

פיילוט תשפ"א



המינהל למדע וטכנולוגיה
משרד החינוך

תכנית לימודים למקצוע התמחות

הנדסת אוטו-טק

סמל מגמה 3720

הנדסת אוטו-טק

תוכן עניינים

2	רציונל.....
2	סביבת הלמידה.....
3	מערך שעות הוראה בתחבורה מתקדמת.....
3	הנדסת אוטו-טק 3720.....
4	עיקרי התכנית.....
6	המקצוע הנלמד : מערכות חדשניות.....
10	המקצוע הנלמד: הנדסת מערכות הרכב.....
12	המקצוע הנלמד: מערכות תקשורת וסייבר ברכב חכם.....
14	המקצוע הנלמד: רכב היברידי ורכב חשמלי.....
15	רשימת מקורות ממולצת.....

ועדת המקצוע

מפמ"ר / יו"ר הועדה מר עדן נסים מפמ"ר מגמת תחבורה מתקדמת

עורך מדעי ויועץ אקדמי פרופ' ראובן כץ הפקולטה להנדסת מכונות טכניון

מרכזי הועדה עומר בן ארוש, יוסי ברגיג - מדריכים ארציים

חברי הועדה ד"ר אהרון שחר – מנהל אגף מגמות טכנולוגיות
עודד רייכספלד – מנהל מקצוע במגמה
מוטי שמכה – מדריך ארצי ומרצה במכללות
קובי אביטל – סמנכ"ל מחקר ופיתוח איגוד המוסכים
חגית אליאס – מנכ"לית מומנטום – יבואני הרכב
ענאן חרבאוי – משרד התחבורה
הימת יונס - היחידה לתחליפי דלקים ותחבורה חכמה

ייעוץ מקצועי נחום לסקי – מנהל טכני UMI
צדוק יהושע – מצ"ט המינהל לחינוך התיישבותי
בעלי תפקידי פיקוד - אגף טכנולוגיה צ. ה. ל
יועצי מחלקות הדרכה יבואני רכב
בעלי תפקידים רלוונטיים מהאקדמיה והמכללות בתחום

רציונל

התמחות הנדסת אוטו-טק היא התמחות חדשה לחלוטין המתקיימת בסביבת למידה רב תחומית, חדשנית ומרתקת שמטרתה לפתח את התלמיד ואת דרכי החשיבה שלו לקראת עולם הרכב החכם והתחבורה החכמה עולם המתבסס על בינה מלאכותית (AL).

ההתמחות גובשה במטרה לשמש בית לבני ובנות נוער שיש להם משיכה לתחום הפיתוח והתכנון בעולם האוטומוטיבי והתחבורה החכמה בפרט להעמיק בתחום ההיי טק הטכנולוגי, לחקור אותו ולהכיר אותו מהיבטים שונים ומגוונים. אנו מאמינים כי סביבת הלמידה במגמה תהווה פלטפורמה מעניינת ומעודכנת ללמידת מערכות של תחומים שונים בסביבה מעניינת ומאתגרת.

בוגרי ההתמחות יהיו אנשים עם ראייה מערכתית רב תחומית רחבה, יכולת למידה עצמית, יכולת עבודה בצוות שיוכלו להתמודד עם אתגרי הרכב החכם והתחבורה החכמה. הם יוכלו להשתלב בתחום זה המתפתח באופן סינגולרי שהופך מדי יום את מה שהיה פעם בגדר חלום למציאות.

במהלך לימודי התיכון ניתן יהיה לשלב תכנים אקדמיים בתיאום ובהכרת מוסד אקדמי לתואר ראשון בהנדסה.

סביבת הלמידה

סביבת הלמידה במגמה היא סביבת התנסות בה התלמידים מכירים את תחומי הרכב החכם והתחבורה החכמה. סביבת הלמידה כוללת דגמים, תוכנות הדמיה וגם תוכנות מקצועיות החושפות את הלומדים למערכות רכב החכם בגישת רב תחומית. התלמיד ילמד בכיתה שהיא מעבדה וחלל התנסות.

מערך שעות הוראה בתחבורה מתקדמת הנדסת אוטו-טק 3720

סה"כ		כיתה יב'		כיתה יא'		כיתה י'			
סיכום	ה	ע	ה	ע	ה	ע	ה	ע	
מקצוע מוביל - תחבורה מתקדמת 18 ש"ש									
13	6	7	-	3	3	2	3	2	יסודות התחבורה החכמה
5	-	5	-	1	-	2	-	2	אוריינות אוטומוטיבית
מקצוע התמחות - הנדסת אוטו-טק 21 ש"ש									
7	3	4	1	2	1	1	1	1	מערכות חדשניות
6	2	4	1	2	-	1	1	1	הנדסת מערכות הרכב
3	1	2	1	1	-	1	-	-	מערכות תקשורת וסייבר ברכב חכם
2	-	2	-	1	-	1	-	-	רכב היברידי וחשמלי
3* התנסותי בלבד	-	-	-	-	-	-	-	-	התנסות טכנולוגית לבחירה ביה"ס בתיאום עם הפיקוח
	12	24	3	10	4	8	5	6	סיכום כללי
39	36		13		12		11		סיכום

*התנסות טכנולוגית לבחירת בית הספר בתיאום עם הפיקוח ניתן לשבץ בכיתה י' או יא'

עיקרי התכנית

כיתה י'

1. מערכות חדשניות – 40 שעות עיוני 20 שעות מעשי

- 1.1 יסודות החשמל
- 1.2 רכיבים אלקטרוניים
- 1.3 סוגי חיישנים
- 1.4 ממסרים
- 1.5 מבוא ותרשימי זרימה למערכות העברת הכוח ברכבים שונים
- 1.6 מצמדים
- 1.7 תיבות הילוכים
- 1.8 גל הינע
- 1.9 דיפרנציאל והינע סופי
- 1.10 חישובי יחסי מסירה בתיבות הילוכים וממסרת הינע סופי

2. הנדסת מערכות רכב – 30 שעות עיוני 30 שעות מעשי

- 2.1 מערכות מרכב
- 2.2 סוגי שלדות וחומרים
- 2.3 מערכות לבטיחות פסיבית ואקטיבית
- 2.4 שמשות
- 2.5 בדיקות והכנה לרישוי שנתי

כיתה י"א

1. מערכות חדשניות – 40 שעות עיוני 20 שעות התנסות

- 1.1 מבנה ואופן פעולה של מנועי שריפה פנימית
- 1.2 מערכות עזר למנוע
- 1.3 ניהול מנוע בנזין
- 1.4 ניהול מנוע דיזל
- 1.5 מערכות לבקרת פליטת מזהמים ממנועי בנזין ודיזל

2. הנדסת מערכות הרכב – 30 שעות עיוני 30 שעות התנסות

- 2.1 צמיגים
- 2.2 מערכת בלמים
- 2.3 הגורמים המשפיעים על יציבות הרכב

פיילוט תשפ"א

3. מערכות תקשורת ברכב חכם – 30 שעות עיוני

- 3.1 תשתיות לתחבורה חכמה
- 3.2 שיטות להעברת נתונים
- 3.3 מושגים בתקשורת
- 3.4 תקשורת CAN-BUS
- 3.5 תקשורת LIN-BUS

4. רכב היברידי ורכב חשמלי – 30 שעות עיוני

- 4.1 הרכב ההיברידי
- 4.2 בטיחות במערכות מתח גבוה
- 4.3 מערכת החשמל פריסת רכיבים ברכב היברידי וחשמלי

כיתה י'ב

1. מערכות חדשניות – 60 שעות עיוני 30 שעות התנסותי

- 1.1 מערכות עזר לנהג ADAS
- 1.2 בקרת אקלים
- 1.3 מערכות אבטחה ומיגון

2. הנדסת מערכות הרכב – 60 שעות עיוני 30 שעות התנסותי

- 2.1 מערכות יציבות ברכב
- 2.2 מערכות היגוי
- 2.3 מערכות סיוע והגברה במערכות ההיגוי

3. מערכות תקשורת ברכב חכם – 30 שעות עיוני 30 שעות התנסותי

- 3.1 אבחון
- 3.2 התחברות בעזרת מאבחן 3.3 תקשורת Flexray
- 3.3 תקשורת Most

4. רכב היברידי ורכב חשמלי – 30 שעות עיוני

- 4.1 מנוע בנזין
- 4.2 סוללת המתח הגבוה
- 4.3 מערכת בקרה סוללת מתח גבוה
- 4.4 מצבי טעינה ובלימה רגנטיבית
- 4.5 מערכת לניהול האנרגיה ברכב

פיילוט תשפ"א

המקצוע הנלמד : מערכות חדשניות

מס"ד	הנושא הנלמד	שעות לימוד	
		עיוני	התנסותי
	כיתה י'		
1	יסודות החשמל 1.1 מתח, זרם, התנגדות, חיבורי מעגלים בטור, מקביל, מעורב והתנגדות פנימית. 1.2 כללי בטיחות במעבדת חשמל אלקטרוניקה. 1.3 שימוש ברב מודד 1.4 בנייה של מעגלים זרם ישר, יישור זרם ומתח.	5	5
2	רכיבים אלקטרוניים 2.1 סוגי נגדים – טרמיסטור, P.T.C, N.T.C נגד רגיש לאור LDR 2.2 טרנזיסטורים, מעגלים טרנזיסטורים – השתייה והתראה, הגברה דרלינגטון, מעגלי היפוך ADC, DAC, טריגר שמיט. 2.3 דיודות, דיודות זנר LED, דיודה מבוקרת RCA, SCR	5	3
3	סוגי חיישנים והכרתם – אור, חום, השראתי, מגנטי, הול, פיזו	2	1
4	השראה, מגנטיות ואלקטרו מגנטיות ממסרים - ושימושם במעגלים חשמליים להפעלת צרכנים שונים (4,5 יציאות N.O, N.C)	2	3
5	מערכת טעינה והתנעה	7	3
6	מבוא ותרכיבי זרימה של מערכת העברת הכוח ברכבים שונים: רכב בעל מנוע שריפה פנימית, היברידי וחשמלי הערה: יש להתייחס למערכות וחלקי המערכות ברמה: - זיהוי - מיקום - תפקיד 6.1 רכב בעל מנוע שריפה פנימית: מצמד, תיבת הילוכים, גל הינע דיפרנציאל והינע סופי. 6.2 רכב היברידי טורי, מקבילי, משולב 6.3 רכב חשמלי 6.4 הכרות כללית של רכיבי המתח הגבוה ברכבים היברידי וחשמלי על סוגיהם : 1. סוללת מתח גבוה HV- 2. ממיר מתח - Converter 3. מהפך זרם - Inverter 4. מנוע גנרטור חשמלי - MG 5. כבלי מתח גבוה 6. מדחס מזגן חשמלי	6	שעתיים לכל רכב

פיילוט תשפ"א

		7. מחמם חשמלי לתא נוסעים 8. הצורך במצבר - 12V	
1	3	סוגי מצמדים 7.1 מצמד 7.2 מצמד הידראולי 7.3 ממיר מומנט	7
2	5	סוגי תיבות הילוכים 8.1 ידנית – מכנית 8.2 אוטומטית פלנטרית 8.3 רציפה 8.4 רובוטית	8
1	1	גל הינע 9.1 סוגי גל הינע 9.2 מפרקים שונים בגלי הינע	9
1	2	דיפרנציאל והינע סופי 10.1 סוגי ממסרות הינע סופי 10.2 הינע 4 X 4 כולל תיבת העברה	10
	2	חישובי יחס מסירה בתיבות הילוכים וממסרת הינע סופי	11
20	40	סה"כ	
		כיתה יא'	
4	8	מבנה ואופן פעולה של מנועי שריפה פנימית 12.1 מבנה ועקרונות פעולה של מנוע בנזין ודיזל 4 מהלכים 12.2 תהליכי השריפה במנועים השונים 12.3 מבנה ואופן פעולה של מנגנון השסתומים 12.3.1 מגנוני שסתומים משתנים 12.4 מאפייני מנוע ע"י גרפים 12.5 הסבר על ממדי מנוע וחישובי נפחים, יחס דחיסה הספקים, נצילות, מומנט ותצרוכת דלק	12
4	8	מע' עזר למנוע – סיכה, קירור והצתה 13.1 הסבר ותפקיד המערכות - סיכה, קירור והצתה 13.2 מבנה ואופן פעולת המערכות סיכה, קירור והצתה 13.2.1 במערכת הקירור יש להתייחס לשיטות קירור, ויסות, התראה, מע' חדשות.	13

פיילוט תשפ"א

		13.2.2 במערכת הסיכה יש להתייחס לסוגי חיכוך, צמיגות סוגי שמנים ותכונותיהם, סוגי משאבות שמן ומדי לחץ. 13.2.3 במערכת ההצתה יש להתייחס למע' קונבנציונלית על שלל חלקיה לטובת הבנת הצורך במערכת הצתה מתקדמת. 13.3 תקלות אופייניות במערכות הנ"ל 13.3.1 במערכת ההצתה יש להתייחס למע' קונבנציונלית על שלל חלקיה לטובת הבנת הצורך במערכת הצתה מתקדמת . 13.3.2 תקלות אופייניות במערכות הנ"ל	
4	8	ניהול מנוע בנזין - הזרקת סעפת MPI והזרקת ישירה FSI GDI 14.1 הסבר מושגים- ערך קלורי, מספר-אוקטן, מספר-סטן, יחס אויר דלק סוגי תערובות 14.2 פריסת מע' הדלק במנועי בנזין – תרשימי זרימה של מע' שונות – (ישירה, רב נקודתית, חד נקודתית (היכר בלבד)) 14.3 אופן פעולת מע' הזרקת דלק – יש להתייחס ע"פ מבנה מע' מבוקרת (קלט – עיבוד – פלט) / (חיישנים – יחידת בקרה – מפעילים) 14.3.1 מבנה ואופן פעולה של כל חיישן כולל תקלות נפוצות 14.3.2 מפעילים שונים ע"פ סוג המערכת	14
4	8	ניהול מנוע דיזל - COMMON RAIL 15.1 סקירה על היסטורית מע' ההזרקת במנועי דיזל 15.2 הצורך בניהול מנוע דיזל 15.3 מבנה ואופן פעולה ע"פ מבנה מע' מבוקרת 15.3.1 החיישנים השונים במערכות הזרקת סולר להזרקת בנזין מבנה, אופן פעולה כולל תקלות . 15.3.2 המפעילים השונים במערכות הזרקת סולר לעומת הזרקת בנזין	15
4	8	מערכות בקרה לפליטת מזהמים במנועי בנזין ודיזל 16.1 מערכת Exhaust Gas Recirculation 16.2 מערכת EVAP / Canister 16.3 ממיר קטליטי 16.4 מסנן חלקיקים Diesel Particles Filter 16.5 מערכת בקרת אוריאה Ad-Blue 16.6 מערכת Selective Catalytic Reduction	16

פיילוט תשפ"א

20	40	סה"כ ** הערה : מומלץ לבצע את שעות ההתנסותי במרוכז
		כיתה יב'
5	15	ADAS מע' עזר לנהג 17.1 מערכת תאורה אדפטיבית AFS – Adaptive Front Lighting Systems 17.2 מערכת שמירה על הנתיב LKS – lane keeping system 17.3 מערכת בקרת שיוט אדפטיבית Adaptive Cruise Control System 17.4 התרעת לחץ אוויר בצמיגים Tire Pressure Monitoring System 17.5 פיקוד קולי למערכות הרכב 17.6 מערכות עתידות להיכנס לתא הנהג
10	20	בקרת אקלים 18.1 תפקיד המערכת 18.2 חלקי המערכת העיקריים: מדחס, מייבש, שסתום התפשטות, מאדה ומאייד 18.3 המערכת המבוקרת : חיישנים, יחידת הבקרה ומפעילים
10	15	מע' אבטחה ומיגון הרכב 19.1 קודגית / עלוקה 19.2 מפתח חכם 19.3 מערכות לשליטה על הרכב מרחוק
5	15	מע' תאורה ברכב 20.1 תפקיד המערכת 20.2 סוגי מערכות תאורה 20.3 חיבורים חשמליים במערכת 20.4 בדיקות במערכת התאורה
30	60	סה"כ ** הערה : מומלץ לבצע את שעות ההתנסותי במרוכז

פיילוט תשפ"א

המקצוע הנלמד: הנדסת מערכות הרכב

מס"ד	הנושא הנלמד	שעות לימוד	
		עיוני	התנסותי
	כיתה י'		
1	מערכות המרכב 1.1 תפקיד ומבנה עקרוני של המתלה ברכב 1.2 קפיצים 1.3 בולמים 1.4 מייצבים 1.5 סיווג מתלים – תלוי, בלתי תלוי, תלוי למחצה 1.6 מתלים מיוחדים ברכבי שטח 1.7 מתלה אקטיבי ממוחשב	8	15
2	סוגי שלדות וחומרים 2.1 תפקיד השלדה 2.2 חומרים לבניית השלדה, המרכב 2.3 הטרחות על השלדה (המסגרת) 2.4 סוג שלדות, צורות המבנה ומרכב נושא 2.5 תיקוני שלדות	6	
3	מערכות לבטיחות פסיבית ואקטיבית וחידושים 3.1 כלוב הגנה 3.2 אזורי קריסה 3.3 שימוש במתכות שונות וחומרים מורכבים להגנה על הנוסעים 3.4 חגורות בטיחות 3.5 הגה מתמוטט 3.6 כריות אוויר	10	7
4	שמשות 4.1 סוגי שמשות 4.2 מבנה השמשה, היכר תהליכי ייצור לשמשות הרכב 4.3 תקנים	3	
5	בדיקות והכנה למבחן רישויי שנתי (טסט לרכב) *הערה: סיור מקצועי למכון רישויי מודרני	3	8
סה"כ		30	30

פיילוט תשפ"א

כיתה יא'		
		צמיגים
	10	6.1 תפקיד הצמיג 6.2 סוגי הצמיגים 6.3 מבנה הצמיג 6.4 סימוני הצמיג 6.5 איזון סטטי ודינמי בעת תיקון תקרים
	15	מערכות בלמים
		7.1 מהות הבלימה (שינוי האנרגיה הקינטית ליצירת כוחות הפועלים בכוון הפוך לכוון הנסיעה) 7.2 מערכת בלימה הידראולית- עקרון חוק פסקל 7.3 מבנה מערכת בלמים הידראולית – (חלקי המערכת ותפקידם, מעגלי בלימה) 7.4 בלמי דיסק ובלמי תוף הסבר, הבדלים אופן פעולה 7.5 מגבר בלם - תפקיד ואופן פעולה 7.6 תקלות, בדיקות ותיקונים
	5	8 הגורמים המשפיעים על יציבות הרכב
0	30	סה"כ
		כיתה יב'
		מערכות יציבות ברכב
	20	BDS ABS, ASR .EBD .EBL,TCR ,ESP 9.1 תפקיד המערכת 9.2 אופן פעולה 9.3 בדיקות ותקלות
10	20	מערכת היגוי
		10.1 טרפזיית ההיגוי 10.2 עקרון אקרמן 10.3 זוויות היגוי 10.4 סוגי ממסרות במע' ההגה
10	20	מערכות סיוע והגברה במערכת ההיגוי
		11.1 היגוי הידראולי 11.2 היגוי חשמלי 11.3 היגוי ללא מוט היגוי Drive By Wire
10	20	סה"כ
30	60	* הערה : מומלץ לבצע את שעות ההתנסותי במרוכז

פיילוט תשפ"א

המקצוע הנלמד: מערכות תקשורת וסייבר ברכב חכם

מס"ד	הנושא הנלמד	שעות לימוד	
		עיוני	התנסותי
	כיתה יא'		
1	היסטוריה של התחבורה 1.1 תשתיות חכמות לתחבורה עתידית 1.1.1 מערכות בקרה ותנועה V2V 1.1.2 V2X everything 1.1.3 הערה: רצוי להשתמש בסרטון להמחשה	4	
2	שיטות להעברת נתונים לפני עידן התקשורת הדיגיטלית	3	
3	התפתחות מערכות התקשורת ברכב – רקע היסטורי	3	
4	הכרת המושגים 4.1 ביט bit 4.2 סיבית byte 4.3 קצב העברה 4.4 תקשורת טורית 4.5 תקשורת מקבילית	10	
5	תקשורת CAN BUS 5.1 חיווט, שזירה 5.2 אופן העברת המידע ע"י שינוי מתחים 5.3 מבנה ההודעה 5.4 חישוב הפרשי המתחים 5.5 יתרונות חסרונות	5	
6	תקשורת LIN BUS 6.1 חיווט 6.2 מבנה התקשורת Master ו Slave 6.3 יתרונות חסרונות	5	
סה"כ		30	0

פיילוט תשפ"א

כיתה יב'		
	6	אבחון 7.1 מבנה שקע האבחון 7.2 מטרת שקע האבחון 7.3 תקן OBD
	8	התחברות מאבחן רכב לשקע האבחון 8.1 בדיקת זרם המידע המתקבל דרך המאבחן 8.2 הפעלות שונות שניתן לבצע במערכות רכב
	5	תקשורת Flexray 9.1 החיווט – שזירה, סיכוך, התמודדות עם הפרעות, שדה מגנטי כשלים ותיקון
	5	תקשורת אופטית MOST 10.1 השוואה בין אות חשמלי לאות אופטי
	6	11 הגנת סייבר למחשבי הרכב
30	30	סה"כ

פיילוט תשפ"א

המקצוע הנלמד: רכב היברידי ורכב חשמלי

מס"ד	הנושא הנלמד	שעות לימוד	
		עיוני	התנסותי
	כיתה יא'		
1	הרכב היברידי 1.1 מבנה בסיסי של רכב היברידי 1.1.1 הגדרות ופירוט חלקיו העיקריים 1.1.2 הוראת הנוהל 146 1.2 חלוקה לקטגוריות תצורות רכב היברידי לפי הגדרות יצרני הרכב Micro Hybrid 1.2.1 Mild Hybrid 1.2.2 Strong Hybrid 1.2.3 Plug-in Hybrid 1.2.4	10	
2	בטיחות במערכות מתח גבוה 2.1 הגורם האנושי 2.2 אמצעי זהירות והגנה 2.3 חוק החשמל לעבודה במתח גבוה – הרשאה מנהלית 2.4 המתח הגבוה ואמצעי זהירות ברכבי היברידי וחשמלי 2.4.1 מערכת אינטרלוק	10	
3	מערכת החשמל – פריסת הרכיבים ברכב היברידי וחשמלי 3.1 פירוט חלקי מערכת המתח הגבוה – תפקיד כל חלק	10	
סה"כ		30	0
	כיתה יב'		
5	מנוע בנזין 5.1 מחזור אטקינסון 5.2 מחזור מילר	6	
6	סוללת המתח הגבוה – עקרונות הפעולה 6.1 מושגים בסוללות	6	
7	מערכת בקרה סוללת מתח גבוה 7.1 מעגל ממסרי SMR	6	
8	מצבי טעינה כולל בלימה רגנטיבית	6	
9	מערכת ניהול האנרגיה ברכב Battery mode – Gasoline mode	6	
סה"כ		30	0

רשימת מקורות ממולצת

1. המנוע המודרני, יוסי ברגיג, שמואל פרייזן הוצאת מפ"ט – עמל.
2. אוטרוניקה, שלמה שקד, הוצאת המכון לאמצעי הוראה מא"ה.
3. מדריך וטבלאות עזר למכונאות רכב, המרכז לחינוך טכנולוגי.
4. מערכות חשמל מתקדמות ברכב, איגוד המוסכים.
5. חשמל ואלקטרוניקה ומיזוג אוויר ברכב, יוסי בן שיפרוט הוצאת אוטודאטא.
6. תורת המנוע, אלכס בוגטיקוב הוצאת אוטודאטא.
7. תורת הרכב, אלכס בוגטיקוב הוצאת אוטודאטא.
8. מערכות ממוחשבות ואבחון ברכב, אלכס בוגטיקוב הוצאת אוטודאטא.
9. מיזוג אוויר ובקרת אקלים, יוסי בן שיפרוט הוצאת אוטודאטא.
10. תוכנת ELECTUDE - הולנד.
11. Euro Lehrmittel – מתורגם לעברית בהוצאת מכללת מוטו-גת 2020
12. Euro Lehrmittel ספר נוסחאות מתורגם לעברית בהוצאת מכללת מוטו-גת 2020
13. Europa thek – modern automotive technology -2019
14. הזרקת דלק ממוחשבות במנוע בנזין, ב' אביעד.
15. תיבות הילוכים אוטומטיות, ב' אביעד, הוצאת אורית.