשימים
קורסי קדם	תרמודינמיקה טכנית

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	רקע היסטורי ומבוא כללי למנועי בעירה		1	0		ניסוי בכיתה (מומלץ): הפעלת מנוע סטרלינג והסבר על המרת אנרגיית חום לעבודה. www.youtube.com/watch?v=PMYmvOKGsFs
	1.1	הגדרת מושגי יסוד: - אנרגיה - מכונה וסוגי מכונות - מנוע חום (הבדל בין בעירה חיצונית לפנימית)				
	1.2	סוגי מנועי בעירה פנימית: - מנוע בעל בוכנה קווית - מנוע סיבובי Wankel - מנוע טורבינת גז ומנוע סילון Jet				
2	מנוע בעירה פנימית בעל בוכנה קווית		4	0	יש להיעזר בסרטון ולהציג את חלקי המנוע	www.youtube.com/watch?v=EEAKEPGJS3c www.youtube.com/watch?v=MnJWmo5CjAs
	2.1	מבנה המנוע והכרת מנגנון הארכובה				
	2.2	חלוקת חלקי המנוע: - חלקים נעים וחלקים נייחים - חלקים המבצעים תנועה סיבובית לעומת קווית				
	2.3	הפיכת תנועה קווית לסיבובית ולהיפך				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
2.4	הגדרות: - נקודות מתות בצילינדר - מהלך בוכנה - קדח צילינדר וקוטר בוכנה - תא הדחיסה - יחס דחיסה - נפח המהלך לעומת נפח הקיבול - נפח כולל של המנוע					
2.5	ארבעת המהלכים במנוע בזין 4 פעימות והבחנה בין: - מהלכי עזר (בהם מושקעת אנרגיה) - מהלך עבודה (בו מתקבלת אנרגיה)					
2.6	גלגל התנופה כמתקן לאגירת אנרגיה והשלמת מהלכי העזר במנוע					
2.7	שסתומי יניקה ופליטה ומנגנון הנעת גלי הזיזים					
2.8	מחזור פעולה שלם ומספר הסיבובים הדרוש להשלמת מחזור במנוע 4 פעימות					
2.9	המרת לחץ הגזים השרופים לכוח בבוכנה ולמומנט סיבוב בגל הארכובה					
2.10	צורך במומנט חיצוני לצורך התנעת המנוע (מתנע חשמלי / ידית מנוף)					
3	מנועים חד-צילינדריים ורב-צילינדריים	1	0			www.youtube.com/watch?v=eYBdjC3dOgM
3.1	תצורות מנועים: - מנוע טורי - מנוע דו-טורי (תצורת V) - תצורה משולבת- טורי + V (תצורת VR) - מנוע רב-טורי (תצורת W) - מנוע שטוח בעל בוכנות מנוגדות (תצורת Boxer) - מנוע כוכב (רוטורי)					
3.2	מיספור צילינדרים במנוע (כולל במנוע צרפתי שבו המיספור הפוך מהמקובל)					
3.3	הגדרת "צד קדמי" ו- "צד אחורי" של המנוע					
3.4	סדר הצתה Firing order במנועים רב צילינדריים					
3.5	תיאור סדר המהלכים בצילינדרים השונים בהינתן תצורה וסדר הצתה (טבלת מהלכים)					
3.6	מבנה מערכת הזמון וגלי הזיזים במנוע רב צילינדר					
3.7	הזווית בין הארכובות במנוע רב-צילינדר ובמנוע רב-טורי					
4	החלקים הנייחים במנוע בוכנה קווית	1	0	עבור כל חלק יש להכיר: מבנה, תפקיד,		
4.1	בלוק המנוע					
4.2	בית הארכובה וחלל בית הארכובה					
4.3	אגן השמן					

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
4.4	ראש הצילינדרים					
4.5	אטמים ומכסים					
5	החלקים הנעים במנוע בוכנה קווית	1	0	עבור כל חלק יש להכיר: מבנה, תפקיד, חומרים, תיקונים...		
5.1	בוכנה ואזורי הבוכנה					
5.2	טלטל					
5.3	פין הבוכנה ושיטות נעילה					
5.4	גל ארכובה					
5.5	מיסבים ראשיים, מיסבי טלטל ומיסב הגבלת תנועה צירית					
5.6	גלי הזיזים והשסתומים					
6	תרמודינמיקה של מנועי בעירה	4	0			
6.1	טבלאות לתיאור הלחץ והטמפרטורה בחלל הצילינדר בזמן ביצוע המהלכים השונים					
6.2	הכרת מחזורי מנוע עיקריים: אוטו, דיזל, סבטא, אטקינסון ומילר					
6.3	דיאגרמה אינדקטורית PV למחזור תיאורטי ומחזור מעשי לכל סוגי המחזורים הנ"ל					
6.4	בניית הדיאגרמה האינדקטורית ע"י מכשיר אינדיקטור (מכני + אלקטרוני)					
6.5	שינוי צורתה של הדיאגרמה האינדקטורית בזמן תקלה במנוע או תזמון הצתה לקוי					
6.6	נתונים שניתן לקבל מהדיאגרמה האינדקטורית: - זיהוי הנקודות המתות, אורך המהלך ותא הדחיסה - זיהוי הרגע של פתיחת השסתומים והופעת הניצוץ - אורך הדיאגרמה האינדקטורית (אורך מהלך בוכנה) - מכפלת הלחץ בנפח - שטחי הדיאגרמה (עבודה חיובית לעומת שלילית) - הפסדי יניקה ודחיסה - קבוע קפיץ האינדיקטור - לחץ אינדיקטורי ממוצע					
6.7	הגדרות: - נצילות אינדיקטורית - נצילות תרמית - נצילות יעילה					
7	מערכת יניקה	1	0			
7.1	מסנן אוויר					
7.2	צנרת יניקה					
7.3	סעפת יניקה					

					7.4	פרפר מצערת
--	--	--	--	--	-----	------------

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
	יניקה טבעית לעומת יניקה מאולצת					
8	מערכת הפליטה	2	0			
	8.1 סעפת הפליטה כולל סעפת אינטיגרלית בראש המנוע					
	8.2 סעפת יניקה 1-2-4 להגבלת מעבר גזי פליטה בין צילינדרים (Mazda Skyactiv)					
	8.3 דוד עמם					
	8.4 מצערת חשמלית בצינור הפליטה (דיזל)					
	8.5 צינור הפליטה וחייבורים גמישים בצינור					
	8.6 בידוד חום במערכת הפליטה לשיפור הנצילות ושמירה על חום במערכת					
	8.7 מערכת פליטה משתנה לשליטה באקוסטיקה					
	8.8 שיטות חיבור מערכת הפליטה אל המרכב					
9	מערכת השסתומים והנעת השסתומים	4	0			www.youtube.com/watch?v=DKF5dKo_r_Y
	9.1 מערכת התזמון והנעת גלי הזיזים כולל יחס מסירה, מותחנים, שרשרת, רצועה...					
	9.2 שסתומי יניקה ופליטה					
	9.3 שסתומים חלולים עם מילוי נתון Sodium valve					
	9.4 תושבות שסתומים וזווית תושבת שסתום					
	9.5 מובילי שסתומים					
	9.6 גומיות שסתומים					
	9.7 קפיץ שסתום					
	9.8 קטרבים					
	9.9 פירוק מכלול השסתום (שיטות וכלים מיוחדים)					
	9.10 מרווח שסתומים					
	9.11 דחיפים/מרימים הידראולים					
	9.12 גלי זיזים (הצורך בשני גלי זיזים במנוע מודרני)					
	9.13 הצורך בריבוי שסתומים בצילינדר					
	9.14 קידום פתיחה ואיחור סגירה של שסתומים					
	9.15 חפיפת שסתומים					
	9.16 תיאור זימון השסתומים בדיאגרמה שבלולית ודיאגרמת פעמון					
	9.17 מערכות מתקדמות: - מערכת VVT לתזמון שסתומים משתנה (לעומת Hot camshaft בעבר) - שליטה במגבה השסתום לצורך הקטנת הפסדי יניקה					

					שסתומים חשמליים Camless engine (Free valve)		
			0	2	מיסוב גלים במנוע	10	
www.youtube.com/watch?v=jHeO1h3U4GE					10.1 סוגי מיסבים (כדורי, מחטים והחלקה)		
					10.2 מיסב להגבלת התנועה הצירית של גל הארכובה Thrust bearing		
מתודה	מיומנות נלמדת	הערות	שעות		פירוט נושאים	מס'	
			מעשי	עיוני			
					10.3 מרווח המיסב ושיטות למדידת המרווח		
					10.4 הקשר בין מרווח המיסב וצמיגות שמן המנוע		
					10.5 מבנה המיסב ושכבות המיסב		
					10.6 מיסב מחוזק למנועים המצוידים במערכת Stop & Start		
www.youtube.com/watch?v=9Bdc9CuBOzc			0	4	איזון המנוע והפחתת רעידות	11	
www.youtube.com/watch?v=qdHQ8aTfiQQ					11.1 איזון הכוחות הנוצרים ע"י כוחות ההתמדה של החלקים הנעים בתנועה קווית		
www.youtube.com/watch?v=hwigSbyQ7AI					11.2 איזון ראשוני Primary balance ואיזון משני Secondary balance		
www.youtube.com/watch?v=hvpFcSPtDV0					11.3 איזון סטטי ואיזון דינמי של החלקים הנעים בתנועה סיבובית		
					11.4 תופעת התהודה Resonance		
					11.5 מהירות קריטית של גל הארכובה ושיטות להגדלת המהירות הקריטית		
					11.6 הכרת הכוחות הגורמים לרעידות במנוע (כוחות התמדה לא שווים, מומנט התהפכות, תאוצות ראשוניות ותאוצות משניות...)		
					11.7 תושבות המנוע כמערכת לשיכוך רעידות (כולל תושב מבוקרת מחשב)		
					11.8 מערכת אקוסטית לביטול רעשי מנוע Active Noise Cancellation (כמו W12 עם ניטרול צילינדרים ברכב מסוג Audi A8)		
					11.9 מנחת תנודות בגלגלת ההנעה		
					11.10 גלגל תנופה בעל מסה כפולה Dual mass		
					11.11 גלי איזון (תפקיד, יתרונות, מנועים שחייבים גלי איזון, הנעה ויחס תמסורת, תזמון הגלים...)		
www.youtube.com/watch?v=7IKHkptSssE			0	4	מערכת הקירור ומאזן חום מנוע	12	
www.youtube.com/watch?v=aBf7EnYtxyc					12.1 מאזן חום מנוע כולל דיאגרמת Sankey		
					12.2 סוגי הפסדים תרמיים במנוע ושיטות להקטנת הפסדים אלו		
					12.3 מעבר חום: הולכה, הסעה וקרינה		

					קירור אוויר וצלעות קירור קירור ע"י שמן מנוע	12.4
					מבנה ועקרון פעולה של מערכת קירור - מערכת פתוחה וסגורה - מערכת עם מיכל עיבוי - מערכת עם מיכל התפשטות	12.5

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
12.6	רכיבי מערכת הקירור: - מקרן חום (רדיאטור) - מאווררי קירור (סוגים ושיטות הנעה) - צנרת - מיכל - מכסה מילוי ושסתומי לחץ - משאבת נזל קירור - וסת חום (תרמוסטט) - רדיאטור חימום לתא נוסעים - מד חום וחיישן חום (כולל יוניט חום)					
12.7	עקרון פעולה של משאבת מים צנטריפוגלית מכנית תופעת המיעור שגורמת לאיכול להבי המשאבה					
12.8	נזל הקירור: - תכונות והרכב כימי (אתילן גליקול) - בדיקת תקינות (הידרומטר ורפרקטומטר)					
12.9	טכנולוגיה מתקדמת במערכות קירור מנוע: - מערכת קירור עם שני תרמוסטטים (לראש ולבלוק) - תרמוסטט מבוקר מחשב - ויסות זרימת האוויר דרך השבכה הקדמית (גריל) - משאבת נזל קירור חשמלית מבוקרת					
12.10	בדיקת מערכת הקירור בלחץ לצורך זיהוי דליפות					
12.11	נזקים שיכולים להיגרם למנוע כתוצאה מהתחממות יתר או קירור יתר					
13	מערכת הסיכה ושמן המנוע					
	עקרון פעולה של מערכת הסיכה של המנוע					
	שיטות שימון (התזה / לחץ)					
	משאבת השמן (סוגים ועקרון פעולה)					
	שסתומי בקרה (שסתום מגביל לחץ ושסתום עוקף מסנן)					
		4	0			www.youtube.com/watch?v=9RSWs44PdkE

					מסנן שמן וחשיבות איכות המסנן	13.5	
					מתג לחץ שמן, חיישן לחץ, חיישן איכות שמן ומונה החלפת שמן	13.6	
					מערכת שמן עם משאבה בעלת ספיקה משתנה מבוקרת מכנית / אלקטרונית	13.7	
					ציפוי גרפיט ו- DLC להקטנת הפסדי החיכוך במנוע	13.8	
					מערכת סיכה עם אגן שמן יבש Dry sump	13.9	
					שמני סיכה למנוע: תכונות, סוגים, תקנים, תוספים...	13.10	
					לחץ עוקה ומערכת אוורור בית הארכובה PCV	13.11	
מתודה	מיומנות נלמדת	הערות	שעות		פירוט נושאים	מס'	
			עיוני	מעשי			
			8	0	מערכות הזרקת דלק במנועי בנזין	14	
					שיטות להזרקת דלק והכנת התערובת במנועי בנזין	14.1	
					- הזרקה רב-נקודתית בלתי ישירה MPI		
					- הזרקה רב-נקודתית ישירה GDI/FSI		
					מעגלי הדלק:	14.2	
					- מעגל הזנה לחץ נמוך (מעגל עם קו עודפים ובלי קו עודפים)		
					- מעגל לחץ גבוה		
					- מעגל עודפים		
					ויסות לחץ דלק:	14.3	
					- ויסות ע"י וסת דיאפרגמה מכני עם ובלי תת-לחץ		
					- ויסות ע"י וסת אלקטרוני		
					תופעת המיעור Cavitation בקו יניקת הדלק	14.4	
					סוגי תערובת אוויר-דלק וסטויכיומטריה:	14.5	
					- תערובת סטויכיומטרית, עניה ועשירה		
					- תערובת הומוגנית ושכבתית Startified		
					תהליך השריפה במנוע בנזין:	14.6	
					- שריפה מושלמת (תיאורטית) והרכב גזי הפליטה		
					- שריפה מעשית והרכב גזי הפליטה		
					- השפעת סוג התערובת על הרכב גזי הפליטה		
					- בדיקת 4/5 גזים		
			6	0	מערכות הזרקת דלק במנועי דיזל	15	
					מערכת מסילה משותפת	15.1	
					מזרקים חשמליים כולל מזרקי Piezo	15.2	
					מערכת חימום מוקדם ומאוחר Pre/Post Heating	15.3	
			1	0	מערכת דלק בשילוב מערכת גז LPG או CNG	16	

					16.1	הסבת מנוע בנזין לפעולה בגז פחמימני מעובה LPG
					16.2	הכרת רכיבי מערכת הגז
					16.3	מנועים הפועלים בגז טבעי דחוס CNG
www.youtube.com/watch?v=6BCgl2uumlI		לאחר מתן רקע כללי, נושא זה ניתן ללמידה עצמית ע"י הסטודנט דרך סרטון	0	2	17 מנוע בעל בוכנה סובבת Wankel	
					17.1	מבנה ועקרון פעולה יחס סיבובים בין הרוטור לגל הארכובה יתרונות וחסרונות
					17.2	שימוש במנוע Wankel כמנוע מאריך טווח ברכב היברידי (Mazda)
					17.3	שימוש במנוע Wankel כמנוע אידיאלי המשתמש בדלק מימני (Mazda)
			0	2	18 תקני זיהום אוויר ותקני אבחון	
					18.1	הכרת תקני זיהום עולמיים כגון Euro Tier ותקן

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
18.2	הקשר בין תקן זיהום Euro לתקן אבחון OBDII					
	California Air Resources - CARB Board					
	דירוג זיהום אוויר מרכב מנועי בישראל (ציון ירוק) להכיר את הנוסחה והטבלה לחישוב הציון הירוק הטבות מס על פי הציון הירוק					
	בדיקת זיהום אוויר מרכבי בנזין ודיזל במבחן הרישוי השנתי					
	חוק "אוויר נקי" וחוב התקנת מסנני חלקיקים בחלק מהערים					
	18.3					
18.4						
18.5						
18.6						
19	שיטות והתקנים להפחתת פליטת מזהמים מכלי רכב		6	0	סרטונים על כל המערכות זמינים ביוטיוב, יש לערוך חיפוש לפי שם המערכת באנגלית	
	19.1	שיטות טכנולוגיות לטיפול עקיף במזהמים: - מערכת עצור וסע Stop & Start - נטרול צילינדרים Cylinder on demand (מערכת ACT) - הקטנת נפח מנוע Downsizing - מגדש טורבו כמערכת התורמת להקטנת זיהום - מנוע בעל יחס דחיסה משתנה VCR engine				

					19.2 שיטות וטכנולוגיות לטיפול ישיר במזהמים: - הגדרת המושג Aftertreatment - ממירים קטליטיים (כל הסוגים) - מערכת להזרקת אוויר משנית לפליטה - מיחזור גזי פליטה EGR - מערכת למניעת התנדפות אדי דלק (בנזין בלבד) - אוורור חיובי של בית הארכובה PCV - הזרקת תמיסת אוריאד AdBlue כולל ממיר לחיזור סלקטיבי SCR - מסנן חלקיקים למנועי דיזל DPF - מסנן חלקיקים למנועי בנזין GPF	
		סרטונים על כל המערכות זמינים ביוטיוב, יש לערוך חיפוש לפי שם המערכת באנגלית	0	6	20 מערכות ניהול מנוע מבוקרות מחשב 20.1 עקרון פעולה של מערכת ניהול אלקטרונית (קלט, עיבוד נתונים ופלט) 20.2 חיישנים במערכת ניהול המנוע 20.3 מפעילים במערכת ניהול המנוע 20.4 מפות ניהול (תוכנה) - מבנה מפה תלת-מימדית - שינוי פרמטרים במפה והשפעת השינוי על אופייני המנוע 20.5 תפקידי יחידת הבקרה לניהול מנוע (ניהול הצתה, משבת מנוע, סיבובי סרק, הגבלת סל"ד, מדחס מזגן, קירור מנוע...)	

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
21	מערכות לשיפור ההספק, המומנט והנצילות 21.1 הגדרת מושגים: - הספק - מומנט - סל"ד - נצילות - גמישות מנוע 21.2 קריאת מפרט טכני של מנוע (נתוני הספק, מומנט, תצורות דלק, מהלך וקדח, יחס דחיסה...) 21.3 ניתוח עקומות אופייני מנוע (הספק, מומנט, תצורות דלק ופליטת מזהמים) 21.4 פירוט הפרמטרים המשפיעים באופן ישיר על הספק המנוע (ע"י פירוק לגורמים של נוסחת חישוב ההספק) 21.5 שיטות לשיפור ההספק: - הגדלת סל"ד מקסימלי - הגדלת שטח בוכנה 21.6 הגדלת הספק המנוע ע"י הגדלת הסל"ד: - הקטנת מהלך וזרוע ארכובה	8	0	סרטונים על כל המערכות זמינים ביוטיוב, יש לערוך חיפוש לפי שם המערכת באנגלית		

				8	0	המלצה: לכל נושא חישובי יפתור המרצה לפחות תרגיל אחד לדוגמה. תרגול נוסף יינתן כעבודת בית להגשה.	- שיפור המילוי הנפחי בסל"ד גבוה (שיפור יניקה ופליטה)	
							הגדלת הספק המנוע ע"י הגדלת הלחץ בצילינדר: - שיפור המילוי הנפחי	21.7
							סעפת יניקה בעלת גיאומטריה משתנה VGIS	21.8
							בקרת תזמון ומגבה שסתומים	21.9
							גידוש מנוע וציון ביניים	21.10
							מנוע בעל יחס דחיסה משתנה VCR engine	21.11
							הזרקת מים לחללי השריפה למניעת דטונציה במנועים בעלי יחס דחיסה גבוה	21.12
							הזרקת מתנול והזרקת Nitro	21.13
							שיפור תוכנת ניהול המנוע במטרה להגדיל את ההספק (שינוי מפות הזרקת, הצתה, גדישה...)	21.14
							חישובי מנוע	
							חישובי נפח ויחס דחיסה במנוע: - נפח מהלך - נפח תא דחיסה - נפח קיבול - יחס דחיסה	22.1
							חישובים בסיסיים של הספק ומומנט - חישובים להבנת הקשר בין סל"ד, מומנט והספק	22.2
							חישובי מקדם עודף אוויר (למבדא) המרת ערך הלבדא לערך AFR (חישוב)	22.3

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
23	חישובים מנוע (הנדסאים בלבד)		48	0		פרק זה מיועד להנדסאים בלבד.
23.1	חישובי כוחות ומומנטים במנגנון הארכובה - חישובים טריגונומטריים במנגנון הארכובה (זווית ארכובה, זווית טלטל וזווית בין הטלטל לארכובה) - כוח על ראש הבוכנה - כוח הטלטל - הכוח הנורמלי - כוח משיקי (טנגנציאלי) - כוח רדיאלי - מומנט סיבוב ומומנט התהפכות					
23.2	חישובים דינמיים במנגנון הארכובה (מהירות בוכנה, תאוצה, מעתק...) חישובי כוחות התמדה של הבוכנה חישוב כוחות צנטריפוגלים בגל הארכובה					

					23.3	חישובים במנגנון השסתומים זוויות פתיחה וסגירה, חישוב חפיפת שסתומים, משך פתיחה, מגבה שסתום, שטח פתיחה...				
					23.4	חישובי זרימת גזים דרך השסתומים כולל דרגת מילוי צילינדר				
					23.5	חישוב מילוי נפחי של צילינדר				
					23.6	חישובי עבודה והספק (אינדקטורי, יעיל ומכני) חישובי סל"ד ומספר מחזורי מנוע (המרה מחזוריים לשניה לסל"ד) חישוב מומנט המנוע ומדידתו ע"י מכשיר דינמומטר				
					23.7	חישובי נצילות והפסדים במנוע ובמערכת העברת הכוח				
					23.8	חישובים של דינמומטר מנוע ודינמומטר שלדה (הספק בגלגל תנופה ובגלגל הרכב)				
					23.9	חישובי גמישות מנוע ותחום הגמישות				
					23.10	חישובי תצרוכת דלק				
					23.11	חישובי תצרוכת אוויר (נפחית ומסית)				
					23.12	חישובי תצרוכת שמן				
					23.13	חישובי עלות הפעולה של המנוע				
					23.14	מאזן חום וחישובים תרמיים (כולל דיאגרמת Sankey)				
								0	128	
								128		

ספרות מומלצת	
1	יוסי ברגיג ושמואל פרייזן, "המנוע המודרני", הוצאת מפ"ט עמל 1997
2	אלכסנדר בוגטיקוב, "תורת המנוע"
3	אלכסנדר בוגטיקוב, "מערכות ממוחשבות ואבחון תקלות"
4	שלמה שקד, "אוטוטק / אוטורניקה", הוצאת מאה 2017
5	ל. מינץ, "תורת המנוע" חלקים א'-ד', הוצאת יסוד
6	מדריך וטבלאות עזר למכונאות רכב, הוצאת המרכז לחינוך טכנולוגי חולון 1995

"Automotive handbook" 9th Edition from Bosch, Bently Publishers 2014	7
"Modern Automotive Technology", EUROPA LEHRMITTEL 2014	8

שם המקצוע	מבוא לפיזיקה - מכניקה
מספר מקצוע באוגדן	9
סה"כ שעות בקורס	48 שעות הוראה (32 עיוני + 16 מעשי) + חלק מקוון ולמידה עצמית
תאריך עריכה אחרון	10.04.2022
שם העורך	ג'ורג' מטר + חן קדשב
תיאור כללי של הקורס	הקורס מבוסס על קורס מקוון באתר קמפוס IL וללא כל עלות. הקורס מעודד שימוש בהיגיון וחשיבה יומיומית תוך פתרון בעיות במכניקה ניוטונית. מטרת הקורס לאפשר ללומד להבין תופעות המתרחשות סביבנו, להבין כיצד הן קורות ולחזות התרחשויות שלא קרו.
מטרת הקורס	1. שיפור היכולת ללמידה עצמית אצל הלומד (קורס מקוון). 2. הכרת מערכות יחידות המידה השונות. 3. הבנת מושגים פיזיקליים. 4. הבנת המכניקה הניוטונית וכללי המכניקה. 5. הבנה מעמיקה של חוקי הפיזיקה כבסיס להבנת המכניקה ברכב ובמנוע.
דרכי הוראה	קורס מקוון בקמפוס IL + פרונטלי: מצגות, סרטונים, תרגול
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	מבוא לפיזיקה		6	2	"שימוש ביחידות מדידה ובטבלאות להמרת יחידות חישובים למידה עצמית בקמפוס IL"	"הסבר והמחשה באמצעות מצגת או סרטונים למידה עצמית: קורס מקוון בקמפוס IL בחלק המעשי: ניסויים שונים / תרגול"
	1.1	מהי פיזיקה?				
		רישום לקורס המקוון באתר קמפוס IL				
	1.2	הגדרת מושגים: אורך, שטח, נפח, מסה, משקל, צפיפות, כוח, לחץ ותת-לחץ, עבודה, אנרגיה, חום, טמפרטורה, מהירות, תאוצה ותאוצה, מומנט, הספק...				
	1.3	יחידות מידה והמרת יחידות				
	1.4	מערכת היחידות הבינלאומית SI (מערכת MKS)				
	1.5	מערכת היחידות האמפריאלית				
	1.6	טריגונומטריה				
	1.7	ווקטורים וסקלרים				
	2	תנועה בחד מימד				
2.1		מבוא לתנועה בחד-מימד				
2.2		מהירות קבועה				
2.3		גרף ליניארי				
2.4		מהירות ממוצעת ומהירות רגעית				
2.5		מהירות כנגזרת				
2.6		אינטגרל				
2.7		שטח מתחת לגרף הפונקציה				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
2.8	תנועה בתאוצה קבועה					
	פונקציה ריבועית					
	תנועה בתאוצה קבועה - תיאור גרפי					
	מפגש בין שני גופים					
	תנועה אנכית					
3	תנועה בדו-מימד		2	4	כנ"ל	כנ"ל
	3.1	ווקטור המיקום				
	3.2	מהירות ותאוצה בתנועה דו מימדית				
	3.3	זריקה אופקית				
	3.4	זריקה משופעת				
	3.5	מפגש בין גופים בתנועה דו מימדית				
4	תנועה מעגלית		2	2	כנ"ל	כנ"ל
	4.1	הרדיאן				
	4.2	הפונקציות $\sin$ ו- $\cos$				
	4.3	תנועה של גוף במסלול מעגלי				
	4.4	מהירות בתנועה מעגלית				
	4.5	תאוצה בתנועה מעגלית				
	4.6	תנועה מעגלית מוכללת				
5	חוקי ניוטון		2	4	כנ"ל	כנ"ל
	5.1	מושג הכוח				
	5.2	הכוחות הבסיסיים				
	5.3	החוק הראשון של ניוטון				
	5.4	מצבים סטטיים				
	5.5	החוק השני של ניוטון				
	5.6	החוק השלישי של ניוטון				
	5.7	כוח המתיחות				
	5.8	כוח החיכוך				
	5.9	מישור משופע				
	5.10	חיכוך ומישור משופע				
	5.11	מערכות רב גופיות				
	5.12	גוף על גוף				
	5.13	מערכות רב גופיות עם חיכוך				
	5.14	מערכות בתאוצה				
	5.15	חוק הכבידה האוניברסלי				
	5.16	כוחות בתנועה מעגלית				
6	תנועה הרמונית		2	4	כנ"ל	כנ"ל
	6.1	כוח קפיץ				
	6.2	תנועה הרמונית כתנועה מחזורית				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
6.3	משוואה דיפרנציאלית					
	תנועה הרמונית					
	קפיץ אנכי					
	מטוטלת					
7	עבודה ואנרגיה		2	4	כנ"ל	כנ"ל
	7.1	עבודה				
	7.2	מכפלה סקלרית				
	7.3	משפט עבודה אנרגיה קינטית				
	7.4	חישוב עבודה על ידי אינטגרל				
	7.5	חוק שימור האנרגיה				
	7.6	שימור אנרגיה מוכלל				
	7.7	מעגל אנכי				
	7.8	תיאור מטוטלת על ידי חוק שימור האנרגיה				
	7.9	עבודה ואנרגיה				
8	מתקף ותנע		2	4	כנ"ל	כנ"ל
	8.1	חוק שימור התנע				
	8.2	התנגשויות				
	8.3	שימור תנע בשני מימדים				
		16	32			
		48				

ספרות מומלצת	
1	קמפוס IL - קורס מקוון בשם "מבוא לפיזיקה - מכניקה"
2	יורם קירש (2003). "יסודות הפיזיקה א" יחידות 1 ו-2, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה
3	עדי רוזן (2013). "מכניקה ניוטונית כרך א", מכון ויצמן למדע
4	עדי רוזן (2013). "מכניקה ניוטונית כרך ב", מכון ויצמן למדע
5	קרן קמינגז, פריסיליה לווז, אדוורד רדיש, פטריק קוני (2010). "מבינים פיזיקה", הוצאת מאגנס האוניברסיטה העברית ירושלים
6	ד"ר יורם אשל (1996). "מכניקה לתיכון ולאניברסיטה", הוצאת אשל תל-אביב
7	ד"ר עיסאם זועבי (2021). "מכניקה ניוטונית כרך א", הוצאת ראמוס
8	ד"ר עיסאם זועבי (2021). "מכניקה ניוטונית כרך ב", הוצאת ראמוס

שם המקצוע	הידראוליקה ופניאומטיקה
מספר מקצוע באוגדן	10
סה"כ שעות בקורס	64
תאריך עריכה אחרון	11.3.2019
שם העורך	דני סלוצקי
תיאור כללי של הקורס	להקנות לסטודנט כלים שימושיים להבנת התנהגות נוזלים במצב סטטי ובמצב זרימה ומיומנויות נדרשות ללימודיו ולעבודתו כטכנאי/הנדסאי רכב. התכנית כוללת פרקים בהידרוסטטיקה, הידרודינמיקה ומערכות הידרוליות ופנמטיות
מטרת הקורס	הסטודנט ירכוש מיומנות בהתנהגות נוזלים במצב סטטי ובמצב זרימה, יכיר מבנה מערכת הידרולית ומערכת פנמטית, יקרא ויפרש תרשימי מערכות הידרוליות ופנמטיות יתכנן וידגים פעולה של מערכת הידרולית ומערכת פנמטית
דרכי הוראה	הרצאות פרונטליות מלוות במצגות ובסרטונים תוך שימוש בכלים דידיקטיים להמחשה, עידוד למידת חקר ולמידה עצמית.
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	הידרוסטטיקה		4	תרגול המרת יחידות	הגדרות, דוגמאות, יישומים ברכב	המחשה
	1.1	מושגי יסוד: לחץ (סוגים) נפח, צפיפות, משקל סגולי				
	1.2	מסה, משקל, צמיגות, מהירות קידמה				
	1.3	שטח חתך, ספיקה, הספק קווי וסיבובי				
	1.4	חוקי יסוד: חוק פסקל, נוסחת החוק, תרגילי חישוב				
	1.5	חוק ארכימדס, נוסחאות החוק				
	1.6	מכש הידרולי: מהלך בוכנה, מס' ההפעלות				
	1.7	בוכנה רב שלבית				
2	הידרודינמיקה		3	תרגול, תרגילי חישוב	חישוב הפסדים, שימוש במומנטים	שימוש בנוסחאות
	2.1	הפסדי זרימה בצינורות: הפסד מקומי ואורכי				
	2.2	צמיגות קינמטית ודינמית				
	2.3	מספר ריינולדס והשימוש בו				
	2.4	מקדם חיכוך בזרימה				
	2.5	מערכות זרימה בסיסיות - נקודות עיקריות במערכת				
	2.6	אנרגיה סגולית של נוזל - "העומד"				
	2.7	נוסחת ברנולי - חוק שימור אנרגיה				
	2.8	משאבה וטורבינה במערכת זרימה				
	2.9	חישובים במערכות זרימה				
מס'	פירוט נושאים		שעות	הערות	מיומנות נלמדת	מתודה

		עיוני		מעשי			
3	מערכות כוח והספק	14	4		תרגול מעשי, חישוב מפלי לחץ	קריאת תרשים מערכת הידרולית	
							3.1
							3.2
							3.3
							3.4
							3.5
							3.6
4	פנמטיקה - מערכות בלחץ אוויר	4	5		תרגול מעשי	קריאת תרשים מערכת פנמטית	
							4.1
							4.2
							4.3
							4.4
							4.5
		48	16				
		64					

רשימת מקורות	
1	זילברשטיין, י. (2011). מכניקת הזורמים א' + ב'. הוצאת אורט.
2	אבן, ג. (2011). מערכות הספק הידראוליות. הוצאת אורט.

מס.	רשימת ציוד	כמות
1	לוחות תרגול - מערכת הידרולית: משאבה+מיכל, פורק לחץ, שסתום פיקוד, צילינדר דו-כיווני, מנוע הידרולי, שסתום בקרת ספיקה	2
2	לוחות תרגול - מערכת פנמטית: אספקת לחץ אוויר, שסתומי פיקוד, שסתומי גבול	2

שם המקצוע	תורת הרכב
מספר מקצוע באוגדן	11
סה"כ שעות בקורס	128
תאריך עריכה אחרון	11.3.2019
שם העורך	דני סלוצקי
תיאור כללי של הקורס	להקנות לסטודנט כלים שימושיים להבנת עקרונות התנועה והתכונות של כלי הרכב, הבנת המבנה ואופן הפעולה של מערכות הרכב ומיומנויות נדרשות ללימודיו ולעבודתו כטכנאי/הנדסאי רכב. התכנית כוללת פרקים נבחרים בתורת הרכב המודרני
מטרת הקורס	הסטודנט יסביר את עקרונות התנועה והתכונות של כלי הרכב, יסביר וידגים מבנה ואופן פעולה של מערכות הרכב, יחשב גורמים מאפיינים של כלי רכב, ישווה נתונים להוראות היצרן ויסיק מסקנות
דרכי הוראה	הרצאות פרונטליות והדגמות מעשיות מלוות במצגות ובסרטונים תוך שימוש בקטלוגים, מפרטי יצרן, מכשירי בדיקה ובכלים דידקטיים להמחשה, עידוד למידת חקר ולמידה עצמית.
קורסי קדם	פיסיקה-סטטיקה ודינמיקה, הידרוליקה ופנמטיקה

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	מידות בסיסיות של כלי רכב		4	2	שימוש בקטלוגים, במתקן מדידה, תרגילי חישוב	המחשה, סרטונים, סרגלי מדידה, מד משקל
	1.1	מידות הרכב: רכב פרטי, משאית, נגררים				
	1.2	עבירות של כלי רכב: זווית גישה ונטישה				
	1.3	עומסים סטטיים על סרני הרכב				
	1.4	מיקום מרכז כובד ביחס לסרנים				
	1.5	גובה מרכז הכובד ביחס לכביש				
	1.6	זווית ההתפכות במצב סטטי				
2	כוחות ועומסים דינמיים על הרכב		6	0	תיאור כיוון הכוחות, תרגילי חישוב	
	2.1	העומס על הסרנים במצב בלימה				
	2.2	העומס על הסרנים במצב תאוצה				
	2.3	כוחות בלימה וכוחות דחף				
	2.4	הכוחות המתנגדים לתנועה במצב סטטי				
	2.5	ההתנגדות לתאוצה				
	2.6	הספק הנעה דרוש להסעת הרכב				
3	הדינמיקה של הרכב בנסיעה במעקם		4	0	תיאור כיוון הכוחות	
	3.1	נסיעה במעקם אופקי ובמעקם מוגבה				
	3.2	הכוחות הפועלים על הרכב בנסיעה במעקמים				
4	מערכות ההיגוי בכלי רכב		10	2		המחשה, דגם לימודי, סימולציה
	4.1	הנדסת ההיגוי של אקרמן				
	4.2	הכוונת אופנים - (זוויות גלגלים)				
	4.3	ציוד לבדיקת זוויות גלגלים				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
4.4	שחיקת צמיגים - סיבות לפסילה					
4.5	מערכות היגוי כוח הידרוליות: רכב פרטי ומשא					
4.6	מערכות היגוי כוח חשמליות					
4.7	מערכות היגוי 2 סרנים (רכב פרטי ומשא)					
5	צייתנות כלי רכב	6	0			דגם המחשה
5.1	זווית ההחלקה וההשפעה על היציבות					
5.2	תכונות ההיגוי: על היגוי, תת היגוי, היגוי נייטרלי					
5.3	מערכת בקרת יציבות - ESP					
5.4	השפעת לחץ הניפוח על היציבות					
6	צמיגים	4	0			המחשה, דגם לימודי
6.1	צמיגים - מבנה וסוגים					
6.2	מידות צמיגים - חישוב קוטר הגלגל					
6.3	חישוקים - סוגים שונים ומידות					
6.4	איזון גלגלים					
6.5	מערכת התראה ללחץ אוויר - TPMS					
7	מערכת המתלה של כלי הרכב	4	0			המחשה, דגם לימודי
7.1	סוגי המסות של המתלה והתנודות					
7.2	חלקי המתלה ותפקידם - קפיץ, בולם זעזועים, מייצב					
7.3	הכוחות והמומנטים סביב צירי מרכז הכובד					
7.4	מתלה מבוקר מחשב - תכונות, אופן הפעולה					
7.5	מתלה כריות אוויר ברכב כבד					
8	שלדה ומרכב	4	0			סרטון
8.1	סוגי שלדות - מבנה, חומרים, תכונות					
8.2	ייצור שלדות ובדיקות פשוטות לשלדות					
8.3	נקודות קריסה בשלדה					
9	מערכת העברת הכוח	8	2	סדנא	שימוש במפרטי יצרן	
9.1	חלקי התמסורת ותפקידם					
9.2	סוגי מערכות תמסורת בהתאם לייעוד 4X2 4X4					
9.3	מצמדים מכניים - חיכוך, מסוגים שונים					
9.4	ממיר מומנט: מבנה, אופן הפעולה					
9.5	תיבות הילוכים - מכניות, אוטומטיות, רציפות					
9.6	חישובי יחס מסירה, סל"ד, מומנט, הספק ונצילות					
9.7	תיבות העברה - Transfer					
10	גלי הינע והמפרקים	4	0			המחשה, דגם לימודי
10.1	גלי הינע לסוגי הנעה שונים - שיקולי מבנה					

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
10.2	המפרק הקרדני - שימוש, תפקיד ותכונות					
10.3	המפרק היציב - CV					
10.4	איזון גלי הינע					
11	הינע סופי ודיפרנציאל	4	2		שימוש במפרטי יצרן	
11.1	הינע סופי - מטרות וסוגים שונים					
11.2	חישובי מהירות ומומנטים					
11.3	סוגי דיפרנציאלים: דיפרנציאל פתוח + LSD					
11.4	סרנים: חצי צף, צף מלא. עומסים ומאמצים					
12	מערכת הבלימה	8	0		שימוש במפרטי יצרן	המחשה, דגם לימודי
12.1	מבנה מערכת הבלימה - חלקי המערכת					
12.2	מערכת ABS, אחוז ההחלקה					
12.3	בלמי אוויר לרכב כבד - הכרה, בדיקות					
12.4	מערכת BDS - חלוקת כוחות בלימה					
12.5	מאיטים ברכב כבד - סוגים שונים					
13	מאפייני תנועת הרכב - הנדסאים	8	0		שימוש במפרטי יצרן, בניית גרף	ניתוח כדאיות טכנו-כלכלית דיון
13.1	חישובי סל"ד, מומנטים והספקים בתמסורת					
13.2	חישוב מהירות הרכב, כוחות דחף, הספק בגלגלים					
13.3	גרף הכוחות בהילוכים השונים					
13.4	אופיין התמסורת - גרף שיני משור					
13.5	מערכת למניעת סחרור - ASR					
14	טכנולוגיה הנדסית במערכות רכב - הנדסאים	12	0		תרגול שימוש במפרטי יצרן	
14.1	חישובי מצמד חיכוך					
14.2	חישוב ממיר מומנט - התייחסות לאופיין הממיר					
14.3	בדיקת חנק לממיר מומנט					
14.4	חישוב גל הינע למהירות ולחוזק					
14.5	חלוקת מומנטים בין הסרנים בהנעה כפולה					
14.6	מערכת הלדקס - סרן אחורי, אופיינים					
14.7	מהירות מכסימלית ומינימלית בעקומות					
14.8	החלקה או התהפכות - שיקולי תכנון					
14.9	טכנולוגיה מתקדמת במערכות היגוי					
15	חישובים במערכת הבלימים - הנדסאים	4	0		המחשה, תרגילי חישוב	שימוש בדגם לימודי
15.1	המרת אנרגית חום לעבודה מכנית במערכת בלימה					
15.2	חישוב לחצים וכוחות במערכת בלימים					
15.3	חישוב מגבר בלם					
15.4	תקלות ובדיקות במגבר בלם					

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
16	שלדה ומרכב - הנדסאים		5	0	תרגול שימוש במפרטי יצרן	סרטון
	16.1	מספר שלדה ומשמעות האותיות והספרות				
	16.2	תיקוני שלדה מתקדמים				
	16.3	בדיקות ממוחשבות לשלדה				
	16.4	גלי הינע - טכנולוגית פחמן				
17	מערכות בטיחות פסיבית - הנדסאים		5	0	למידה עצמית	
	17.1	מערכות ריסון - SRS				
	17.2	הגה קורס				
	17.3	שמשות ברכב				
	17.4	תאורה בכלי רכב - חידושים				
18	בדיקות ממוחשבות לרכב - הנדסאים		12	8	סיור מקצועי	
	18.1	הבדיקות במכון רישוי				
	18.2	בדיקת עשן למנועי דיזל				
	18.3	בדיקות תקנה 309, 308				
	18.4	בדיקת כושר בלימה לרכבים מיוחדים				
	18.5	התנסות במכון בדיקה לרכב				
	18.6	בדיקות על דינמומטר שלדה				
	18.7	בדיקת מתלה באמצעות מרעד				
		112	16			
		128				

רשימת מקורות	
"Automotive handbook" 9th Edition from Bosch, Bently Publishers 2014	1
"Modern Automotive Technology", EUROPA LEHRMITTEL 2014	2
אלכסנדר בוגטיקוב. (2017). "תורת הרכב". הוצאת המחבר	3

מס.	רשימת ציוד	כמות
1	לוח בלמי אוויר גורר + נגרר	1
2	לוח בלמים הידרוליים	1
3	מד משקל	1
4	מכלולי רכב: תיבות הילוכים, הגאים, סרנים, תיבות הגה	
5	כלי מדידה-סרגלים	1

שם המקצוע	מערכות חשמל ואלקטרוניקה ברכב
מספר מקצוע באוגדן	12
סה"כ שעות בקורס	96
תאריך עריכה אחרון	11.3.2019
שם העורך	קוסטנדי אמסיס ומוחמד אגבריה
תיאור כללי של הקורס	להקנות לסטודנט כלים שימושיים להבנת המבנה, אופן הפעולה, בדיקות ופתרון תקלות שכיחות של מערכות החשמל ואלקטרוניקה ברכב, ומיומנויות נדרשות ללימודיו ולעבודתו כטכנאי/הנדסאי רכב. התכנית כוללת פרקים נבחרים במערכות חשמל ואלקטרוניקה ברכב המודרני
מטרת הקורס	הסטודנט יסביר מבנה ואופן פעולה של מערכות חשמל ואלקטרוניקה ברכב, יבחר וישתמש בכלים לבדיקה של המערכות, ידגים בדיקות של המערכות ויפתור תקלות שכיחות, ישווה את נתוני הבדיקה להוראות היצרן ויסיק מסקנות, יקרא ויפרש תרשימי חשמל ואלקטרוניקה ברכב
דרכי הוראה	הרצאות פרונטליות ותרגול מעשי מלוות במצגות ובסרטונים תוך שימוש בקטלוגים, מפרטי יצרן, מכשירי בדיקה ובכלים דידיקטיים להמחשה, עידוד למידת חקר ולמידה עצמית.
קורסי קדם	יסודות חשמל ואלקטרוניקה

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	מצברים וסוללות		10	4	שליטה במושגי יסוד ידע בתהליך פריקה וטעינה של מצבר התנסות מעשית בבדיקות מצבר	הרצאה מלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים שימוש במערכות לניהול למידה (LMS) המחשה מעשית בסדנה עבודה בצוות
	1.1	סיווג מצברים לסוגיהם (עופרת , AGM,VRLA,EFB, ניקל מטאל, ליתיום איון)				
	1.2	מושגי יסוד : תא ראשוני, תא משני, קיבול מצברים, התנגדות פנימית, הספק סגולי, מתח קטבים, כ"מ, קיבול AH, קיבול DOD, RC CCA, מחזור חיים, גיפור, SOC,SOH.				
	1.3	עקרונות מבנה ואופן פעולה – תהליכי פריקה וטעינה.				
	1.4	חיבור תאים בטור ובמקביל				
	1.5	טעינת מצברים כולל אמצעי הגנה, זהירות ובטיחות.				
	1.6	בדיקות מצבר, משקל סגולי, עומס, ממוחשב				
	1.7	חיישן נעל כבל מצבר				
2	מערכת התנעה		10	6	שליטה בעיקרון פעולה של מערכת ההתנעה התנסות מעשית	הרצאה מתלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים שימוש במערכות לניהול למידה (LMS) המחשה מעשית בסדנה, עבודה בצוות
	2.1	עקרון פעולת מנועים לזרם ישר, כוחות בשדה מגנטי, חוק יד ימין.				
	2.2	סוגי מנועים חשמליים-שדה טורי, מקביל, מעורב, מגנט טבעי.				
	2.3	שימושי מנועים - קשר בין מומנט זרם וסל"ד.				
	2.4	תקנים של סרטוטי חשמל במעגל ההתנעה				
	2.5	מבנה ועקרון פעולת מתנעים למיניהם.				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
2.6	מתנעים למערכות סטארט & סטופ, מאפייני התנעה, סולנואיד מתנע רגיל ומפוצל					
2.7	בדיקת חלקי המתנע ומעגלי התנעה - זרם התנעה ומפלי מתח, ציוד בדיקה מתאים					
2.8	שיטות הנעה במע' סטארט & סטופ					
2.9	מעגלי בקרה במע' סטארט & סטופ					
2.10	תקלות שכיחות במתנע ובמע' התנעה					
3	מערכת הטעינה	8	4		שליטה בעיקרון פעולה של מערכת הטעינה התנסות מעשית	הרצאה מתלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים שימוש במערכות לניהול למידה (LMS) המחשה מעשית בסדנה עבודה בצוות
3.1	סיווג אלטרנטורים לסוגיהם.					
3.2	תקנים וסימונים יציאות האלטרנטור					
3.3	עקרונות מבנה ואופן פעולת האלטרנטור, תהליך יצור מתח, ישור זרם.					
3.4	עיקרון פעולת מחולל זרם חילופין, סטטור משולש, סטטור כוכב, וסטטור כפול.					
3.5	תהליך יישור וסינון זרם ע"י דיודות רגילות וזנר לנחשולי מתח (השראות מתח).					
3.6	ויסות מתח ובקרת מתח ממוחשבת בשיטת PWM לרוטור.					
3.7	גלגלת קלאץ' OAP למניעת רעידות					
3.8	בדיקות מכלולי האלטרנטור (התנגדות, רציפות, זליגה).					
3.9	תקלות במערכת הטעינה, טעינת יתר, חוסר טעינה, מפלי מתח, תפוקת טעינה.					
3.10	טעינה חכמה ובקרת טעינה.					
4	מערכת תאורה מחוונים ואביזרים	10	6		הכרת מבנה ואופן פעולה של מערכות התאורה התנסות מעשית	הרצאה מתלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים שימוש במערכות לניהול למידה (LMS) המחשה מעשית בסדנה עבודה בצוות
4.1	מבנה מערכת תאורה, תאורה כללית, קריאת סרטוט ותקנים במערכת תאורה-חנייה, בלם ראשי, איתות, חירום.					
4.2	סוגי נורות, חוט להט, הלוגן, קסנון ולד-H7, H4, H1, D2, DIS, D1					
4.3	עוצמת תאורה-Lux, קנדלה לומן, טמפרטורת צבע האור (עוצמת קלווין והצבע הכחול), תקן תאורה ישראלי עוצמה ואסימטרי.					
4.4	סרטוטים חשמליים, קריאת סרטוט עם מערכת בקרה וממסרים					
4.5	ממסרים-מבנה, פעולה, סוגים, ממסר עם דיודה					
4.6	מבנה ופעולת מנורת קסנון - מתח פריצה, מתח עבודה, ממיר מתח, נורת DIS					
4.7	תאורה חכמה-הדלקה אוטומטית-כיוון אוטומטי, תאורת DAY TIME RUNNING LIGHT המשפרת נראות הרכב, החלפת אור וזווית אור אוטומטית.					

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
4.8	בקרת לוח שעונים: מד חום, דלק וחיישני בקרה					
4.9	מייצב מתח v10 ללוח שעונים לבקרת פעולת מד חום ודלק.					
4.10	חלונות חשמל, מגבים ומושבים עם הנעה חשמלית					
4.11	מערכת מפשיר אדים, מערכת הפעלה, בדיקת גופי חימום					
4.12	בקרת מראות חשמליות					
5	מערכת הצתה	10	4		הכרת מערכות הצתה (חלקים) ושימוש בסקופ לניתוח גרף ההצתה.	הרצאה מתלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים שימוש במערכות לניהול למידה (LMS) המחשה מעשית בסדנה עבודה בצוות
5.1	עיקרון יצירת מתח גבוה – מתח השראה עצמית הדדית, עקרון השנאי, סליל ההצתה, מבנה סליל ההצתה, סליל הצתה עם וללא מגבר פנימי, סלילי הצתה עם משוב לבקרת כשל במערכת					
5.2	סוגי מיתוג ופיקוד חשמל					
5.3	מעגלי הגברת הזרם ובקרת זרם לסליל הראשוני, קביעת זמן השהיה בסליל, בקרת זווית השהיה ותזמון הצתה.					
5.4	סוגי מצתים					
5.5	הצתה אלקטרונית עם מפלג מסוג הול והשראה					
5.6	הצתה ללא מפלג DIS, סליל לכל שני מצתים					
5.7	הצתה ישירה COP סליל הצתה לכל מצת					
5.8	גרף הצתה, מתח הצתה, מתח ניצוץ, זמן ניצוץ, הגורמים המשפיעים על מתח הצתה					
5.9	בדיקת מכלולי הצתה -בדיקת התנגדות סלילי הצתה בדיקת אספקת מתח למערכת, בדיקת חיישנים מסוג הול והשראתי, חיישן נקישות bank 2, bank 1					
5.10	סרטונים חשמליים ותקנים למערכות הצתה					
6	מנועים AC ו DC	8	4		הכרת סוגי מנועים חשמליים שליטה בשימוש הוראות יצרן ידע באופן בדיקת מנועים חשמליים	הרצאה מלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים שימוש במערכות לניהול למידה (LMS) המחשה מעשית בסדנה עבודה בצוות
6.1	סיווג מנועים חשמליים לסוגיהם					
6.2	עקרונות מבנה ואופן פעולת המנועים החשמליים					
6.3	מכשור לבדיקה, בדיקות ותקלות שכיחות, שימוש בהוראות יצרן.					
7	מערכות מיגון איתור וניווט	8	4		ידע במערכות מיגון איתור וניווט	הרצאה מתלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים שימוש במערכות
7.1	מערכת אימוביליזר מקורי נפרד ומובנה בלוח השעונים					

לניהול למידה (LMS) המחשה מעשית בסדנה עבודה בצוות	התנסות מעשית			מערכת נעילה מרכזית-מנוע נעילה, נעילה דרך שלט, שינוי כיוון הזרם במנועים החשמליים-נעילת ואקום, בקרת נעילת דלתות אוטומטית	7.2
				מערכת האיתור והניווט ברכב	7.3
				מכשור לבדיקה, בדיקות ותקלות שכיחות, שימוש בהוראות יצרן.	7.4
		32	64		
		96			

רשימת מקורות	
Tom denton, Automobile electrical and electronic systems 5th, IMI 2018.	1
"Automotive handbook" 9th Edition from Bosch, Bently Publishers 2014 .	2
"Modern Automotive Technology", Europa Lehrmittel 2014	3
"Automotive Electrics and Automotive Electronics". Bosch. 2014	4
ע' אהרוני, פירוט המטלות המעשיות במערכות חשמל ואלקטרוניקה ברכב, מא"ה 2001	5
יוסי בן שפרוט, חשמל אלקטרוניקה ומיזוג אוויר לרכב, אוטודטה ספרות מקצועית לרכב 2018	6
א' פרק', מערכות חשמל ואלקטרוניקה ברכב – דפי עבודה, מא"ה 2008	7

מס.	רשימת ציוד	כמות
1	רב-מודד מקצועי Automotive	4
2	צבת השראתי לבדיקת זרמים	2
3	נורית בקורת LED אלקטרונית הכוללת מד מתח DC, מד תדירות ומד Duty cycle	2
4	משקף תנודות אוטומטיבי מקצועי (רצוי מסוג Pico) עם 4 ערוצי בדיקה	1
5	סורק תקלות בסיסי OBDII	2
6	סורק תקלות מקצועי אוניברסלי (לדוגמה: Launch / GSCAN / Delphi)	1
7	סורק תקלות מקורי התואם לרכבים הנמצאים בסדנה	1
8	כבלים להתנעה Amp 1000	2
9	בוסטר התנעה לרכב	1
10	מטען מצברים תואם מצברי AGM	1
11	בודק מצברים וטעינה בעומס (אנלוגי)	1
12	בודק מצברים דיגיטלי	1
13	מכשיר לבדיקת בידוד (Megger)	1
14	הידרומטר לבדיקת חומציות האלקטרוליט במצבר מכשיר לבדיקת משקל סגולי	2
15	מד טמפרטורה אינפרא אדום	1
16	סטטוסקופ אלקטרוני לבדיקת רעשים	1
17	רכב שלם ומתקדם עם מנוע בנזין (חדיש ומצויד במערכות מתקדמות) או דגם מנוע פעיל	1
18	רכב שלם ומתקדם עם מנוע דיזל (חדיש ומצויד במערכות מתקדמות) או דגם מנוע פעיל	1
19	עמדת מחשב עם גישה למאגרי מידע (לדוגמה Autodata)	1
20	דגם (סימולטור) עם חיישנים ומפעילים שונים פעיל	1
21	דגם למערכת הצתה מתקדמת COP; DIS	1
22	מכשיר כיוון אורות	1
23	חולץ תותבים למתנע	1
24	כלי עבודה בסיסיים (עגלת כלים)	4
25	חולץ גלגלת אלטרנטור	1
26	לוח ניסויים תאורת רכב	8
27	מלחם W70	4
28	דגם תאורה מודרני עם רשת תקשורת פעילה CAN bus	1

29	מסבת מנוע 2 ניתוקים	1
30	סט מערכת מולטימדיה ושמע	1
31	מכשיר לבדיקת אלטרנטור וסטרטר בעומס	1
32	אקדח וואקום	1
33	רטן (גראולר)	1

שם המקצוע	עבודה מעשית
מספר מקצוע באוגדן	13
סה"כ שעות בקורס	96
תאריך עריכה אחרון	18.3.2019
שם העורך	איאד חאמד
תיאור כללי של הקורס	הקורס יתקיים בסדנא לימודית.
מטרת הקורס	הסטודנט יכיר את הוראות הבטיחות והציוד במוסך, יבצע פעולות בסיסיות בתחזוקת הרכב לפי לוח טיפולים, יפרק וירכיב מכלולים שונים תוך שימוש בכלים כנדרש וביצוע בדיקות לפי הוראות היצרן, ישווה את נתוני הבדיקה להוראות היצרן ויסיק מסקנות, יקרא ויפרש תרשימים מכניים וחשמליים
דרכי הוראה	תרגול מעשי, חניכה להרגלי עבודה נכונים עם הוראות יצרן, כלי עבודה, כלי מדידה וכלי בדיקה, חניכה לתהליכי עבודה נכונים לפי סדר פעולות נדרש בתהליכי פירוק, בדיקה, הסקת מסקנות והרכבה.
קורסי קדם	בטיחות בעבודה

מס'	נושא	שעות		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי		
1	הכרת הסדנא, הציוד ובטיחות		0	בחירת כלי מתאים לביצוע משימה	
	1.1	כללי בטיחות			
	1.1.1	מיקום ציוד כיבוי אש			
	1.1.2	ערכת עזרה ראשונה			
	1.1.3	שילוט, דרכי מילוט			
	1.1.4	הוראות בטיחות כלליות			
	1.2	ציוד בסיסי			
	1.2.1	ארגז/עגלת הכלים הבסיסי			
	1.2.2	ציוד מחלקתי			
	1.3	הכרת ציוד מתקדם ואופן השימוש (הדגמה)			
	1.3.1	מכשיר בדיקת 4 גזים			
	1.3.2	סוגים של סורקי תקלות			
	1.3.3	ספרות מקצועית או תוכנת נתוני יצרן			
	1.3.4	משקף תנודות (סקופ)			
	1.3.5	סורקים ייעודיים			
	1.3.6	רב מודד למכונאי			
	1.3.7	כלי מדידה מכניים			

				1.3.8	מד לחץ דחיסה
				1.3.9	מד לחץ הפוך
				1.3.10	מד טמפרטורה דיגיטלי
				1.3.11	מדי לחץ לבדיקות במערכת בלמי אוויר

מס'	נושא	שעות		מיומנות נלמדת	מתודה	
		עיוני	מעשי			
2	מכלולי הרכב		0	38	שימוש בכלים נדרשים לפירוק והרכבה של מכלולים שונים, שימוש בכלי מדידה, יכולת הסקת מסקנות על תקינות החלקים השונים, ניתוח סכימות יצרן	
	2.1	מערכת המתלה				
		2.1.1				פירוק והרכבה של קפיץ ובולם זעזועים
		2.1.2				בדיקות של רכיבי המתלה
	2.2	מערכת בלמים				
		2.2.1				פירוק והרכבה של יחידת בלם בסוג דיסק
		2.2.2				ביצוע בדיקות לפי הוראות היצרן
		2.2.3				פירוק והרכבה של יחידת בלם תוף
		2.2.4				פירוק והרכבה של משאבת בלם מרכזית
		2.2.5				הכרת רכיבי מערכת בלמי אוויר
		2.2.6				ביצוע בדיקות בסיסיות במערכת בלמי אוויר
	2.3	מערכת היגוי				
		2.3.1				פירוק והרכבה של מכלול הגה כוח
		2.3.2				ביצוע בדיקות על הגה כוח הידראולי
		2.3.3				בדיקות הגה כוח חשמלי
		2.3.4				בדיקת זוויות היגוי
	2.4	מערכת העברת הכוח				
		2.4.1				מצמד חיכוך
		2.4.2				מצמד הידראולי
		2.4.3				תיבת הילוכים ידנית (וגם משולב הינע סופי)
		2.4.4				תיבת הילוכים אוטומטית
		2.4.5				ממסרת הינע סופי ודיפרנציאל
		2.4.6				תיבת העברה
		2.4.7				גלי הינע ומפרקים
		2.4.8				מערכות בטיחות ויציבות
3		מכלולי המנוע ומערכותיו		0	30	שימוש בכלים נדרשים לפירוק והרכבה של מכלולים שונים, שימוש בכלי מדידה, יכולת הסקת מסקנות על תקינות החלקים השונים, ניתוח סכימות יצרן
	3.1	ראש מנוע ומנגנון השסתומים				
		3.1.1	פירוק ראש מנוע			
		3.1.2	בדיקות ראש לפי הוראות היצרן			
		3.1.3	הרכבת ראש מנוע לפי ההוראות			
		3.1.4	הרכבת רצועת תיזמון תוך שימוש בהוראות יצרן			
		3.2	מנגנון הארכובה ומדידות שחיקה במנוע			

				פירוק בוכנות	3.2.1		
				פירוק גל הארכובה	3.2.2		
				זיהוי מעברי השמן ונוזל הקירור בגוף המנוע	3.2.3		
				ביצוע מדידות בעזרת כלי מדידה בהתאם להוראות היצרן	3.2.4		

מתודה	מיומנות נלמדת	שעות		נושא	מס'		
		מעשי	עיוני				
				מסקנות המדידות	3.2.5		
				הרכבת המנוע וביצוע כיוונים ותיזמונים כנדרש	3.2.6		
				תיזמון מנוע וכיוון שסתומים	3.2.7		
				פירוק והרכבת חלקי מערכת הקירור	3.2.8		
				פירוק והרכבת חלקי מערכת הסיכה	3.2.9		
				בדיקות מנוע ידניות	3.2.10		
	הבנת לוח טיפולים ואופן הביצוע	16	0	טיפולם תקופתיים			4
				הכרת לוח טיפולים	4.1		
				החלפת שמנים ומסננים	4.2		
				החלפת פלגים	4.3		
				בדיקת בלמים	4.4		
		96	0				
		96					

מס.	רשימת כלים וציוד
1	רב-מודד מקצועי
2	נורית בקורת LED
3	משקף תנודות אוטומוטיבי מקצועי (רצוי מסוג Pico) עם 4 ערוצי בדיקה
4	סורק תקלות בסיסי OBDII
5	אקדח ומד וואקום (יניקה + דחיסה)
6	מד קומפרסיה (בנזין + דיזל)
7	בודק דליפות בצילינדר
8	מד טמפרטורה אינפרא אדום
9	סט בדיקת לחץ במערכת קירור כולל מתאמים לבדיקת מכסה רדיאטור
10	סט לבדיקת לחץ שמן מנוע
11	מד לחץ דלק
12	סט לבדיקת עודפים ממזרקי דיזל (כולל מתאמים ומבחנות)
13	עמדת מחשב עם גישה למאגרי מידע (לדוגמה Autodata)
14	כלי עבודה בסיסיים (עגלת כלים)
15	כלי מדידה מכניים : מד זחיה, מיקרו-מטר, אינדקטור
16	מנועים שלמים שונים לפירוק והרכבה
17	דגם מנוע בנזין מניע העומד על סטנד
18	דגם מנוע דיזל מניע העומד על סטנד
19	מתלים קדמיים ואחוריים
20	יחידות בלם דיסק/תוף
21	משאבת בלם
22	מגבר בלם
23	מודולטור ESP/ABS
24	מערכת בלמי אוויר
25	תיבות הגה הידראולי/חשמלי
26	מד זווית שפיעת אופן
27	מד זווית הפניית הגלגל
28	מצמדים חיכוך והידראוליים
29	תיבות הילוכים סוגים שונים ידני ואוטומטי מומלץ גם 4X4
30	הינע סופי ודיפרנציאל
31	גלי הינע

מפרקים : קרדן ו- CV	32
---------------------	----

שם המקצוע	תורת החומרים
מספר מקצוע באוגדן	14
סה"כ שעות בקורס	32
תאריך עריכה אחרון	3.3.2019
שם העורך	איאד חאמד
תיאור כללי של הקורס	הקורס מסביר את סוגי החומרים השונים בתעשיית הרכב ותכונותיהם
מטרת הקורס	- הכרת עקרונות בסיסיים של מבנה החומר והקשר לתכונותיו המכניות - הסטודנטים יכירו סגסוגות אל-ברזליות ופלדות - הבנת התהליכים הנדרשים לקבלת תכונות רצויות מהחומר - הכרת עקרונות בסיסיים של תהליכי ייצור
דרכי הוראה	מצגות - סרטונים דגמים מהרכב - חלקים שונים
קורסי קדם	אין

מס'	נושא	שעות		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי		
1	מבנה החומר		0	זיהוי משפחות החומרים	https://www.youtube.com/watch?v=n81tPu50BHs https://www.ptable.com/?lang=he https://www.youtube.com/watch?v=o-3l1JGW-Ck
	1.1	מבנה האטום			
	1.1.1	הטבלה המחזורית (PERIODIC TABLE)			
	1.1.2	קשרים בין-אטומיים (ATOMIC BONDING)			
	1.2	מבנה החומר			
	1.2.1	תרכובת ותערובת			
	1.2.2	מבנים גבישיים (BCC, FCC, CPH)			
	1.2.3	כיוונים ומישורים בסריג			
	1.2.4	התמצקות, התבדלות וגיבוש מחדש			
	1.3	תכונות במבנה			
	1.3.1	השפעת סוג המבנה על התכונות הפלסטיות של המתכות			
	1.3.2	חומר משיך וחומר פריך			
	1.3.3	פגמים בסריג (IMPERFECTIONS)			
	1.3.4	נקעים (DISLOCATIONS)			
2	תכונות החומר		0	יכולת מיון תכונות החומרים השונים	https://www.youtube.com/watch?v=7adNd2Vctml https://www.youtube.com/watch?v=LR9aRGtpQyU https://www.youtube.com/watch?v=IjNusHQOhTM https://www.youtube.com/watch?v=6jQ4y0LK1kY
	2.1	תכונות פיזיקליות			
	2.2	תכונות מכניות			
	2.2.1	חוזק			
	2.2.2	קשיחות			
	2.2.3	נגיפה			
	2.3	תכונות כימיות			
	2.4	תכונות טכנולוגיות			

מס'	נושא	שעות		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי		
3	מתכות		8	הכרת מתכות שימושיות ברכב	שימוש בחלקי רכב שונים להדגמה https://www.youtube.com/watch?v=JTU-Zz5jalc https://www.youtube.com/watch?v=dpm_uoXzwXE https://www.youtube.com/watch?v=xvZdcucQDAE https://www.youtube.com/watch?v=98lh5Q0M0cg https://www.youtube.com/watch?v=EXaa5Ex5y1q https://www.youtube.com/watch?v=UpS1chG2Bas https://www.youtube.com/watch?v=T4pSufI09fk
	3.1	מתכות ברזליות - פלדות			
	3.1.1	פלדות פחמניות (CARBON STEELS)			
	3.1.2	פלדות בעלות חוזק גבוה			
	3.1.3	פלדות מסוגסגות			
	3.1.4	פלדות כלים			
	3.1.5	פלדות אל-חלד			
	3.2	תקני פלדות ומתכות			
	3.2.1	תקן SAE			
	3.2.2	התקן הגרמני DIN			
	3.2.3	השוואה בין התקנים			
	3.2.4	תקן אמריקני ALCOA לבדיקת מסגי חמרן			
	3.3	טיפול תרמיים (HEAT TREATMENTS)			
	3.3.1	הרפיה, שחרור מאמצים, החלמה			
	3.3.2	נורמליזציה			
	3.3.3	הומוגניזציה			
	3.3.4	חיסום לנורמליזציה			
	3.3.5	תופעות לוואי בטיפול תרמי			
	3.3.6	דיאגרמות TTT ו- CCT			
	3.4	שיתוך (CORROSION)			
	3.4.1	ריאקציה של חמצון וריאקציה של חיזור			
	3.4.2	תיאור תופעת השיתוך			
	3.4.3	סוגי קורוזיה			
	3.4.4	שיטות להגנה מקורוזיה			
4	סגסוגות אל-ברזליות		4	הכרת מתכות אל ברזליות	
	4.1	תכונות של מתכות אל ברזליות			
	4.2	מיון מתכות אל ברזליות			
	4.3	סגסוגות אל ברזליות			
	4.3.1	מגנזיום וסגסוגותיו			

מס'	נושא	שעות		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי		
4.3.2	אלומיניום וסגסוגותיו				
	טיטניום וסגסוגותיו				
	נחושת וסגסוגותיה				
	חומרים מרוכבים (Composites materials)				
	מבנה החומר המרוכב				
	מיון החומרים המרוכבים				
5	חומרים פלסטיים, סינטטיים, גומי וצפויים		4	0	זיהוי ציפויים וחומרים פלסטיים בתעשיית הרכב
	5.1	חומרים פלסטיים			
	5.1.1	תכונות החומרים			
	5.1.2	יתרונות וחסרונות החומרים מבחינת התאמתם לשימוש			
	5.1.3	השימוש בחומרים פלסטיים בתעשיית הרכב			
	5.1.4	עיבוד החומרים הפלסטיים			
	5.2	ציפויים			
	5.2.1	הגדרת דרישות הנדסיות מציפויים			
	5.2.2	סוגי צבע			
	5.2.3	בדיקת עובי צבע			
	5.2.4	סיכונים בריאותיים ואמצעי הגנה			
	5.2.5	ציפויים להגנת תחתית הרכב מפני פגיעות וקורוזיה			
6	בדיקות החומרים		2		יכיר אופן ביצוע בדיקות במעבדת חומרים
	6.1	מטלוגרפיה			
	6.2	ניסוי מתיחה (Tensile test)			
	6.3	בדיקת קשיות (Hardness test)			
	6.4	מבחן הנגיפה (Impact test)			
7	בחירת חומרים ותהליכי יצור לשימוש בתעשיית הרכב		4		הסטודנט ידע להסביר כמה שיטות ליצור אותו מוצר וקביעת השיטה היעילה
	7.1	אופן בחירת חומרים			
	7.1.1	הגדרת המוצר			
	7.1.2	בחירת החומרים המתאימים			
	7.1.3	התאמה לתקנים			

מס'	נושא	שעות		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי		
7.2	בחירת חומרים לייצור חלקי מנוע ורכב				
7.2.1	שיקולים טכנולוגיים				
7.2.2	שיקולים כלכליים				
7.3	סקירה כללית של תהליכי הייצור				
7.3.1	יציקות				
7.3.2	עיבוד פלסטי				
7.3.3	עיבוד שבבי				
7.3.4	כיפוף				
7.3.5	תהליכי חיבור וחיתוך				
7.3.6	תהליכי גימור				
7.3.7	שיטות ייצור מתקדמות				
		32	0		
		32			

ספרות מומלצת	
1	אלון ד, ברנדון ד, נדיב ש', רוזן א'. (1974). מבוא להנדסת חומרים , חיפה: הוצאת מכלול.
2	פישיבין יוסף. (1994). הנדסת חומרים וטיפול תרמי , תל-אביב: הוצאת אורט.
3	א' רוזן. (1995). בחירת חומרים , חיפה: הוצאת מכלול.
4	ישראל הוכשטט. (1968). תורת המתכות , תל אביב: הוצאת אורט.
5	אריאל טאוב. (1976). טיפול תרמי במתכות ובחירת המסג בתעשייה , הוצאת מאה.
6	אריה רם. (1981). פולימרים וחומרים פלסטיים , חיפה: הוצאת מכלול.
7	תכנון תהליכי ייצור , י' פולק, י' וינגר, הוצאת "אורט" ישראל, תשנ"ג.
8	W.D.Callister-"Materials Science and Engineering an Introduction", New York: John Wiley and Sons, Inc., 2014. ed.9th
9	Kalpajian & Schmid, Manufacturing Engineering and Technologyd, Person Prentice-Hall, 2006. ed.5th

שם המקצוע	חוזק חומרים ותכנון מכני
מספר מקצוע באוגדן	15
סה"כ שעות בקורס	64
תאריך עריכה אחרון	18.3.2019
שם העורך	איאד חאמד
תיאור כללי של הקורס	הקורס מסביר את תורת החוזק הבסיסית עם חישובי חוזק בסיסיים לחלקי רכב נפוצים.
מטרת הקורס	- להכיר את מושגי היסוד של תורת החוזק - להכיר את סוגי המאמצים הפועלים - ביצוע חישובי חוזק לחלקים שונים. - בחירת חלקים מקטלוגים של יצרנים.
דרכי הוראה	מצגות, תרגילי חישובים שונים, דגמים וחתכים
קורסי קדם	קריאת סרטוט מכני וחשמלי, תורת החומרים,

מס'	נושא	טכנאים		הנדסאים		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי	עיוני	מעשי		
1	מבוא לחוזק חומרים		12			זיהוי עומסים ומאמצים על החלקים השונים	https://www.youtube.com/watch?v=D8U4G5kcpcM
	1.1	הגדרת מאמץ ויחידותיו					
	1.1.1	ניסוי המתחה לקביעת חוזק החומר					
	1.1.2	תחום האלסטי והתחום הפלסטי					
	1.1.3	חוקי הוק ויאנג					
	1.1.4	מודול האלסטיות					
	1.2	סוגי מאמצים					
	1.2.1	מאמצי מתיחה ולחיצה					
	1.2.2	מאמץ הגזירה					
	1.2.3	מאמץ מעיכה-לחץ מגע					
	1.2.4	מאמץ פיתול					
	1.2.5	מאמץ כפיפה					
	1.2.6	מאמץ קריסה					
	1.2.7	מאמצים מורכבים					
	1.3	עומסים דינמיים					
2	תכנון קורות וסרנים		8			ביצוע חישובים וסרטוט של גרפי מהלך מומנטים,בחיר ת מידות קורה תקנית לפי	
	2.1	מושגי יסוד בקורות וסרנים					
	2.2	הכרת המאמצים בקורות					
	2.3	התנהגות הסיב הניטרלי ומקומו בחתך					
	2.4	חישובים בקורות					

						חישוב מומנט כפיפה מירבי	2.4.1	
						הגדרת מודול החתך	2.4.2	
						חישוב מאמץ בקורה ובדיקת תנאי חוזק	2.4.3	
						בחירת פרופיל מתאים U L T I	2.4.4	
מס'	נושא	טכנאים		הנדסאים		מיומנות נלמדת	מתודה	
		עיוני	מעשי	עיוני	מעשי			
3	ברגים		12			ביצוע בדיקות חוזק לבורג, בחירת בורג לפי תקן, חישוב מומנט סגירה	חישובים	
	3.1	מידות גיאומטריות של התברג						
	3.1.1	קטרים לפי תקן						
	3.1.2	חישוב תנאי עצירה עצמית						
	3.2	חישוב כוח הידוק נדרש במחבר ברגים						
	3.2.1	עומס סימטרי						
	3.2.2	מומנט טהור						
	3.2.3	עומס לא סימטרי						
	3.3	בדיקת תנאי חוזק						
	3.3.1	קביעת מאמץ מותר						
	3.3.2	חישוב מאמץ מתיחה						
	3.3.3	חישוב מומנט סגירה						
	3.3.4	חישוב מאמץ פיתול בקנה הבורג						
	3.3.5	חישוב מאמץ מורכב בקנה הבורג						
	3.4	תכנון ברגי הידוק						
	3.4.1	קביעת כוח ההידוק						
	3.4.2	בחירת תברג תקני						
	3.4.3	בדיקת התברג הנבחר למאמץ מורכב						
	3.4.4	קביעת דרגת חוזק						
	3.4.5	חישוב אורך תברג - גובה אום						
	3.5	תכנון ברגי הנעה						
	3.5.1	הכרת תברגים לברגי הנעה						
	3.5.2	בדיקה למאמץ מורכב						
	3.5.3	בדיקת קריסה						

						בדיקת עצירה עצמית	3.5.4	3.6							
						חישוב הספק מועבר	3.5.5								
						חישוב נצילות ממסרת בורג אום	3.5.6								
						דוגמאות תכנון ברגים מענף הרכב									
						חישוב מומנט סגירת בורגי חישוב						3.6.1			
						חישוב הספק נדרש מנוע מגבהה רכב (ליפט)						3.6.2			
						חישוב מומנט סגירה של ברגי מצמד חיכוך						3.6.3			
	זיהוי סוגי ממסרות וביצוע חישובים נדרשים לפי חוזק ולפי אורך חיים		12			ממסרות גלגלי שיניים					4				
						מבוא לממסרות		4.1							
						תפקיד הממסרת		4.1.1							
						סוגי ממסרות ותכונותיהן		4.1.2							
						יחס תמסרות ומהירות סיבוב		4.1.3							
						חישוב מומנט כניסה/ יציאה		4.1.4							
						הספק		4.1.5							
מתודה	מיומנות נלמדת	הנדסאים		טכנאים		נושא	מס'								
		מעשי	עיוני	מעשי	עיוני										
						נצילות	4.1.6	4.2							
						גיאומטריה של גלגלי שיניים ישרות									
						מודול השן		4.2.1							
						מעגל החלוקה ומעגלי ראשים ועיקרים		4.2.2							
						מרחק בין צירים		4.2.3							
						חישוב גלגלי שיניים ישרות לתנאי חוזק לכפיפה בשן						4.3			
						חישוב הספק מועבר		4.3.1							
						חישוב מודול נדרש		4.3.2							
						חישוב מאמץ כפיפה		4.3.3							
						חישוב גלגלי שיניים ישרות לתנאי התעייפות - אורך חיים						4.4			
						חישוב הספק מועבר		4.4.1							
						חישוב מודול נדרש		4.4.2							
						חישוב מאמץ כפיפה		4.4.3							

						4.5	חישוב גלגלי שיניים משופעות לתנאי חוזק לכפיפה בשן
						4.5.1	חישוב הספק מועבר
						4.5.2	חישוב מודול נדרש
						4.5.3	חישוב מאמץ כפיפה
						4.6	חישוב גלגלי שיניים משופעות לתנאי התעייפות - אורך חיים
						4.6.1	חישוב הספק מועבר
						4.6.2	חישוב מודול נדרש
						4.6.3	חישוב מאמץ כפיפה
						4.7	גלגלי שיניים קוניים
						5	תכנון גלים
ביצוע חישובים וסרטוט של גרפי מהלך מומנטים, בחירת מידות גל לפי מאמצים משולבים	8					5.1	הגל כרכיב המעביר הספק סיבובי
						5.1.1	חישוב מומנט בגל
						5.1.2	חישוב מומנט התמד של החתך
						5.1.3	בדיקת חוזק בגל
						5.1.4	חישוב קוטר לפיתול בלבד
						5.2	הגל כרכיב מעביר הספק וגם תומך
						5.2.1	הפרדה למישור אופקי ואנכי
						5.2.2	חישוב תגובות במיסבים
						5.2.3	שרטוט מהלכי מומנטים במישור אופקי ואנכי
						5.2.4	מציאת הנקודות הקריטיות
						5.2.5	חישוב קוטר הגל
						5.3	גלים חלולים

מס'	נושא	טכנאים		הנדסאים		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי	עיוני	מעשי		
6	מיסבים						
	6.1	מסבי החלקה					
	6.1.1	סוגי מסבי החלקה					
	6.1.2	תכנון מסבי החלקה					
				6		זיהוי עומסים על מיסב ובחירת מיסב מתאים לאורך חיים נתון	https://www.youtube.com/watch?v=nmHwoTjV_VbY

https://www.youtube.com/watch?v=ZfR7aBFGVtU						מיסבי החלקה בשימוש במנועי שריפה פנימית	6.1.3	
						מסבי גלגול		6.2
						חישוב הכוחות על המסב	6.2.1	
						חישוב אורך החיים הצפוי של המסב ע"פ משוואות היצרן	6.2.2	
						שימוש בקטלוגים של היצרנים לבחירת מיסב	6.2.3	
						דוגמאות תכנון עם סוגי מסב שונים		6.3
						בחירת מיסב לגלגל ההסעה	6.3.1	
						בחירת מיסב בתיבת ההילוכים	6.3.2	
						בחירת מיסבים קוניים לסבבת ולעטרה	6.3.3	
						https://www.youtube.com/watch?v=jAawhq6JtyY https://www.youtube.com/watch?v=nauLVPsaXM8	הכרת תכונות הקפיץ, וביצוע חישובי חוזק, ובחירת קפיץ מתאים	6
עקרונות כלליים בתכנון קפיצים		7.1						
הגדרת קבוע הקפיץ	7.1.1							
חישוב קבוע הקפיץ לפי חוזק החומר והמידות	7.1.2							
חיבור קפיצים בטור ובמקביל	7.1.3							
חישוב שקיעה	7.1.4							
קפיצים ספירליים למתיחה או לחיצה		7.2						
חישוב המאמצים בזמן פעולת הקפיץ	7.2.1							
חישוב קוטר תיל	7.2.2							
חישוב מספר כריכות	7.2.3							
קפיצים המבוססים על עלה		7.3						
קפיצים המבוססים על מוטות פיתול		7.4						
חישוב קפיצים מהרכב		7.5						
קפיץ שסתום	7.5.1							
קפיץ מצמד	7.5.2							
קפיץ מתלה-התכווצות בבלימה	7.5.3							
		0	32	0	32			
64								

ספרות מומלצת	
1	לבנת, מ.- פרקי מכונות, חלקים א', ב', הספר להנדסאים, אוניברסיטת ת"א
2	אינג' ע. פרץ- פרקים בחלקי מכונות, מדרשת רופין
3	אינג' מנחם גולומב, אטלס תכנון פרקי מכונות, הוצאת אט-גל, ת"א
4	אלפרוביץ י., לוחות טכניים, אורט ישראל
5	י. וינגר, מ. פרישמן, מ. הלפרין, י. אסתרליס, י. גביש- חלקי מכונות 1, אורט ישראל 1998
6	י. וינגר, מ. פרישמן, מ. הלפרין, י. אסתרליס, ל. גוטמן- חלקי מכונות 2, אורט ישראל 1999
7	Shigley, J.E- Mechanical Engineering Design, McGraw Hill
8	Krutz, Schueler, Claar-Machine Design, S A E P ublications
9	Spots, M.F – Design of Machane Elements, Prentice Hall
10	Faires, Design of Machine Elements, MacMillan

שם המקצוע	תורת התחזוקה לכלי רכב
מספר מקצוע באוגדן	16
סה"כ שעות בקורס	64
תאריך עריכה אחרון	18.3.2019
שם העורך	איאד חאמד
תיאור כללי של הקורס	הקורס חושף את הלומד לשיטות תחזוקה של מכלולי הרכב והוראות יצרן בנושא
מטרת הקורס	- העמקת הידע בנושא שחיקה ותקלות ותחזוקה מונעת - להבין את מטרות התחזוקה - לפתח את יכולת ביצוע של הלומד. - תרגול רחב בנושא לוח וטיפוליים שגרתיים ומיוחדים כולל שימוש בהוראות יצרן.
דרכי הוראה	מצגות, דגמים, חתכים, חלקים שחוקים, שימוש בתוכנת נתוני יצרן, סיורים, עבודה בסדנא
קורסי קדם	תורת הרכב, תורת המנוע, תורת החומרים

מס'	נושא	טכנאים		הנדסאים		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי	עיוני	מעשי		
1	אחזקה מונעת Preventive maintenance ולוח טיפולים		8			קריאה והבנה של לוח טיפולים, הכרת פעולות האחזקה המונעת, הכרת ההכנות לפני הטיפול	תוכנת דאטא מצגות סרטונים https://www.youtube.com/watch?v=rqrWJPLsMgg https://www.youtube.com/watch?v=vSTSrzCjOVU https://www.youtube.com/watch?v=aFGszHEbtg https://www.youtube.com/watch?v=hOpayNunucQ https://www.youtube.com/watch?v=h7-WXFKZiXM https://www.youtube.com/watch?v=2J_nJOJfJvQ
1.1	משימות טיפול מונע						
1.1.1	צ'ק ליסט טיפול מונע						
1.1.2	בדיקה וויזואלית או בעזרת מכשור לפני ואחרי ניקוי						
1.1.3	ניקוי						
1.1.4	כיוון						
1.1.5	בחינה תפעולית						
1.1.6	מילוי מחדש						
1.1.7	החלפת נוזלים						
1.1.8	החלפת מסננים						
1.1.9	סיכה ושימון						
1.2	שגרת טיפולים						
1.2.1	לוח תחזוקה רגיל						

מס'	נושא	טכנאים		הנדסאים		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי	עיוני	מעשי		
1.	1.2.2	לוח תחזוקה לתנאי הפעלה קשים					https://www.youtube.com/watch?v=UhdUpP-8X4 https://www.youtube.com/watch?v=qMxfJSUtk2M https://www.youtube.com/watch?v=O1hF25Cowv8
	1.3.	ביצוע הטיפול					
	1.3.1	הכנות לקראת הטיפול					
	1.3.2	קיבולת נוזלים					
	1.3.3	הכרת ציוד ייעודי של היצרן					
	1.3.4	הכנת רשימת חלפים					
	1.4	אחריות יצרן הרכב					
	1.5	הקשר בין תחזוקה לתצרוכת דלק וזיהום אוויר					
	1.6	דוגמאות לתחזוקה כהתייעלות אנרגטית					
	1.7	אחזקה שוטפת ע"י בעל הרכב					
	1.7.1	מפלס נוזלים					
	1.7.2	שימוש נכון בכלי רכב					
	1.7.3	לחצי אוויר בצמיגים					
	2.	תחזוקת המנוע ומערכתיו		6	4	זיהוי מיקום חלקים, הכרת סיבות לתקלות,	
	2.1.	חלקי המנוע					
	2.1.1	רעשים בזמן הפעולה					
	2.1.2	בדיקת כיוון שסתומים					
	2.1.3	בדיקת תיזמון ומצב רצועת התיזמון					
	2.1.4	חגורות המנוע					
	2.1.5	נזילות					
	2.1.6	מצתים					

https://www.youtube.com/watch?v=2C4R96icPpI						מזרקים	2.1.7	
						בדיקות לחץ	2.1.8	
						מערכת קירור		2.2
						מפלס נוזל הקירור	2.2.1	
						בדיקת משאבת המים	2.2.2	
מתודה	מיומנות נלמדת	הנדסאים		טכנאים		נושא	מס'	
		מעשי	עיוני	מעשי	עיוני			
https://www.youtube.com/watch?v=I8teB16U0LA https://www.youtube.com/watch?v=YmE2gFTaqmg https://www.youtube.com/watch?v=92TfTQTmuq4 https://www.youtube.com/watch?v=Oni9aBAkFI https://www.youtube.com/watch?v=4KDrcVU_2no https://www.youtube.com/watch?v=z2b8ynwCSI						בדיקת מכסה לחץ	2.2.3	
						נזילות	2.2.4	
						מערכת סיכה		2.3
						מפלס השמן/ נזילות	2.3.1	
						בדיקת לחץ שמן	2.3.2	
						החלפת שמן ומסנן	2.3.3	
						מערכת אוויר/דלק		2.4
						מסנן דלק	2.4.1	
						מפריד מים	2.4.2	
						צבע העשן	2.4.3	
						ניקוי/ החלפת מסנן אוויר	2.4.4	
						מערכת בקרת גזי הפליטה		2.5
						רעשים בזמן הפעולה	2.5.1	
						מערכת בקרת אדי בית הארכובה - ניקוי נשם	2.5.2	
						מערכת איזורור מיכל הדלק - החלפת מיכל פחם	2.5.3	

https://www.youtube.com/watch?v=ISZk4O_Nk_g https://www.youtube.com/watch?v=gGo8-hDcBuU https://www.youtube.com/watch?v=Kv01BlfqXoY						ממיר קטליטי	2.5.4		
						מסנן חלקיקים- חידוש מאולץ - ניקוי	2.5.5		
						לוכד NOX	2.5.6		
						דליפות	2.5.7		
						סתימות - בעזרת מדי לחץ וחום	2.5.8		
מצגות	בדיקת תקינות ואופן התחזוקה של מערכת העברת הכוח				4	תחזוקת מערכת העברת הכוח			
						מצמד חיכוך		3.1	
						מנגנון ההתרה	3.1.1		
						חופש בדוושה	3.1.2		
						תיבת הילוכים ידני/ אוטומטי	3.2		
						נזילות/מחזירי שמן	3.2.1		
מתודה	מיומנות נלמדת	הנדסאים		טכנאים		נושא	מס'		
		מעשי	עיוני	מעשי	עיוני				
https://www.youtube.com/watch?v=o690DovjDAc						החלפת נוזל	3.2.2		
						מסנן	3.2.3		
						הינע סופי ודיפרנציאל		3.3	
						נזילות/מחזירי שמן	3.3.1		
						כיוונים	3.3.2		
						גלים ומפרקים		3.4	
						חופשים	3.4.1		
						גומיות הגנה	3.4.2		
						גירוז מפרקים	3.4.3		
ביצוע בדיקת זוויות היגוי, מצגות,	בדיקת תקינות המתלה, אופן התחזוקה של מערכת הבלמים	4			8	תחזוקת מערכות בלמים הסעה והיגוי			
						מערכת המתלה		4.1	
						בדיקה וויזואלית	4.1.1		
						בדיקת חופשים במפרקים הכדוריים	4.1.2		

						בדיקת חופשים בתותבי הגומי	4.1.3	
						מערכת היגוי		4.2
						בדיקה וויזואלית	5.2.1	
						בדיקת חופשים במפרקים הכדוריים	5.2.2	
						בדיקת גומיות הגנה	5.2.3	
						בדיקה בעזרת סורק תקלות-ABS מערכת	4.3	4.3
						תחזוקת בלם דיסק	4.4	4.4
						בדיקת עובי רפידות	4.4.1	
						בדיקת עובי צלחות	4.4.2	
						בדיקת זריקה בצלחות הבלם	4.4.3	
						בדיקת אוכף צף - לא תפוס	4.4.4	
						נזילות	4.4.5	
						בלם תוף	4.5	4.5
						בדיקת עובי סנדלים	4.5.1	
						בדיקת זריקה בתוף	4.5.2	
						בדיקת קוטר פנימי של התוף	4.5.3	
						ניקוי	4.5.4	
						כיוון חופשים	4.5.5	
						נזילות	4.5.6	

מס'	נושא	טכנאים		הנדסאים		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי	עיוני	מעשי		
4.6	בלם חניה						
	בדיקת מספר שיניים בידית	4.6.1					
	כיוון חופשים	4.6.2					
4.7	בדיקות הצמיג						
	סריטות	4.7.1					

						4.7.2	יובש	4.8
						7.1.3	שחיקה בסוליה	
							בדיקת לחצים בצמיגים	
						4.8.1	התאמת הלחץ לעומס	
						4.8.2	מערכת TPMS	
							תחזוקת הצמיג	
						4.9.1	סבב צמיגים	
						4.9.2	איזון הגלגלים	
						4.9.3	מילוי בחנקן	
מצגות, רכב, סורק תקלות	יכולת החיבור עם מחשבים השונים של הרכב ואיתור תקלות	4			6	תחזוקת מערכת החשמל והשלדה		5
						5.1	מצבר	
						5.1.1	בדיקת מפלס החומצה	
						5.1.2	בדיקת טעינה	
						5.1.3	בדיקת זליגה	
						5.2	חוטמים וצמות חוטמים ומחברים	
						5.2.1	קורוזיה	
						5.2.2	בידוד	
						5.2.3	הרחקה ממקורות חום	
						5.3	תאורה	
						5.3.1	תקינות	
						5.3.2	כיוון אורות	
						5.4	טיפול בחלק החיצוני של המרכב	
						5.4.1	שטיפה ידני/לחץ גבוה	
						5.4.2	מריחת שעווה (ווקס)	
						5.4.3	הגנה בפני שיתוך	
						5.5	טיפול אביזרים חיצוניים	
						5.5.1	מגבים ומתיזי מים לשטיפה	
						5.5.2	שמשות ומגני שמש	
						5.5.3	דלתות - גירוז מנעולים	
						5.5.4	כיוון חיישני נסיעה אחורה	

						כיוול של מערכת רדאר	5.5. 5	
						מראות	5.5. 6	

מתודה	מיומנות נלמדת	הנדסאים		טכנאים		נושא	מס'	
		מעשי	עיוני	מעשי	עיוני			
						תחזוקת חומרת יחידות הבקרה	5.6	
						הגנה בפני לחות ורטיבות	5.6. 1	
						בדיקת ניקוזי המים	5.6. 2	
						ניקוי מחברים מקורוזיה	5.6. 3	
						תחזוקת תוכנת יחידות הבקרה	5.7	
						זיהוי קודי תקלות	5.7. 1	
						איפוס קודי תקלות	5.7. 2	
						עדכון תוכנה	5.7. 3	
						קידוד רכיבים	5.7. 4	
						לימוד המחשב	5.7. 5	
מצגות	יכולת ניתוח נזקים: סיבות תקלות ושיטות למניעתן או הפחתתן בעתיד		6			תחזוקה מתקדמת		6
						הצורך באחזקה מונעת	6.1	
						שיפור באמינות המערכת	6.1. 1	
						הפחתה בזמני השבתה	6.1. 2	
						הכרת עתודת שחיקה וזמן ניצול	6.1. 3	
						הוזלה בעלויות אחזקה	6.1. 4	
						חקר הנזקים ומניעתן	6.2	
						שיטת סטטיסטיקת התקלות	6.2. 1	
						ניתוח תוצאות והסקת מסקנות	6.2. 2	
						שיטות לאיסוף מידע	6.2. 3	
						פירוט סוגי נזקים	6.2. 4	
						פירוט הסיבות לנזק	6.2. 5	
						שיטות אפשריות למניעת הנזק	6.2. 6	
						הכרת גורמי הבלאי	6.3	

						אדהזיה (כוח אחיזה)	6.3.1		
						שחיקה (Abrasion)	6.3.2		
						ניתוך	6.3.3		
						תגובה טריבוכימית	6.3.4		
https://www.youtube.com/watch?v=WZx9GgFI6OE	הבנת דוחות מעבדה ותוצאות של בדיקות שונות	4	6			בדיקות מתקדמות			
						7.1		בדיקת נוזלים - מכשור ומעבדה	
						7.1.1		דגימת נוזל קירור	
						7.1.2		איכות נוזל הקירור-מכשור/מעבדה	
						7.1.3		דגימת שמן - מכשור/מעבדה	
						7.1.4		איכות השמן - מכשור/מעבדה	
מתודה	מיומנות נלמדת	הנדסאים		טכנאים		נושא	מס'		
		מעשי	עיוני	מעשי	עיוני				
סיוור במכון רישוי,						7.1.5		דגימת דלק - מכשור/מעבדה	
						7.1.6		איכות הדלק - מכשור/מעבדה	
						7.1.7		דגימת נוזל בלמים	
						7.1.8		בדיקת טמפרטורת רתיחה של נוזל הבלמים	
						7.2		בדיקה במכון הרישוי-מכון בדיקה	
						7.2.1		פירוט מכשירי הבדיקה לאורך המסלול	
						7.2.2		פירוט אופן ביצוע הבדיקה	
						7.2.3		הוראות משרד התחבורה ויצרן הרכב	
						7.2.4		ניתוח תוצאות הבדיקה - מסקנות	
						7.2.5		בדיקת בולמי זעזועים - מכונת הרעדה	
						7.2.6		ניתוח תוצאות הבדיקה - מסקנות	
						7.2.7		בדיקת זוויות היגוי	
מצגות	יכולת שיפור איכות התחזוקה		4			שיפור התחזוקה			
						8.1		שיפור איכות התחזוקה	
						8.1.1		שגרת טיפולים לפי ק"מ	
						8.1.2		שגרת טיפולים לפי שעת עבודה	

						קביעת לוח טיפולים לפי תנאים אחרים	8.1.3		
						שימוש בשמנים איכותיים ומסננים מקוריים	8.1.4		
						שיפור / הדרכת העובדים		8.2	
						עבודה חדשה	8.2.1		
						ציוד חדש	8.2.2		
						עובד חדש	8.2.3		
						הדרכות יבואנים וספקים	8.2.4		
						ביקורת על איכות העבודה	8.2.5		
						16		16	0
64									

ספרות מומלצת	
1	יעקב גושן, דן כץ. (1993). "תחזוקת מכונות חלק א' - פרקי מכונות ותחזוקתם", הוצאת מאה.
2	יעקב גושן, דן כץ. (1993). "תחזוקת מכונות חלק ב' - תחזוקה וטיפול בצידוד מכני", הוצאת מאה.
3	יעקב גושן, דן כץ. (1993). "תחזוקת מכונות חלק ג' - תחזוקת מערכות ומתקנים", הוצאת מאה.
4	"תורת מקצועות המתכת", רשת חינוך - תעשיות בית - אל בע"מ - מתורגם מגרמנית

מס.	רשימת כלים ומכשירים
1	רב-מודד מקצועי
2	צבת השראתית לבדיקת זרמים
3	נורית בקורת LED אלקטרונית
4	משקף תנודות אוטומוטיבי מקצועי (רצוי מסוג Pico) עם 4 ערוצי בדיקה
5	סורק תקלות בסיסי OBDII
6	סורק תקלות מקצועי אוניברסלי (לדוגמה: Launch / GSCAN / Delphi)
7	סורק תקלות מקורי התואם לרכבים הנמצאים בסדנה
8	כבלים להתנעה Amp 1000
9	בוסטר התנעה לרכב
10	מטען מצברים תואם מצברי AGM
11	בודק מצברים וטעינה בעומס (אנלוגי)
12	בודק מצברים דיגיטלי
13	אקדח ומד וואקום (ניקה + דחיסה)
14	מכשיר לבדיקת הימצאות CO ₂ בנוזל קירור המנוע

15	מכשיר לבדיקת איכות נוזל הבלמים
16	מד קומפרסיה (בנזין + דיזל)
17	בודק דליפות בצילינדר
18	הידרומטר לבדיקת חומציות האלקטרוליט במצבר
19	הידרומטר לבדיקת נוזל קירור
20	רפרקטומטר לבדיקת צפיפות תמיסת אוריאה
21	מד טמפרטורה אינפרא אדום
22	סט בדיקת לחץ במערכת קירור כולל מתאמים לבדיקת מכסה רדיאטור
23	סט לבדיקת לחץ שמן מנוע
24	סטטוסקופ אלקטרוני לבדיקת רעשים
25	מד לחץ דלק
26	סט לבדיקת עודפים ממזרקי דיזל (כולל מתאמים ומבחנות)
27	מצלמה תרמית
28	וידאו בורוסקופ
29	רכב שלם ומתקדם עם מנוע בנזין או דגם מנוע בנזין מתקדם פעיל
30	רכב שלם ומתקדם עם מנוע דיזל או דגם מנוע דיזל מתקדם פעיל
31	רכב שלם ומתקדם היברידי מתח גבוה
32	עמדת מחשב עם גישה למאגרי מידע
33	תיבת Breakout box התואמת לרכב הנמצא בסדנה
34	מכשיר לניתוח גזי פליטה (4/5 גזים)
35	מכשיר לבדיקת כחות עשן (דיזל)
36	מתקן לכיול רדאר ברכב
37	כלי עבודה בסיסיים (עגלת כלים)
38	דגם (סימולטור) עם חיישנים ומפעילים שונים שנתנים להפעלה

שם המקצוע	רכב היברידי וחשמלי
מספר מקצוע באוגדן	17
סה"כ שעות בקורס	112 שעות הוראה (80 עיוני + 32 מעשי)
תאריך עריכה אחרון	10.04.2022
שם העורך	ג'ורג' מטר
תיאור כללי של הקורס	קורס זה מעמיק את הדיון בנושא ההתייעלות האנרגטית ברכב ובתחבורה, בטכנולוגיות ובמערכות המתקדמות המשמשות להנעת כלי רכב באופן היברידי, חשמלי, מימן ועוד. הקורס מתחלק לשני חלקים: 1. <u>חלק הראשון - 32 שעות (16 עיוני + 16 מעשי):</u> חלק זה מהווה מבוא לעולם ההנעה החשמלית וההיברידית ברכב, מגדיר מושגי יסוד וחושף את הלומד לנושאים כגון התייעלות אנרגטית, הכרת מערכות ההנעה והטכנולוגיה ברכב חשמלי והיברידי, רמות הכלאה והיברידיזציה ברכב, הוראת נוהל 146 של משרד התחבורה, הכרת כללי הבטיחות לעבודה בסביבת מתח גבוה ומתן עזרה ראשונה וטיפול במצב של פגיעה ממתח חשמלי גבוה. חלק זה של הקורס מביא את הלומד לרמת ידע ומיומנות המקבילה לכל הפחות לדרג 02 (מוסמך מתח גבוה ברכב HV) כפי שהוגדר ע"י משרד התחבורה בישראל. חלק זה של הקורס מהווה תשתית והכנה ללימודים מתקדמים ומקצועיים יותר שיהיו בחלק 2 של הקורס. בנוסף ללימודים הפרונטליים הלומד יהיה מחויב להשלים למידה אסינכרונית באמצעות לומדה ייעודית (לומדת אלקטיווד למשל). 2. <u>החלק שני - 80 שעות (64 עיוני + 16 מעשי):</u> חלק זה של הקורס מביא את הלומד לרמה מקצועית גבוהה המקבילה לכל הפחות לדרג 03 (מומחה לעבודות טיפול ואחזקה ברכב HVE) כפי שהוגדר ע"י משרד התחבורה. בחלק זה של הקורס יוכשר הלומד לנטרל את המתח הגבוה בצורה בטוחה ונכונה ולאבחן תקלות בסביבת מכלולי מתח גבוה. בסוף הקורס רמת הידע והמיומנות של הלומד יהיו ברמה גבוהה מאוד (רמת מתקדמים). גם בחלק זה של הקורס הלומד יהיה מחויב להשלים למידה אסינכרונית באמצעות לומדה ייעודית (לומדת אלקטיווד למשל).
מטרת הקורס	הגברת המודעות ושיפור היכולת בקבלת החלטות בנושא התייעלות אנרגטית במוסך המודרני. הגברת המודעות להתחממות הגלובלית וחשיבות השמירה על איכות הסביבה. ידע מעמיק במערכות הרכב החשמלי וההיברידי. הכרת הסכנות וכללי הבטיחות לעבודה על רכב בעל מתח גבוה חשיפה והבנה של נוהל 146 עם דגש על כללי הבטיחות הכרת מכלולי המתח הגבוה ברכב. אבחון תקלות במערכות המתח הגבוה. הכרת מושגי אנרגיה הקשורים לסוללות מתח גבוה חיפוש במאגרי מידע נתונים בנוגע לניתוק המתח הגבוה ברכב היברידי וחשמלי
דרכי הוראה	מצגות וסרטונים עבודה מעשית למידה מקוונת אסינכרונית - ביצוע שיעורים ומטלות דרך לומדה ייעודית (אלקטיווד למשל)
קורסי קדם	בטיחות בעבודה (חובה לחלק 1 של הקורס) תורת הרכב (חובה לחלק 2 של הקורס) תורת המנוע (חובה לחלק 2 של הקורס) יסודות החשמל והאלקטרוניקה (חובה לחלק 2 של הקורס) מערכות חשמל ואלקטרוניקה ברכב (חובה לחלק 2 של הקורס)

מס'	פירוט נושאים חלק 1 של הקורס	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה	
		עיוני	מעשי				
1	התייעלות אנרגטית		6	0	https://www.gov.il/he/departments/ministry_of_environmental_protection/govil-landing-page	הגברת המודעות להתייעלות אנרגטית, למשבר האקלים, ההתחממות הגלובלית וחשיבות השמירה הסביבה.	הרצאות פרונטליות מצגות סרטונים טכניים לומדה (אלקטיוד) ... ספר מקוון "פיזיקה וטכנולוגיה"
	1.1	הגדרות: אנרגיה, אנרגיה פוטנציאלית וקינטית, סיווג מקורות אנרגיה ושימושה, המרת אנרגיה...					
	1.2	הכרת המושגים: יעילות, נצילות, חיסכון, הפסדי אנרגיה, אגבור (סינרגיה)					
	1.3	אנרגיית חום והפסדים תרמיים (מנוע תרמי / נורה חשמלית...)					
	1.4	רשת החשמל הארצית - העברת אנרגיה חשמלית בזרם חילופין AC לעומת זרם ישר DC					
	1.5	הקטנת הפסדי האנרגיה במעגל החשמלי ע"י עבודה בזרם נמוך ומתח גבוה					
	1.6	אחסון אנרגיה חשמלית: סוללה, קבל, סליל...					
	1.7	אנרגיה מתכלה ואנרגיה מתחדשת					
	1.8	מעבר למשק חשמל דל פחמן / אפס פליטות - אנרגיה מתחדשת לייצור חשמל					
	1.9	אנרגיה סולרית לטעינת רכב חשמלי					
	1.10	אנרגיה חשמלית - צריכת חשמל ומדידת הצריכה והעלות					
	1.11	התחממות גלובלית ומשבר האקלים (הפחתת פליטת גזי חממה - דגש על פחמן דו-חמצני)					
	1.12	דירוג רכב מנועי בישראל - "דרגת זיהום אוויר מרכב מנועי" ושיטת מיסוי רכב בהתאם לציון הירוק					
	1.13	"פליטות מכלי רכב מנועיים (דרכי הסתכלות): Well-to-tank (WtT) פליטות מתהליך ייצור הדלק / החשמל Tank-to-wheel (TtW) פליטות מהרכב Well-to-wheel (WtW) פליטת מתהליך ייצור האנרגיה + פליטות מהרכב עצמו)"					
	1.14	End of Life Vehicle (ELV) דריקטיבה אירופית – 2000/53/EC					
	1.15	אווירודינמיקה של הרכב והקטנת ההתנגדויות לנסיעה - התייעלות אנרגטית					
	1.16	דלקים חלופיים, תחליפי נפט והנעה אלטרנטיבית ברכב					

מס'	פירוט נושאים חלק 1 של הקורס	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
2	הוראת נוהל 146 והוראות בטיחות בעבודה עם מתח גבוה		3	0	הכרת כללי הבטיחות והנהלים כפי שמוגדרים בהוראת נוהל 146. הגברת המודעות לסכנות בעבודה על רכב עם מתח גבוה הכרת כללי העבודה הייעודיים	הרצאות פרונטליות מצגות סרטונים טכניים לומדה (אלקטיווד)...
	2.1	הוראת נוהל מספר 146 : הוראת נוהל לטיפול ברכב חשמלי / היברידי והכשרת עובדים (משרד התחבורה בישראל) תקן ישראלי ת"י 6237 – רכב חשמלי בטיחות במוסך (מכון התקנים הישראלי)				
	2.2	הכשרת עובדים לעבודה על רכב HV - הכרת שלושת הרמות ותחומי האחריות בכל רמה				
	2.3	הכרת כללי העבודה והציוד ואופן ביצוע העבודה על רכבי מתח גבוה ע"פ הוראת נוהל 146				
	2.4	הוראות בטיחות ואמצעי זהירות לעבודה על רכבי מתח גבוה				
	2.5	סכנות החשמל - מתח ישר DC ומתח חילופין AC				
	2.6	רמות מתח וסכנות ע"פ: 1. הנציבות הבין-לאומית לאלקטרוטכניקה IEC 2. תקינה אירופית ECE 3. תקן ישראלי 6237 רכב חשמלי				
	2.7	בטיחות במערכות מתח גבוה - הגורם האנושי, אמצעי זהירות והגנה				
	2.8	זיהוי וסימון רכב היברידי / חשמלי במרכז שירות				
	2.9	תיעוד ניתוק וחיבור המתח בכרטיס העבודה במוסך (הנחיות ת"י 6237 + נוהל 146)				
	2.10	חוק החשמל, תשי"ד 1954 (ברמת היכרות)				
	2.11	תקנות החשמל (רשיונות), תשמ"ה 1985				
	2.12	(ברמת היכרות)				
3	החייה ומתן עזרה ראשונה CPR		4	0	ביצוע החייה CPR בנפגע לאחר התחשמלות כולל שימוש נכון במפעם (דפיברילטור)	השיעור יועבר ע"י פרמדיק בכפוף לדרישות משרד התחבורה.
	3.1	טיפול בנפגע לאחר התחשמלות / איבוד הכרה- ביצוע CPR				
	3.2	שימוש נכון במכשיר מפעם (דפיברילטור)				

מס'		פירוט נושאים חלק 1 של הקורס		שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
				עיוני	מעשי			
4	מבוא לרכבים היברידיים וחשמליים ורמות הכלאה (רמת מתחילים)		3	0		חלק זה יועבר בכיתה ע"י המרצה ברמה בסיסית (היכרו בסוף השיעור הלומד יושלים שיעורי אסינכרוניים באמצעות לומדה ייעודית (אלקטי) וד (למשל)	למידה עצמית זיהוי מכלולי מתח גבוה ברכב זיהוי שיטות הנעה ורמות הכלא	הרצאות פרונטליות מצגות סרטונים טכניים לומדה (אלקטיוד)...
	4.1	רקע היסטורי - רכב היברידי וחשמלי						
	4.2	הכרת מכלולי המתח הגבוה ותפקידם במערכת						
	4.3	סוגי רכב היברידי (רמות הכלאה / צורות הנעה) ואופן זרימת האנרגיה ברכב היברידי: היברידי חלקי (מקבילי), מלא (משולב), מאריך טווח נסיעה REX (טורי), פלאג-אין נטען PHEV						
	4.4	רכב חשמלי מלא EV						
	4.5	רכב חשמלי עם הנעה במימן FCEV (תאי דלק Fuel cell)						
	4.6	רכב היברידי עם מערכת פיצול כוח PSD (פלנטרית)						
	4.7	עלות הנסיעה וכדאיות רכישה לפי סוג הרכב ורמת ההכלאה						
5	עבודה מעשית - מעבדה לרכב חשמלי		0	16		המלצה: שילוב סיור במרכז שירות המטפל ברכבי מתח גבוה	פירוק והרכבת מכלולי מתח גבוה מהרכב: סוללת HV, ממיר-מהפך, מערכת טעינה, מנוע חשמלי, כבלי מתח גבוה.	במידת האפשר מומצץ לשלב סיור במרכז שירות המטפל ברכבי מתח גבוה.
	5.1	הכרת כלי העבודה והציוד לעבודה על רכבי מתח גבוה ע"פ הוראת נוהל 146						
	5.2	הכנת סביבת העבודה לטיפול במערכות מתח גבוה						
	5.3	זיהוי מכלולי המתח הגבוה ברכב היברידי וחשמלי						
	5.4	פירוק והרכבת מכלולי מתח גבוה מהרכב						
	5.5	בדיקת בידוד סטטור מנוע חשמלי מהגוף באמצעות מד-בידוד (Megger)						
	5.6	הנעת מנוע הבעירה ברכב היברידי לצורך ביצוע תחזוקה ובדיקות Maintenance mode						
	5.7	עבודה מול נתוני יצרן וחיפוש נתונים טכניים במאגרי מידע בנוגע למערכות מתח גבוה						
			16	16				
			32					

מס'	פירוט נושאים חלק 2 של הקורס	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
6	רמות הכלאה / היברידיזציה (רמת מתקדמים)		0	5	היכרות מעמיקה עם סוגי הרכבים ההיברידיים והחשמליים כולל דוגמאות של רכבים מכל סוג	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	6.1	רכב היברידי זעיר Micro hybrid				
	6.2	רכב היברידי עדין (מקבילי) Mild hybrid				
	6.3	רכב היברידי עם מאריך טווח נסיעה (טורי) REX				
	6.4	רכב היברידי מלא (משולב) Full hybrid				
	6.5	רכב היברידי עם שקע טעינה PHEV				
	6.6	רכב חשמלי מלא HV / BEV				
	6.7	רכב חשמלי מלא מונע מימן (תאי דלק) FCEV				
	6.8	רכבים היברידיים וחשמליים מסוגים שונים - חשיפה לדגמים שונים (טכנולוגיה בכל דגם)				
7	עבודה עם מתח גבוה		0	5	הגברת המודעות לסכנות החשמל	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	7.1	סכנות החשמל				
	7.2	הגדרת מתח מסוכן וזרם מסוכן				
	7.3	גרף התחשמלות DC ו- AC				
	7.4	חישוב התנגדותו החשמלית של גוף האדם				
	7.5	הקשר בין המתח, ההתנגדות והזרם שעובר דרך גוף האדם בעת התחשמלות				
8	המנוע החשמלי ברכב		0	6	סוגי מנועי חשמל והבנת עקרון הפעולה שלהם	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	8.1	עקרון פעולה של מנוע חשמלי (מגנטיות ואלקטרומגנטיות, כוח לורנץ, השראה)				
	8.2	הגדרות: מנוע חשמלי סינכרוני לעומת מנוע חשמלי אסינכרוני				
	8.3	הגדרות: מנוע DC לעומת מנוע AC				
	8.4	הגדרות: מנוע עם מברשות (פחמים) לעומת מנוע ללא מברשות Brushless				
	8.5	הגדרות: מנוע AC חד-פאזי לעומת תלת-פאזי				
	8.6	מנוע בעל מגנט קבוע PMSM סינכרוני				
	8.7	מנוע השראתי אסינכרוני (כלוב סנאי / מנוע טסלה)				
	8.8	קריאת מפרט טכני ואופיין מנוע חשמלי (הספק, מומנט, סל"ד)				
	8.9	המנוע החשמלי בתור גנרטור				
	8.10	סנאי מדידת תנועה סיבובית (תזמון פאזות) Resolver				
	8.11	מיקום המנוע החשמלי ברכב (להכיר את השיטות הקיימות)				

מס'	פירוט נושאים חלק 2 של הקורס	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
9	ממיר מתח Converter		4	0	הבנת עקרון הפעולה של ממיר מתח	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	9.1	ממיר מתח DC/DC (שנאי מתח)				
	9.2	ממיר מתח להגברת מתח				
	9.3	ממיר מתח להפחתת המתח				
	9.4	תהליך ההמרה בממיר: מעבר מ- DC ל- AC ולאחר מכן מ- AC ל- DC				
	9.5	קירור הממיר				
	9.6	ממיר המתח ברכב היברידי וחשמלי				
10	מהפך זרם Inverter		4	0	הבנת עקרון הפעולה של מהפך הזרם	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	10.1	מהפך זרם AC/DC				
	10.2	מהפך זרם DC/AC				
	10.3	מיישר זרם - גשר גרץ (דיודות)				
	10.4	קירור מהפך הזרם				
	10.5	יצירת מתח חילופין בצורת גל סינוס ע"י גל ריבועי בעל רוחב משתנה PWM				
11	מערכת הקירור ומערכת מיזוג האוויר ברכב היברידי וחשמלי		4	0	הבנת עקרון הפעולה וההבדלים בין מערכת מיזוג רגילה לזו שברכב היברידי חשמלי	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	11.1	פיצול מערכת הקירור ברכב היברידי - קירור מנוע וקירור ממיר / מהפך				
	11.2	מדחס מזגן חשמלי ושמן מבודד חשמלית				
	11.3	חימום תא הנוסעים ע"י מחמם חשמלי				
	11.4	חימום תא הנוסעים ע"י מדחס המזגן (בדומה למערכת חימום ביתית)				
	11.5	מערכת מיזוג עם שני שסתומי התפשטות (תא נוסעים וסוללה)				
	11.6	קירור הסוללה בעת טעינה מהירה ע"י מערכת המיזוג				
	11.7	משאבת חום Heat pump				
12	סוללות, מצברים ואגירת אנרגיה חשמלית		8	0	מודעות לסכנת ההתחשמלות מסוללת מתח גבוה גם בזמן שהיא מנותקת	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	12.1	חיבור תאים בטור להגדלת המתח, חיבור במקביל להגדלת הקיבולת וחיבור במעורב				
	12.2	סוגי תאים: חומצת עופרת, ניקל-קדמיום NiCd, ניקל-מתכת-הידריד NiMH, ליתיום-יון ...li-ion				
	12.3	מצברי AGM ומצברי EFB (מצברי חומצת עופרת לרכב עם מערכת Start & Start)				
	12.4	קריאה והבנה של ערכים אנרגטיים (מפרט טכני של סוללות מתח גבוה ברכב): מתח, קיבולת, אנרגיה, צפיפות אנרגיה, הספק, זמן טעינה, מימדים פיזיים (גודל ומשקל) ... מדדי אנרגיה של סוללות: אנרגיה Wh, אנרגיה סגולית Wh/kg, צפיפות אנרגיה Wh/L מדדי הספק של סוללות: הספק חשמלי W, הספק סגולי W/kg, צפיפות הספק W/L				

מס'	פירוט נושאים חלק 2 של הקורס	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
12.5	מבנה סוללות HV: תאים, מודולים, בלוקים ומארז הסוללה					
	שיטות לייצור סוללות HV - הכרת תהליך ושלבי הייצור במפעל					
	ניהול תרמי של סוללות HV - קירור וחימום של הסוללה					
	מצב טעינה SOC ומצב בריאות SOH					
	איזון תאים בסוללה טעינת הסוללה מחוץ לרכב עם מטען ייעודי (ברמה התיאורטית בלבד)					
	בדיקה בלחץ של מארז סוללת HV (אטימות למים ולאבק)					
	בדיקת בידוד סוללת HV ממארז הסוללה ומשלדת הרכב (באמצעות מד-בידוד)					
	אגירת אנרגיה חשמלית באמצעות קבלים וקבלי-על					
	סוללות מתח נמוך (12 או 48 וולט) מסוג ליתיום-יון כתחליף למצברי חומצת עופרת					
13	מיחזור ואגירת אנרגיה בזמן האטת הרכב - בלימה רגנרטיבית		4	0	הבנת העקרון של מיחזור האנרגיה והתרומה לחסכון באנרגיה	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	13.1	המרת אנרגיה קינטית לאנרגיה חשמלית בעת האטת רכב שאינו היברידי				
	13.2	המרת אנרגיה קינטית לאנרגיה חשמלית בעת האטת רכב היברידי או חשמלי				
	13.3	קביעת עוצמת הבלימה הרגנרטיבית או ביטולה ע"י נהג הרכב והבנת ההשלכות				
	13.4	אגירת אנרגיה קינטית ע"י גלגל תנופה KERS - Kenetic Energy Recovery System				
14	מערכת הטעינה וכבלי מתח גבוה		4	0	הכרת מערכות הטעינה השונות וחישוב עלות האנרגיה קריאת נתונים של כבלי מתח גבוה	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	14.1	מערכת הטעינה - מטען חיצוני לעומת מטען פנימי				
	14.2	סוגי שקעים, מחברי טעינה וכבל טעינה				
	14.3	פרוטוקול טעינה				
	14.4	נגד חשמלי לזיהוי סוג השקע				
	14.5	עמדות ציבוריות לטעינת רכב חשמלי				
	14.6	שימוש באנרגיה סולרית בעמדת הטעינה				
	14.7	חישוב עלות הטעינה לפי זמן טעינה KkWh -i				
	14.8	מוליכי המתח הגבוה (מידות ונתוני זרם)				
	14.9	סיכור והגנה למוליכי המתח הגבוה				
15	מערכת הממסרים הראשיים SMR - Sytem Main Relay		4	0	קריאה והבנה של מעגל הממסרים	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	15.1	סכמה חשמלית של הממסרים הראשיים				
	15.2	שלושת הממסרים ותפקידם				
	15.3	נגד העומס במעגל הממסרים				
	15.4	ניהול הממסרים ע"י מעגל מתח נמוך				

מס'	פירוט נושאים חלק 2 של הקורס	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
16	מעגלי הגנה - אינטרלוק וניטור בידוד		4	0	הבנת עקרון הפעולה והחשיבות של מערכות ההגנה	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	16.1	מערכת האינטרלוק				
	16.2	ניטור בידוד קבוע Permanent insulation monitoring				
	16.3	זליגת מתח גבוה - קריאת נתון Short wave highest value דרך סורק תקלות (טיוטה)				
	16.4	הגנה בפני קצרים חשמליים				
	16.5	נטרול והפעלת המתח הגבוה ברכב				
17	תהליך נטרול המתח הגבוה		4	0	נטרול נכון של המתח הגבוה והכרת השיטות השונות אצל יצרני רכב שונים	מצגת סרטונים לומדה (אלקטיווד למשל)
	17.1	מחבר שירות Service plug				
	17.2	תהליך ניתוק מחבר השירות לצורך נטרול המתח הגבוה				
	17.3	נטרול המתח הגבוה דרך סורק תקלות				
	17.4	שיטות נטרול מתח בכלי רכב שונים				
18	גליונות הצלה Rescue data sheet וגרירת רכב חשמלי		4	0	הבנת הסכנות בעת ביצוע חילוץ נוסעים (לאחר תאונה) מרכב המונע במתח גבוה	מצגת סרטונים עבודה עם האתרים המוצעים
	18.1	חשיפה לאתר VDIK (האיגוד הבינלאומי של יצרני הרכב המנועי)				
	18.2	חשיפה לאתר VDA (תעשיית הרכב הגרמנית)				
	18.3	חשיפה ועבודה עם האתר Moditech ומציאת גליונות הצלה של כלי רכב שונים				
	18.4	חילוץ וגרירת רכב חשמלי - הגברת המודעות לסכנות ונקיטה באמצעי זהירות				
	18.5	תיקון רכב היברידי / חשמלי לאחר תאונה והכנסת רכב חשמלי לתנור צבע				
	נתוני יצרן ומאגרי מידע		4	0	חיפוש ומציאת נתוני יצרן בתוך מאגרי מידע שונים	מצגות תוכנת מאגרי מידע (אוטודאטה)
19	19.1	שימוש במאגרי מידע של יצרני רכב				
	19.2	שימוש במאגרי מידע הזמינים ברשת האינטרנט				
	19.3	שימוש במאגרי מידע בתוכנה ייעודיים (למשל: אוטודאטה)				
20	עבודה מעשית - מכלולי מתח גבוה		0	8	פירוק והרכבה של מכלולי מתח גבוה פתיחת ממיר / מהפך ביצוע נטרול מתח גבוה	עבודה מעשית
	20.1	ניתוק המתח הגבוה ובדיקת חוסר המתח הגבוה בתום זמן ההמתנה (פריקת קבלים)				
	20.2	פירוק והרכבה של מכלולי מתח גבוה ע"פ הוראות יצרן				
	20.3	ביצוע בדיקות חשמליות באמצעות רב-מודד ומד-בידוד				
	20.4	פירוק לגורמים ממיר-מתח ומהפך-זרם				
	20.5	פירוק והרכבה של מכלול סוללת HV (אין לפתוח את מארז הסוללה - קיימת סכנת התחשמלות)				

מס'	פירוט נושאים חלק 2 של הקורס	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
21	עבודה מעשית - סורק תקלות ואבחון תקלות		0	8	חיבור סורק תקלות לרכב קריאת קודי תקלות קריאת נתונים חיים וניתוחם הפעלת מפעילים נטרול מתח דרך סורק	עבודה מעשית עם סורק תקלות
	21.1	חיבור סורק תקלות לרכב				
	21.2	התחברות למחשב ניהול המערכת ההיברידית				
	21.3	התחברות למחשב ניהול הסוללה				
	21.4	קריאת קודי תקלות - מערכות מתח גבוה				
	21.5	ניתוח נתונים חיים Live data של מערכות המצח הגבוה				
	21.6	ביצוע הפעלת מפעילים דרך הסורק (למשל: משאבת נוזל קירור חשמלית, מאוורר קירור...)				
	21.7	התנעת מנוע הבעירה דרך הסורק (מצב תחזוקה)				
	21.8	נטרול המתח הגבוה ברכב באמצעות סורק תקלות				
		80				

ספרות מומלצת	
1	"פיזיקה וטכנולוגיה לכיתה ט" הוצאת מטח 2015 (מהדורה מקוונת)
2	יוסי בן שפרוט (2019). "חשמל אלקטרוניקה ומיזוג אוויר לרכב" כרך ב', הוצאת אוטודאטה
3	ד"ר אלכס טורצקי (2010). "בטיחות חשמל בעבודות אלקטרוניקה". המוסד לבטיחות ולגיהות.
4	Tom Denton, "Electric and hybrid vehicles", Routledge 2020
5	Tom Denton, "Alternative fuel vehicles", Routledge 2018
6	"Hybrid drives, fuel cells and alternative fuels", Robert Bosch GmbH 2008
7	"Automotive handbook" 10th Edition from Bosch, Bently Publishers 2018
8	"Modern Automotive Technology", Europa Lehrmittel 2014
9	Hening Wagner, Reinhard Maier, Jorgen Schubert (2018). "Alternative drive systems E-mobility basic training", Christiani GmbH.
10	Emanuele Crisostomi, Robert Shorten, Sonja Stüdl, Fabian Wirth (2020). "Electric and Plug-in Hybrid Vehicle Networks".

מס.	רשימת כלים ומכשירים	כמות
1	כל הציוד הנדרש ע"פ נוהל מספר 146 של משרד התחבורה כל הכלים יהיו בתקן התואם את התקן המופיע בנוהל	
1.1	מקל ניטרול kV45 (מוט משיכה)	1
1.2	כפפות Class 0	4
1.3	מסכת פנים ייעודית	4
1.4	חלוק עבודה	4
1.5	נעליים מבודדות	4
1.6	מכשיר החיאה דפיברילטור (מפעם)	1
1.7	סט כלי עבוד מבודדים לחשמל	4
1.8	מד מתח למתחים גבוהים	4
1.9	מכשיר לבדיקת בידוד מד-בידוד Megger (דרגה III)	2
1.10	כובע לגג הרכב עם שלט מתי גבוה	2
1.11	שרשרת ועמודי תיחום תקינים	1
1.12	שלטי אזהרה לחיבור וניתוק מערכת HV	2
1.13	רכב היברידי מתקדם ושלם ללימוד (פירוק והדגמה)	1
1.14	מצבר מתח גבוה HV הכולל יחידת ממסרים ויחידת בקרה (לפחות שני סוגים שונים)	2
1.15	מנוע חשמלי תלת-פאזי	2
1.16	"תיבת הילוכים" שלמה הכוללת בתוכה מנועים חשמליים	1
1.17	מחברים שונים הכוללים מחברי Interlock	7
1.18	רתמת חוטים של כבלי מתח גבוה	2
1.19	ממיר מתח / מהפך זרם (לפחות 2 סוגים שונים)	2
1.20	מדחס מיזוג אוויר חשמלי מסוגים שונים	2
1.21	יחידת חימום חשמלית (מתח גבוה) לתא נוסעים	1
1.22	סורק תקלות תואם לרכב ההדגמה	1
1.23	ערכת עזרה ראשונה	1
1.24	עמדת מחשב עם גישה למאגרי מידע של יצרן הרכב	1

שם המקצוע	מתקני הרמה וציוד מוסכים
מספר מקצוע באוגדן	18
סה"כ שעות בקורס	32
תאריך עריכה אחרון	11.3.2019
שם העורך	דני סלוצקי
תיאור כללי של הקורס	להקנות לסטודנט כלים שימושיים לבחירת מתקני הרמה וציוד מוסכים ומיומנויות נדרשות לשימוש בקטלוגים ובמפרטים טכניים.
מטרת הקורס	הסטודנט יכיר את דרישות הבטיחות והתקנים הרלוונטיים, יכיר ויסווג את מתקני ההרמה וציוד המוסכים לסוגיהן, ישתמש בקטלוגים ובמפרטים טכניים לבחירת מתקני הרמה וציוד מוסכים
דרכי הוראה	הרצאות פרונטליות והדגמות מעשיות מלוות במצגות ובסרטונים תוך שימוש בקטלוגים, מפרטי יצרן, מתקני הרמה וציוד מוסכים, עידוד למידת חקר ולמידה עצמית.
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	סיווג מתקני הרמה במוסך	2	0			שימוש בקטלוג
2	אמצעי בטיחות במתקני הרמה ותקנים	2	0		הכרת התקנים	
3	מכלולים במתקני הרמה	6	0			
	3.1					כבלים, גלגלות
	3.2					צילינדרים
	3.3					מעצורים
	3.4					נועלי בטחון
4	מגבהים ומרימים	8	0	התייחסות לקריסה		
	4.1					מגבה הידרולי: עומס וגובה מותר
	4.2					מרים 2 עמודים
	4.3					מרים 4 עמודים
	4.4					מרים להכוונת אופניים
5	מנופי קרן	4	0			שימוש בקטלוג
	5.1					יכולת הרמה במצבי זרוע שונים
	5.2					חישובי יציבות
6	מכבש – לפי ייעוד המוסך	2	0			שימוש בקטלוג
7	מכשיר בדיקה וכיוון גלגלים	2	0			
8	מדחס אוויר – סוגים שונים	1	0		מיון לפי ספיקה	שימוש בקטלוג
9	תחזוקה של ציוד למוסך	1	0			

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
10	סיור במוסך להכרת הציוד	4	0			
		32	0			
		32				

רשימת מקורות	
1	"Automotive handbook" 9th Edition from Bosch, Bently Publishers 2014
2	"Modern Automotive Technology", EUROPA LEHRMITTEL 2014
3	קורונל, נ. (1983). מבוא לציוד מוסכים. הוצאת מא"ה.
4	קטלוגים, יצרנים שונים

שם המקצוע	אבחון תקלות במנוע וברכב
מספר מקצוע באוגדן	19
סה"כ שעות בקורס	144 (מתוכן 128 מעשיות)
תאריך עריכה אחרון	8.2.2019
שם העורך	ג'ורג' מטר
תיאור כללי של הקורס	קורס זה עוסק באבחון תקלות במערכות הרכב השונות (מכניות ואלקטרוניות), במסגרת הקורס ילמד הסטודנט מושגי יסוד באבחון, שיטות אבחון, תהליכי אבחון, שימוש בציוד וכלים, ניתוח נתונים, קריאת נתוני יצרן, קריאת סרטוט חשמלי ועוד
מטרת הקורס	הסטודנט ישתמש בכלים מתקדמים לאבחון תקלות במערכות המנוע והרכב המכניות והאלקטרוניות
דרכי הוראה	שיעורים פרונטלים כולל מצגות וסרטונים שיעורים מעשיים בסדנה עבודה על רכב חי שימוש בציוד לאבחון תקלות
קורסי קדם	

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
2	מבוא לאבחון תקלות		4	0		
	1.1	הגדרת המושג דיאגנוסטיקה				
	1.2	טרמינולוגיה באבחון: - תסמין (Symptom) - תקלה (Fault) - שורש הבעיה (Root cause) - אבחון (Diagnostics) - ידע (Knowledge) - תהליך לוגי (Logical procedure) - התייחסות, סיבה, תיקון (Concern, cause, correction) - דיווח (Report)				
	1.3	טרמינולוגיה כללית: - מערכת System - נצילות Efficiency - רעש Noise - אקטיבי/פסיבי Active/Passive - קצר במעגל Short circuit - נתק במעגל Open circuit - התנגדות גבוהה High resistance - שחוק Worn - נקיבה במחיר Quote - הערכה Estimate				
	1.4	כתיבת דוח Report writing				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
2	טכניקות אבחון		0	6	סעיף 2.8 : העבודה תהיה בכיתת מחשבים או בכיתה בזמן שמוקרנת על הלוח תוכנה של מאגרי מידע.	
	2.1	שליבים לאבחון תקלה (6 שליבים)				
	2.2	אומנות האבחון				
	2.3	ניתוח שורש הבעיה RCA - Root Cause Analysis				
	2.4	טכניקות לאבחון מכני				
	2.5	טכניקות לאבחון חשמלי				
	2.6	קודי תקלות				
	2.7	מערכת: - הגדרת מערכת System - מערכות רכב - מערכות בחוג פתוח וחוג סגור - דיאגרמת מלבנים Block diagram				
	2.8	מאגרי מידע: - שימוש במאגרי מידע כמו Autodata או Bosch ESIttronoc - מידעון TSB Technical Service Bulletins - קריאת שירות Recall - חוזר טכני TPI Technical Prodduct Information				
3	תקן אבחון OBD/EOBD (רמה בסיסית)		0	6	המלצה: עבודה מעשית בכיתת מחשבים שבה עמדת מחשב עם תוכנת מידע לכל תלמיד	
	3.1	רקע היסטורי והתפתחות תקן OBD ותקן EOBD ותקן OBDII				
	3.2	קודי תקלות DTC בתקן OBDII כולל הבנה של מבנה הקוד				
	3.3	הכרת מושגים מעולם ה-OBDII: MIL - Malfunction Indicator Light DLC - Data Link Connector Freez frame DTC - Diagnostic Trouble code Limp home Watch dog				
	3.4	המערכות המנטרות ע"י מערכת OBDII				
	3.5	הכרת OBDII Modes (ברמת היכרות בלבד)				
	3.6	סורק תקלות ברמת OBDII לעומת מכשיר אבחון מתקדם יותר				
4	עבודה עם תוכנות מאגרי מידע		12	0		
	4.1	חשיפה למאגרי מידע והכרת המאגרים השונים המלצה: מערכת Autodata + מערכת ESIttronic מערכות מקוריות של יצרני רכב				
	4.2	שימוש בתוכנת מאגרי מידע (המלצה: Autodata) המלצה: תרגיל בכיתת מחשבים כאשר לכל תלמיד תהיה עמדת מחשב עם Autdata				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
4.3	התחברות לאתרים טכניים של יצרני רכב שונים (כיום גישה חלקית לאתרים טכניים פתוחה לקהל הרחב בחינם)					
4.4	חיפוש מידע טכני ספציפי ברשת (חיפוש בגוגל ובפורומים של רכב)					
5	חקר מקרה Case study	0	4	ניתן למצוא חקר מקרים באתר Picoauto (מצורף קישור)		www.picoauto.com/library/case-studies
5.1	חקר מקרה, תקלות מכניות					
5.2	חקר מקרה, תקלות אלקטרוניות (קודי תקלות)					
6	אבחון מכני במערכות המנוע והרכב	0	20			
6.1	אבחון מכני במערכות המנוע, להלן דוגמאות: - בדיקת קומפרסיה ודליפה - זיהוי רעשים (כולל סטטוסקופ) - בדיקת מרווח מיסבים בגל הארכובה - בדיקת זיופי מנוע misfire - בדיקת זליגות אוויר במערכות היניקה והפליטה - בדיקת דליפה ונזילות במערכת קירור מנוע - בדיקת לחץ שמן - בדיקת לחצי דלק כולל בדיקת וסת לחץ מכני					
6.2	אבחון מכני במערכות הרכב, להלן דוגמאות: - אבחון רעשים - בדיקת חופשים - החלקה במצמד - אבחון ממיר מומנט ותיבה אוטומטית					
7	אבחון בעזרת סורק תקלות (רמת טכנאים)	0	6			
7.1	מציאת מחבר אבחון והתחברות עם סורק תקלות					
7.2	סריקת קודי תקלות במערכות הרכב					
7.3	קריאת קוד תקלה והבנתו					
7.4	קריאת Freez frame של תקלה					
7.5	קריאת נתוני חיישנים Live data					
7.6	ביצוע הפעלת רכיבים ע"י מכשיר האבחון					
7.7	הכרת פעולות שונות כגון: - תכנות Programing - אתחול Initializing - קונפיגורציה Configuration - כיול Calibration					
8	שימוש בציוד ממוחשב (רמת טכנאים)	0	6			
8.1	שימוש ברב מודד					
8.2	בדיקת מפלי מתח בקווי חשמל					
8.3	בדיקת זרם חשמלי ע"י צבת השראתית					

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
8.4	משקף תנודות (אוצילוסקופ) בדיקות בסיסיות והגדרת תחומי מדידה					
8.5	שימוש במכשיר 4 גזים ומכשיר כחות עשן (דיזל)					
9	אבחון תקלות ממוחשב במערכות המנוע (רמה מתקדמת)	0	18			
9.1	אבחון תקלות באמצעות סורק תקלות במערכות ניהול מנוע בנזין					
9.2	אבחון תקלות באמצעות סורק תקלות במערכות ניהול מנוע דיזל					
9.3	אבחון תקלות באמצעות מכשיר אבחון OBDII והכרת המודים (OBDII Modes) השונים					
9.4	אבחון תקלות במערכות המנוע באמצעות משקף תנודות אוטומוטיבי					
10	אבחון תקלות ממוחשב במערכות הרכב (רמה מתקדמת)	0	30			
10.1	אבחון תקלות באמצעות סורק תקלות במערכות בלמים מתקדמות					
10.2	אבחון תקלות באמצעות סורק תקלות במערכות היגוי מתקדמות כולל כיוול חיישן זווית הגה					
10.3	אבחון תקלות באמצעות סורק תקלות בתיבות הילוכים ממוחשבות (כולל תיבה רובוטית)					
10.4	אבחון תקלות באמצעות סורק תקלות בממיר מומנט ובמצמד חיכוך רובוטי					
10.5	אבחון תקלות באמצעות סורק תקלות במערכות בטיחות מתקדמות כולל כיוול רדאר					
10.6	אבחון תקלות באמצעות סורק תקלות במערכת מתלה אדפטיבי ממוחשב					
10.7	אבחון תקלות במערכות נוחות ו- Body (חלונות חשמל, נעילה מרכזית)					
11	אבחון תקלות ברשתות תקשורת (רמה מתקדמת)	0	32			
11.1	בדיקות בסיסיות לרשתות תקשורת (מתח והתנגדות)					
11.2	בדיקות באמצעות משקף תנודות וניתוח גרף התקשורת					
11.3	ביצוע תקלות ברשתות תקשורת ובדיקת השפעתן על תפקוד הרשת ועל הרכב					
		16	128			
		144				

ספרות מומלצת	
1	אלכסנדר בוגטיקוב, "מערכות ממוחשבות ואבחון תקלות"
2	Tom Denton, "Advanced automotive fault diagnosis", IMI 2017
3	Tracy Martin, "How to use automotive diagnostic scanner"

מס.	רשימת כלים ומכשירים	כמות
1	רב-מודד מקצועי	10
2	צבת השראתית לבדיקת זרמים	2
3	נורית בקורת LED אלקטרונית הכוללת מד מתח DC, מד תדירות ומד Duty cycle	2
4	משקף תנודות אוטומוטיבי מקצועי (רצוי מסוג Pico) עם 4 ערוצי בדיקה	2
5	סורק תקלות בסיסי OBDII	2
6	סורק תקלות מקצועי אוניברסלי (לדוגמה: Launch / GSCAN / Delphi)	1
7	סורק תקלות מקורי התואם לרכבים הנמצאים בסדנה	1
8	כבלים להתנעה Amp 1000	2
9	בוסטר התנעה לרכב	1
10	מטען מצברים תואם מצברי AGM	1
11	בודק מצברים וטעינה בעומס (אנלוגי)	1
12	בודק מצברים דגיטלי	1
13	אקדח ומד וואקום (יניקה + דחיסה)	1
14	מכשיר לבדיקת הימצאות CO ₂ בנוזל קירור המנוע	1
15	מכשיר לבדיקת איכות נוזל הבלמים	1
16	מד קומפרסיה (בנזין + דיזל)	1
17	בודק דליפות בצילינדר	1
18	הידרומטר לבדיקת חומציות האלקטרוליט במצבר	2
19	הידרומטר לבדיקת נוזל קירור	2
20	רפרקטומטר לבדיקת צפיפות תמיסת אוריאה	1
21	מד טמפרטורה אינפרא אדום	1
22	סט בדיקת לחץ במערכת קירור כולל מתאמים לבדיקת מכסה רדיאטור	1
23	סט לבדיקת לחץ שמן מנוע	1
24	סטטוסקופ אלקטרוני לבדיקת רעשים	1

מס.	רשימת כלים ומכשירים	כמות
25	מד לחץ דלק	2
26	סט לבדיקת עודפים ממזרקי דיזל (כולל מתאמים ומבחנות)	1
27	מצלמה תרמית	1
28	וידאו בורוסקופ	1
29	רכב שלם ומתקדם עם מנוע בנזין (חדיש ומצויד במערכות מתקדמות ככל הניתן)	1
30	רכב שלם ומתקדם עם מנוע דיזל (חדיש ומצויד במערכות מתקדמות ככל הניתן)	1
31	רכב שלם ומתקדם היברידי מתח גבוה (חדיש ומצויד במערכות מתקדמות ככל הניתן)	1
32	עמדת מחשב עם גישה למאגרי מידע (לדוגמה Autodata)	1
33	תיבת Breakout box התואמת לרכב הנמצא בסדנה	1
34	מכשיר לניתוח גזי פליטה (4/5 גזים)	1
35	מכשיר לבדיקת כחות עשן (דיזל)	1
36	מתקן לכיול רדאר ברכב	1
37	כלי עבודה בסיסיים (עגלת כלים)	4
38	דגם מנוע בנזין מניע העומד על סטנד	2
39	דגם מנוע דיזל מניע העומד על סטנד	1
40	דגם (סימולטור) עם חיישנים ומפעילים שונים שנתנים להפעלה	1
41	דגם למערכת הצתה מתקדמת	1
42	מכשיר לבדיקת בידוד (Megger)	1

שם המקצוע	מיזוג אוויר ובקרת אקלים
מספר מקצוע באוגדן	20
סה"כ שעות בקורס	64
תאריך עריכה אחרון	18.3.2019
שם העורך	איאד חאמד
תיאור כללי של הקורס	הקורס מסביר את המבנה ועקרון פעולה של מערכות בקרת אקלים מתקדמות
מטרת הקורס	- להכיר את מושגי היסוד בבקרת אקלים - להכיר היטב את רכיבי המערכת כולל מיקום ברכב ובדיקות - הבנת עקרון הפעולה וביצוע תחזוקה של מערכת בקרת אקלים. - הבנת סכימות של היצרן.
דרכי הוראה	מצגות, סרטונים, עבודה מעשית
קורסי קדם	תרמודינמיקה

מס'	נושא	שעות		מיומנות נלמדת	מתודה	
		עיוני	מעשי			
1	יסודות בקרת האקלים		6	0	חיפוש מידע רלוונטי, זיהוי רכיבי המערכת	
	1.1	מושגי יסוד במיזוג אוויר				
		1.1.1				חוקי תרמודינמיקה
		1.1.2				גדלים פיסיקאליים
		1.1.3				לחות ונוחות תרמית
	1.2	מעגלי קירור סגור בסיסיים				
		1.2.1				סרטוט סכימתי של מעגל קירור סגור
		1.2.2				רכיבים עיקריים - תפקיד
		1.2.3				מצבי צבירה של גז
	1.3	קורים מסוגים שונים				
		1.3.1				הקור במערכת מיזוג אוויר- Refrigerant
		1.3.2				קור R134a
		1.3.3				קור R 1234
		1.3.4				קור R1234yf
		1.3.5				השפעת סוג הקור על תצורת הדלק
2	מערכות מיזוג אוויר ברכב		6	0	הכרת סוגים שונים של מערכות מיזוג אוויר	
	2.1	סוגי מערכות קירור בסיסיות				
	2.1.1	עם שסתום התפשטות TEV				
	2.1.2	עם צינורית התפשטות CCOT (קפילאר)				

מס'	נושא	שעות		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי		
2.2	מעגלי פיקוד חשמלי בסיסיים למזגני הרכב				
2.2.1	מעגל פיקוד חשמלי למערכת TEV				
2.2.2	מעגל פיקוד חשמלי למערכת CCOT				
2.3	בקרת ספיקת הקרר במערכת הקירור				
2.3.1	מערכת עם ספיקה משתנה				
2.3.2	שילוב מחשב ניהול מנוע על מחשב בקרת המזגן				
3	רכיבים עיקריים		12	0	הכרת רכיבי המערכת : תפקיד, מבנה, מיקום, עקרון פעולה, תקלות, בדיקות ותיקונים
3.1	המדחס - Compressor				https://www.youtube.com/watch?v=04MI_TepElz4
3.1.1	תפקיד מבנה ועקרון פעולה				
3.1.2	מבנה סוגים של מדחסים				
3.1.3	מצמד המדחס				
3.1.4	מדחס בעל ספיקה משתנה				
3.1.5	מדחס חשמלי ברכב היברידי				
3.1.6	שילוב המדחס עם מערכת Stop&Start				
3.1.7	שמן קירור למדחס				
3.1.8	תקלות נפוצות במדחסים				
3.2	המעבה - Condenser				
3.2.1	תפקיד ואופן הפעולה				
3.2.2	מבנה המעבה וסוגים				
3.2.3	מאוורר המעבה				
3.3	המאייד (המאדה) - Evaporator				
3.3.1	תפקיד ואופן הפעולה				
3.3.2	מבנה המאייד וסוגים				
3.3.3	מפוח המאייד				
3.4	המייבש (מפריד הנוזלים) - Accumulator Dehydratot				
3.4.1	תפקיד ואופן הפעולה				
3.4.2	חומרי ייבוש				
3.5	אביזרי התפשטות - Expansion Devices				
3.5.1	תפקיד ועקרון הפעולה				
3.5.2	סוגי שסתומי התפשטות				
4	מערכת בקרת אקלים מתקדמת - HVAC		12	0	ניתוח והבנת תרשימים והוראות יצרן
4.1	רכיבי בקרה מתקדמים				
4.1.1	חיישנים				
4.1.2	מפעילים				
4.1.3	יחידת הבקרה האלקטרונית				
4.2	הכרת מערכת בקרת אקלים				

מס'	נושא	שעות		מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי		
	4.2.1 הכרת תרשים של מערכת בקרת אקלים				
	4.2.2 הכרת לוח פיקוד במערכת מתקדמת				
	4.2.3 מזגן מפוצל בעל שתי יחידות קירור				
	4.2.4 שילוב חימום עם קירור				
	4.2.5 יישומים אחרים				
	4.2.6 תקשורת בין יחידות הבקרה ברכב				
	4.3 מערכות לרכבים				
	4.3.1 שמן מבודד למדחס היברידי				
	4.3.2 מערכת כיבוי אש וקרר דליק				
5	תחזוקה ואבחון תקלות		12	0	ידע באיתור תקלות במערכת
	5.1 תקנים והוראות יצרן				
	5.1.1 הוראות ותקן ישראלי למיזוג אוויר				
	5.1.2 שיטות לאיתור תקלות				
	5.1.3 שינוש במאגרי מידע				
	5.1.4 הנתונים הנדרשים לתחזוקה ואבחון יחידות מדידה				
	5.2 הכרת הציוד				
	5.2.1 ציוד תחזוקה				
	5.2.2 ציוד לאיתור תקלות				
6	התנסות מעשית			16	יישום הידע התיאורית שנלמד, ביצוע פעולות בסיסיות בתחזוקת המערכת לפי הוראות היצרן, הערכת ומדידת נתונים והשוואת מול נתוני היצרן
	6.1 הכרת הציוד והוראות בטיחות				
	6.1.1 בטיחות כללית				
	6.1.2 הכרת הציוד				
	6.2 פירוק והרכבה של מכלולים				
	6.2.1 המדחס				
	6.2.2 המעבה				
	6.2.3 המאייד				
	6.2.4 השסתום				
	6.2.5 המייבש				
	6.2.6 הצנרת				
	6.3 בדיקות חשמליות				
	6.3.1 שימוש בהוראות יצרן				
	6.3.2 שימוש ברב-מודד				
	6.3.3 בדיקת רכיבים				
	6.4 בדיקת לחצים				
	6.4.1 שימוש בהוראות יצרן				
	6.4.2 בדיקת לחצים בסעפת מדי-לחץ				
	6.5 בדיקת דליפה				

				זיהוי מקומות במערכת עם סכנת דליפה	6.5.1	
מס'	נושא	שעות		מיומנות נלמדת	מתודה	
		עיוני	מעשי			
	ביצוע הבדיקה					
6.6	מילוי קרר ושמן					
	שימוש בהוראות יצרן					
	ביצוע המילוי					
6.7	בדיקת המערכת עם סורק תקלות					
	שימוש בהוראות יצרן					
	ביצוע הסריקה					
		48	16			
		64				

ספרות מומלצת	
1	ש.שקד. אוטוטרניקה, הוצאת המכון לאמצעי הוראה (מא"ה).
2	אהרונז' עמירם, מיזוג אוויר ברכב, הוצאת אורית.
3	מיזוג אוויר ובקרת אקלים ברכב, יוסף בן שפרוט.
4	אתרי אינטרנט- יצרני הרכב.
5	ספרות יצרנים.
6	ספרי Autodata
7	Bosch, Automotive Handbook Edition. 9th

ציוד נדרש	
1	רכב עם מערכת בקרת אקלים
2	דגם לימודי פעיל
3	מדחסים שונים
4	מצמדים
5	מאיידים שונים
6	שסתומי התפשטות
7	בלון גז
8	שמיים למדחסים
9	מכשיר מחזור ומילוי גז
10	ערכת מדי לחץ
11	הוראות יצרן
12	סורק תקלות
13	גלאי דליפות
14	מלחציים להידוק קצה צינור

שם המקצוע	רשתות תקשורת בכלי רכב
מספר מקצוע באוגדן	21
סה"כ שעות בקורס	48 (מתוכם 16 מעשי)
תאריך עריכה אחרון	30.1.19
שם העורך	קוסטה אמסיס + ג'ורג' מטר
תיאור כללי של הקורס	בקורס זה ייחשף הסטודנט אל רשתות תקשורת בכלי רכב. הדגש בקורס יהיה על שיטות להעברת נתונים, מבנה וארגון רשת התקשורת וסיווג הפרוטוקולים וממשקי אבחון תקלות הכרת שיטות להעברת נתונים ומבנה וארגון רשתות תקשורת.
מטרת הקורס	הכרת דירוג רשתות תקשורת בכלי רכב, סיווג רשתות ופרוטוקולים במערכות התקשורת שימוש בצידוד לבדיקה ואבחון תקלות בממשקי האבחון
דרכי הוראה	שיעורים פרונטליים כולל מצגות וסרטונים
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	שיטות להעברת נתונים	4	0		שליטה במושגים והגדרות המערכות השונות להעברת נתונים ברכב	1- הרצאה מתלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים 2- שימוש במערכות לניהול למידה (LMS)
1.1	העברת נתונים בשיטה הקונבנציונלית: - עקרונות - יתרונות וחסרונות - דוגמאות					
1.2	רקע היסטורי והתפתחות מערכות להעברת נתונים רכב					
1.3	העברת נתונים בשיטות מתקדמות (אפיק תקשורת Bus): - הצורך בפיתוח אפיקי תקשורת בעידן המודרני - עקרונות של העברת נתונים דרך אפיק תקשורת Bus					
1.4	קידוד מידע באופן אנלוגי ובאופן דיגיטלי					
1.5	הגדרת המושגים bit (סיבית) ו- Byte (בייט) Dominat & Recessive bit					
1.6	הגדרת המושג "מהירות תקשורת" Data transmission speed					
1.7	הגדרת יחידת מדידת מהירות התקשורת- יחידת bd (baud=bit/sec)					
1.8	העברת נתונים בטור לעומת העברת מידע במקביל (לדוגמה USB)					
1.9	העברת נתונים סנכרונית לעומת אסינכרונית					
1.10	מצבי פעולה של מערכות העברת נתונים: sleep & wake-up modes					
1.11	הגדרת המושג Node (נקרא גם Bus station) הגדרת המושגים Transciever ו- Controller					

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1.12	הגדרת המושג "ריבוב" (Multiplexing) - עקרונות הריבוב - דוגמאות מעולם הרכב					
1.13	השוואה בין השיטות: קונבנציונלית לעומת Bus - יתרונות וחסרונות					
2	שיטות להעברת נתונים - ברמת היכרות	2	0		הכרת שיטות להעברת נתונים	1- הרצאה מתלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים 2- שימוש במערכות לניהול למידה (LMS)
2.1	העברת נתונים דרך חוט אחד: - מולטיפלקס - רשת LIN					
2.2	העברת נתונים דרך שני חוטים: - רשת CAN - רשת Flexray - הצורך בשזירת שני חוטי התקשורת - מתח דיפרנציאלי בין קווי התקשורת - נגדי קצה					
2.3	העברת נתונים דרך אותות אופטיים: - רשת Domestic Digital Bus - רשת MOST					
2.4	העברת נתונים באמצעות אותות אופטיים או גלי רדיו: - רשת Byteflight					
2.5	העברת נתונים באופן אלחוטי: - תקשורת Bluetooth					
3	טופולוגיה של רשתות תקשורת	4	0		הכרת טופולוגיה של חיבורי הרשת	1- הרצאה מתלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים 2- שימוש במערכות לניהול למידה (LMS)
3.1	הגדרת המושג "טופולוגיה" Topology					
3.2	חיבור לינארי Bus					
3.3	חיבור כוכב Star					
3.4	חיבור טבעת Ring					
3.5	חיבור רשת Mesh					
3.6	חיבור משולב Hybrid: - חיבור מסוג Star-bus - חיבור מסוג Star-ring					
3.7	יחידת Gateway בתוך הרשת					
4	ארגון רשת התקשורת Network organization	2	0		הכרת ארגון רשת התקשורת	1- הרצאה מתלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים 2- שימוש במערכות לניהול למידה (LMS)
4.1	מיעון Addressing					
4.2	נגישות Bus access method - שיטת Master-slave - שיטת Multimaster					
5	מודל OSI	2	0			
5.1	הכרת השכבות הפיזיות layer Physical					

מס'	פירוט נושאים		שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
			עיוני	מעשי			
6	דירוג רשתות Classification of bus system		2	0		ידע בדירוג רשתות	1- הרצאה מתלווה בהצגת מצגת בשילוב סרטים 2- שימוש במערכות לניהול למידה (LMS)
	6.1	Class A					
	6.2	Class B					
	6.3	Class C					
	6.4	Class C+					
	6.5	Class D					
7	סוגי רשתות / פרוטוקולים כולל אבחון תקלות		16	16	case study לתקלות במערכות התקשורת.	שליטה בצידוד ואבחון תקלות במערכות התקשורת	1- המחשה מעשית בסדנה 2- עבודה בצוות
	7.1	CAN bus					
	7.2	LIN bus					
	7.3	MOST bus					
	7.4	FlexRay					
	7.5	Bluetooth					
	7.6	ממשקי אבחון Diagnosis interface					
			32	16			
			48				

ספרות מומלצת	
"Automotive Networking" Bosch 2007.	1
"Modern Automotive Technology", Europa Lehrmittel 2014.	2
Tom denton, Automobile electrical and electronic systems 5th, IMI 2018.	3

מס.	רשימת כלים ומכשירים
1	רב-מודד מקצועי
2	אוסילוסקופ יעודי
3	סורק תקלות יעודי
4	מכשיר לבדיקת עומס רשת
5	סימולטור מערכות תקשורת ברכב
6	דימונסטראטור

שם המקצוע	רכב אוטונומי, שיתופי ומקושר
מספר מקצוע באוגדן	22
סה"כ שעות בקורס	16
תאריך עריכה אחרון	2.3.2019
שם העורך	ג'ורג' מטר
תיאור כללי של הקורס	בקורס זה ייחשף הסטודנט אל עתיד עולם הרכב והתחבורה בארץ ובעולם. הדגש בקורס יהיה על רכב אוטונומי, רכב מקושר ורכב שיתופי.
מטרת הקורס	הכרת מושגים וטכנולוגיות מעולם הרכב האוטונומי, המקושר והשיתופי. דירוג רמות ברכב האוטונומי לפי תקנים שונים. חשיפה לטכנולוגיות מתקדמות ברכב המודרני והרכב העתידי. להכיר את היתרונות, החסרונות והסכנות של טכנולוגיות אלו. חשיפה למודלים עתידיים (למשל מודל שלושת האפסים)
דרכי הוראה	שיעורים פרונטליים כולל מצגות וסרטונים
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	רכב אוטונומי Autonomous vehicle	4	0		ברמת היכרות	www.youtube.com/watch?v=xsQvq4WlUYU&t=106s https://ed.ted.com/lessons/the-ethical-dilemma-of-self-driving-cars-patrick-lin
	1.1 הגדרה של רכב אוטונומי					
	1.2 רמות רכב אוטונומי ע"פ SAE					
	1.3 רמות רכב אוטונומי ע"פ NHTSA					
	1.4 תיאוריות של רגולציה בעידן הרכב האוטונומי					
	1.5 אתגרים בתכנון רכב האוטונומי (לדוגמה העניין האתי)					
	1.6 החקיקה בנושא הרכב האוטונומי בשאלת האחריות					
	1.7 תאונות וליקויים ברכבים אוטונומיים אתיקה בתכנון רכב אוטונומי (סיטואציה שבה הרכב חייב לבחור בין שניים: האם לדרוס ילד או זקן?)					
	1.8 סוגי חיישני עזר ברכב אוטונומי: - מצלמה - רדאר Radar (כולל תהליך כיול רדאר לאחר תאונה) - LiDAR (Light Detection & Ranging)					
	1.9 מערכות התרעה וסיוע במניעת תאונות - מערכת Mobileye - מערכת AWACS - מערכת Movon					

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
2	רכב מקושר Connected car		1	0	ברמת היכרות	www.youtube.com/watch?v=Q8Cn47L8FRQ
	2.1	הגדרת רכב מקושר שיטות תקשורת, לדוגמה: DSRC - Dedicated Short Range Communication				
	2.2	V2I - Vehicle to Infrastructure				
	2.3	V2V - Vehicle to Vehicle				
	2.4	V2C - Vehicle to Cloud				
	2.5	V2P - Vehicle to Pedestrian				
	2.6	V2X - Vehicle to Everything				
3	רכב שיתופי Shared mobility		2	0	ברמת היכרות	www.youtube.com/watch?v=O4GiNppLQyY
	3.1	הגדרת רכב שיתופי				
	3.2	דרך פעולה				
	3.3	מודלים שונים בארץ ובעולם (ראה דוגמה בעמודת הערות)				
	3.4	יתרונות וחסרונות של רכב שיתופי				
	3.5	הכרת מושגים: SOV + HOV Single/High Occupancy vehicle				
	3.6	נסיעה משותפת Carpooling				
4	Cav technology connected & automated technology		3	0	ברמת היכרות	www.youtube.com/watch?v=Vo966uHdaE4 www.youtube.com/watch?v=U6vyb7IYzSI
	4.1	Active lane keeping assist				
	4.2	Active park assist				
	4.3	ACC - Adaptive / Active cruise control				
	4.4	Adaptive headlights				
	4.5	Automatic braking				
	4.6	(trailer backup assist) backup assist				
	4.7	Blind spot detection				
	4.8	Cross traffic alert system				
5	ADAS technology Advanced Driver Assistance System		2	0	ברמת היכרות	www.youtube.com/watch?v=bKeun1e0Sbs
	5.1	Evassive steering assist				
	5.2	Augmented reality user manual				
	5.3	Automatic stop start				
	5.4	Automatic brake hold				

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
5.5	Automatic sensing gadgets: - Rain sensing wipers - Cabin climate control - Distracted driver detection - Tire pressure monitoring					
5.6	Voice activated controls					
6	מערכות חדישות ועתידיות		0	1	המטרה העיקרית: חשיפה לטכנולוגיות השונות והכרת שמות המערכות. אין צורך להעמיק בהסברים.	ברמת היכרות
	6.1	הגדרת מושגי יסוד: - מציאות רבודה - AR - מציאות מדומה - VR - Virtual Reality - מציאות מעורבת - MR - Mixed Reality				
	6.2	צילום ממבט-על camera view				
	6.3	ניווט ללא מפה Mapless navigation				
	6.4	Augmented reality head up display				
	6.5	Augmented reality goggles				
	6.6	Flying cars				
	7	תחבורה חכמה Smart mobility		0		
7.1		ניהול זרימת אנשים בעיר People flow management in city				
7.2		עיר חכמה Smart city (בהקשר תחבורתי)				
8	אבטחת סייבר בעולם הרכב		0	1	ברמת היכרות	www.youtube.com/watch?v=WEq6SC0Rcb0 www.youtube.com/watch?v=RvMwZ-bPe-l
	8.1	הגדרת המושג Cyber security				
	8.2	הגדרת המושג Cyber security				
	8.3	הגדרה: Vehicle cyber security				
	8.4	שיטות הגנה מפני התקפת סייבר				
	8.5	אבטחת סייבר Cyber security לכלי רכב				
	8.6	פריצת רכב בעידן הרכב המקושר והרכב האוטונומי Car hacking Car hacker's - ECU hacking -				
			0	16		
		16				

ספרות מומלצת + קישורים	
http://autocaat.org/Technologies/Automated_and_Connected_Vehicles/	1
https://www.neophotonics.com/sensors-for-autonomous-driving/	2
http://publicpolicy.huji.ac.il/.upload/proyekt%20gmar%20tzoarim/jasmin%20vollch%20ilanit%20green.pdf	3
https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/vehicle-cybersecurity#topic-cybersecurity-protection-methods	4
Michael E. McGrath, "Autonomous vehicles", 2018	5
C.D Leonard, "Autonomous vehicles"	6
Lukas Neckermann, "The mobility revolution", 2015 The three zeroes: Zero accidents, Zero ownership and Zero emissions	7

שם המקצוע	ארגון, תכנון וניהול מוסך
מספר מקצוע באוגדן	23
סה"כ שעות בקורס	64
תאריך עריכה אחרון	11.3.2019
שם העורך	ערן קדוש
תיאור כללי של הקורס	להקנות לסטודנט כלים ניהוליים ומיומנויות לארגון, תכנון וניהול במוסך המודרני/מרכז השירות
מטרת הקורס	הסטודנט יכיר וישתמש בכלים, שיטות ומיומנויות לארגון, תכנון וניהול במוסך המודרני/מרכז השירות
דרכי הוראה	הרצאות פרונטליות מלוות במצגות ובסרטונים וסיורים מקצועיים תוך שימוש במאגרי מידע, הוראות יצרן וכלים דידיקטיים לעידוד למידת חקר, למידה עצמית, עבודת צוות ותרגול.
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	מבנה משרד התחבורה והבטיחות בדרכים ונהלי עבודה		12	0	שימוש במאגרי מידע, אתר משרד התחבורה והבטיחות בדרכים	מרצה אורח
	1.1	אגף הרכב, יעדים ותפקידים				
	1.2	חוקים, צווים ותקנות				
	1.3	דיני תעבורה				
	1.4	נוהלי עבודה				
2	ארגון, תכנון וניהול מוסך/מרכז שירות		12	0	עבודה בקבוצות עבודת צוות	הכנת לוח עומס לוח גאנט
	2.1	מבנה ארגוני והגדרות תפקיד				
	2.2	עקרונות תכנון ופיקוח				
	2.3	תכנון העבודה במוסך- לוח עומס				
	2.4	תהליך הטיפול בלקוח וברכב				
	2.5	נוהלי רישום ודיווח				
	2.6	היכר מערכות דיווח ממוחשבות				
3	חקר עבודה במוסך		10	0	שימוש בשעתון יצרן הרכב	המחשה
	3.1	מבוא לחקר עבודה				
	3.2	שיטות לקביעת זמן תקן				
	3.3	שעתון יצרן הרכב				
	3.4	שיטות שכר עידוד				

מס'	פירוט נושאים		שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
			עיוני	מעשי			
4	תכנון מערך המוסך		10	0		עבודה בקבוצות עבודת צוות	הכנת תרשים לפי הכללים
	4.1	תהליך רישוי מוסכים					
	4.2	חישוב היקף העבודה במוסך					
	4.3	חישוב שטחים נדרשים במוסך					
	4.4	תכנון מערכות עזר-תשתיות מוסך					
5	ביטוח המוסך		4	0		שימוש במאגרי מידע	מרצה אורח
	5.1	מבוא לביטוח					
	5.2	ביטוח מבנים ותכולה					
	5.3	ביטוח צד ג'					
	5.4	ביטוח רישיון סחר					
	5.5	ביטוח חבות מעבידים					
	5.6	ביטוח חיים					
6	ניהול מלאי ורכש		6	0		שימוש במערכות ממוחשבות	סיור מקצועי במרכז שירות הכולל מחסן ממוחשב
	6.1	מבוא לניהול מלאי ורכש					
	6.2	קנייה ומכירה של מוצרי תעבורה					
	6.3	מדיניות אחזקת מלאי					
	6.4	שיטות לניהול מלאי					
	6.5	היכר מערכות ממוחשבות לניהול					
7	הדרכת עובדים		10	0		עבודה בקבוצות עבודת צוות	הכנת תרשים לפי הכללים
	7.1	מבוא להדרכת עובדים					
	7.2	שיטות הדרכה וחניכה					
	7.3	תכנון הדרכה וחניכה במוסך					
	7.4	היכר מערכות ממוחשבות ללמידה עצמית					
			64	0			
			64				

רשימת מקורות	
1	גול, א. (2012). מינהל למנהלי מוסך. עתיד רשת מכללות טכנולוגיות.
2	ברגיג, י. וייסברג, א. עדן, נ. (2007). ניהול המוסך המודרני. מפ"ט עמל.
3	Modern Automotive Technology. Europa Lehrmittel (2014)
4	חוק רישוי שירותים ומקצועות בענף הרכב, תשע"ו – 2016

שם המקצוע	ניהול עיסקי ופיננסי
מספר מקצוע באוגדן	24
סה"כ שעות בקורס	32
תאריך עריכה אחרון	11.3.2019
שם העורך	ערן קדוש
תיאור כללי של הקורס	להקנות לסטודנט כלים להגברת המודעות ושיפור היכולת בקבלת החלטות בנושא ניהול עיסקי ופיננסי במוסך המודרני/מרכז השירות.
מטרת הקורס	הסטודנט יכיר את מושגי היסוד לחשבונאות ניהולית ופיננסית, להגברת המודעות ושיפור היכולת בקבלת החלטות בנושא ניהול פיננסי במוסך המודרני/מרכז השירות. הסטודנט יכיר את הדינים למסחר, חוזים ומיסים השימושיים לניהול עסקי.
דרכי הוראה	הרצאות פרונטליות מלוות במצגות ובסרטונים תוך שימוש במאגרי מידע, דוחות כספיים וכלים דידיקטיים לעידוד למידת חקר, למידה עצמית, עבודת צוות ותרגול.
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	חשבונאות פיננסית		12	0	שימוש בדוחות כספיים	המחשה
	1.1	מושגי יסוד בהנהלת חשבונות				
	1.2	ריבית והצמדה				
	1.3	המאזן הכספי				
	1.4	דו"ח רווח והפסד				
2	חשבונאות ניהולית		10	0	שימוש בתמחיר לעבודות במוסך	המחשה
	2.1	הדיווח התמחירי- יעודו ותפקידו				
	2.2	התמחיר ככלי ניהולי				
	2.3	מדדי ניהול ובקרה במוסך				
3	דיני מסחר, חוזים ומיסים		10	0	שימוש במאגרי מידע	מרצה אורח
	3.1	מבוא למשפט				
	3.2	חוזים והסכמים				
	3.3	דיני מיסים				
	3.4	דיני מסחר				
	3.5	אמצעי תשלום				
			32	0		
			32			

רשימת מקורות	
1	גול, א. (2012). מינהל למנהלי מוסך. עתיד רשת מכללות טכנולוגיות.
2	ברגיג, י. וייסברג, א. עדן, נ. (2007). ניהול המוסך המודרני. מפ"ט עמל.
3	Modern Automotive Technology. Europa Lehrmittel (2014)
4	חוק רישוי שירותים ומקצועות בענף הרכב, תשע"ו – 2016

שם המקצוע	מיומנויות ניהול ועקרונות השירות
מספר מקצוע באוגדן	25
סה"כ שעות בקורס	32
תאריך עריכה אחרון	11.3.2019
שם העורך	ערן קדוש
תיאור כללי של הקורס	להקנות לסטודנט כלים ניהוליים ומיומנויות לניהול ומתן שירות במוסך המודרני/מרכז השירות
מטרת הקורס	הסטודנט יכיר וישתמש בכלים ניהוליים, ומיומנויות לניהול ומתן שירות במוסך המודרני/מרכז השירות
דרכי הוראה	הרצאות פרונטליות מלוות במצגות ובסרטונים תוך שימוש במאגרי מידע, סימולציות וכלים דידיקטיים לעידוד למידת חקר, למידה עצמית, עבודת צוות ותרגול.
קורסי קדם	אין

מס'	פירוט נושאים	שעות		הערות	מיומנות נלמדת	מתודה
		עיוני	מעשי			
1	מיומנויות ניהול		0		עבודת צוות הנעה לשיתוף פעולה שכנוע הקשבה ואמפתיה שימוש בשפת גוף	משחק תפקידים המחשה סימולציה הכנת טופס משוב
	1.	תקשורת בין אישית				
	1.	מנהיגות וטכניקות ניהול				
	1.	עקרונות בהנעת עובדים				
	1.	לחץ ושחיקה				
	1.	עבודת צוות				
	1.	משוב והערכת עובדים				
	1.					
2	דיני עבודה		0		שימוש במאגרי מידע	מרצה אורח
	2.	חקיקה ותקנות בענייני עבודה				
	2.	יחסי עובד מעביד				
	2.	קליטה וסיום העסקה				
	2.	חוזים והסכמים				
3	עקרונות השירות		0		אחריות יצרן, רצון טוב Goodwill	משחק תפקידים המחשה סימולציה הכנת שאלות מקדמות (פתוחות ולא שיפוטיות)
	3.	שירות ושיפור השירות				
	3.	איכות השירות ומאפייניו				
	3.	מדידת השירות				
	3.	שימור וניהול קשרי לקוחות				

0	32
32	

רשימת מקורות	
1	גול, א. (2012). מינהל למנהלי מוסך. עתיד רשת מכללות טכנולוגיות.
2	ברגיג, י. וייסברג, א. עדן, נ. (2007). ניהול המוסך המודרני. מפ"ט עמל.
3	Modern Automotive Technology. Europa Lehrmittel (2014)
4	חוק רישוי שירותים ומקצועות בענף הרכב, תשע"ו – 2016

