

משרד העבודה הרווחה  
והשירותים החברתיים  
חוסן חברתי לישראל



משרד התחבורה  
והבטיחות בדרכים

אגף בכיר לרכב ושירותי תחזוקה

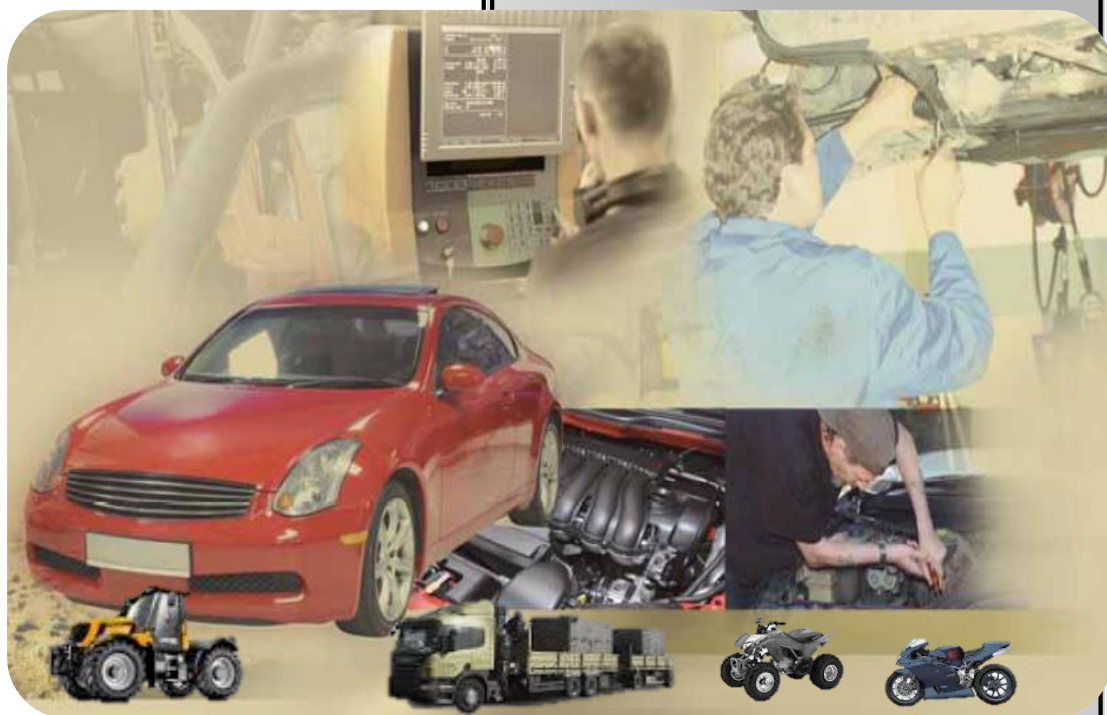


ענף רכב  
מגמה 2354

תכנית לימודים

אוטוטרניקה - רמה מתקדמת

הכשרת מבוגרים  
השתלמויות



  
תכ"ל  
היחידה לפיתוח  
תכניות לימודים

ירושלים  
תשע"ד 2014



## מהדורה זו (2014):

**כתיבה ועריכה:** שלמה שקד  
עמירם אהרוני  
משה רוסו  
אבירם גינת

**עריכה גרפית ועיצוב:** אלינור אביצור, רכזת לשכה בכירה, היחידה לפיתוח תכניות לימודים





## **מבוא**

מצורפת בזאת הצעת תכנית לימודים ב-"אוטוטרניקה - רמה מתקדמת" שהינה רמת המשך להכשרת אוטוטרנאי רמה א' ולאחר ניסיון מקצועי מוכח במוסך. רמה זו היא הרמה הבכירה מבחינה מקצועית במדרג המקצועי לפני הדרגה של ה"מנהל המקצועי" במוסך.

מתוקף מעמדו זה בעל המקצוע (אוטוטרנאי רמה מתקדמת) נדרש לקבל החלטות מקצועיות ולבצען, לייעץ ולסייע למנהל המקצועי וגם לתת הוראות/הנחיות מתאימות לאנשי המדרג המקצועי הנמוך יותר.

לצורך ביצוע תפקידו נדרש ממנו ידע טכנולוגי מתקדם בתחומי מכונאות הרכב, מערכות החשמל, אלקטרוניקה, מיזוג אוויר ובקרת האקלים ברכב, ובעיקר יכולת ומיומנות לאיתור וזיהוי תקלות ברכיבים, אביזרים, חלקים – במערכות הללו.

לפיכך בתכנית כאן רשימת נושאי לימוד המעודכנים בהתאם לטכנולוגיות הנמצאות ברכב המודרני מחד- ובהתאם לדרישות הסיווג המקצועי-מאריך.

בתכנית עודכנו הנושאים הקשורים בתיקשורת מחשבים ואלקטרוניקה במערכות הרכב השונות, נושאים נוספים שהיו במהדורה הקודמת הקשורים בשמירה על איכות הסביבה (פליטה וזיהום אוויר), בבטיחות הרכב והנסיעה, רכב חשמלי והיברידי ועוד. המורה המלמד עפ"י התכנית כאן, חייב להתבסס על נתוני והוראות יצרן, האמצעים הדיגיטליים והטכנולוגיות המתקדמות להשגתם, ולשלב דוגמאות מוחשיות ומעשיות מתחום המקצוע וממגוון כלי הרכב הנעים על כבישי הארץ.

היקף ורמת הלימודים הנדרשים מחייבים ולוקחים בחשבון ידע קודם נרכש של הלומדים (בהכשרה מקצועית או השתלמויות) ו/או ניסיון מעשי בתחום, ובנוסף, נדרש מהם במהלך הקורס, עבודת בית והשקעה בלימוד עצמי(על המורים להדגיש זאת בתחילת הקורס במסגרת תיאום הציפיות ופירוט הדרישות מהלומד בקורס)!

אנו מבקשים להודות לתא הפיקוח המקצועי - ענף הרכב(שקד שלמה, רוסו משה ועמירם אהרוני) - על הסיוע המקצועי בכתיבה והפקת התכנית.

ייתכנו שינויים מסויימים בתכנים, בתנאי קבלה או/ו בבחינות על כן יש לעקוב אחרי הפרסומים אודות תכנית זו.

נשמח לקבל הערות ותגובות בנוגע לתכנית, ע"מ שנוכל לשפרה בעתיד.

**ובינתיים, לכל המשתמשים בה בהצלחה!**





## מסגרת תכנית הלימודים

| פרק | הפרק   | עמוד | שעות  | הערות                   |
|-----|--|------|-------|-------------------------|
|     | <b>חלק 1: המנוע ומערכותיו</b>  |      |       |                         |
| א.  | המנוע - תכונות ומאפיינים   | 6    | 8     |                         |
| ב.  | המנוע - מבנה   | 10   | 12    |                         |
| ג.  | מערכות המנוע:  |      |       |                         |
|     | 1. מערכת הסיכה   | 13   | 6     |                         |
|     | 2. מערכת הקירור  | 14   | 6     |                         |
|     | 3. מערכת הדלק - בנזין וניהול המנוע                                     | 15   | 20    |                         |
|     | 4. זיהום אויר ומתקנים להקטנתו  | 18   | 8     |                         |
|     | 5. מערכת דלק - במנועי דיזל   | 20   | 16    |                         |
| ד.  | אבחון תקלות במנוע ומערכותיו  | 24   | 20    |                         |
|     | ניהול וסנכרון מערכות מנוע מבוקרות מחשב                                 |      |       | פירוט ראה פרק י"ב בהמשך |
|     | <b>חלק 2: המרכב ומערכותיו</b>  |      |       |                         |
| ה.  | מערכת הבלמים ובקרת יציבות הרכב:  |      | (112) |                         |
|     | 1. מערכת בלמים - עקרונות   | 26   | 2     |                         |
|     | 2. מערכת בלמים - הידראולית   | 27   | 10    |                         |
|     | 3. מערכת בלמים - פניאומטית   | 29   | 10    |                         |
|     | 4. מערכת בלמים הידרו - פניאומטית                                       | 31   | 2     |                         |
|     | 5. בלמי האטה   | 31   | 4     |                         |
| ו.  | מערכת העברת הכח:   |      |       |                         |
|     | 1. מערכת העברת הכח- עקרונות  | 32   | 2     |                         |
|     | 2. מצמדים, ממיר מומנט  | 32   | 6     |                         |
|     | 3. תיבת הילוכים  | 32   | 16    |                         |
| ז.  | גלי הנע  | 36   | 4     |                         |
| ח.  | ממסרת הנע  | 36   | 8     |                         |
| ט.  | מתלה והיגוי  | 36   | 24    |                         |
| י.  | האופן  | 40   | 4     |                         |
| יא. | מערכת ריסון ובטיחות  | 40   | 8     |                         |
| יב. | ניהול וסנכרון מערכות רכב מבוקרות מחשב כולל תקשורת בין מחשבים - CAN-BUS | 42   | 12    |                         |





| פרק  | הפרק   | עמוד | שעות | הערות                   |
|--|--|------|------|-------------------------|
| <b>חלק 3: מערכות חשמל ואלקטרוניקה</b>        |  |      |      |                         |
|  | 1. תורת החשמל  | 45   | 12   |                         |
|  | 2. אלקטרוניקה  | 45   | 10   |                         |
|  | 3. מערכת התאורה  | 46   | 8    |                         |
|  | 4. מערכת המחוננים                                      | 48   | 8    |                         |
|  | 5. המצבר   | 49   | 4    |                         |
|  | 6. מערכת ההתנעה  | 50   | 12   |                         |
|  | 7. מערכת הטעינה  | 51   | 16   |                         |
|  | 8. מערכת ההצתה   | 55   | 16   |                         |
|  | 9. רכב היברידי   | 56   | 20   |                         |
|  | 10. מערכות נוחות, מיגון, שמע ואביזרים ברכב             | 57   | 8    |                         |
| <b>חלק 4: מערכות מיזוג אוויר ובקרת אקלים</b> |  |      |      |                         |
|  | 1. יסודות התרמודינמיקה ומושגי יסוד                     | 60   |      |                         |
|  | 2. תפקידיה ופעולת מערכת מיזוג האוויר ברכב              | 60   |      |                         |
|  | 3. מחזור קירור בסיסי, הגדרת תפקידי המכללים / קווי הלחץ | 60   |      |                         |
|  | 5. מעבר חום  | 60   |      |                         |
|  | 6-9. המדחס / המעבה / המאדה / שסתום התפשטות / המייבש    | 60   |      |                         |
|  | 10-13. רכיבים חשמליים במערכת הקירור                    | 61   |      |                         |
|  | 14. בקרת מהירות המפוח                                  | 61   |      |                         |
|  | 15. חיישנים  | 62   |      |                         |
|  | 16. מערכת בקרת אקלים/טמפרטורה                          | 62   |      | במערכות מ"א ובקרת אקלים |
|  | 17-18. בטיחות בעבודה, בדיקות/טיפולים                   | 62   |      |                         |
| <b>(סה"כ שעות) (370)</b>                     |  |      |      |                         |

## נספח – אוכלוסיות יעד לקורסי אוטורניקה – רמה מתקדמת

**קורס אוטורניקה רכב קל-עד 3500 ק"ג (מינהל מקצועי)**

|  |   |
|--|---|
| <b>קורס אוטורניקה – רמה מתקדמת</b><br>(קורס ארוך - 370 ש')<br>(2222) | <b>קורסי השלמה אוטורניקה – רמה מתקדמת (קורסים קצרים)</b><br>(2223) (2224) |
|--|---|

| <u>שנות ותק מקצועי בתחום ממועד קבלת התעודה</u> | <u>תנאי קבלה / תעודה נדרשת</u>                              | <u>תנאי קבלה / תעודה נדרשת</u>                    |
|--|---|---|
| 1  | אוטורניקה רמה א' – (מסלול תעשייתי)                          | הסמכה לניהול מוסך – מכונאות רכב (2224)            |
| 1  | אוטורניקה רמה א' – התמחות אופנועים (מסלול תעשייתי)          | הסמכה לניהול מוסך – חשמל רכב (2223)               |
| 2  | אוטורניקה רמה א' – (מסלול 62)                               | הסמכה/אישור לניהול מוסך – מיזוג אוויר לרכב (2223) |
| 2  | אוטורניקה רמה א' – (מסלול מבוגרים)                          | הסמכה לניהול מוסך – צמ"ה (2224)                   |
| 2  | אוטורניקה רמה א' – (מבוגרים, בעלי וותק מקצועי 3 ש' + בתחום) | הסמכה לניהול מוסך – אופנועים (2224)               |
| 2  | סוג 1 – מכ"ר (בעלי סיווג)                                   | סוג 2 – חש"ר (2223)                               |
| 2  | סוג 1 – חש"ר (בעלי סיווג)                                   | סוג 3 – מכ"ר (2224)                               |
| 1  | סוג 2 – מכ"ר (בעלי סיווג)                                   | בוגרי אוטורניקה + סוג 2 – חש"ר (2223)             |
| 2  | תחזוקת כלי צמ"ה   | בוגרי אוטורניקה + סוג 3 – מכ"ר (2224)             |
| לא נדרש  | מיזוג אוויר לרכב - שלב 3 (הסתדרותי)                         |   |
| לא נדרש  | מכונאות אופנועים-שלב 3 (הסתדרותי)                           |   |





## חלק 1: המנוע ומערכתיו (סה"כ 96 ש')

### פרק א' - המנוע (תכונות ומאפיינים)

| מס'      | הנושא  | שעות | הערות  |
|----------|--|------|--|
| א.<br>1. | <p><b>המנוע (תכונות ומאפיינים) (1)</b><br/> <b>מחזור פעולת המנוע (בניזין/דיזל):</b><br/>                     - תהליכי המחזור במנוע 2/4 פעימות בהקשר ל:<br/>                     טמפרטורה לחצים, ונצילות</p> <p>- דיאגרמה אינדיקטורית<br/>                     - תהליך בניית הדיאגרמה בהתייחס למהלך הבוכנה<br/>                     עיתוי הצתה, עיתוי פתיחה/ סגירת שסתומים (פתחים ומעברים)</p> <p>- זמני פתיחת וסגירת השסתומים והשפעתם על דרגת המילוי (יעילות ניפחית), מהירות זרימת הגזים.</p>  | 8    | <p><b>(1)</b> יש להתייחס לכל הסעיפים המפורטים בפרק המנוע, למנועי שרפה פנימית בניזין 4 ו-2 פעימות ומנועי דיזל 4 ו-2 פעימות</p>  |
| 2.       | <p><b>מושגים וגדלים פיזיקליים: (2) (3)</b></p> <p>- <b>כח</b> - ק"ג כח, ניוטון, פאונד<br/>                     - <b>לחץ</b> - <b>N</b> (ניוטון), <b>Pa</b> (פסקל), <math>10 \text{ N/Cm}^2</math> בר לחץ ברומטרי: לחץ אטמוספרי, לחץ מוחלט, תת לחץ <math>\text{Kg/Cm}^2</math> (ק"ג/סמ"ר), <b>At</b> (אטמוספירה) <b>P.S.I</b> פאונד אינטש מרובע</p> <p>- <b>עבודה</b> - <b>NM</b> - ניוטון מטר - ג'אול,<br/> <b>KGM</b> - ק"ג מטר, <b>Lb.ft</b> - פאונד רגל,<br/>                     - <b>הספק</b> - <b>watt</b> - וואט (ג'אול לשנייה)<br/> <b>KW</b> - קילו וואט,<br/> <b>NM/S</b> - ניוטון מטר לשניה,<br/> <b>CV</b> - כ"ס מטרי,<br/> <b>KCAL</b> - קילו קלוריה,</p> <p>- <b>אנרגיה</b> - הגדרת המושג ערך קלורי סגולי האנרגיה בהתייחס לעבודה ולחום</p> |      | <p><b>(2)</b> יש להתייחס ליחידות מידה והמרה בשיטות שונות, מומלץ לתת דוגמאות מנתונים טכניים מספרות יצרן</p>   |
| 3.       | <p><b>גדלים במבנה המנוע/ הגדרות וחישובים:</b></p> <p>- קוטר בוכנה, מהלך הבוכנה<br/>                     - נפח חלל הצילנדר<br/>                     - חלל השרפה<br/>                     - יחס דחיסה</p>  |      | <p><b>(3)</b> פרק א' סעיפים 1 עד 9<br/>                     תירגול חישובים ייעשה בשיטת הצבה לנוסחאות נתונות. המטרה שימוש נכון במושגים, גדלים ויחידות מידה וקבלת אומדן/ גודל/כמות ביחידות מתאימות (הכל בהתאם לנוסחאות</p> |





| הערות | שעות | הנושא   | מס' |
|-------|------|---|-----|
|       |      | <p>- שינוי ביחס הדחיסה והשפעתו על פעולת המנוע<br/>                     - נפח הכולל של המנוע</p>   |     |
|       |      | <p><b><u>מהלך הבוכנה:</u></b></p> <p>- היחס בין קוטר הבוכנה למהלכה<br/>                     - מהלך: ארוך, ריבועי, קצר<br/>                     - מהירות הבוכנה</p>  | .4  |
|       |      | <p><b><u>כוחות ולחצים על הבוכנה:</u></b></p> <p><u>כוחות:</u> התפלגות הכוחות הפועלים על הבוכנה והשפעתם על מערכת הארכובה, הכוח על הבוכנה, הכוח הנורמלי הפועל על דופן הצילינדר, מומנט סיבוב הארכובה</p> <p><u>לחצים:</u> לחץ אינדיקטורי ממוצע, לחץ שריפה מירבי, לחץ דחיסה</p>   | .5  |
|       |      | <p><b><u>עבודת המנוע:</u></b></p> <p>- <b>עבודה אינדיקטורית (Nm)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ לחץ בוכנה אינדיקטורי</li> <li>▪ כח בוכנה אינדיקטורי</li> <li>▪ מהלך דרך הבוכנה</li> </ul> <p>- <b>עבודה יעילה (Nm)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ לחץ בוכנה ממוצע יעיל</li> <li>▪ כח בוכנה יעיל</li> </ul> <p>- <b>הספק המנוע</b></p> <p>1. הספק אינדיקטורי (KW)<br/>                     הספק יעיל (KW)<br/>                     יש להתייחס למומנט סיבוב (Nm)<br/>                     ולסיבובי המנוע לדקה (R.P.M)</p> <p>2. הספק ניפחי של המנוע בהתייחס להספק יעיל ונפח הכללי של המנוע</p> <p>3. הספק משקלי בהתייחס להספק יעיל ומשקל המנוע</p> <p>4. הספק רשמי (לצורך רישוי ומיסוי)</p> | .6  |
|       |      | <p>בהתייחס לערכי כח דרך זמן ומספר הצילינדרים</p>  |     |
|       |      |   |     |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות |
|-----|---|------|-------|
| 7.  | <p><b><u>נצילות:</u></b></p> <p>- הגדרת הביטוי ומשמעותו. היחס בין המושקע, (תצרוכת דלק) למתקבל (הספק, כמות חום)</p> <p><b>- נצילות מכנית</b><br/>היחס בין ההספק היעיל של המנוע להספק האינדיקטורי של המנוע</p> <p><b>- נצילות יעילה</b><br/>בהתייחס לכמות החום המתקבלת על גלגל התנופה לבין כמות החום המושקעת בצילינדר</p> <p><b>- נצילות תרמית</b><br/>היחס בין כמות חום המתקבלת (רק חלק הופך לעבודה) לבין סה"כ כמות החום המושקעת</p> <p><b>- נצילות אינדיקטורית</b><br/>היחס בין העבודה המעשית המנוצלת לבין העבודה האינדיקטורית</p> <p><b>- נצילות ניפחית</b><br/>היחס בין נפח האויר או התערובת הנכנסים באופן מעשי, ובין נפח האויר או התערובת שהיו צריכים להיכנס באופן תיאורטי (נפח הצילינדר)</p> <p><b>- נצילות כללית</b><br/>מכפלת הנצילות המכנית בנצילות האינדיקטורית ובנצילות הטרמית</p> |      |       |
| 8.  | <p><b><u>חלוקת האנרגיה במנוע - "מאזן החום":</u></b></p> <p>- כמות החום המשוחררת בשרפת הדלק</p> <p>- כמות החום הנהפכת לעבודה יעילה</p> <p>- הפסדי חום: למערכת קירור, לגזי פליטה, לחיכוך, לקרינה</p> <p>- גרף מאזן החום</p>   |      |       |
| 9.  | <b><u>דיאגרמת מאפייני המנוע (מאפיין חיזוני):</u></b>  |      |       |





| מס' | הנושא  | שעות | הערות   |
|-----|--|------|---|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- מבנה הדיאגרמה</li> <li>- מטרת הדיאגרמה</li> <li>- הפרמטרים: סל"ד - מהירות סיבוב, הספק יעיל מומנט סיבוב יעיל, תצרוכת דלק סגולית (יוסבר בהמשך)</li> <li>- תכונות הפרמטרים: מומנט, הספק תצרוכת דלק שינוי המומנט, שינוי ההספק, שינוי תצרוכת דלק סגולית</li> <li>- הגדרת המושגים: מומנט, הספק, תצרוכת דלק, שינוי המומנט, שינוי ההספק, שינוי תצרוכת דלק סגולית</li> <li>- תחום גמישות המנוע</li> <li>- משמעות והשפעת תחום הגמישות על סגנון הנסיעה: חסכוני/ ספורטיבי והחלפת ההילוכים</li> <li>- מיכשור למדידת הספקים ומומנטים: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ דינמומטר מנוע, (חשמלי, הידראולי) - מבנה ותפקיד</li> <li>▪ דינמומטר שילדה (גלילים) - מבנה ותפקיד</li> </ul> </li> <li>- חישובי הספק, מומנט, סל"ד עפ"י גרף מאפיין מנוע.</li> </ul> |      | <p>מומלץ להמחיש דיאגרמה ומאפיינים מנתוני יצרן ומתוך ספרות טכנית</p> |





## פרק ב' - המנוע (מבנה) חלק 1: המנוע ומערכותיו

| מס'        | הנושא   | שעות | הערות |
|------------|---|------|-------|
| <b>ב.</b>  | <b><u>המנוע (מבנה):</u></b>   | 12   |       |
| <b>1.</b>  | <p style="text-align: center;"><b><u>הצילנדרים</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- תנאי עבודה, לחץ גזים, שינויי טמפ'</li> <li>- חיכוך, הכוחות הפועלים על הדפנות</li> <li>- מימדים, גדלים אופייניים, חומרים לייצור</li> <li>- בלאי והשפעתו על פעילות המנוע</li> <li>- זיהוי פגמים שכיחים - כולל ע"י מדידת האובליות/קוניות</li> </ul>  |      |       |
| <b>2.</b>  | <p style="text-align: center;"><b><u>בית הארכובה</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- תנאי עבודה, הטרחות גל הארכובה, כוחות כפיפה/פיתול תושבות ומסבים ראשיים</li> </ul>  |      |       |
| <b>3.</b>  | <p style="text-align: center;"><b><u>תושבות המנוע</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- נקודות איגון המנוע</li> <li>- תושבת עליונה תלויה, תושבת תחתונה</li> </ul>  |      |       |
| <b>4.</b>  | <p style="text-align: center;"><b><u>גל הארכובה:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מבנה גל הארכובה והשפעתו על סדר ההצתה (העבודה)</li> <li>- חומרים לייצור</li> <li>- כוחות ומאמצים הפועלים על גל הארכובה (כפיפה/פיתול)</li> <li>- זיהוי פגמים שכיחים כולל ע"י מדידה</li> <li>- מרווח צירי בין גל הארכובה לבית הארכובה</li> <li>- גל איזון לגל הארכובה, תפקיד, מבנה ואופן פעולתו</li> </ul> |      |       |
| <b>4.1</b> | <p style="text-align: center;"><b><u>משככי תנודות ומאזנים:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מיקום, מבנה, תפקיד</li> <li>- תקלות שכיחות</li> </ul>   |      |       |
| <b>4.2</b> | <p style="text-align: center;"><b><u>מסבי החלקה:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מסבים לכוחות רדיאלים וכוחות ציריים</li> <li>- חומרים לייצור מסבי החלקה</li> <li>- סוגי מסבים (תפקיד, מבנה ושימוש): מסבים ראשיים, טלטלים, גל זזים, פיך בוכנה</li> <li>- מרווח סיכה</li> <li>- שיטות למדידה</li> </ul>  |      |       |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות |
|-----|---|------|-------|
| 5.  | <p>- זיהוי פגמים בשיטות שונות</p> <p><b>הבוכנה:</b></p> <p>- כוחות הפועלים על הבוכנה בתנאי עומס משתנה: לחץ הגזים, הכוח הנורמלי, התפלגות הכח ע"ג מנגנון הארכובה</p> <p>- מהירות תנועת הבוכנה</p> <p>- חומרים לייצור ציפוי ושיטות הגבלת התפשטות</p> <p>- זיהוי פגמים ותקלות באזורי הבוכנה (באזור הטבעות, פין בוכנה, חצאית הבוכנה)</p> <p>- פיזור החום ע"ג הבוכנה והשפעתו על מרווח בוכנה וצילנדר</p> |      |       |
| 6.  | <p><b>הטלטל:</b></p> <p>- היחס בין אורך הטלטל לרדיוס סיבוב הארכובה</p> <p>- חומרים לייצור</p> <p>- כוחות ומאמצים בתנאי עומס משתנים</p> <p>- זיהוי פגמים בטלטל ושיטות תיקון</p>  |      |       |
| 7.  | <p><b>פין בוכנה:</b></p> <p>- חומרים לייצור</p> <p>- כוחות ומאמצים בתנאי עומס משתנים</p> <p>- שיטות חיבור והתאמה בין הבוכנה לטלטל</p> <p>- זיהוי פגמים בפין בוכנה</p> <p>- מיקום פין הבוכנה ביחס לבוכנה, קדח סימטרי, אסימטרי</p>  |      |       |
| 8.  | <p><b>טבעות הבוכנה:</b></p> <p>- טבעות דחיסה וטבעות סיכה</p> <p>- כוחות ולחצים בתנאי עבודה שונים</p> <p>- פרופיל הטבעות</p> <p>- חומרים לייצור, ציפוי, ותכונות</p> <p>- מרווח התפשטות במנעולים ובחריץ הבוכנה</p> <p>- זיהוי פגמים בטבעות הבוכנה</p>   |      |       |
| 9.  | <p><b>גלגל התנופה:</b></p> <p>- קציבות ו/או קציבות גלגל תנופה</p> <p>- היחס בין גודל הגלגל למס' הצילנדרים ומס' הפעימות</p> <p>- פגמים בגלגל תנופה</p>   |      |       |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות |
|-----|---|------|-------|
| 10. | <p><b><u>מערכת השסתומים:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- דיאגרמת תיפלוגת הגזים (ראה פרק המנוע תכונות ומאפיינים)</li> <li>- תיפלגות גזים משתנה (V.T.E.C) בתנאי עבודה משתנים</li> <li>- שיטות ומבנה מערכות לעיתוי משתנה לפתיחה וסגירת שסתומי היניקה ביחס למהירות סיבובי המנוע</li> <li>- השסתום (פליטה /יניקה)</li> <li>- חומרים לייצור</li> <li>- כוחות מאמצים והטרחות תרמיות -בתנאי עבודה משתנים</li> <li>- זיהוי פגמים במכלול השסתום (מוביל, תושבת, קנה, צלחת)</li> </ul> |      |       |
| 11. | <p><b><u>גל הפיקות:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- חומרים לייצור</li> <li>- כוחות ולחצים בתנאי עומס משתנים</li> <li>- מסבי גל הפיקות</li> <li>- זיהוי פגמים בגל הפיקות</li> </ul>   |      |       |
| 12. | <p><b><u>ממסרות הנע גל הזיזים (תיזמון):</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- שיטות הנע (D.O.H.C – O.H.C)</li> <li>- שיטות למתיחה במנגנוני תמסורת והנעה (רצועה או שרשרת)</li> <li>- זיהוי פגמים בממסרת ההנע</li> </ul>   |      |       |
| 13. | <p><b><u>ראש מנוע:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- חומרים לייצור</li> <li>- הטרחות על ראש המנוע</li> <li>- תקלות ועיוותים בראש המנוע</li> <li>- שיטות לאיתור פגמים בראש המנוע</li> <li>- אטם ראש וחומרים לייצור אטמים</li> <li>- מבנה תא השרפה: צורות שונות של תא שרפה למנועי בניזין עפ"י סוג ההזרקה</li> <li>- התכונות הנדרשות מתא השרפה במנועי בניזין</li> </ul>   |      |       |
| 14. | <p><b><u>אבחון תקלות עפ"י ניתוח תוצאות בדיקת דחיסה במנוע</u></b></p> <p><b><u>אבחון תקלות עפ"י ניתוח תוצאות בבדיקת נפילת לחץ</u></b></p>  |      |       |





## פרק ג' - מערכות המנוע

### חלק 1: המנוע ומערכותיו

| מס' | הנושא  | שעות | הערות |
|-----|--|------|-------|
| 1.  | <b>מערכת הסיכה:</b>  | 6    |       |
| 1.1 | <b>החיכוך</b><br>- הגדרות, סוגים ותכונות<br>- שיטות להקטנת חיכוך - טריז השמן   |      |       |
| 1.2 | <b>שמני סיכה:</b><br>סיווג קבוצות השמנים לפי מקורם – מינרלי, אורגני, סינטטי, חצי סינטטי<br>סיווג קבוצות השמנים לפי יעודם במערכות הרכב השונות:  |      |       |
| 1.3 | <b>תכונות השמנים:</b><br>- צמיגות השמן<br>- תוספים לשמנים ומיונם עפ"י תפקידם<br>- שיטות סווג שמנים לפי תקנים (S.A.E, ו- A.P.)<br>- שיטות לקביעת דרגת צמיגות השמן   |      |       |
| 1.4 | <b>הסיכה במנוע (שיטות סיכה מקובלות):</b><br>- סיכת מערכות המנוע (מכללי המנוע ומנגנוני עזר כגון: מגדש ומשאבות הזרקה)<br>- מבנה ועיקרון הפעולה:<br>רכיבי מערכת הסיכה, אגן שמן, משאבת שמן, מסנן שמן מצנן שמן שסתום פורק לחץ, שסתום עוקף. שסתומים חד כיוונים.<br>- תרשים זרימת השמן במהלך פעולת המנוע<br>- משאבות שמן: מיון עפ"י סוגים, מבנה, שיטות הפעלה<br>- ויסות לחץ שמן - בתנאי פעולת מנוע משתנים<br>- סינון השמן - שיטות, מבנה המסנן ושסתום העקיפה |      |       |
| 1.5 | <b>בקרה והתראה במערכת הסיכה:</b><br>- מדי לחץ ויחידות מידה, Kg/cm <sup>2</sup> - Bar - K.Pa<br>- חיישן חום שמן מנוע<br>- חיישן גובה השמן באגן<br>- מפסק לחץ שמן (גבוה - נמוך)<br>- יחידת בקרת לחץ שמן מנוע - מרכיבי המעגל החשמלי<br>- מנורת התראה לחץ שמן מנוע בלוח השעונים  |      |       |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות   |
|-----|---|------|---|
| 2.  | <p>- שסתום עוקף מצנן שמן (יח' טרמית לצורך חימום מהיר של המנוע )</p> <p>- תקלות שכיחות במערכת סיכה</p> <p>- תצרוכת שמן מופרזת, לחץ שמן נמוך - גבוה,</p> <p>- תקלות במערכת המכנית של המנוע והשפעתן על: מידת לחץ השמן ותכונות השמן.</p> <p>- מדי לחץ ויחידות מידה, K,Pa - Bar - <math>Kg/cm^2</math></p> <p>- חיישן חום שמן מנוע</p> <p>- חיישן גובה השמן באגן</p> <p>- מפסק לחץ שמן (גבוה - נמוך)</p> <p>- יחידת בקרת לחץ שמן מנוע - מרכיבי המעגל החשמלי</p> <p>- מנורת התראה לחץ שמן מנוע בלוח השעונים</p> <p>- שסתום עוקף מצנן שמן (יח' טרמית לצורך חימום מהיר של המנוע )</p> <p>- תקלות שכיחות במערכת סיכה</p> <p>- תצרוכת שמן מופרזת, לחץ שמן נמוך - גבוה,</p> <p>- תקלות במערכת המכנית של המנוע והשפעתן על: מידת לחץ השמן ותכונות השמן.</p> <p><b><u>מערכת הקירור:</u></b></p> <p>- הטמפרטורה, ומדידתה: קלוין, צלסיוס, פרנהייט</p> <p>- מאזן החום במנוע (דיאגרמת ההתפלגות)</p> <p>- חום סגולי חום כמוס</p> <p>- השפעת הלחץ על הרתיחה</p> <p>- הטמפרטורה הקריטית של המנוע</p> <p>- טמפרטורת עבודת המנוע בתנאי עבודה משתנים</p> <p>- שיטות למדידת (טמפ'), חום עבודת המנוע ומנגנוני התראה/אזהרה</p> <p>- רכיבי מערכת קירור בנוזל:מקרן, מגופה ומבנה השסתומים במגופה, מיכל עיבוי, תרמוסטט דו שסתומים, מע' חימום תא הנוסעים, משאבת מים</p> <p>- מרכיבים חשמליים במערכת קירור: מאווררים, ממסר, יחידת מיתוג אלקטרו-טרמית, משאבה חשמלית, טמוסטט חשמלי, חיישני חום</p> | 6    | <p>מושגים, הגדרות, גדלים ויחידות מידה, שימוש בטבלאות המרה מומלץ להשתמש בדוגמאות לנתונים מתוך ספרות יצרן</p> |





| מס' | הנושא  | שעות | הערות |
|-----|--|------|-------|
| 3   | <p>- תרשימי זרימת נוזל הקירור במנוע עפ"י מיקום הטרמוסטט, מעגל זרימת נוזל במנוע קר ומעגל זרימת נוזל במנוע חם</p> <p>- תקלות שכיחות במערכת קירור מנוע (בנוזל) והשפעתם על מרכיבי מערכת הקירור, מכללי המנוע והמערכות המשולבות (סיכה, דלק הצתה, תמסורת אוטומטית וכד')</p> <p>- שיטות לאיתור תקלות במערכת הקירור</p> <p>- תקינות הטרמוסטט, נזילות, איבודי מים וכ"ד</p> <p>- איבחון ותקלות שכיחות</p> <p><b>מערכת הדלק בנוזל וניהול המנוע:</b></p> <p>ההרכב הכימי של הדלק</p> <p>- מבנה כימי (פחמן, מימן, גפרית)</p> <p>- סימול כימי</p> <p>- תכונות הדלק</p> <p>- אחוז המרכיבים</p> <p>- מס' אוקטן של הדלק והשפעתו בתהליך השריפה</p> <p>- שיטות לקביעת אוקטן הדלק "RON" "MON"</p> <p>- דלק נטול עופרת</p> <p>- תוספים</p> <p><b>ההרכב הכימי של האוויר:</b></p> <p>- מבנה כימי (חמצן, חנקן)</p> <p>- סימול כימי</p> <p>- תכונות המרכיבים</p> <p>- אחוז היחסי של המרכיבים</p> <p><b>תערובת אוויר:</b></p> <p>- תהליך השריפה</p> <p>- היחס (משקלי + נפחי) דלק/ אוויר</p> <p>- תערובת סטוכיומטרית, תערובת עשירה, תערובת ענייה</p> <p>- יחס תערובת דלק ואוויר למצבים שונים של עבודת המנוע:</p> <p>סרק, שיוט, מעמס, התנעה, קור</p> <p><b>גזי הפליטה:</b></p> <p>- מבנה הכימי של גזי הפליטה</p> | 20   |       |
| 3.1 | <p><b>ההרכב הכימי של האוויר:</b></p> <p>- מבנה כימי (חמצן, חנקן)</p> <p>- סימול כימי</p> <p>- תכונות המרכיבים</p> <p>- אחוז היחסי של המרכיבים</p>  |      |       |
| 3.2 | <p><b>תערובת אוויר:</b></p> <p>- תהליך השריפה</p> <p>- היחס (משקלי + נפחי) דלק/ אוויר</p> <p>- תערובת סטוכיומטרית, תערובת עשירה, תערובת ענייה</p> <p>- יחס תערובת דלק ואוויר למצבים שונים של עבודת המנוע:</p> <p>סרק, שיוט, מעמס, התנעה, קור</p>   |      |       |
| 3.3 | <p><b>גזי הפליטה:</b></p> <p>- מבנה הכימי של גזי הפליטה</p>  |      |       |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות |
|-----|---|------|-------|
| 3.4 | <p>- פחמן, חמצן, מימן, חנקן<br/>- סימול כימי (H<sub>2</sub>O - NO<sub>x</sub> - O<sub>2</sub> - HC - CO<sub>2</sub> - CO)<br/>- הקשר שבין טיב השריפה להרכב הכימי של גזי הפליטה<br/>- ניתוח פעולת המנוע עפ"י פלט נתוני הגזים השרופים</p> <p><b>מערכת הזרקת דלק בנוזן מבוקרת מחשב:</b></p> <p><b>- הזרקה רב נקודתית:</b></p> <p>- תרשים זרימת הדלק במערכת הזרקת רב נקודתית<br/>- מרכיבי המערכת: מיכל, משאבה, מסנן, ווסת לחץ, קו חלוקה, מתז<br/>- מיכל דלק - אבטחה בזמן תאונה<br/>- משאבת דלק - מיקום, ממסר הפעלה, ספיקה, לחץ, בטיחות<br/>- מסנן דלק - מיקום ותחזוקה<br/>- ווסת לחץ דלק ( קו הלחץ) פעולה בתנאי עבודת מנוע משתנים<br/>- ווסת לחץ דלק ע"ג צינור החלוקה,<br/>- ווסת לחץ דלק הממוקם בסמוך למשאבה במיכל הדלק<br/>- צינור קו חלוקת דלק<br/>- צינור קו חלוקת הדלק, שיטות חיבור מזרקים והשקטת רעשים<br/>- מתזים - חיבורי חשמל, מבנה, וסינכרון ההפעלה</p> <p><b>מתז להזרקת סעפת, מתז להזרקת ישירה</b></p> <p><b>סעפת היניקה: מפלי לחץ ורעשי זרימה</b></p> <p>- סעפת היניקה: מסלול זרימת האוויר (ארוך ומסלול קצר) להגדלת הנצילות הניפחית (מילוי תערובת) מבנה ועיקרון פעולה.<br/>- בקרת מהירות זרימת האוויר ע"י מצערת נוספת בסמוך לשסתום היניקה</p> |      |       |
| 3.5 | <p><b>חיישנים במערכת הזרקת דלק מבוקרת מחשב:</b></p> <p>- מיקומם והשפעתם על כמות הדלק המוזרקת למנוע, חיווט תיזמון וסינכרון<br/>- חיישן חום מנוע<br/>- חיישן חום אוויר יניקה<br/>- חיישן לחץ סעפת יניקה</p>   |      |       |
| 3.6 | <p><b>חיישנים במערכת הזרקת דלק מבוקרת מחשב:</b></p> <p>- מיקומם והשפעתם על כמות הדלק המוזרקת למנוע, חיווט תיזמון וסינכרון<br/>- חיישן חום מנוע<br/>- חיישן חום אוויר יניקה<br/>- חיישן לחץ סעפת יניקה</p>   |      |       |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות |
|-----|---|------|-------|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- חיישן (כמות) זרימת אויר</li> <li>- חיישן מצב מצערת (כולל מתג סרק)</li> <li>- חיישן נקישות</li> <li>- חיישן סל"ד מנוע</li> <li>- חיישן חמצן לפני הממיר/אחרי הממיר(רגיל ופס רחב)</li> <li>- חיישן מיקום: גל ארכובה, גל זיזים, נקודה מתה עליונה</li> <li>- בקרת סרק: מנועי צעד, על בית המצערת/עקיפת מצערת (הפיקוד החשמלי והפעלה אורכית או אנכית)</li> <li>- דושת דלק אלקטרונית</li> <li>- מצערת אלקטרונית – הפעלה חשמלית מבוקרת מחשב</li> </ul>   |      |       |
| 3.7 | <p><b>מערכת הזרקת דלק ישירה (רב נקודתית)</b></p> <p>עקרון פעולת מנוע המצוייד במערכת הזרקת דלק ישירה בהתייחס ליחס דלק אויר, עיתוי ההזרקה.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מד זרימת אויר, יחידת מצערת מופעלת חשמלית, חיישן לחץ סעפת יניקה, משאבת דלק ללחץ נמוך (במיכל הדלק) משאבת דלק ללחץ גבוה, ווסת לחץ דלק גבוה, חיישן לחץ דלק גבוה, מזרק הדלק.</li> <li>- לחצי דלק מקובלים במערכת הזרקת דלק ישירה לחץ נמוך, לחץ גבוה</li> <li>- זמני הזרקה מקובלים במערכת הזרקת דלק ישירה</li> <li>- לחצי הזרקה מקובלים במערכת הזרקת דלק ישירה</li> <li>- וויסות לחץ הדלק במערכת הזרקת דלק ישירה</li> <li>- יחסי דלק ואויר במערכת הזרקת דלק ישירה</li> </ul> |      |       |
| 3.8 | <p><b>בקרת שיוט:</b> רכיבי המערכת ופעולתם בתנאי הפעלת בקרת שיוט, (יח' הבקרה, חיישנים, יחידה חשמלית מפקדת מחשב מחשב מתג אור בלם לניתוק המערכת)</p>   |      |       |
| 3.9 | <p><b>יחידת בקרת המנוע – המחשב E.C.U</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>אות חשמלי אנלוגי</li> <li>אות חשמלי דיגיטלי</li> <li>- אותות כניסה למחשב ע"י חיישנים</li> <li>- המרת אותות אנלוגיים לדיגיטלים ביחידת בקרת המנוע</li> </ul>  |      |       |





| מס'       | הנושא  | שעות | הערות |
|-----------|--|------|-------|
|           | <p><b>C.P.U</b> (יחידת עיבוד מרכזית) - גרף - מפה תלת ממדית, ערכי הזרקת כמויות דלק בסיסיות, ערכי כמויות הזרקה פיצוי ותיקון, חישוב ערכים חדשים</p> <p><b>- זיכרון ROM</b> - זיכרון הניתן לקריאה בלבד -זיכרון צרוב בערכי יצרן לתיפקוד מפעילים כגון: זמן הזרקה, בקרת סרק, תזמון הצתה</p> <p><b>- זיכרון R.A.M</b> - ערכי מדידה חדשים להפעלת מפעילים.</p> <p>ממיר אותות מדיגיטלי לאנלוגי להפעלת מפעילים ע"י זרם או מתח מוגדר</p> <p>- מולטי פלקס - מערכת מחשבים מובנת ברכב BSI, CAN-BUS</p> | 8    |       |
| <b>.4</b> | <b><u>זיהום אוויר: מתקנים להקטנת זיהום אוויר</u></b>   |      |       |
| 4.1       | <b>זיהום האוויר והפחתתו</b>  |      |       |
|           | <p>- מקורות הזיהום ברכב מנועי:</p> <p>צינור הפליטה, בית ארכובה, אדי דלק</p> <p>- סוגי הגזים המזהמים ומקורם</p> <p>פחמימנים (HC)</p> <p>חד תחמוצת הפחמן (CO)</p> <p>תחמוצת החנקן (NOx)</p> <p>זיהומי עופרת ותרבות כימיות</p> <p>- ניתוח הרכב הגז וסיבות להיווצרותו</p> <p>- התקנים לבקרת מזהמים</p> <p>- תקן 96/96 להגבלת זיהום אוויר מרכב מנועי</p>  |      |       |
| 4.2       | <b>האיוורור המאולץ של בית גל הארכובה ואגן השמן (P.C.V) והשפעתו על זיהום האוויר</b>   |      |       |
| 4.3       | <b>בקרת התנדפות הדלק והשפעתו על זיהום האוויר:</b>  |      |       |
|           | <p>- מערכת עם מיכל ספיגה (פחם)</p> <p>- בדיקת תקינות המערכת באמצעות מערכת צמודת אבחון עצמי O.B.D</p> <p>- חיישן לחץ במיכל הדלק</p> <p>- שסתום חסימה למיכל פחם פעיל</p> <p>- מערכת התראה</p>  |      |       |
| 4.4       | <b>הזרקת האוויר במערכת הזרקת דלק - והשפעתו על הקטנת זיהום האוויר:</b>  |      |       |
|           | - מערכת הזרקה באמצעות משאבה וסעפת אוויר  |      |       |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות |
|-----|---|------|-------|
| 4.5 | <p>- מערכת הזרקה לסעפת הפליטה בהשפעת פעימות הפליטה</p> <p>- חיישנים במע' (ראה חיישנים במע' הזרקת דלק)</p> <p><b>מיחזור גז הפליטה - והשפעתו על הקטנת זיהום האויר</b></p> <p>- E.G.R - מתקני הפעלה</p> <p>- NO x - הרכב כימי</p> <p>- Selective Catalytic Reduction – SCR</p> <p><b>- מסנן חלקיקים</b></p> <p><b>- הזרקת אוראה</b></p> <p><b>- ממיר חמצני</b></p>                               |      |       |
| 4.6 | <p><b>הממיר הקטליטי - תלת דרכי</b></p> <p>- מבנה ותהליך המרה כימי</p> <p>- שיטות לקביעת תקינות</p>  |      |       |
| 4.7 | <p><b>חיישן חמצן ( O2 )</b></p> <p>- לפני הממיר/אחרי הממיר</p> <p>- למדה סנסור</p> <p>- חיישן פעולה בחוג סגור /בחוג פתוח</p>  |      |       |
| 4.8 | <p><b>שיפור השריפה בעמעמים:</b></p> <p>( Exhaust Pressure Regulator) = E.P.R</p> <p>וסת לחץ סעפת פליטה במנועי דיזל</p> <p>- חסימת צינור הפליטה (השארית מרווח מינימלי לציאת גזים) בסיבובי סרק לצורך העלאת הלחץ והחום בצילינדר למטרת שרפת סולר מושלמת.</p> <p>במהלך סרק על מנת למנוע פליטת עשן שחור ובהתחלת נסיעה.</p> <p>- השסתום ומערכת הפיקוד והבקרה בתנאי עבודת המנוע בסרק ובעומס משתנה</p> |      |       |
| 4.9 | <p><b>תקלות שכיחות במערכת דלק בניזן:</b></p> <p>- בדיקת תקינות המערכת</p> <p>- ביצוע מדידות ואבחון למרכיבי המערכת</p> <p>- בדיקה בעזרת הפעלת ציוד ומכשור מדידה</p> <p>0תיקני ויחודי בעזרת סורק/ מפעיל/בודק (*)</p> <p>- זיהוי התקלה ברכיב / מערכת</p> <p>- קביעת רמת התיקון</p>   |      |       |

(\* השוואת נתוני הבדיקה בהתייחס לנתוני יצרן לצורך קביעת איכות





| הערות          | שעות | הנושא   | מס'                 |
|----------------|------|---|---------------------|
| ותקינות המערכת | 16   | <p>- בדיקה ואימות תיקון הליקוי</p> <p><b>מערכת דלק במנועי דיזל:</b></p> <p>- חום ולחץ משתנה בפעולת המנוע</p> <p>- תאי שרפה, סוגים והשפעתם על פעולת המנוע</p> <p>- תכונות הסולר - מספר הצטן</p> <p>- תהליך השרפה במנוע דיזל</p> <p>- מערכת חימום מוקדם של תא השריפה</p> <p><b>מערכת דלק במנוע המצוייד במשאבת הזרקה טורית/רוטורית מכנית או מבוקרת מחשב :</b></p> <p>- מיכל דלק, משאבת אספקה, מסנני הדלק, צנרת לחץ נמוך, צנרת לחץ גבוה, צנרת עודפים</p> <p>- ניקוז אוויר מהמערכת, סיבות להוצרות ושיטות ניקוז</p> <p><b>יחידת הזרקה טורית מכנית או מבוקרת מחשב:</b></p> <p>- תזמון והפעלת היחידה במשאבה מכנית/מבוקרת מחשב</p> <p>- הטובלנית ושיטת מדידת כמויות</p> <p>- שסתום ההספקה</p> <p>- מוט קיצוב הדלק בהפעלה מכנית/אלקטרונית</p> <p>- יח' אלקטרונית להתאמת כמויות ההזרקה</p> <p><b>יחידה הזרקה רוטורית:</b></p> <p>- ראש החלוקה: טעינה, מדידה ובנית לחץ גבוה במשאבת מכנית או מבוקרת מחשב</p> <p><b>יחידת הזרקה אלקטרונית (יח' בודדת לכל צילינדר):</b></p> <p>המערכת החשמלית של יח' ההזרקה וסינכרון ההזרקה, שיטת מדידת הכמויות והתחלת ההזרקה</p> <p><b>מערכת הזרקה "מסילה משותפת" C.R:</b></p> <p>- משאבת דלק לבנית לחץ גבוה (2300 BAR)</p> <p>- המסילה המשותפת ושסתום אל חוזר</p> <p>- שסתום וסת הלחץ שינוי הלחץ בתנאי עבודת מנוע משתנים</p> <p>- מערכת קירור דלק חוזר</p> <p>- יחידת ההזרקה: ריסוס הדלק ושיטה אלקטרונית לקביעת</p> <p>כמות הדלק המוזרקת ונקודת התחלת ההזרקה</p> | <p>5</p> <p>5.1</p> |





| מס' | הנושא  | שעות | הערות |
|-----|--|------|-------|
|     | בתנאי עבודת מנוע משתנים.   |      |       |
| 5.2 | <p><b>חיישנים ומפעילים במערכות הזרקת דלק מבוקרות מחשב:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- יח' בקרת אותות כניסה מחיישנים ואות מוצא למזרקים</li> <li>- חיישן סיבובי מנוע</li> <li>- חיישן מיקום גל ארכובה, גל זיזים, ונקודה מתה עליונה</li> <li>- חיישן תחילת הזרקה</li> <li>- חיישן חום הדלק</li> <li>- חיישן לחץ סעיפת יניקה</li> <li>- חיישן לחץ הדלק בצינור החלוקה</li> <li>- חיישן כמות זרימת האויר</li> <li>- חיישן חום מנוע</li> <li>- חיישן חום אויר יניקה</li> <li>- מפעיל E.G.R ומצערת ליצירת הפרש לחצים בסעפת היניקה</li> <li>- דושת דלק אלקטרונית</li> <li>- מפעיל מתקני חימום מוקדם של תא שרפה</li> <li>- מפעיל שסתום מצערת, להגברת זרימת אוויר במהירות שיוט</li> <li>- בקרת פעולת מגדש (טורבו) בתנאי עבודת מנוע משתנים</li> <li>- הפעלת מדומם דלק אלקטרוני</li> <li>- קידום או איחור הזרקה מבוקר מחשב</li> </ul> |      |       |
| 5.3 | <p><b>קריאת חיווט חשמלי והקשר בין רכיבי המערכת: חיישנים, מפעילים, יחידת הזרקה, ויח' הבקרה (D.E.U)</b></p>  |      |       |
| 5.4 | <p><b>מזרק במנוע דיזל:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- המרסס וצורת ריסוס בהתייחס למבנה תא השרפה</li> <li>- המרסס במערכות הזרקה מבוקרות מחשב (הזרקה רב שלבית)</li> <li>- מרסס להזרקה ישירה (שלבי פתיחת המרסס)</li> <li>- מרסס במערכת הזרקה מסוג מסילה משותפת</li> <li>- הפעלה ע"י סליל אלקטרומגנטי</li> <li>- הפעלה ע"י מזרק פיאוז'</li> </ul>   |      |       |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות  |
|-----|---|------|--|
| 5.5 | <b>ווסתים במשאבות הזרקה מכנית או מבוקרת מחשב</b><br>- פעולת הווסת בתנאי פעולת מנוע משתנים<br>- ויסות אלקטרוני/חשמלי מבוקר מחשב  |      |  |
| 5.6 | <b>מגדש (טורבו):</b><br>- לחץ גידוש והמרצה בתנאי עבודה משתנים של המנוע<br>- ויסות ובקרת פעולת מגדש<br>- מגדש בעל ספיקה משתנה<br>- בקרת הפעלת המגדש<br>- מגדש "על" – תפקיד והשפעה על פעולת המנוע, אופן הפעלתו, תנאי הפעולה<br>- בקרת הפעלת המגדש<br>- אינטר קולר - קירור אויר מוגדש להגבלת נצילות ניפחית |      |  |
| 5.7 | <b>זיהום אויר בפעולות מנועי דיזל ודרכים להקטנתם</b><br>- תקן יורו: 3,4,5,6<br>- E.G.R במנוע דיזל<br>- מסנן חלקיקים<br>- הזרקת אוראה<br>- ממיר חמצני<br><u>ראה זיהום אויר במנועי הבנזין</u><br>- שיטות לבדיקת עשן ברכב המצוייד במנוע דיזל<br>- בדיקה ע"ג דינמומטר<br>- בדיקה בהאצה חופשית                |      |  |
| 5.8 | <b>תקלות שכיחות במערכת דלק דיזל:</b><br>- בדיקת תקינות המערכת<br>- ביצוע מדידות ואבחון למרכיבי המערכת<br>- בדיקה בעזרת הפעלת ציוד ומכשור מדידה תיקני ויחודי (*)<br><br>- זיהוי התקלה ברכיב/במערכת<br>- קביעת רמת התיקון<br>- בדיקה ואימות תיקון הליקוי  |      | (*) השוואת נתוני הבדיקה בהתייחס לנתוני יצרן לצורך קביעת איכות ותקינות המערכת |





**משרד העבודה הרווחה והשירותים החברתיים**  
חוסן חברתי לישראל

אגף בכיר להכשרה מקצועית ופיתוח כוח אדם





## פרק ד' - אבחון תקלות במנוע ומערכותיו חלק 1: המנוע ומערכותיו

| מס' | הנושא   | שעות | הערות      |
|-----|---|------|------------|
|     | <p><b>אבחון פעולות מערכות המנוע ע"י חיבור סורק תקלות לשקע אבחון תיקני (16 פינים) בעזרת סורק תקלות המכיל מידע התואם למנוע הניבדק.</b></p> <p><b>בדיקות אבחון מומלצות</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- בבדיקת זיהוי קוד תקלות O.B.D.2</li> <li>- בדיקת תיפקוד חיישנים ומפעילים של מערכות: הצתה, דלק וזיהום אויר.</li> <li>- בדיקת תיקשורת CAN BUS בין רכיבי המערכות.</li> <li>- בדיקת "תדמית" (גרף) החיישנים בעזרת סקופ מעבדתי דו רוצי.</li> <li>- אבחון 4 גזים וניתוח סיבות לקבלת נתונים בעלי סטייה מהוראות היצרן.</li> <li>- השוואת נתוני הבדיקה והשוואתם עם נתוני היצרן של המערכת הנבדקת.</li> <li>- ביצוע תרשימים והמלצות לקביעת אסטרטגיות תיקון התקלה.</li> <li>- בדיקת מצבר בעומס.</li> <li>- בדיקת זרם זליגה.</li> <li>- בדיקת זרם התנעה.</li> <li>- בדיקת מתח טעינה.</li> <li>- בדיקת אמוביליזר.</li> <li>- בדיקת תקינות מחוונים.</li> <li>- בדיקת ממסרים ונתיכים.</li> <li>- בדיקת רכיבי חשמל של מערכת הדלק ומערכת הצתה.</li> <li>- בדיקת רכיבי מעגל חשמלי של מערכת הקירור.</li> <li>- זיהוי רכיבים על-פי תרשימי חשמל מקוריים של היצרן של המנוע או של המכלל הנבדק.</li> <li>- קריאת תרשימי חשמל מקוריים של המכלל הנבדק בהתייחס למערכות הטעינה וההתנעה.</li> <li>- בדיקת מפלי מתח במערכת הטעינה וההתנעה.</li> </ul> | 20   | מפורט למטה |





| הערות | שעות | הנושא  | מס' |
|-------|------|--|-----|
|       |      | <p><b><u>הערות</u></b></p> <p>האבחון יבוצע ע"ג מנוע בניזין הזרקה ישירה תיזמון משתנה, הכולל משבת מנוע מקורי, נפח עד 1600 סמ"ק, המנוע מוצב ע"ג מעמד הכולל מטף כיבוי, לוח מחוונים מקורי, שקע אבחון 16 פינים, מערכת פליטה מושלמת הכוללת ממיר קטליטי, שני חיישני חמצן, מערכת ניקה מושלמת הכוללת: מסנן אויר מצערת חשמלית ורכיבי מערכת למניעת זיהום אויר כגון: EGR/קניסטר.</p> <p><b>רכיבי המנוע הנעים ימוגנו ומערכת הפליטה תופנה אל מחוץ לשטח אזור הבדיקה.</b></p> <p>במהלך ביצוע האבחון יש להנחות להתייחס להוראות בטיחות הקשורים בהתנעת המנוע, לרכיבים נעים, חום, מתח נזלים וגזים.</p> <p><b>אמצעי אבחון נידרשים:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- סורק תקלות המאפשר חיבור לשקע האבחון ול- PC כולל ברקו.</li> <li>- סקופ מעבדתי דו ערוצי עם אפשרות חיבור ל- PC.</li> <li>- מכשיר אבחון 4 גזים.</li> <li>- רב מודד.</li> <li>- מכשיר לבדיקת מצבר בעומס.</li> <li>- מד זרם השראתי.</li> <li>- מד מתח/זרם טעינה.</li> <li>- מד ואקום.</li> <li>- תרשימי חשמל מקוריים של יצרן המנוע (המאובחן) בהתייחס למערכות: הדלק, הצתה, קירור וסיכה.</li> </ul> <p><b>• קבוצת תלמידים בשיעור אבחון תיכלול עד 10 תלמידים.</b></p> |     |





## חלק 2: המרכב ומערכתיו (סה"כ 112 ש')

### פרק ה' - מערכת הבלמים ובקרת יציבות הרכב

| מס' | הנושא  | שעות | הערות   |
|-----|--|------|---|
| 1.1 | <p><b>מערכת הבלמים (כללי):</b></p> <p><b>עקרונות בסיסיים, מושגים, גדלים וחוקים פיזיקליים:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- חיכוך, מקדם החיכוך, כח אחיזה והשפעתו על מרחק בלימה - נעילה והחלקה</li> <li>- לחץ, הלחץ וחוק פסקל, יחידות מדידה של לחץ (בשיטות שונות)</li> <li>- כח, הגברת הכח, עיקרון המכבש ויישומו במערכת הבלמים, יחידות מדידה (בשיטות שונות)</li> <li>- שטח - יחידות מדידה (בשיטות שונות)</li> <li>- מהירות - יחידות מדידה (בשיטות שונות)</li> <li>- מומנט וכח בלימה באופן, כח הקפי בבלמי התוף, כח התמדה וכח בלימה, עבודה והספק בבלימה</li> <li>- תאוטה ותאוצה</li> <li>- חלוקת כוחות על הרכב <b>בזמן נסיעה</b> ע"ג מישור ומישור משופע</li> <li>- חלוקת כוחות על הרכב <b>בבלימה</b> ע"ג מישור ומישור משופע</li> </ul> | 2    | <p>בהידראוליקה<br/>ופנאומטיקה</p>               |
| 1.2 | <p><b>הכוחות הפועלים במהלך בלימה והשפעתם על יציבות הרכב ומרחק הבלימה</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- המרת אנרגיה, עבודה בבלימה, הספק בלימה</li> <li>- כוחות נסיעה, כוחות בלימה, כוחות לחצי צד, כוחות הצמדה, מומנט סבסוב, מומנט אנרציה</li> <li>- כוחות בלימה ולחצי צד כפונקציה של החלקה</li> <li>- ההשפעה הצדדית של הכוחות בתנאי בלימה רגילים וחריגים</li> <li>- נעילת גלגל, החלקה וכוחות צד בתנאי בלימה משתנים</li> <li>- גלגול גלגל ומניעת נעילה והשפעתו על כיוון הנסיעה בתנאי בלימה משתנים</li> <li>- תחום פעולת מערכת A.B.S</li> <li>- הקשר והשפעת הגדלים הנ"ל על בלימת הרכב ומרחק בלימה</li> </ul>   |      | <p>ביצוע תרגילי חישוב<br/>בסעיפים 1.3-1.2-1</p> |
| 1.3 | <b>הגורמים הקשורים בבלימה :</b>  |      |   |



| מס' | הנושא  | שעות | הערות                   |
|-----|--|------|-------------------------|
| 1.4 | <p>הגורם האנושי, זמן בלימה, כח בלימה והשפעתם על מרחק הבלימה בתנאי דרך משתנים</p> <p>- מרחק עצירה, וחישוב מרחק עצירה עפ"י נתונים קיימים</p> <p><b>רכיבי מערכת בלמים הידראולית</b></p> <p>- משאבה מרכזית כפולה</p> <p>- צנרת קשיחה וגמישה</p> <p>- שיטות התפלגות קוי הלחץ מהמשאבה המרכזית אל האופנים</p> <p>- רכיבי בלם התוף</p> <p>- שיטות עיגון סנדלים בבלמי תוף</p> <p>- רכיבי בלם דיסקה: קליפר צף, קליפר קבוע</p> <p>- חומרים לייצור רפידות בלם ותכונות</p> <p>- כוונים במערכת בלמים:</p> <p>- בלם חניה בבלם תוף ובבלם דיסקה</p> |      | כולל מבנה ועקרון הפעולה |
| 1.5 | <p><b>נחל בלמים</b></p> <p>- חומרים לייצור</p> <p>- תכונות</p>   |      |                         |
| 1.6 | <p><b>מגבר בלם</b></p> <p>- משאבת ואקום</p> <p>- מגבר בלם עם דיאפרגמה אחת</p> <p>- מגבר בלם עם 2 דיאפרגמות</p> <p>- מגבר בלם עם הפעלה ראשונית ע"י מערכת חשמלית</p> <p>- חיישן חישה במגבר בלם</p> <p>- מגבר בלם חשמלי אלקטרוני - מבנה ועיקרון פעולה</p>   |      | מבנה ועיקרון פעולה      |
| .2  | <p><b>מערכת בלמים הידראולית מבוקרת מחשב</b></p> <p><b>הכוללת A.B.S :</b></p> <p>- מרכיבי המערכת ופעולתם בתנאי נסיעה ובלימה משתנים</p> <p>- יחידת הבקרה האלקטרונית והמודולטור</p>   | 10   |                         |
|     | - יחידה אלקטרו הידראולית - משאבה הידראולית, סולנואידים   |      |                         |





| הערות | שעות | הנושא   | מס' |
|-------|------|---|-----|
|       |      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- חיישן מהלך דוושט בלם</li> <li>- חיישני מהירות הגלגלים</li> <li>- חיישן סיבובי משאבה הידראולית</li> <li>- מתג אור בלם</li> <li>- נורית בקרה ותהליך אבחון עצמי</li> <li>- משאבת בלם מרכזית ומיכל איסוף</li> <li>- המעגל ההידראולי בין הרכיבים הנ"ל</li> <li>- חיווט המעגל החשמלי בין מרכיבי המערכת הנ"ל</li> <li>- שקע דיאגנוזה</li> </ul> <p><b>תהליך שלבי ויסות הלחץ במהלך בלימה עם A.B.S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- שלב בניית הלחץ - התחלת בלימה</li> <li>- שלב שמירת הלחץ</li> <li>- שלב ירידת הלחץ</li> </ul>   | 2.1 |
|       |      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- פעולת מערכת הבלימה והקשר בין יחידות המערכת בשלבי הלחץ השונים ובתנאי נסיעה משתנים</li> <li>- הוראות תיפעול, טיפול, תיקון וזהירות בתחזוקת מערכת בלמים הכוללת A.B.S</li> </ul> <p><b>מערכת בלמים הידראולית מבוקרת מחשב הכוללת (A.S.R) + (E.D.S) בנוסף ל- (A.B.S):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- רכיבי המערכת:</li> <li>- שסתומי (A.S.R) (E.D.S)</li> <li>- מפסק בקרת לחץ</li> <li>- שסתומי הפרש לחצים</li> <li>- תופעת הסיחרור והשפעתו על יציבות ואחיזת הרכב</li> <li>- פעולת מערכת (A.S.R) + (E.D.S) בתנאי סיחרור</li> <li>- המעגל ההידראולי, הבקרה והחיווט החשמלי בתנאי פעולת המערכת</li> <li>- תרשים זרימת לחץ הנוזל ההידראולי במהלך פעולת המערכת ללא התערבות A.B.S</li> <li>- תרשים זרימת לחץ הנוזל ההידראולי עם התערבות A.B.S</li> <li>- תרשים זרימת נוזל ההידראולי במהלך פעולת המערכת A.S.R</li> <li>- תרשים זרימת לחץ הנוזל ההידראולי במהלך פעולות</li> </ul> | 2.2 |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות                |
|-----|---|------|----------------------|
|     | המערכת E.S.P.   |      |                      |
| 2.3 | <b>מערכת בלמים בעלת חלוקת לחץ דיפרנציאלית מבוקרת מחשב (E.B.D):</b>  |      |                      |
|     | - השפעת כוחות הבלימה על האופנים בפניה ובדרך ישרה עפ"י חלוקת הכוח על הסרנים<br>- פיקוד אלקטרוני ופעולת המערכת בתנאי נסיעה משתנים בעיקר בסיבוב<br>- ויסות הלחץ - המעגל ההידראולי בתנאי בלימה ונסיעה משתנים  |      |                      |
| 2.4 | <b>מנגנוני מערכת הבלימה:</b>  |      |                      |
|     | תקלות שכיחות במערכות בלמים מבוקרות מחשב הכוללות:<br>(E.D.S) / (A.B.S) + (A.S.R) + (E.D.S) / (A.S.R) / (A.B.S) / (E.B.D) /<br>- מנגנוני אזהרה והתראה - עובי רפידה, גובה נזל, בקרה אלקטרונית<br>- אבחון בעזרת סורק וקודי תקלות<br>- הנחיות תיקון לרכב המצוייד במערכות הנ"ל<br>- אבחון בעזרת דינומומטר שילדה לבדיקת אחוז (%) יעילות הבלימה בהתייחס למשקל הרכב וסכום כוחות הבלימה. (חלוקת הכוחות על ציר קדמי ואחורי)<br>- קביעת האטה ממוצעת עפ"י משקל הרכב וכח הבלימה<br>- ניתוח תוצאות בדיקה ע"ג דינומומטר שילדה |      |                      |
| 2.5 | <b>הבלם החשמלי</b> – עקרון פעולה ומבנה  |      | ניתוח דיאגרמות       |
| 2.6 | <b>בלם יד חשמלי</b> – עקרון פעולה ומבנה   |      |                      |
| 3   | <b>מנגנוני מערכת הבלימה</b>   |      |                      |
|     | <b>מערכת בלמים פנאומטית גורר ניגור E.B.S</b>  | 10   |                      |
| 3.1 | <b>עקרונות בסיסים מושגים ויחידות מדידה:</b>   |      |                      |
|     | - גז: לחץ - נפח (חוק בוייל - מריוט)<br>- גז: לחץ - וטמפרטורה<br>- יחידות מדידת לחץ: kpa, p.s.i  |      | כולל חישובים בסיסיים |
| 3.2 | <b>רכיבי מערכת בלמים פנאומטית גורר ניגור:</b><br>(תפקיד-מבנה-מיקום, ועקרון פעולה)<br>- מערכת אספקת אויר ויבוש לחות  |      |                      |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות |
|-----|---|------|-------|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ווסת פורק לחץ - מייבש אויר כימי - מיכל התאוששות, מדחס, נוזל למניעת קיפאון</li> <li>- שסתום הגנה 4 מעגלים ומערכת ההגנה</li> <li>- מערכת בלמי השרות</li> <li>- שסתום דריכה - מיכלים ושסתומי ריקון - מד לחץ משולב - מפעיל פנאומטי (מגבר) לגלגל קדמי - ווסת כח בלימה -</li> <li>- מפעיל פנאומטי (מגבר) לגלגל אחורי - שסתום ממסר</li> <li>- כף חיבור לניגור</li> <li>- מערכת בלם חניה</li> <li>- שסתום בלם חניה - מפעיל בלם כפול (מגבר כולל מקסי)</li> <li>- שסתום פיקוד לניגור</li> <li>- מערכת ניגור, ממסר פיקוד לניגור, מפעילים פנאומטיים (מגבר) גלגל קדמי אחורי</li> <li>- וסת כח בלימה - מיכל אחסון - שסתום ממסר חרום, מסנן קו</li> <li>- שרתים והפעלתם</li> <li>- ממסר שסתום פרופיציאלי.</li> </ul> |      |       |
| 3.3 | <p><b>רכיבי מערכת בלמים פנאומטית הכולל (A.B.S) / (E.B.S):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- חיישני סיבובים - חיישן השראתי, חיישן אקטיבי.</li> <li>- יחידת בקרה אלקטרונית - שסתום בקרה A.B.S - המעגל הפנאומטי - חיווט והמעגל האלקטרוני</li> <li>- מערכת בלמים פנאומטית E.B.S</li> <li>- הפעלה עם CAN BUS</li> </ul>   |      |       |
| 3.4 | <p><b>מערכת בלמים פנאומטית גורר ניגור כולל E.B.S/A.B.S ופעולתה בתנאי בלימה משתנים:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- בלימה מבוקרת</li> <li>- בלימת חרום</li> <li>- בלימת חניה</li> <li>- ויסות הלחץ בפעולת A.B.S</li> <li>- שלבי: בניית הלחץ, שחרור לחץ כולל A.B.S</li> </ul>  |      |       |
| 3.5 | <p><b>מנגנוני אזהרה והתראה:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- שעוני לחץ, נורית אזהרה</li> <li>- קביעת רמת תקינות המערכת עפ"י עליה ונפילת לחץ</li> </ul>  |      |       |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות |
|-----|---|------|-------|
| 3.6 | - תקלות שכיחות במערכת בלימה פנאומטית כולל E.B.S/A.B.S<br><b>שיטות בדיקה ואיבחון מערכת בלמים פנאומטית:</b>   |      |       |
| 3.7 | - המעגל הפנאומטי - חיבור שעון הבדיקה<br>- המעגל החשמלי - כולל חיבור סורק וזיהוי קודי תקלות<br>- השוואת תוצאות הבדיקה ואבחון התקלה<br><b>מערכת פנאומטית הכוללת כריות אויר:</b> |      |       |
| 4   | - כריות האויר - שסתומי בקרת גובה<br><b>מערכת בלימה הידרו - פנאומטית (מערכת משולבת):</b>   | 2    |       |
| 5   | - המערכת ההידראולית<br>- המערכת הפנאומטית<br>- פעולת המערכת בתנאי בלימה שונים<br>- בלימה מבוקרת, חרום, בלם חניה<br><b>בלמי האטה:</b>  | 4    |       |
|     | - בלם מנוע<br>- מאט הידרו- דינמי, (רטדר)<br>- מאט חשמלי, אלקטרו- מגנטי<br>- פעולת המאיט בתנאי בלימה שונים<br>- הפעלה וחיווט חשמלי<br>- תקלות שכיחות<br>- בדיקות ואבחון        |      |       |





## פרק ו' - מערכת העברת הכח חלק 2: המרכב ומערכותיו

| מס' | הנושא  | שעות | הערות  |
|-----|--|------|--|
|     | <b><u>מערכת העברת הכח:</u></b>   |      |  |
| 1.  | <b><u>עקרונות בסיסיים, מושגים, גדלים וחוקים פיזיקליים:</u></b><br>- כח/ שטח, לחץ/ חיכוך/ הספק/ מקדם חיכוך/ כח הצמדה/מומנט הצמדה  | 2    | כולל ביצוע תרגילי חישוב                      |
| 1.1 | <b><u>תרשים זרימת העברת הכח מהמנוע לגלגלים</u></b><br>יחסי מסירה ופעולת הרכיבים בתנאי דרך שונים  |      | עפ"י סוג ההנע כולל רכב שטח (4 X 4)           |
| 2.  | <b><u>מצמדים:</u></b><br>- מצמד חיכוך - הגורמים המשפיעים על ההצמדה, כח הצמדה, מקדם חיכוך, מומנט וקוטר שטח ההצמדה<br>- דיסקת החיכוך - מבנה וחומרים ליצור, בלאי<br>- תהליך ושלבי ההתרה והצמדה - מכני - הידראולי - אלקטרוני/חשמלי<br>- תקלות שכיחות במרכיבי מצמד החיכוך ודרכים לתיקון   | 6    |  |
| 2.1 | <b><u>ממיר מומנט ומצמד גישור:</u></b><br>- מרכיבי הממיר: מאיץ, טורבינה, סטטור, מצבי התנועה היחסיים - גודל ותחום המרת המומנט במהירויות סיבוב משתנות:<br>- נקודת ההצמדה, נצילות<br>- מצמד הגישור - התנאים הדרושים להפעלתו<br>- הפיקוד האלקטרוני והמערכת ההידראולית להפעלת מצמד הגישור<br>- תקלות שכיחות בממיר מומנט ומצמד גישור<br>- בדיקת "חנק" וניתוח תוצאות הבדיקה לאבחון תקינות ממיר מומנט |      | בין הטורבינה לסטטור                          |
| 3.  | <b><u>תיבת הילוכים:</u></b><br><b><u>עקרונות בסיסיים, מושגים וגדלים, יח' מדידה, כח, מומנט, מהירות יחסי מסירה</u></b><br>- הצורך ביחסי מסירה והיחס בין כח, מומנט ומהירות בתנאי נסיעה שונים. (1)<br>- מהירות הנסיעה ועקומת המומנט בתנאי דרך ותחומי שילוב הילוך שונים. (עקום שיני מסור) (2)<br>- תמסורת יחסי מסירה כולל מערכת ההנע מהכניסה לת"ה ועד לאופן המניע, חישוב יחסי מסירה               | 16   | (1) ביצוע תרגילי חישוב<br>(2) דוגמא גרף מסור |





| מס'   | הנושא  | שעות | הערות                  |
|-------|--|------|------------------------|
| 3.2   | <b>תיבת הילוכים סינכרונית:</b><br>- שילוב הילוכים זרימת כוחות (מוצא - יציאה) עפ"י מבנה התיבה, סוג ההנעה (3)<br>- תקלות שכיחות בת"ה סינכרונית ושיטות לתיקון   |      | (3) כולל רכב שטח 4 X 4 |
| 3.3   | <b>תיבת הילוכים אוטומטית – רובוטית D.S.G</b><br>(מבנה ועיקרון פעולת המערכת)<br>- ת"ה רובוטית עם מצמד חיכוך<br>- ת"ה רובוטית עם מצמד דיסקיות הידראולי (רטוב)<br>- שיטות ריתוך או ניתוק המצמד בת"ה רובוטית עפ"י סוג המצמד<br>- מבנה הגלים בת"ה ותרשים זרימת הכוחות עפ"י שילוב הילוכים לנסיעה ישר או אחורנית<br>- חיישנים בת"ה אוטומטית רובוטית לצורך הפעלת מנגנון שילוב גלגלי השיניים<br>- מערכת הבקרה ההידראולית<br>- שסתומים אלקטרו מגנטיים והפעלת המזלגות<br>- מפעילים חשמליים והידראוליים<br>- עיבוד המידע מהחיישנים וקביעת שילוב הילוך עולה, יורד, או אחורי |      |                        |
| 3.4   | <b>תיבת הילוכים אוטומטית (מבוקרת מחשב):</b><br>- התמסורת הפלנטרית - בודדת וכפולה<br>- יחסי מסירה - הפחתה והגברה והיחס בין מרכיבי המערכת בתנאי פעולה שונים<br>- השרתים בתמסורת הפלנטריות, סרטי בלימה, מצמדים בולמים, מצמדים מסובבים ומצבת חופשי – פעולתם בתנאי שילוב שונים (1-2-3 D,N,R,P) שילוב עולה/ יורד ואוטומטי<br>- משאבת השמן, לחץ השמן בקוי לחץ והילוך משתנים<br>- פיך חניה<br>- מצב ידית ההילוכים, היחס שנבחר והבקרה האוטומטית (שילוב עולה ויורד)  |      |                        |
| 3.4.1 | <b>הפיקוד ההידראולי:</b><br>- שסתומים ויחידת הבקרה<br>- זרימת הנוזל בתנאי שילוב שונים  |      |                        |





| מס'   | הנושא  | שעות | הערות |
|-------|--|------|-------|
| 3.4.2 | <p><b>הפיקוד האלקטרוני:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- שסתומים אלקטרו מגנטיים להפעלת קו הידראולי</li> <li>- מיון שסתומים אלקטרו מגנטיים עפ"י תפקידם:</li> <li>- שסתום להחלפת הילוך NO , NC - למעבר/ניתוק נוזל הידראולי</li> <li>- שסתום להפעלת הילוך יתר</li> <li>- שסתום להפעלת מצמד גישור</li> <li>- שסתום איפנון לחץ הפועל לפי צמיגות הנוזל, היחס בין טמפ' (חום) הנוזל, הלחץ הדרוש, הפעלת השסתומים עפ"י פיקוד, יחידת בקרה (מחשב) בתנאי נסיעה שונים.</li> </ul>  |      |       |
| 3.5   | <p><b>חיישנים ומפעילים בתיבת הילוכים אוטומטית מבוקרת מחשב:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מתג (פוטנציומטר) מצב מצערת</li> <li>- מתג סרק (במתג מצערת)</li> <li>- חיישן מהירות נסיעה</li> <li>- חיישן סל"ד מנוע</li> <li>- חיישן מהירות תיבת ההילוכים</li> <li>- חיישן טמפ' (חום) נוזל A.T.F תיבת ההילוכים</li> <li>- מפסק KICK - DOWN</li> <li>- מתג בורר תוכנות נסיעה (ספורט או חסכוני)</li> <li>- מתג אור בלם</li> <li>- מתג, הפעלה או ניתוק הילוך יתר</li> <li>- מתג ידית ההילוכים ומפסק רב מצבים המספק מידע ליחידת הבקרה, יחידת בקרת התנעת המנוע.</li> <li>- מבנה החיישנים והמפעילים, השימוש באותות החישה לצורך חישוב נקודת החלפת הילוך בהתאם לעומס, תנאי דרך ומהירות הנסיעה.</li> <li>- בקרת פעולת המנוע, הצתה והזרקה</li> <li>- ויסות לחץ השמן והפעלת השרתים</li> <li>- הפעלת שסתומים אלקטרו מגנטיים ביחידה ההידראולית</li> </ul> |      |       |







## פרקים ז'-ח'-ט' חלק 2: המרכב ומערכותיו

| מס'    | הנושא   | שעות | הערות   |
|--------|---|------|---|
| ז'     | <p><b><u>גלי הנע:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מיון גלי הנע עפ"י סוג המפרק</li> <li>- מבנה הגל בתנאי נסיעה והיגוי משתנים</li> <li>- תקלות בגלי הנע</li> <li>- גלי הנע ומצמד ויסקוסי</li> </ul>  | 4    | (ברכב פרטי, משא ורכב שטח 4 X 4)               |
| ח'     | <p><b><u>ממסרת הנע:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מיון ממסרות הנע ותרשים זרימת התנועה עפ"י מקומם בכלי רכב שונים. (כולל רכב שטח - 4 X 4)</li> <li>- הדיפרנציאל ומרכיביו - מומנטים, סיבוב ומהירות יחסית משתנה בין הרכיבים בתנאי נסיעה שונים</li> <li>- נעילת דיפרנציאל - שיטות נעילה מלאה ונעילה חלקית ע"י החלקה - (דופרנציאל מבוקר - דיסקיות חיכוך)</li> <li>- (תרשים זרימת הכוחות במצבי נעילה בהתאם לתנאי נסיעה משתנים)</li> <li>- שילוב מערכות הנע ונעילת דיפרנציאל ברכב שטח 4 X 4 (מכני - חשמלי)</li> <li>- נעילת דיפרנציאל מבוקרת מחשב (ראה פרק מערכת בלמים <b>A.S.R</b> - <b>E.D.S</b>)</li> <li>- תקלות שכיחות ביחידת הדיפרנציאל, יח' הנע סופי, סרן קדמי ואחורי, בדיקות וכיוונים</li> </ul> | 8    | (בסרן קידמי, אחורי וחטיבות כח משולבות עם ת"ה) |
| ט' 1.1 | <p><b><u>מתלה והיגוי:</u></b></p> <p><b>הכוחות הפועלים על המתלים במהלך:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- נסיעה במישור</li> <li>- נסיעה בשיפוע</li> <li>- בלימה במישור</li> <li>- בלימה בשיפוע</li> <li>- נסיעה בעיקול</li> </ul> <p>התפלגות הכוחות בתנאי נסיעה שונים</p>  | 24   |   |





## פרק ט' - מתלה והיגוי

### חלק 2: המרכב ומערכותיו

| מס' | הנושא   | שעות | הערות                |
|-----|---|------|----------------------|
| 1.2 | <p><b>המרכיבים הקפיציים במתלה ופעולתם:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- קפיץ: בורגי, פיתול, עלים, פנאומטי (אויר)</li> <li>- התקנים הידרו פנאומטים לשינוי גמישות</li> <li>- תנודות הרכב ומנחת הזעזועים בתנאי דרך שונים</li> <li>- מנחת תנודות הידראולי</li> <li>- מנחת תנודות הידראולי בשילוב גז</li> <li>- מנחת תנודות מבוקר חשמלית ע"י בקרה אלקטרונית</li> </ul>   |      |                      |
| 1.4 | <p><b>המתלים - קידמי ואחורי:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מייצבים - פעולתם בתנאי נסיעה שונים</li> <li>- מבנה גאומטרית המתלה והשפעתו על יציבות הרכב ואחירתו בכביש</li> <li>- הרכב ואחירתו בכביש</li> <li>- מרכז הריכוך M</li> <li>- ציר, הריכוך בין המתלים ומרכז הכובד</li> <li>- ציר הסיבסוב</li> <li>- מרכיב המתלה הקדמי במהלך בלימה</li> <li>- מערכת בקרת נסיעה דינמית מבוקרת מחשב (E.S.P)</li> <li>- חיישן הטיית צד, חיישן סבסוב, חיישן הטיית הגה</li> <li>- מתלים אקטיביים ממוחשבים הידרופנאומטים מערכת הבקרה, חיישנים/ חיווט המערכת האלקטרונית</li> <li>- תקלות שכיחות במתלה והשפעתן על מערכת ההסעה</li> </ul> |      | (כולל רכב שטח 4 X 4) |
| 1.3 | <p><b>מערכת ההיגוי:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- תמסורת היגוי מקובלת</li> <li>- הגה מסרק וממסרת הגה חלזונית</li> <li>- טרפזית ההיגוי ומרכיבי ההפניה (אקרמן), תמסורות ומומנטים</li> <li>- פעולת המערכת בתנאי הפניה שונים</li> <li>- מושגים ועקרונות בהידראוליקה (ראה פרק בלמים)</li> <li>- יחידות מדידה</li> </ul>   |      |                      |





| מס' | הנושא  | שעות | הערות                |
|-----|--|------|----------------------|
| 1.4 | <p><b>רכיבי מערכת היגוי (הגה כח מסרק) ופעולתם בתנאי הפניה, פעולת מנוע, ומהירות נסיעה משתנים:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- משאבה הידראולית ווסת זרימה, ערכי לחץ וספיקה</li> <li>- יחידת בקרה הידראולית (ראש מחלק זרימה)</li> <li>- תיבת ההגה (המסרק ובוכנות הפעלה)</li> <li>- מיכל איסוף וצנרת</li> <li>- יחידת בקרה (מחשב) וממיר אלקטרו הידראולי</li> <li>- חיישנים: חיישן מהירות נסיעה ומד סיבובי מנוע</li> <li>- תמיכת כח הידראולי יחסי בהתאם למהירות הנסיעה</li> <li>- חיווט המערכת החשמלית</li> </ul>  |      |                      |
| 1.5 | <p><b>תקלות שכיחות במערכת ממסרת הגה ובמעגל ההידראולי:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- הגה מסרק מכני הידראולי</li> <li>- הגה חילזון מכני הידראולי</li> <li>- ניתוח בדיקה ואבחון בעזרת שעון לחץ, במצבי הפנייה שונים עפ"י ערכי לחץ וספיקה</li> </ul>   |      |                      |
| 1.6 | <p><b>הנדסת היגוי :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- שפיעת אופן (חיובי, שלילי)</li> <li>- זווית הצידוד</li> <li>- הזווית המשולבת (צידוד + שפיעה)</li> <li>- זווית קדם אופן</li> <li>- התכנסות האופנים (חיובי ושלילי)</li> <li>- התבדרות האופנים בפניה</li> <li>- המבנה הגאומטרי של הזוויות והשפעתם על יציבות הרכב ואחזתו בכביש</li> <li>- השפעת הזוויות על צורת שחיקת הצמיג</li> <li>- השפעת הנדסת ההיגוי ויציבות הרכב בנסיעה בדרך ישרה ובפניות</li> <li>- השפעת העמסת הרכב על זוויות ההיגוי</li> <li>- שינויים בהנדסת ההיגוי במהלך בלימה</li> </ul> |      | (במתלה קידמי ואחורי) |



| מס' | הנושא   | שעות | הערות  |
|-----|---|------|--|
| 1.7 | <p><b>מערכת היגוי עם כח עזר חשמלי מבוקר מחשב:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מיון המערכות עפ"י מיקום המנוע החשמלי ע"ג מכלול המסרק, או לפני מכלול המסרק</li> <li>- מבנה ועיקרון פעולה.</li> <li>- רכיבי המערכת:</li> <li>- מנוע חשמלי מצמד לריתוק וניתוק הכוח החשמלי, מיון סוגי מנועים חשמליים – מנוע לזרם ישר, מנוע תלת פאזי, מנוע עם מגנט קבוע וסטטור בחיבור כוכב, ממסרת חלזונית, חיישן מומנט פיתול, חיישן מהירות נסיעת הרכב, חיישן זווית הפניית גלגל ההגה, חיישן סל"ד מנוע.</li> <li>- מבנה ועיקרון פעולת ההגה במהלך נסיעה בקו ישר</li> <li>- מבנה ועיקרון פעולה במהלך נסיעה בפניות</li> <li>- יחידת הבקרה האלקטרונית</li> <li>- תקלות שכיחות ודרכי איבחון</li> </ul> |      |  |
| 1.8 | <p><b>יציבות הרכב בנסיעה:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מסילות, עוקבות</li> <li>- היגוי נטרלי</li> <li>- תת היגוי</li> <li>- על היגוי</li> <li>- כוחות צד</li> <li>- זווית סטיית הצמיג</li> <li>- התפלגות הנ"ל והשפעתם על יציבות הרכב בנסיעה בקו ישר/ הפניה והגבהת מעקמים (עיקול משופע)</li> <li>- בקרת רכב דינמית מבוקרת מחשב <b>A.B.S/A.S.R/ V.D.C/E.S.P</b> תפקיד, ופעולת המערכת במצב של על/תת היגוי, מבנה המערכת, חיישנים: מהירות גלגל, לחץ בלימה, זווית הפניית גלגל ההגה, רמת סיבסוב הרכב, הטיית צד של הרכב.</li> </ul>   | או   | <p>Electronic Stability Program</p> <p>Vehical Dynamic Control</p> |



## פרק י'-יא' חלק 2: המרכב ומערכותיו

| הערות | שעות | הנושא   | מס'      |
|-------|------|---|----------|
|       | 4    | <p><b>האופן:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- זיהוי הצמיג ע"פ קוד מוטבע בדופן הצמיג</li> <li>- רוחב חתך</li> <li>- היחס באחוזים בין גובה לרוחב פרופיל חתך הצמג</li> <li>- קוד צמיג רדיאלי</li> <li>- קוטר החישוק</li> <li>- עומס מותר ביח' ק"ג</li> <li>- הגבלת מהירות נסיעה עפ"י סוג הצמיג</li> <li>- לחץ ניפוח</li> <li>- צורת שחיקת צמיגים בהתייחס ל:</li> <li>לחץ ניפוח, זווית הנדסת היגוי, חיבורי המתלה, איזון האופנים</li> <li>- הצורך באיזון גלגלים (אופנים)</li> <li>- התנגדות לגילגול: בהתייחס למקדם חיכוך הגלגל, פרופיל ולחץ הצמיג</li> <li>- התנגדות האויר: בהתייחס לשטח חתך הרכב, מקדם התנגדות האויר בהשפעת מבנה רכב, מהירות נסיעה, צפיפות האויר</li> </ul> <p><b>תקלות שכיחות במתלה ובאופן:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>מיכשור לבדיקה ואבחון:</b> מכני ואלקטרוני</li> <li>- מערכת בקרת לחץ אויר בצמיג מבוקרת מחשב</li> <li>- סיווג המערכת עפ"י מיקום חיישני לחץ האויר בצמיגים</li> </ul> | יא'<br>1 |
|       | 8    | <p><b>מערכת ריסון ובטיחות:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- כריות אויר לנהג ולנוסע (בחזית)</li> <li>- תרשים מרכיבי מערכת כריות אויר</li> <li>- יח' בקרה חשמלית חיישני תאוטה מכני ואלקטרוני</li> <li>- יח' כריות האויר לנהג ולנוסע: כריות, מכסה, מסנן, חומר כימי, נפץ, קפיץ השעון</li> <li>- התנאים הדרושים הפעלת כריות האויר, תהליך התנפחות הכרית</li> <li>- תרשים חיווט חשמלי ומכני בין רכיבי המערכת</li> </ul>  | יא'<br>1 |





| מס' | הנושא  | שעות | הערות |
|-----|--|------|-------|
| 2.  | <p><b><u>כרית אויר צד לנהג ולנוסע:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מיקום הכרית</li> <li>- חיישנים והפעלה מכנית - אלקטרונית</li> <li>- תנאים להפעלת כרית אויר צד</li> <li>- חיווט המע' החשמלית</li> </ul>  |      |       |
| 3.  | <p><b><u>קדם מותחן חגורות בטיחות:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מבנה ורכיבי מתקן חגורה עם קדם מותחן</li> <li>- תהליך הפעולה, הרצועה, הגלילה, נפץ, מנגנון פירוטני</li> <li>- התנאים הדרושים להפעלת קדם מותחן</li> </ul> <p><b>יחידת התראה ואבחון עצמי של מערכת הריסון</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- תוית בטיחות (הוראת יצרן)</li> <li>- הוראות בטיחות במהלך טיפול/ תיקון</li> <li>- והחלפה רכיבי מע' הריסון</li> <li>- חובת ניתוק המצבר במהלך טיפול/תיקון/החלפה ברכיבי מע' ריסון</li> <li>- כללי התנהגות בטיחות טיפול, ופינוי בכרית אויר וקדם מותחן לאחר הפעלתם</li> <li>- שיטות לבדיקת תקינות מערכת ריסון (כריות אויר וקדם מותחן)</li> </ul> |      |       |



## פרק יב' - ניהול וסינכרון מערכות רכב מבוקרות מחשב ותקשורת מחשבים

| מס'       | הנושא   | שעות | הערות |
|-----------|---|------|-------|
| יב'<br>1. | <b><u>ניהול וסינכרון מערכות רכב מבוקרות מחשב:</u></b><br><b><u>(כולל תקשורת בין מחשבים CAN – BUS)</u></b><br><b><u>סיכרון מערכות הרכב</u></b><br>- מערכת הזרקת הדלק<br>- מערכת הצתה<br>- ת"ה אוטומטית<br>- מערכת מיזוג אויר ובקרת אקלים<br>- מערכת בלימה A.S.R – A.B.S<br>- מערכת בקרה דינמית E.S.P<br>- מערכת ריסון כריות אויר S.R.S<br>- מערכת היגוי - בקרת הגה כח הידראולי / חשמלי<br>- מערכת מתלה ונוחות<br>- מערכת ניווט G.P.S<br>- מערכת אבטחה נגד גניבת הרכב<br>- מערכת בקרת שיוט<br>- השפעת המערכות הנ"ל הדדית<br>- הפעלת המערכות בעזרת מחשב מרכזי כולל - CAN BUS | 12   |       |
| 2.        | <b><u>תקשורת מחשבים CAN- BUS</u></b>  |      |       |
| 2.1       | <b>תקשורת מקבילה (קובנציונלית)</b>  |      |       |
| 2.2       | <b>תקשורת טורית צורת חיבור העברת התקשורת בין מחשבי הרכב השונים</b>  |      |       |
| 2.3       | <b>העברת מידע:</b><br>- טכנולוגית יצירת הביט ON או OFF<br>- ספרות בינאריות 1 או 0 (5V או 0V)<br>- רוחב הגל כמאפיין רמות מתח שונות   |      |       |
| 2.4       | <b>חבילת המידע (פרוטוקול) בהתייחס ל:</b><br><b>התחלה, כתובת, קדימות, סוף וכו'</b>   |      |       |
| 2.5       | <b><u>סיווג התקשורת עפ"י המהירות:</u></b><br>- קטגוריות בסיסיות לרשתות ברכב עפ"י התיפקודים.   |      |       |



| מס' | הנושא  | שעות | הערות |
|-----|--|------|-------|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- מהירות נמוכה פחות מ 10K ביטים/שניה מיועד לתפקוד מערכות נוחות</li> <li>- מהירות ביניים עד 125K ביטים/שניה מיועד לתפקוד לוח מחוונים</li> <li>- מהירות רכב, פליטת מזהמים וכו'</li> <li>- מהירות גבוהה עד 1M ביטים/שניה מיועד לתפקוד מערכות בזמן אמת כגון: העברת הכוח, דינמיקת הרכב, בלימה, יציבות, היגוי ושליטה.</li> </ul>  |      |       |
| 2.6 | <b>ערוץ תקשורת K ייעוד הערוץ לחיבור סורק תקלות המשמש לאבחון.</b>   |      |       |
| 2.7 | <b>מבנה שקע אבחון 16 פינים חיווט ומטרות החיבורים בין כל אחד מ 16 הפינים שבשקע.</b>   |      |       |
| 2.8 | <b>ערוץ תקשורת CUN BUS, צורת חיבור מעגל התקשורת הכולל יחידות בקרה, נגדי קצה ושקע אבחון.</b>  |      |       |
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- האות הדיפרנציאלי המתקבל ע"י 2 חוטים. צורת שזירת החוטים למניעת הפרעות בתקשורת.</li> <li>- הפיכת האות האות האנלוגי לאות דיגיטאלי ע"י יחידת הבקרה.</li> <li>- עיבוד האותות הדיגיטאליים למפה פנימית והעברתה בין יחידות מחשב האחרות.</li> <li>- קבלת החלטה לקדימות בהעברת מידע בין יחידות מחשב.</li> <li>- אופן יצירת העברת המידע ע"י CAN- L , CAN- H</li> <li>- צורת תדמית (גרף) של CAN- H</li> <li>- קבלת החלטה לקדימות בהעברת מידע בין יחידות מחשב.</li> <li>- אופן יצירת העברת המידע ע"י CAN- H , CAN- L</li> <li>- צורת תדמית (גרף) של CAN- H</li> <li>- צורת תדמית (גרף) של CAN- L</li> <li>- הפרש דיפרנציאלי בין CAN- H ל- CAN- L במהירות תקשורת גבוהה.</li> <li>- הפרש דיפרנציאלי בין CAN- H ל- CAN- L במהירות תקשורת נמוכה.</li> <li>- מבנה חבילת המידע.</li> </ul> |      |       |
| 2.9 | <b>רשת חיבור מקומית LIN.</b>   |      |       |
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- יישומי רשת LIN כגון: דלתות, מושבים, בקרת אקלים, תאורה וכו'.</li> </ul>  |      |       |





| מס'  | הנושא   | שעות | הערות |
|------|---|------|-------|
| 2.10 | <p><b>איתור תקלות במערכת ערוצי המידע.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- אבחון עצמי,</li> <li>- אבחון בעזרת סורק תקלות, זיהוי קוד תקלה כגון: U0001</li> <li>- אבחון בעזרת מתאם CAN BUS.</li> <li>- אבחון בעזרת צורת הגלים CAN- H , ל- L -CAN.</li> <li>- אבחון בעזרת רב מודד בשקע 16 פינים : בדיקת נגדי הקצה 60 אום בערוץ המערכת או 120 אום בנגד עצמו</li> <li>- בדיקת מתח - CAN- L , CAN- H</li> </ul> |      |       |





### חלק 3 : מערכות חשמל ואלקטרוניקה (סה"כ 114 ש')

| מס' | הנושא  | שעות | הערות   |
|-----|--|------|---|
| 1.  | <b>יסודות תורת החשמל</b>   | 12   | יש לציין בתהליך הלמידה דוגמאות של רכיבי חשמל ממערכות הרכב       |
| 1.1 | <b>מושגים והגדרות:</b> התנגדות /זרם/מתח/הספק ואנרגיה חשמלית  |      |   |
| 1.2 | - תלות ההתנגדות באורך, בשטח החתך בסוג החומר ובטמפרטורה<br><b>חוק אום:</b><br>הקשר בין המתח, עוצמת הזרם וההתנגדות, תרגול בעיות.   |      |   |
| 1.3 | <b>סוגי נגדים במערכות הרכב:</b><br>ריאוסטט/ פוטנציומטר/ נגדים מסוג P.T.C ו- N.T.C  |      |   |
| 1.4 | - <b>חיבור מקבילי/טורי/מעורב של צרכנים:</b><br>חוק הזרמים של קירכהוף / תרגול בעיות   |      |   |
| 1.5 | - <b>חיבור טורי/מקבילי/מעורב של תאים ומקורות מתח</b>   |      |   |
| 1.6 | <b>המרת אנרגיה:</b><br>- המרת אנרגיה חשמלית לאנרגיה של חום/ חוק ז'אול  |      |   |
| 1.7 | <b>מגנטיות:</b><br>ראה מערכת התנעה/טעינה/הצתה  |      |   |
| 2.  | <b>אלקטרוניקה</b>  | 10   | יש לציין בתהליך הלמידה דוגמאות של רכיבי אלקטרוניקה במערכות הרכב |
| 2.1 | חזרה, מוליכים למחצה<br>אופיין של דיודה סיליקון/זנר / פולטת אור LED / פוטו דיודה<br>יישור חצי גל / יישור גל שלם / זרם מיושר / יישור גל מלא / גשר גרץ / דיודת הגנה<br>מעגל מייצב מתח |      |   |
| 2.2 | <b>נגדים:</b><br>חישוב ערך נגד בעזרת סולם צבעים  |      |   |
| 2.3 | <b>טרנזיסטור:</b><br>סוגים של טרנזיסטורים /NPN/PNP/להספק גבוה/נמוך, יחסי הגברה   |      |   |
| 2.4 | <b>מעגלים טרנזיסטורים:</b> צימוד דרלינגטון/ מעגל השהיה (טרנזיסטור וקבל)/שמיט טריגר   |      |   |
| 2.5 | <b>מיישר סיליקון מבוקר SCR:</b>  |      |   |



| מס' | הנושא   | שעות | הערות |
|-----|---|------|-------|
| 2.6 | שימושים למיישר סיליקון מבוקר/ מעגל בקרה הכולל SCR / רבי רטט<br><b>מכשירים לבדיקת רכיבים חשמליים ואלקטרוניים</b><br><b>ברכב:</b><br>רב מודד/ אוסילוסקופ ערוץ בודד/ אוסילוסקופ דו ערוצי/ ספק כוח מיוצב                    |      |       |
| 2.7 | מבנה המכשירים, תחום בדיקה, מאפייני התדמית (גרף)<br><b>אלקטרוניקה ספרתית</b>   |      |       |
| 3   | שיטות ספירה/שיטה עשרונית/ספירה בינארית, המרת מספרים בינארי לספרתי וספרתי לבינארי, מעגל אלקטרוני דיגיטאלי, יחידות סיבית bit/בייט byte שערם לוגיים: AN המרת ועיבוד אותות NOR/ NAND/ NOT/ OR/D                             | 8    |       |
| 3.1 | <b>מערכת תאורה</b><br><b>יסודות בתורת האור:</b><br>עוצמת אור, שטף אור, לוקס, גוון האור  |      |       |
| 3.2 | <b>חוט הלהט טונגסטן:</b><br>התהליכים המתרחשים בנורה בזמן עבודה  |      |       |
| 3.3 | <b>מבנה פנס אורות ראשים:</b><br>מיקום הנורה פגיעת הקרניים זווית החזרה תאורה אסימטרית/ תאורה סימטרית (דרישות עפ"י התקן)<br>מכשיר לכיוון אורות ראשי   |      |       |
| 3.4 | <b>סוגי נורות והספקים:</b><br>נורת הלוגן טונגסטן/ לדים  |      |       |
| 3.5 | <b>נורות קסנון:</b><br>מבנה ועקרון פעולת הנורה יחידת ההצתה/ יחידת הבקרה   |      |       |
| 3.6 | מערכת בי ליטרוניק/ נורה זזה/עדשה זזה שינוי תאורה ממוחשב בהתאם למהירות ופניות הרכב<br><b>חיווט מערכת התאורה:</b><br>מספרים, סמלים וסימנים במערכת תאורה עפ"י תקנים מקובלים החשיבות בבחירת חוט מתאים למערכת מעגלים מודפסים |      |       |





| מס'  | הנושא  | שעות | הערות |
|------|--|------|-------|
| 3.7  | <b>סוגי מפסקים:</b><br>מתג אורות ראשיים/מחליף אורות /אורות איתות/<br>אור בלם/ הצתה והתנעה/ אור נסיעה לאחור/ מסוג<br>משיכה/ מסוג סיבובי/ תרמי/ צופר   |      |       |
| 3.8  | <b>נתיכים :</b><br>הנתיך במערכת /תיבות נתיכים<br>חישוב ערך הנתיך<br>נתיך חד שימושי<br>נתיך תרמי  |      |       |
| 3.9  | <b>שרטוט מעגלי תאורה/קריאת שרטוט חשמלי:</b><br>שרטוט מערכת תאורה כוללת   |      |       |
| 3.10 | <b>ממסרים חשמליים:</b><br>צריכת זרם הסליל (מעגל פיקוד)<br>עוצמת זרם הזורם דרך מגעי הממסר (מעגל עומס)<br>ממסר 4 מגעים NO<br>ממסר 5 מגעים NO NC ממסר מחליף<br>ממסר 5 מגעים NO NO<br>ממסרים המחוברים לפיקוד אלקטרוני<br>ממסר עם דיודה במקביל לסליל + שיטות בדיקה<br>בדיקת ממסר עם דיודה<br>סימון ממסרים עפ"י תקן ISO 1-5<br>ממסר מחליף אורות ראשיים<br>מניעת ת מפלי מתח במערכת אורות ראשיים         |      |       |
| 3.11 | <b>אוטומט איתות:</b><br>אוטומט איתות חוט מתארך/ קבל מתפרק/ אלקטרוני<br>מתג לאיתות חרום<br>שרטוט חשמלי של מערכת איתות חרום מחוברת<br>למעגל<br>איתות.<br>איתור תקלות במערכת אורות איתות<br>אורות ראשיים פיקוד שלילי (סובארו)<br>התראה על נורות שרופות<br>התראה על השארת אורות ראשיים דולקים<br>מעגל לבדיקת תקינות נורות הזהרה<br>מעגל השהייה לכיבוי תאורת פנים<br>מעגל אוטומטי להדלקת אורות ראשיים |      |       |





| מס'  | הנושא  | שעות | הערות |
|------|--|------|-------|
| 3.12 | <b>מערכת תאורה ברכבים בהם קיימת תקשורת מחשבים:</b><br><br>חיבור צרכנים למחשב בודי<br>איתור תקלות במערכת תאורה בעזרת סורק תקלות<br>בדיקת תקינות צרכנים ע"י הפעלתם באמצעות סורק תקלות<br>בדיקת תקינות מפסקי תאורה באמצעות סורק תקלות | 8    |       |
| .4   | <b>מערכת המחוונים:</b><br><br>זיהוי סמלים של נורות בלוח מחוונים כגון : מנוע<br>תמסורת העברת כוח, מרכב, בטיחות נוחות ואבזור   |      |       |
| 4.1  | <b>מחווני דלק-אלקטרו מגנטי/תרמי/דיגיטאלי</b><br>פעולה/אבחון תקלה במצוף , במחונן ובמעגל החשמלי  |      |       |
| 4.2  | <b>מחונן חום מנוע – אלקטרו תרמי ודיגיטאלי</b><br>מיקום יחידה משדרת מסוג נגד NTC / פעולתו<br>ואבחון תקלות במחונן ובמעגל החשמלי.   |      |       |
| 4.3  | <b>מחוונים אלקטרו תרמיים/דו מתכתיים</b><br>היחידה המשדרת והיחידה הקולטת  |      |       |
| 4.4  | <b>מד מהירות-אנלוגי ודיגיטאלי</b>  |      |       |
| 4.5  | <b>תקלות שכיחות במערכת המחוונים</b>  |      |       |
| 4.6  | <b>מייצב מתח ללוח המחוונים</b><br>ייצוב המתח באמצעות מעגל אלקטרוני.  |      |       |
| 4.7  | <b>מערכת מחוונים דיגיטלי</b><br>המרת אות אנלוגי לדיגיטלי<br>המרת אות דיגיטלי לאנלוגי   |      |       |
| 4.8  | <b>חיבור לוח מחוונים לרשת CAN BUS</b><br><b>שימוש בסורק תקלות</b>  |      |       |
| .5   | <b>המצבר:</b>  | 4    |       |
| 5.1  | <b>מבנה המצבר ותכונותיו</b><br>- מצבר עופרת, מצבר AGM (כולל יחידת ניהול מצבר<br>על הקוטב החיובי)   |      |       |





| מס' | הנושא  | שעות | הערות |
|-----|--|------|-------|
| 5.2 | <p><b>מתח המצבר:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- כא"מ / מתח מצבר בעומס</li> <li>- השפעת הטמפרטורה על מתח המצבר</li> <li>- תיאור התהליך הכימי במצבר בזמן פריקה/ טעינה</li> <li>- נוסחה למצבר פרוק/טעון</li> <li>- התנגדות פנימית של מצבר (מפל מתח)</li> </ul>  |      |       |
| 5.3 | <p><b>קיבול המצבר:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- תלות הקיבול במספר הלוחות, בעובי הלוחות ובשטח החתך</li> <li>- נוסחת קיבול מצבר AH זורם התנעה</li> <li>- הדרך לבדיקת קיבול מצבר</li> <li>- השפעת הקיבול על משך זמן הפריקה</li> <li>- קיבול חרבי RC</li> </ul>  |      |       |
| 5.4 | <p><b>חיבורי מצברים:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- חיבור מצברים בטור, במקביל ומעורב</li> <li>- סדר חיבור וניתוק כבלים למצבר בהתנעת עזר</li> </ul>   |      |       |
| 5.5 | <p><b>בדיקות וטיפול במצבר:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מכשירי בדיקה-מכשיר בדיקת מצברים בעומס, הידרומטר וולט מטר השראתי</li> <li>- אמצעי בטיחות בזמן טיפול במצבר</li> <li>- בדיקות- משקל סגולי/מתח בעומס / גיפור / זליגה / טעינה ופריקת יתר</li> <li>- גיבוי מערכת החשמל ברכב באמצעות מקור מתח חיצוני</li> <li>- הגורמים המשפיעים על אורך חיי המצבר</li> </ul> |      |       |
| 5.6 | <p><b>טעינת מצברים:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- טעינה איטית/ מהירה/ באמצעות אלטרנטור קובנציונלי / אלטרנטור מבוקר מחשב</li> <li>- בקרה אלקטרונית לבדיקת מתח מצבר ומתח טעינה (בעזרת קו תקשורת LIN)</li> <li>- הקשר בין הספק האלטרנטור לקיבוליות המצבר</li> <li>- התאמת המצבר לרכב בהתייחס לסוג המנוע דיזל או בנזין ונפחו.</li> <li>- מצבר ללא טיפול</li> </ul>  |      |       |





| מס'       | הנושא  | שעות | הערות |
|-----------|--|------|-------|
|           | - מצבר עם ג'ל  |      |       |
| <b>6.</b> | <b><u>מערכת ההתנעה:</u></b>                          | 12   |       |
| 6.1       | <b>מגנטיות:</b>                                      |      |       |
|           | - קטבים מגנטיים-משיכה/דחיה ופעולה הדדית,             |      |       |
|           | - תכונות ושדה מגנטי                                  |      |       |
|           | - <b>חומרים פרומגנטיים, מגנטים טבעיים ומלאכותיים</b> |      |       |
| 6.2       | <b>השדה האלקטרומגנטי :</b>                           |      |       |
|           | - <b>השדה האלקטרומגנטי של מוליך ישר נושא זרם</b>     |      |       |
|           | - כלל הבורג, כלל היד הימנית                          |      |       |
|           | - השדה האלקטרומגנטי של סליל נושא זרם                 |      |       |
|           | - קביעת הקטבים של סליל נושא זרם                      |      |       |
|           | - כוח מגנטי מניע ועוצמת השדה המגנטי                  |      |       |
|           | - האלקטרומגנט  |      |       |
| 6.3       | <b>מעגלים מגנטיים</b>                                |      |       |
|           | - <b>מושגים:</b>                                     |      |       |
|           | השטף המגנטי  |      |       |
|           | צפיפות השטף המגנטי                                   |      |       |
|           | חלחלות מגנטית  |      |       |
| 6.4       | <b>כוחות בשדה מגנטי:</b>                             |      |       |
|           | - הכוח הפועל על תייל , נושא זרם, בשדה מגנטי          |      |       |
|           | - כלל יד שמאל לקביעת מגמת המומנט הפועל על התייל      |      |       |
|           | - המומנט הפועל על כריכה נושאת זרם , בשדה מגנטי       |      |       |
|           | - כא"מ נגדי מושרה ומגמתו                             |      |       |
|           | - עקרון פעולה של מנוע לזרם ישר                       |      |       |
|           | - קבלת תנועה סיבובית של 360 מעלות                    |      |       |
|           | - סוגי מנועים חשמליים                                |      |       |
|           | - מנוע טורי/תכונותיו, מנוע מקבילי/ תכונותיו          |      |       |
|           | - מנוע מעורב/תכונותיו, מנוע מגנט קבוע/תכונותיו       |      |       |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות |
|-----|---|------|-------|
| 6.5 | <p><b>המתנע:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מתנע עם מצמד למהירות יתר</li> <li>- סולונואיד שני סלילים</li> <li>- הפעלת סולונואיד שני סלילים באמצעות ממסר</li> </ul> <p><b>מתנעים עם הפחתת מהירות פלנטארית</b></p> <p><b>מתנעים עם מגנטים קבועים</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מתנע ברכב היברידי ( MG1 )</li> <li>- אבטחה במערכת N/P פרקינג/ניוטרל</li> </ul>      |      |       |
| 6.6 | <p><b>בדיקות חשמליות/מכאניות לחלקי המתנע:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- בדיקת מתנע על מכשיר הרצה ומדידת נתונים בהתאם להוראות היצרן:</li> <li>- בדיקת צריכת הזרם למתנע ללא עומס</li> <li>- בדיקת צריכת הזרם של מתנע בעומס</li> <li>- בדיקת סולונואיד המתנע</li> <li>- בדיקת מפל מתח פנימי במגעי הסולונואיד</li> </ul>   |      |       |
| 6.7 | <p><b>אבחון תקלות במערכת ההתנעה:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- בדיקת מפל מתח במעגל פיקוד 50 נטרול אזעקה/קודנית/ אמובילייזר</li> <li>- מניעת מפלי מתח ע"י הוספת ממסר למערכת</li> <li>- בדיקת מפל מתח על קו חיובי בין + 30 מצבר לחיבור 30 על הסולונואיד.</li> <li>- בדיקת מפל מתח על קו שלילי בין - 31 מצבר לגוף</li> <li>- בדיקת צריכת זרם המתנע באמצעות אמפר מטר השראתי</li> </ul> |      |       |
| .7  | <p><b>מערכת הטעינה:</b></p>   | 16   |       |
| 7.1 | <p><b>השראה אלקטרו מגנטית:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- יצירת כא"מ מושרה</li> <li>- מוליך חותך קווי כוח מגנטיים</li> <li>- מגמת הכא"מ המושרה במוליך</li> <li>- חוק כף היד הימנית</li> <li>- חוק לנץ</li> <li>- ערכו של הכא"מ המושרה בתייל הנע בשדה</li> </ul>   |      |       |





| מס' | הנושא  | שעות | הערות |
|-----|--|------|-------|
| 7.2 | <p>מגנטי</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- כריכה מסתובבת בשדה מגנטי</li> </ul> <p><b>עקרון פעולת המחולל:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- כא"מ מושרה בכריכה מסתובבת בשדה מגנטי</li> <li>- מגמת הכא"מ המושרה בכריכה</li> <li>- חישוב כא"מ של גנרטור</li> <li>- שיטות ליישור כא"מ מושרה</li> </ul>  |      |       |
| 7.3 | <p><b>אלטרנטור:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- קבלת זרם חילופין תלת פזי</li> <li>- רכיבי האלטרנטור</li> <li>- בדיקות חשמליות/חזותיות לסטטור ולרוטור</li> <li>- יישור הזרם באלטרנטור</li> <li>- בדיקות תקינות הדיודות</li> <li>- דיודה תקינה/דיודה פרוצה/דיודה שרופה</li> <li>- מכשור וציוד לבדיקת דיודות כגון : רב מודד, מכשיר לבדיקת דיודות בעומס ונורת ביקורת.</li> <li>- תרשים אלטרנטור עפ"י מספר הדיודות</li> <li>- אלטרנטור 6 דיודות/ 8 דיודות / 9 דיודות/ 11 דיודות / 17 דיודות .</li> </ul> |      |       |
| 7.4 | <p><b>ווסת המתח:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ווסת המתח/F+/F-</li> <li>- בדיקת ווסתי מתח באמצעות מכשיר דיגיטלי</li> <li>- תרשים חיבור ווסת מתח F- באלטרנטור 9 דיודות</li> <li>- מגביל מתח לאלטרנטור 24 וולט</li> <li>- בדיקות לאלטרנטור ולמערכת הטעינה על מכשיר</li> <li>- להרצת ובדיקת האלטרנטור</li> <li>- בדיקת הספק האלטרנטור על שולחן הבדיקה</li> <li>- תלות עוצמת הזרם בעומס</li> <li>- נפילת מתח האלטרנטור בזמן חיבור עומס</li> <li>- בדיקת פעולת נורת הביקורת</li> </ul>                 |      |       |
| 7.5 | <p><b>בדיקות מערכת הטעינה על הרכב:</b></p>   |      |       |





| מס'  | הנושא   | שעות | הערות |
|------|---|------|-------|
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- בדיקת מתח מצבר</li> <li>- בדיקת זרם הזנה דרך נורת ביקורת</li> <li>- בדיקת מתח טעינה</li> <li>- בדיקת מפלי מתח במעגל מבודד</li> <li>- בדיקת מפל מתח במעגל מאורק</li> <li>- שימוש במד מתח השראתי</li> <li>- בדיקות רצועה</li> <li>- אביזרי עזר המונעים ע"י האלטרנטור כגון משאבת וואקום.</li> </ul> |      |       |
| 7.6  | <p><b>אלטרנטורים ממוחשבים:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מערכת טעינה מבוקרת מחשב באמצעות רשת BUS CAN-</li> <li>- כיבוי נורת ביקורת</li> <li>- השפעת מתח המצבר על מתח הטעינה</li> <li>- ניתוק האלטרנטור בהשפעת העומס</li> </ul>   |      |       |
| 7.7  | <b>אלטרנטור ללא מברשות</b>  |      |       |
| 7.8  | <b>אבחון תקלות במערכת הטעינה באמצעות סורק תקלות</b>   |      |       |
| 7.9  | <p><b>מערכת START- STOP באמצעות אלטרנטור:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(מאפייני המערכת, יעילות אנרגטית ורכיבים)</li> <li>- חסכון בדלק ע"י כיבוי מנוע בעצירה</li> <li>- רכיבי המערכת STT</li> </ul>  |      |       |
|      | <p><b>יחידת המיתוג ותפקידיה ממסרי המערכת</b></p> <p><b>קבל UCAP</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מבנה הקבל</li> <li>- הספק הקבל</li> <li>- אזהרות ואמצעי בטיחות</li> </ul>  |      |       |
| 7.10 | <p><b>חיבור הקבל לטעינה:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- חיבור קבל 5 וולט בטור למצבר הרכב</li> <li>- סיבוב מנוע הרכב באמצעות האלטרנטור</li> <li>- תפקיד המתנע (התנעה ראשונה)</li> </ul>  |      |       |





| מס'       | הנושא  | שעות | הערות |
|-----------|--|------|-------|
| 7.11      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- מצב "STEND BY"</li> <li>- התנעת המנוע ע"י האלטרנטור</li> <li>- רצועת האבזירים</li> <li>-הוראות היצרן להחלפת הרצועה</li> </ul> <p><b>האלטרנטור :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- תכונותיו/מבנה/ פעולתו</li> <li>- גלגל הנעת האלטרנטור (פולי)</li> <li>- בקרת האלטרנטור ע"י מחשב לוויסות התפוקה</li> <li>- חיבור האלטרנטור למחשב ניהול מנוע באמצעות תקשורת LIN</li> <li>- חיישן מהירות סיבוב לצורך זיהוי תקלות</li> </ul>  |      |       |
| 7.12      | <p><b>מצבר הרכב:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מבנה והרכב חומרים</li> <li>- חיישן BECB על הקוטב השלילי לניתור מצב המצבר</li> <li>- פיקוד האלטרנטור וטעינת המצבר</li> </ul>  |      |       |
| 7.13      | <p><b>אופן הזנת האלטרנטור לשם התנעת המנוע:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- באמצעות הקבל ויחידת DMTC</li> <li>- אבזירים נלווים למערכת:</li> <li>- חיישן תת לחץ במגבר בלם</li> <li>- מתג דושת בלם</li> <li>- כיבוי והתנעת מנוע אוטומטית בעת לחיצה על דושת התאוצה</li> <li>- השפעת הטמפרטורה על פעולת המערכת</li> <li>- חיישן טמפרטורה על המראה</li> <li>- תנאי הפעלת המערכת ונורית ECO בלוח השעונים</li> <li>- לחצן נטרול " ECO OFF "</li> <li>- חיבור מטען לטעינת המצבר</li> <li>- התנעה עם מצבר עזר</li> <li>- אמצעי זהירות בהם יש לנקוט בזמן טיפול במערכת</li> </ul> |      |       |
| <b>.8</b> | <b>מערכת ההצתה;</b>  | 16   |       |





| מס'   | הנושא  | שעות | הערות          |
|-------|--|------|----------------|
| 8.1   | <p><b>השראה אלקטרו מגנטית:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- השראה עצמית /הדדית/זרמי מערבולת</li> <li>- תהליך קבלת מתח גבוה</li> <li>- הגורמים המשפיעים על המתח המצוי</li> <li>- הגורמים המשפיעים על המתח הרצוי</li> <li>- מתח רזרבי ומתח מרבי</li> <li>- הצורך בתזמון הצתה – קידום ואיחור</li> <li>- מכשיר אוסילוסקופ לבדיקת מערכת ההצתה/ניתוח גרפים</li> <li>- קריאת נתוני יצרן בשפה האנגלית (AUTODATA)</li> </ul>    |      |                |
| 8.2   | <p><b>מצתים :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- סוגי מצתים</li> <li>- אבחון תקלות באמצעות המצתים</li> </ul>   |      |                |
| 8.3   | <p><b>בקרת ניצוץ בעזרת מחשב ניהול מנוע</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- יתרונות המערכת</li> <li>- עקרונות פעולת המערכת</li> <li>- מערכת הצתה ממוחשבות ללא מפלג DIS הצתה</li> <li>- ישירה לכל צילינדר או לזוג צילינדרים.</li> <li>- תרשים מערכת הצתה ברכב 4 צילינדר</li> <li>- תרשים מערכת הצתה ברכב 6 צילינדר</li> <li>- סלילי הצתה למערכות DIS</li> <li>- בדיקת התנגדות סלילי ההצתה והשוואה להוראות היצרן.</li> </ul> |      |                |
| 8.4   | <p><b>חיישנים במערכת ההצתה:</b></p>  |      |                |
| 8.4.1 | <b>חיישני מיקום (נ.מ.ע) ומהירות (סל"ד)</b>   |      |                |
| 8.4.2 | <b>חיישנים השראתיים וחיישני "הול"</b>  |      | (תופעת "הול"). |
|       | - בדיקת התנגדות ואות מוצא לחיישנים   |      |                |
| 8.4.3 | <b>חיישן נקישות</b>  |      |                |
|       | - הסיבות להופעת הנקישה   |      |                |
|       | - השפעת אות החיישן על קידום או איחור ההצתה.  |      |                |



| מס'   | הנושא  | שעות | הערות |
|-------|--|------|-------|
|       | <b>חיישן לחץ סעפת יניקה</b>  |      |       |
|       | - השפעת אות החיישן על קידום או איחור ההצתה.                          |      |       |
| 8.4.4 | <b>מתג מצב מצערת</b>   |      |       |
|       | - השפעת אות החיישן על קידום או איחור ההצתה                           |      |       |
| 8.4.5 | <b>חיישן חום מנוע / חום אויר יניקה</b>                               |      |       |
|       | - השפעת אות החיישן על קידום או איחור ההצתה.                          |      |       |
| 8.4.6 | <b>תרשימי חשמל:</b>  |      |       |
|       | - תרשימי חיווט חשמלי של מערכות בקרה לניהול                           |      |       |
| 9.    | <b>רכב היברידי/ חשמלי:</b>   | 20   |       |
| 9.1   | <b>כללי בטיחות בעבודה ע"ג רכב היברידי / חשמלי:</b>                   |      |       |
|       | - גורמי סיכון בעבודה ע"ג רכב היברידי/חשמלי                           |      |       |
|       | - יחס מתח והספק המנוע החשמלי   |      |       |
|       | - תקנות אירופאיות למתח גבוה  |      |       |
|       | - סכנות התחשמלות ממתח גבוה   |      |       |
|       | - בעיות קשת חשמלית והסכנות   |      |       |
|       | - בידוד קווי מתח גבוה  |      |       |
|       | - זיהוי ותוויות אזהרה  |      |       |
|       | - ניתוק מידי וניתור המתח הגבוה במקרה של תקלה                         |      |       |
|       | - סדר הפעולה במקרה של התחשמלות                                       |      |       |
| 9.2   | <b>יעילות אנרגטית בכלי רכב היברידי וחשמלי: (כולל רכיבים יחודיים)</b> |      |       |
|       | - שילוב מנוע שרפה פנימי וחשמלי                                       |      |       |
|       | - פעילות המנועים בתנאי נסיעה שונים                                   |      |       |
|       | - חיסכון בדלק, הקטנת זיהום אויר ושיפור המומנט.                       |      |       |
|       | - מבנה הרכב ההיברידי/חשמלי   |      |       |
|       | - רכיבי המערכת החשמלית   |      |       |
|       | - סוללת המתח הגבוה   |      |       |
|       | - מצבר ניקל מטל  |      |       |
|       | - תפקיד הסוללה ומיקומה הסוללה.                                       |      |       |





| מס'  | הנושא   | שעות | הערות |
|------|---|------|-------|
| -    | מערכת המתח הגבוה /רכיבים                                |      |       |
| -    | חיבור CAN למחשב הסוללה                                  |      |       |
| -    | מערכת קירור הסוללה                                      |      |       |
| -    | תפקידי מחשב המתח הגבוה                                  |      |       |
| -    | ממיר מתח:   |      |       |
| -    | AC-DC   |      |       |
| -    | תפקידי הממיר  |      |       |
| -    | מצבר מתח נמוך אטום                                      |      |       |
| -    | תפקידי המצבר  |      |       |
| -    | התנעת הרכב באמצעות כבלים                                |      |       |
| -    | המנוע החשמלי, תפקידיו ופעולתו                           |      |       |
| 9.3  | <b>הפיכת קוטביות של המנוע</b>                           |      |       |
| -    | בלימת הרכב  |      |       |
| 9.4  | <b>גנרטור:</b>  |      |       |
| -    | תפקידיו ופעולת טעינת סוללת המתח הגבוה                   |      |       |
| -    | תצוגת לוח המחוונים                                      |      |       |
| -    | תרשים זרימה כוחות ההינע : הפעלת מנוע חשמלי.             |      |       |
| -    | הפעלת מנוע חשמלי בשילוב מנוע בניזן                      |      |       |
| 8    | <b>מערכות נוחות, מיגון, שמע ואביזרים ברכב:</b>          |      |       |
| 10.1 | <b>גלאי נסיעה לאחור / גלאי נסיעה לאחור בשילוב מצלמה</b> |      |       |
| 10.2 | <b>מערכת נעילה מרכזית:</b>                              |      |       |
| -    | חלקי המערכת   |      |       |
| -    | קריאת שרטוט חשמלי                                       |      |       |
| -    | נעילה באמצעות מנוע חשמלי דו כיווני/וואקום משולב חשמל    |      |       |
| -    | נעילה מבוקרת מחשב / שרטוט חשמלי                         |      |       |
| -    | הפעלת מערכת נעילה באמצעות שלטי נוחות                    |      |       |
| -    | אבחון תקלות במערכת                                      |      |       |
| 10.3 | <b>מערכת מרימי חלונות חשמליים:</b>                      |      |       |
| -    | חלקי המערכת, סוגי מתגים                                 |      |       |
| -    | קריאת שרטוט חשמלי                                       |      |       |





| מס'  | הנושא  | שעות | הערות |
|------|--|------|-------|
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- שימוש בממסרים</li> <li>- מערכת חלונות חשמל בקרת מחשב</li> <li>- קריאת שרטוט חשמלי</li> <li>- מתאם הרמת חלונות באמצעות שלטי נוחות/אזעקה</li> <li>- אבחון תקלות במערכת</li> </ul>                   |      |       |
| 10.4 | <p><b>מגבי שמשות ומתיזים :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- שינוי מהירות סיבוב למנוע, מצבי השהיה</li> <li>- מתיז מים לשמשות</li> <li>- חיישני גשם/הפעלה אוטומטית</li> <li>- מגבים מבוקרים מחשב, סיבוב דו כיווני</li> </ul> |      |       |
| 10.5 | <b>מראות חשמליות</b>   |      |       |
| 10.6 | <b>מפשיר אדים</b>  |      |       |
| 10.7 | <b>כיוון מושב נהג חשמלי מבוקר מחשב</b>   |      |       |
| 10.8 | <b>גג חשמלי מבוקר מחשב</b>   |      |       |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- תקלות אופייניות במערכות</li> </ul>  |      |       |
| 10.9 | <p><b><u>מערכות מיגון:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- קריאת שרטוט חשמלי</li> </ul>   |      |       |
|      | <p><b>מערכת אזעקה:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- גלאי המערכת</li> <li>- גיבוי חשמלי למערכת</li> <li>- חיבור המערכת למערכת חלונות ונעילה חשמלית</li> </ul>   |      |       |
|      | <p><b>אמוביליזר:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- קריאת שרטוט חשמלי, ניתוקים</li> <li>- אמוביליזר אלחוטי מקורי ברכב</li> <li>- חיבור אמוביליזר למחשב מנוע</li> </ul>   |      |       |
|      | <p><b>קידוד מפתחות</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- התקנת אמוביליזר אלחוטי לא מקורי</li> <li>- התקנת אמוביליזר /קודנית</li> <li>- אבחון תקלות במערכות</li> </ul>   |      |       |





| מס'   | הנושא  | שעות | הערות |
|-------|--|------|-------|
| 10.10 | <b>מערכות שמע:</b><br>- אקוסטיקה<br>- קריאת שרטוט חשמלי<br>- חיבורי רמקולים, חיבורי רמקולים למגברים/ חיבור DVD<br>- מערכת מולטימדיה מבוקרת מחשב. |      |       |





## חלק 4 : מערכות מיזוג אויר ובקרת אקלים (סה"כ 48 ש')

| מס'       | הנושא  | שעות | הערות |
|-----------|--|------|-------|
|           | <b>מערכת מיזוג אויר ברכב:</b>                          | 48   |       |
| <b>1.</b> | <b><u>יסודות בתרמודינמיקה/ הגדרות ומושגי יסוד:</u></b> |      |       |
| 1.1       | <b>תהליכים פיסיקליים:</b>                              |      |       |
|           | - תהליך לחץ קבוע איזוברי                               |      |       |
|           | - תהליך נפח קבוע איזוכורי                              |      |       |
|           | - תהליך טמפרטורה קבועה איזותרמי                        |      |       |
|           | - חוק בויל מריוט                                       |      |       |
|           | - יחידות לחץ   |      |       |
|           | - יחידות טרמיות  |      |       |
|           | - מחזור פתוח   |      |       |
|           | - מחזור קירור  |      |       |
|           | - מחזור קרנו   |      |       |
|           | - חום סגולי  |      |       |
| 1.2       | <b>מצבי צבירה/תהליך איוד/תהליך עיבוי/קיפאון</b>        |      |       |
| 1.3       | <b>טמפרטורה וחום/חום מורגש/חום כמוס</b>                |      |       |
| 1.4       | <b>דרכי העברת חום/הולכה/הסעה/קרינה</b>                 |      |       |
| 1.5       | <b>אנטלפיה/אנטרופיה/דיאגרמת H-P</b>                    |      |       |
| 1.6       | <b>תהליך של התעבות/ תהליך של אידוי/תהליך החזק חום</b>  |      |       |
| <b>2.</b> | <b><u>תפקידיה ופעולת מערכת מיזוג האוויר ברכב</u></b>   |      |       |
| <b>3.</b> | <b><u>מחזור קירור בסיסי, הגדרת תפקידי המכללים</u></b>  |      |       |
| <b>4.</b> | <b><u>קו הלחץ הגבוה/קו הלחץ הנמוך</u></b>              |      |       |
| <b>5.</b> | <b><u>מעבר חום</u></b>                                 |      |       |
| <b>6.</b> | <b><u>סוגי מדחסים:</u></b>                             |      |       |
|           | - מדחס בוכנה/מדחס בוכנה כפולה/מדחס                     |      |       |
|           | - בוכנה/ספיקה משתנה/מדחס רוטורי                        |      |       |
|           | - הנעת המדחס   |      |       |
|           | - מצמד המדחס   |      |       |
|           | - מדחס ספיקה משתנה אלקטרוני                            |      |       |





| מס' | הנושא  | שעות | הערות |
|-----|--|------|-------|
| 7.  | <b><u>המעבה:</u></b><br>- מעבה זרימה מקבילה/מיקום המעבה<br>- מאוורר המעבה/מיקום המאוורר  |      |       |
| 8.  | <b><u>המאדה - מאדה נחשוני/מאדה שכבתי</u></b>   |      |       |
| 9.  | <b><u>שסתומי התפשטות:</u></b><br>- שסתום TXV<br>- בקרת לחצים בשסתום<br>- אופן פעולה: פתיחה, סגירה<br>- שסתום בלוק 4 מעברים<br>- בקרת הלחצים בשסתום<br>- שסתום דיזה CCOT  |      |       |
| 10. | <b><u>כונס נוזלי - מייבש</u></b><br>- כונס מייבש אקומולטור למערכת מוצפת<br>- גומיות אטימה<br>- צנרת / סוגי צנרת<br>- ברזי שרות   |      |       |
| 11. | <b><u>תרשימים חשמליים במערכות מיזוג אויר/קריאת שרטוט</u></b>   |      |       |
| 12. | <b><u>רכיבים חשמליים במערכת הקירור</u></b>   |      |       |
| 13. | <b><u>תרמוסטט טרמי / אלקטרוני</u></b><br>- יחידת בקרה אלקטרונית<br>- הטרמיסטור   |      |       |
| 14. | <b><u>בקרת מהירות מפוח:</u></b><br>- נגד מהירות חשמלי/אלקטרוני<br>- פיקוד על פעולת המדחס<br>- סוגי פרסוסטטים ותפקידם<br>- פיקוד חשמלי בעזרת פרסוסטט<br>- פרסוסטט לחץ נמוך /גבוה<br>- בקרת ספיקה למדחסי ספיקה משתנה<br>- מתג הגנה תרמי<br>- חיישן לחץ קרר אלקטרוני לינארי |      |       |





| מס' | הנושא   | שעות | הערות |
|-----|---|------|-------|
| 15. | <p><b>חיישנים:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- חיישן שמש</li> <li>- חיישן טמפרטורה חיצוני</li> <li>- בדיקות לחיישנים</li> <li>- סוגי שמנים ותכונותיהם</li> <li>- סוגי קררים (R134A/HF1234YF)</li> </ul>  |      |       |
| 16. | <p><b>מערכת בקרת אקלים / בקרת טמפרטורה:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מדף ערבול אויר</li> <li>- מנועי סרבו למדף</li> <li>- סולנואיד לשליטה על מדף באמצעות וואקום</li> <li>- מערכת בקרת אקלים אלקטרונית</li> <li>- שליטה על מפוח המזגן</li> <li>- שינוי כיוון זרימת אויר</li> <li>- הפעלת וניתוק מזגן</li> <li>- שליטה על מדף אויר קור/חום</li> <li>- פתיחה וסגירת מדף אויר צח</li> <li>- באמצעות סורק תקלות</li> </ul> |      |       |
| 17. | <p><b>בטיחות בעבודה : (דגשים, תקנים ותקנות)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- משטחים וסביבת עבודה נקיים משמנים ומאזוררים</li> <li>- עבודה עם משקפי מגן</li> <li>- ניתוק כבל (-) של המצבר</li> <li>- איסור שחרור קרר לאוויר אלא באמצעות מכשור למחזור גז</li> </ul>  |      |       |
| 18. | <p><b>בדיקות וטיפול במערכות מיזוג אויר:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- מחזור קרר, כולל:</li> <li>- ריקון קרר, הפעלת משאבת וואקום, החדרת שמן, מילוי קרר</li> <li>- בדיקת לחצים במערכת</li> <li>- בדיקת דליפות קרר</li> <li>- שימוש בשמן זרחני ונורה אולטרה סגולית</li> <li>- שימוש במכשיר אלקטרוני לבדיקת דליפות</li> <li>- שימוש במד חום</li> </ul>   |      |       |





| מס' | הנושא  | שעות | הערות |
|-----|--|------|-------|
| -   | שימוש בהוראות ייצרן                            |      |       |
| -   | אבחון תקלות במערכת בעזרת מדי הלחץ              |      |       |
| -   | ניתוח תקלות אופייניות במערכת מיזוג האוויר      |      |       |
| -   | מילוי יתר של קרר, חוסר בקרר במערכת, שסתום פגום |      |       |
| -   | סתימות במערכת, קרח על המאדה                    |      |       |
| -   | מאוורר מעבה אינו פועל                          |      |       |
| -   | אוויר חם ממערכת החימום חודר למערכת המיזוג      |      |       |
| -   | החלפת רכיבים במערכת                            |      |       |
| -   | בדיקת המערכת לאחר הטיפול                       |      |       |

