בס"ד

משרד החינוך
מינהל חדשנות וטכנולוגיה
הפיקוח על מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

16/08/2026
ג'/אלול/תשפ"ו

אל:
מרכזי מגמה ומורים

במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

שלום רב,

הנדון: <u>חוזר מפמ"ר 1 שנה"ל תשפ"ז</u>

תוכן עניינים

דבר המפמ"ר 3
נהלי ותקנות משרד החינוך לפתיחת שנת הלימודים 5
הרשמה לקהילת רכזים ומורים במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים 9
הנחיות לתוכניות הלימוד בתיכון 9
תוכניות לימודים במקצוע מוביל בתיכון 10
הרכב לימודים במקצוע מוביל 10
לתלמידים שהתחילו כיתה י' בשנת לימודים תשפ"ו 10
בחינות 13
לתלמידים שהתחילו כיתה י' בשנת לימודים תשפ"ז 14
תוכנית הלימודים במקצוע התמחות - מערכות אלקטרוניות 16
נושא מרכזי לפרויקטים בשנת הלימודים תשפ"ז והיערכות לשנת הלימודים תשפ"ח 16
הנחיות וקריטריונים לביצוע פרויקטים/עבודות גמר: 18
היבחנות במקצועות ההתמחות – תיכון 19
הגשת הצעת פרויקט 19
תהליך ביצוע פרויקט 20
תהליך היבחנות על פרויקט/ עבודות גמר: 22
מפתח הערכה לעבודות גמר ופרויקטים בהנדסת אלקטרוניקה ומחשבים: 23
דרישות וקריטריונים פדגוגיים לעבודה בעידן ה-AI 26
הנחיות לבטיחות במעבדה בתיכון 27
הזמנת בוחנים ותיאום מועד בחינה בעל פה 27
הנחיות ונהלים פדגוגיים לנבחני משנה במקצוע התמחות בתיכון/ מכללה 27
הנחיות לבחינות מותאמות – תיכון 28
הנחיות לתכניות לימוד במכללה 29
מערך הבחינות החיצוניות לתלמידי כיתות י"ג י"ד 29
הנחיות לביצוע עבודות גמר ופרויקטים במכללה: 32

רח' השלושה 2, תל-אביב 61092 טל. 03-6896809 פקס. 03-6896411
כתובתנו באינטרנט: http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/MadaTech/elecomp
http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/MadaTech/energy

הגשת הצעת פרויקט..... 34
אישור הצעת הפרויקט והבחנות, תתבצע ע״י אותו בוחן חיצוני..... 34
מפתח הערכה לעבודות גמר ופרויקטים במכללה : 38
הנחיות לבטיחות במעבדה במכללה 40
הזמנת בוחנים ותיאום מועד בחינות ההגנה/מעבדה 40
השתלמויות..... 40
הצטיידות 41
הגשת מועמדות להתמנות כבוחן/ מעריך..... 41
נוהל הגשת ערעורים 41

דבר המפמ״ר

מורים ומורות יקרים,

שנת הלימודים תשפ״ו הייתה שנה מורכבת, רוויית אתגרים לצד הזדמנויות לצמיחה, להתחדשות ולפיתוח מקצועי. על אף המציאות הביטחונית והחברתית המורכבת, המשכתם להפגין נחישות, אחריות ומחויבות עמוקה לקידום תלמידינו ולהובלתם למצוינות טכנולוגית, לימודית וערכית.

במהלך השנה המשכנו ביישום תוכנית הלימודים המעודכנות, חיזקנו את מרכיבי ההערכה הבית־ספרית וקידמנו למידה מבוססת פרויקטים במקצועות ההתמחות. בשנת הלימודים תשפ״ז נמשיך להעמיק מגמה זו, מתוך הבנה שלמידה מעשית והתנסותית מאפשרת לתלמידים לפתח חשיבה הנדסית, יכולת פתרון בעיות, יצירתיות, עבודת צוות והתמודדות עם אתגרים מורכבים.

פרויקט הגמר ממשיך להיות אבן יסוד בתהליך הלמידה וחלון ראווה לידע, ליכולות ולחשיבה ההנדסית של תלמידינו. שילוב תחומי האינטרנט של הדברים (IoT), מערכות חכמות, תקשורת בין רכיבים ומערכות משובצות מחשב מאפשר לחבר בין הידע הנלמד לבין יישומים מעשיים ורלוונטיים למציאות הטכנולוגית המשתנה.

בשנת הלימודים תשפ״ז יושם דגש מיוחד על שילוב בינה מלאכותית בפרויקטים ובתהליכי הפיתוח ההנדסי. התלמידים ייחשפו לאפשרויות שילובה של בינה מלאכותית באיסוף ובניתוח נתונים, בזיהוי דפוסים, בקבלת החלטות, בבקרה על מערכות חכמות ובפיתוח פתרונות המשלבים חומרה, תוכנה ותקשורת. שילוב זה ייעשה כחלק מתהליך הנדסי מובנה, הכולל הגדרת צורך, תכנון, פיתוח, בדיקה, אימות והערכת איכות הפתרון.

השימוש בבינה מלאכותית בפרויקטים לא יחליף את הידע המקצועי ואת החשיבה העצמאית של התלמידים, אלא ישמש כלי להרחבת יכולותיהם. התלמידים יידרשו להבין את תהליך הפיתוח, להסביר את החלטותיהם, לבדוק את אמינות התוצרים, לזהות שגיאות ומגבלות ולהציג תיעוד ברור של אופן השימוש בכלי הבינה המלאכותית. לצד זאת, יושם דגש על אחריות, אתיקה, שמירה על פרטיות, זכויות יוצרים ושימוש הוגן ומבוקר במידע.

כדי לתמוך בתהליכים אלה, נמשיך לפתח ולחזק את התשתיות הפדגוגיות והטכנולוגיות באמצעות השתלמויות מקצועיות ייעודיות. ההשתלמויות יתמקדו בהוראה ובלמידה בסביבת פרויקטים, בפרוטוקולי תקשורת, בפיתוח מערכות משובצות מחשב, בתכנות בשפות ובסביבות עדכניות ובשילוב מיומנויות מתחומי ה־STEM.

נוסף על כך, יתקיימו השתלמויות ייעודיות לאורך השנה בנושא שילוב בינה מלאכותית בהוראת האלקטרוניקה והמחשבים ובפרויקטים הנדסיים. במסגרתן יכירו המורים כלים ושיטות לתכנון

פרויקטים המשלבים בינה מלאכותית, לפיתוח פעילויות למידה מתאימות, לליווי תלמידים בתהליכי חקר ופיתוח ולהערכת תוצרים שנוצרו בסיוע כלי AI. ההשתלמויות יעסקו גם בבניית משימות המאפשרות להבחין בין עבודת התלמיד לבין תוצרי הכלי, בהערכת תהליך העבודה ולא רק התוצר הסופי, ובפיתוח חשיבה ביקורתית, מקצועית ואתית.

אני מבקש להודות לכם – מרכזי המגמות, המורים והמנחים – על ההשקעה היומיומית, על המקצועיות, היצירתיות, המחויבות והאמונה ביכולותיהם של כל תלמידה ותלמיד. עבודתכם היא הבסיס להצלחת המגמה ולהכשרת דור העתיד של אנשי הטכנולוגיה, המפתחים והמהנדסים.

יחד נמשיך לקדם את מגמת הנדסת האלקטרוניקה והמחשבים, לחזק את איכות ההוראה והלמידה ולהעניק לתלמידינו ידע, כלים ומיומנויות שיאפשרו להם להשתלב, להתפתח ולהוביל בעולם טכנולוגי המשתנה במהירות.

בברכה ואיחולי שנה פורייה ומשמעותית,
שלומי אדמונד אחנין
מפקח מרכז על מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

המסמך כתוב בלשון זכר, אך מתייחס לזכר ונקבה כאחד.

מגמת הנדסה יישומית פועלת במסגרת אגף טכנולוגיה כחלק מאגף א׳ STEM אגף STEM במינהל חדשנות וטכנולוגיה רואה בחינוך המדעי-טכנולוגי מנוע צמיחה לאומי ומפתח לעתידם של תלמידות ותלמידי ישראל. מכוח החלטת הממשלה ״ישראל ריאלית״, אנו פועלים להצמחת דור של בוגרים מצטיינים במקצועות ה STEM מכל מגזר ומכל יישוב, תוך צמצום הפערים בין המרכז לפריפריה והנגשת המצוינות לכלל האוכלוסיות. בליבת דרכנו עומד חינוך STEM מבוסס כשירויות בעידן של בינה מלאכותית: לצד ידע דיסציפלינרי מעמיק, אנו מטפחים פתרון בעיות, חשיבה ביקורתית, שימור המאמץ הקוגניטיבי ולמידה לאורך החיים. חזון זה הוא המצפן של כלל מקצועות ה-STEM. יחד, נצעיד את דור העתיד של ישראל אל קדמת המדע והטכנולוגיה - מתוך אמונה שבכל תלמידה ותלמיד טמון הפוטנציאל לפרוץ גבולות ולעצב את המחר.

נהלי ותקנות משרד החינוך לפתיחת שנת הלימודים

ההנחיות והנהלים המחייבים כפי שנקבעו ע״י משרד החינוך

1. הזמנת בוחנים למקצוע התמחות

1.1. לא תתאפשר היבחנות תלמידים במקצוע ההתמחות במגמות שאינן מאושרות ומפוקחות על ידי משרד החינוך בהתאם לנוהלי פתיחת מגמה/התמחות (בתי ספר שאין ברשותם אסמכתא לפתיחת מגמה)

1.2 באחריות מנהל בית הספר לוודא כי אישור המגמה/ההתמחות ורישומה במצבת התלמידים הרשמית תקף לפני הגשת תלמידים לבחינות במקצוע ההתמחות.

1.3 הזמנת בוחנים תתאפשר בהתאם למכסה המאושרת במצבת תלמידים.

1.4 מגמות/התמחויות שהאישור להפעלתן פקע, לא יוכלו להגיש תלמידים לבחינות במקצוע ההתמחות, אלא אם כן חודש האישור בהתאם לנוהל.

1.5 במקצוע ההתמחות תהליך העבודה על פרויקט /עבודת הגמר, מושתת על המקצוע המוביל תוך התנסות מעשית ומתחיל כבר במהלך כיתות י׳ ו- י״א בליווי המנחה. מכאן לתלמיד שסיים את חובת לימודיו במערכת החינוך, אינו יכול להגיש בדיעבד פרויקט/עבודת גמר במקצוע התמחות במגמה טכנולוגית למעט מקרים חריגים שיבואו לאישור וליווי המפמ״ר ובהתאם לנהלי אגף הבחינות.

1.6 **תלמיד יבחן במקצוע התמחות רק לאחר שנבחן במקצוע המוביל או באותה שנת לימודים אלא אם כן קיבל אישור חריג ממפמ״ר.**

1.7 **אגף הבחינות יחסום אפשרות להזמין בוחן עבור תלמידים שלא נבחנו או נבחנים באותה שנה במקצוע המוביל.**

2. עדכון והגדלת מכסות באמצעות פורטל מוסדות

2.1 מכסות למגמות חדשות שנפתחו בתשפ״ז בשכבת י׳ יאושרו במהלך החודשים ספטמבר אוקטובר 2026 לאחר שיבוץ תלמידים.

2.2 ניתן להגיש בקשה להגדלת מכסה החל מ- 1.09.26 ועד 31.1.27 באמצעות פורטל מוסדות.

2.3 התשובה תשלח לבית הספר לאחר חודש מתאריך הפנייה באמצעות פורטל מוסדות

- הבקשה להגדלת המכסה אושרה ועודכנה
- הבקשה להגדלת מכסה נדחתה

לימודים בחינוך הטכנולוגי נמשכים שלוש שנים, ובנויים נדבך על גבי נדבך לפיכך, לא ניתן להגיש בקשה להגדלת מכסה לשכבת י״ב.

2.4 להגדלת מכסה לשכבות י׳ וי״א נדרשים המסמכים הבאים בפורמט המצויין:

- שמות מורים + היקף משרתם מתוך עו״שר.
- בקשה להגדלת מכסה, הדורשת כי״א נוסף, על מנהל ביה״ס להצהיר כי המורה בעל הכשרה התואמת את דרישות המשרה.
- מערכת שעות מורים מתוך מערכות המשרד ולא קבצי אופיס.
- מערכת שעות הכיתות מתוך מערכות המשרד ולא קבצי אופיס.
- לשכבת י״א תכנית השלמה בצירוף מערכת שעות חתומה ע״י מנהל המוסד.

<u>טבלה המרכזת את הקטגוריות הבאות:</u>

- שכבה, כיתה, מספר תלמידים, מספר קב׳, מספר שעות למקצוע מוביל, מספר שעות למקצוע התמחות, סוג כיתה לדוגמה: (רגילה מב״ר אתגר ח״מ).
- לכל מורה: חלוקת שעות: שעות הוראה פרונטליות, פרטני, שהייה גמול סה״כ שעות אחוז משרה.

להלן הקישור לעדכונים בנוהל הגדלת מכסות בפורטל מוסדות.

https://mosdot.education.gov.il/institutes/study-tracks/technology/increase-quota/

3 . בקשות לפתיחת מגמות חדשות שנה״ל תשפ״ז באמצעות פורטל מוסדות

<u>המועד להגשת הבקשות מתחילת שנה״ל עד סוף דצמבר 2026. לאחר מועד זה לא יתקיים דיון בקשות והן ידחו לשנה עוקבת.</u>

3.1 במסגרת בחינת הבקשה תיבחן, בין היתר, העמידה בתנאים הבאים:

3.1.1 קיומם של מבנים מתאימים, בהתאם לתקן לכיתה, למעבדה ולסדנה, כפי שמפורסם באתר מינהל הפיתוח במשרד החינוך.

3.1.2 קיומו של ציוד מקצועי, בהתאם לתקן המפורסם באתר מינהל החדשנות והטכנולוגיה, או, לחלופין, התחייבות של הבעלות להעמיד מקורות כספיים לרכישת ציוד מקצועי כנדרש.

3.1.3 קיומם של כוחות הוראה וסגל מתאימים (מרכז, מורים, מדריכים, לבורנט, טכנאי וכיוצ״ב) או התחייבות להעמיד כוחות הוראה וסגל מתאימים.

3.1.4 קיום מספר תלמידים מינימלי לקבוצת עבודה על פי מגמה ומסלול, כפי שמוגדר במערכת שכר הלימוד לבתי הספר העיוניים והטכנולוגיים המפורסמת באתר המינהל לכלכלה ותקציבים, ובה מוגדר גודל קבוצת עבודה במגמה/ובהתמחות.

3.2 כמו כן יש לבדוק את רמת ההישגים של התלמידים הפוטנציאליים.

3.2.1 בנוסף, יש לבחון גם איזו השפעה תהיה לפתיחתה של מגמה/התמחות על מגמה קיימת או על מגמה חדשה במוסד החינוך עצמו או במוסדות חינוך אחרים במחוז הגיאוגרפי של משרד החינוך שבתחומו מבוקש לפתוח את המגמה/ההתמחות החדשה.

3.3 אופן בחינת הבקשה לפתיחת מגמה/התמחות.

3.3.1 בקשה שהוגשה למנהל אגף הטכנולוגיה באמצעות פורטל מוסדות תועבר לבחינת הגורמים הבאים לפני מתן ההחלטה בבקשה: המפמ״ר הרלוונטי או המפקח המקצועי שאושר לכך מטעם המפמ״ר (חוות דעת המפמ״ר תועבר למנהל אגף הטכנולוגיה)

3.3.2 לאחר קבלת חוות הדעת של גורמים האמורים, תימסר הודעה בכתב על החלטת מנהל אגף הטכנולוגיה בבקשה באמצעות פורטל מוסדות.

3.4 תשובה לאישור / דחייה בקשה לפתיחת מגמה תשלח עד ל - 15.2.27

4. בוחנים למקצוע התמחות

4.1 הוספת בוחנים למאגר תתקיים במהלך חודשים נובמבר - דצמבר 2026

5. מעורבות חברתית במגמות טכנולוגיות

התכנית להתפתחות אישית ולמעורבות חברתית מבוססת על התפיסה של למידת שירות **(Service Learning)**. התפיסה זו מהווה אסטרטגיה של הוראה-למידה המשלבת שלושה מרכיבים מרכזיים:

1. שירות משמעותי לקהילה.
2. למידה עיונית.
3. רפלקציה.

השילוב נועד להעשיר את חווית הלמידה, לקדם מעורבות ואחריות אזרחית ולחזק את הקהילה.

גישה זו תואמת את תפיסת המינהל לחינוך טכנולוגי, המשולבת במסגרת המגמות הטכנולוגיות בשלושה צירים מרכזיים: ידע, מיומנויות וערכים.

שילוב המעורבות החברתית במסגרת המגמות הטכנולוגיות באמצעות חוזר מנכ"ל מעורבות חברתית למגמות הטכנולוגיות ייצור ערך סינרגטי הן עבור התוכנית והן עבור המגמה.

הרשמה לקהילת רכזים ומורים במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

בעקבות סגירת מוקד מקצוע אנו פותחים קבוצות להודעות פיקוח למורים ורכזים.

לקבוצה **מורים ורכזים** מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים **בתיכון** **לחץ כאן**

לקבוצה **מורים ורכזי** מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים **במכללה** **לחץ כאן**

לבתי ספר חרדים ושאינם משתמשים בטלפון חכם ,
נא ליצור קשר במייל irinauc@education.gov.il

לקישור אתר המגמה הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים **לחצו כאן**

הנחיות לתוכניות הלימוד בתיכון

לבית הספר יש את האוטונומיה לבחור את נושא ההתמחות (בחירה ג׳) הספציפי של המגמה מתוך מספר חלופות בהתאם לחזון בית הספר ומאפייניו.

- אלקטרואופטיקה
- מערכות בקרה ממוחשבות ורובוטיקה
- הנדסה ביו-רפואית
- לוחמה אלקטרונית
- תקשורת במערכות אלקטרוניות
- רב להב ויישומים בלמידת מכונה
- תוכנית ייחודית באישור המפמ״ר

תוכניות לימודים במקצוע מוביל בתיכון

חלוקת השעות לתוכנית הלימודים ניתן למצוא **בקישור זה.**

תכנית הלימודים במקצוע מוביל:

להלן קישורים לתוכניות הלימודים:

- מבוא להנדסת אלקטרוניקה(11.001)
- מערכות ספרתיות(11.002)
- מבוא למערכות משובצות מחשב(11.003)
- יסודות התכנות בשפת C# או יסודות תכנות שפת פייתון 11.004

הרכב לימודים במקצוע מוביל

לתלמידים שהתחילו כיתה י' בשנת לימודים תשפ"ו

החלוקה ל -70% + 30% היא כדלקמן:

הציון עבור 70% מהנושאים בתוכנית הלימודים של המקצוע המוביל יינתן באמצעות ההערכה חיצונית – בחינת בגרות.

הציון עבור ה- 30% מהנושאים בתוכניות הלימודים יינתן באמצעות הערכה בית ספרית.

מרכיב ההרחבה והעמקה בהערכה בית-ספרית שמשקלו 30%

- מערכות ספרתיות – לימודים התנסותיים ועיוניים
- מבוא למערכות משובצות מחשב – לימודים התנסותיים ועיוניים

המלצת צוות הפיקוח, לקיים את הבחינה במתכונת פרויקטון או בחינת מעבדה.

הנחיות לבחינה 30% במקצוע מוביל (ס.ש 815283)

בהמשך לחוזר מפמ"ר **מרכיב ההרחבה והעמקה בהערכה בית-ספרית שמשקלו 30%**

- מערכות ספרתיות – לימודים התנסותיים ועיוניים
- מבוא למערכות משובצות מחשב – לימודים התנסותיים ועיוניים

המלצת צוות הפיקוח, לקיים את הבחינה במתכונת **פרויקטון** או **בחינת מעבדה** הכוללת מרכיב עיוני בנושא מערכות ספרתיות.

פרויקטון :יש לבצע באמצעות בקר ארדואינו, על התלמיד להכין מצגת /חוברת המציינת מעגל חשמלי , קשיים ופתרונות , קטעי קוד, סביבת חומרה, מדידות ומסקנות. ניתן להוסיף סרטון.

מפתח הערכה לפרויקטון בהנדסת אלקטרוניקה ומחשבים:

מרכיב ראשי	פירוט	מספר הנקודות עבור כל מרכיב
מידת מורכבות, תקינות פעולה, נראות אסתטית וגימור של פרויקטון	יישום של דגם תוצר עובד.	10
	יכולת לבצע מדידות ולהסביר תוצאתם.	10
	נראות אסתטית וגימור של פרויקטון.	10
	בחינת מרכיב עיוני בנושא מערכות ספרתיות.	20
בקיאות בנושא הפרויקטון	יכולת להסביר אופן פעולה של הרכיבים והפרוטוקולים מתקשרים איתם.	20
	יכולת לבצע שינויים בקוד של תוכנית, לקמפל, לצרוב ולהריץ אותו.	20
	יכולת הלומד להסביר עקרונות מדעיים ותהליכים טכנולוגיים הקשורים לעבודת הפרויקטון.	10
סה"כ		100

מעבדה : יש לבצע ניסויים על פי תוכנית לימודים, לרכז את כל הניסויים בתלקיט.

<u>לכל ניסוי להכין דוח הכולל : מטרת הניסוי, מעגל חשמלי, קוד התוכנית, חישובים , מדידות ומסקנות.</u>

מפתח הערכה לניסויי מעבדה

פירוט	**מספר הנקודות עבור כל מרכיב**
שרטוט ובניית מעגל חשמלי.	20
יכולת לבצע מדידות ולהסביר תוצאתם.	20
יכולת לבצע שינויים במבנה המעגל או בקוד התוכנית ולהסביר את השפעת השינויים על פעולת המעגל.	20
הכנת דוח מסכם.	20
בחינת מרכיב עיוני בנושא מערכות ספרתיות.	20
סה"כ	100

<u>מרכיב החובה בהערכה חיצונית שמשקלו 70% (ס.ש. 815381)</u>

התכנים של מרכיב זה הם כל הנושאים המופיעים בתוכניות הלימודים.

בחינות

בחינת הבגרות באלקטרוניקה ומחשבים : סמל שאלון 815381 –70% בכתב.

אופן היבחנות במקצוע מוביל והרכב בחינות בגרות במקצוע המוביל :

בבחינה בשאלון 815381 כל חומר עזר מותר לשימוש, חוץ ממחשב הניתן לתכנות.

תשובות במחברת הבחינה **חובה** לכתוב בעט כדורי בצבע שחור או כחול בלבד ולא עט מחיק או עפרון

במועד קיץ תשפ"ז הבחינה תכיל שמונה שאלות בשלושה פרקים שונים.
על תלמיד לענות על חמש שאלות בלבד לפי מפתח ההערכה המפורט מטה .
לכל שאלה – 20 נקודות.
סך הכל - 100 נקודות.

מפתח ההערכה :

פרק ראשון: **יסודות תורת החשמל** –**בפרק זה יש לענות על שאלה אחת** מהשאלות 1 עד 2.

פרק שני **אלקטרוניקה תקבילית וספרתית** – **בפרק זה יש לענות על שתי שאלות** מהשאלות 3 עד 5.

פרק שלישי: **תכנות בשפת C# או Python** – **בפרק זה יש לענות על שתי שאלות** מהשאלות 6 עד 8 (לתלמידים הלומדים שפת C#) ,

או
מהשאלות 9 עד 11 (לתלמידים הלומדים Python)
(חובה לבחור שפת תכנות אחת בלבד)

חשוב: שאלה אחת לפחות בשאלון 815381 תתייחס לחלק התנסותי לפי תוכנית הלימודים.

<u>בבחינה בשאלון 815282 כל חומר עזר מותר לשימוש, חוץ ממחשב הניתן לתכנות.</u>

שאלון 815282 היא בחינה באלקטרוניקה ומחשבים – מוגבר שתי יחידות לימוד השלמה לחמש יחידות לימוד - כיתה י״א.

בשאלון זה שש שאלות בשני פרקים. יש לענות על שלוש שאלות, שאלה אחת לפחות מכל פרק.

לכל שאלה $33\frac{1}{3}$ נקודות. סך הכל - 100 נקודות.

פרק ראשון: **מערכות ספרתיות** – בפרק זה יש לענות על שאלה אחת לפחות מהשאלות 1 עד 3.

פרק שני: **מבוא למערכות משובצות מחשב** – בפרק זה יש לענות על שאלה אחת לפחות מהשאלות 4 עד 6. (שאלות המשלבות חומרה ותוכנה בסביבת Arduino UNO)

לתלמידים שהתחילו כיתה י׳ בשנת לימודים תשפ״ז

החל משנה״ל תשפ״ז יחולו שינויים במבנה ההיבחנות במקצוע הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים. החל משנה זו תתאפשרה היבחנות במקצוע אלקטרוניקה ומחשבים, בשני מסלולים:
הבחנות ל 3 יח״ל והבחנות בעוד 2 יח״ל השלמה ל – 5 יח״ל.

מבנה הבחינות והשקלול עבור 3 יח״ל אשר לא ממשיכים לרמת 5 יח״ל
הבחינה מורכבת מבחינה בכתב ובחינה במטלת ביצוע – סמל ראשי 815380
<u>מטלת ביצוע – בחינה פנימית (כיתה י׳).</u>

- סמל הבחינה הינו 815373 , משקל הבחינה מהווה 40% מהציון הסופי עבור 3 יח״ל.

<u>בחינה בכתב חיצונית - סמל בחינה הינו 815371 (כיתה יא׳).</u>

- משקל השאלון יהווה 60% מהציון הסופי ל- 3 יח״ל.
- משך הבחינה שלוש שעות
- הציון השנתי (ציון מגן) עבור בחינה זו (ס.ש. 815371) מהווה 30% ,
  משקל ציון הבחינה יהווה 70%

לתלמידים המסיימים את הבחינה ב- 3 יח״ל, יתאפשר להמשיך במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים, במקצוע התמחות ״מערכות אלקטרוניות״. התלמידים יוכלו להמשיך את לימודיהם במסגרת טכנאי והנדסאי אלקטרוניקה.

מבנה הבחינה והשקלול עבור התלמידים המשלימים 2 יח״ל נוספות ל- 5 יח״ל

עבור תלמידים הממשיכים לשתי היחידות המשלימות ל- 5 יח״ל – סמל ראשי הינו 815580.

- בחינה חיצונית בכתב – סמל הבחינה 815271 (כיתה יא׳).
- משך הבחינה שלוש שעות
- הציון השנתי (ציון מגן) עבור בחינה זו 815271 מהווה 40%,
  משקל הבחינה החיצונית יהווה 60%

החל ממועד קיץ תשפ״ח – 2028 .

- שאלון ההשלמה ל- 5 יח״ל הוא שאלון חוסם. כלומר תלמיד המקבל בציון הבחינה (ללא השקלול עם ציון השנתי) פחות מ- 55 לא יקבל ציון עבור 5 יח״ל, ויישאר עם ציון עבור 3 יח״ל.

ציון משוקלל עבור 5 יח״ל :

- ס.ש. 815373 בחינה פנימית (כיתה י) – 24%
- ס.ש. 815371 בחינה חיצונית (כיתה יא) – 36%
- ס.ש 815271 בחינה חיצונית השלמה ל5 יח״ל (כיתה יא) – 40%

סמל הבחינה עבור נבחני משנה ונבחנים אקסטרניים הוא 815372 בחינה חיצונית בכתב.

תוכנית הלימודים במקצוע התמחות - מערכות אלקטרוניות

שלושה מרכיבי לימודי התמחות:

- מיקרו בקרים (עודכן יולי 2026) או שפת VHDL
- מעבדת פרויקטים
- נושאי חלופה

להלן קישורים לתוכניות הלימודים בחלופות:

- אלקטרואופטיקה
- מערכות בקרה ממוחשבות ורובוטיקה
- הנדסה ביו רפואית
- לוחמה אלקטרונית
- תקשורת במערכות אלקטרוניות
- רב להב ויישומים בלמידת מכונה (עודכן יולי 2024)
- תוכנית ייחודית באישור המפמ"ר

נושא מרכזי לפרויקטים בשנת הלימודים תשפ"ז והיערכות לשנת הלימודים תשפ"ח

אבקש לעדכן כי בשנת הלימודים הקרובה, תשפ"ז, נושא הפרויקטים בכלל בתי הספר התיכוניים ימשיך להיות זהה לשנה החולפת: שימוש בטכנולוגיות "האינטרנט של הדברים" IoT. להלן מתווה הדרישות והחלוקה לפרויקטים אלו, אשר נותרים ללא שינוי:

- פרויקט המתבצע ע"י תלמיד יחיד: יכלול שילוב תקשורת בין הבקר המרכזי בפרויקט לבין מערכת ממוחשבת אחרת כמו טלפון נייד, מחשב נייח או נייד תוך שימוש בטכנולוגיות כגון: בלוטות', Wi-Fi, NFC, RFID או ZigBee.
- פרויקט המתבצע ע"י זוג תלמידים: יכלול לפחות שני בקרים, כאשר אחד מהם מתחבר לאינטרנט במטרה לקבל מידע מהאינטרנט או להעביר מידע לאינטרנט. ניתן להשתמש בבקרים כדוגמת: ESP32, Raspberry Pi או בקר ארדואינו הכולל מודול ייעודי להתחברות לאינטרנט.

היערכות לשנת הלימודים תשפ"ח:

במקביל לעבודה השוטפת, אנו עם הפנים קדימה לקראת השנים הבאות. החל משנת הלימודים תשפ"ח, נשלב במגמה נושא מרכזי חדש: פרויקטים המשלבים למידת מכונה / Machine Learning AI.

בשנת הלימודים תשפ"ח שילוב למידת המכונה לא יהיה חובה עבור כלל הפרויקטים, אלא יישום במספר פרויקטים נבחרים בכל כיתה. שאר הפרויקטים באותה שנה ואילך ימשיכו להיות מבוססי IoT במתכונת המוכרת.

מטרת הודעה זו היא להציג בפניכם את המגמה החדשה כבר כעת, על מנת לאפשר לכם, צוותי ההוראה, להתחיל להתארגן ולהיערך טכנולוגית ופדגוגית לקראת יישום הנושא בשנת הלימודים תשפ"ח. להלן כיוונים ודוגמאות אפשריות לשילוב למידת מכונה, ML , בפרויקטים:

- מערכות זיהוי תמונות: שילוב זיהוי תמונות על ידי מצלמה המחוברת ישירות לבקר, או לחלופין מצלמה המחוברת למחשב PC המעבד את המידע ומעביר נתונים בתקשורת טורית לבקר.
- שילוב מודלי שפה LLM: הגדרת מחשב מקומי המריץ רשת LLM כדוגמת GEMMA החושפת API לבקר בעל קישוריות לאינטרנט כגון ESP32.
- זיהוי וסיווג קולי: אימון מודל TinyML המוטמע על הבקר לזיהוי פקודות קוליות ספציפיות, זיהוי רעשים חריגים בסביבה או הבחנה בין סוגי צלילים.
- ניתוח תנועה ומחוות: שימוש בחיישני תאוצה וג׳ירוסקופ המשולבים עם מודל למידת מכונה לזיהוי מחוות יד, ניתוח יציבה או התרעה על נפילות.
- תחזוקה חזויה וזיהוי חריגות: איסוף נתונים רציף מחיישני טמפרטורה, רטט או זרם, והרצת מודל המנבא תקלות או חריגות במערכת מכנית או חשמלית בזמן אמת.

במהלך שנת הלימודים הקרובה נקיים הדרכות והשתלמויות ייעודיות בנושא זה, כדי ללוות אתכם ולהקל על הטמעתו במגמה.

הנחיות וקריטריונים לביצוע פרויקטים/עבודות גמר:

הפרויקט חייב להתבסס על התכנים שהתלמיד לומד במסגרת לימודי ההתמחות בה בחר.
<u>בעבודת גמר ברמה של 5 יח"ל</u> יש לתת דגש על יישום פרויקט מחקרי/פיתוחי ברמה נאותה.
יודגש, כי פרויקט ברמה של 5 יח"ל חייב להתבסס על צורך או בעיה, חייב לכלול חקר של הצעות לפתרון ופתרון מלא של לפחות אחת מהן, **כולל יישום אב טיפוס מתפקד**.
ביצוע פרויקט אינו פוטר את התלמיד מלימוד של כל התכנים המופיעים בתכנית הלימודים של מקצועות ההתמחות ובהתאם לחלופה שלמד.

פרויקט אישי (תלמיד יחיד)

התוצר המלא יכלול את הרכיבים והמאפיינים הבאים:

- **בקרה:** מיקרו-בקר אחד לפחות.
- **רכיב תצוגה:** לפחות רכיב תצוגה אחד להצגת נתונים, שליטה ובקרה (כגון: מסך LCD 2x16, מסך OLED, מסך TFT, צג, 7-סגמנט, מסך מחשב, טלפון חכם וכדומה).
- **רכיב קלט משתמש:** לפחות רכיב אחד לקליטת נתונים מהמשתמש לצורך בקרה ושליטה (כגון: לוח מקשים, מסך מגע, ג'ויסטיק, לחצני ניווט, שלט אינפרא-אדום, טלפון חכם וכדומה).
- **רכיבי קלט מערכתי:** חיישנים אנלוגיים ו/או ספרתיים בהתאם לדרישות המערכת.
- **רכיבי הפעלה:** רכיבי הפעלה נדרשים (כגון ממסרים, מנועים מסוגים שונים, מגברים לאות שמע וכדומה).
- **פרוטוקולי תקשורת:** שימוש לפחות **שני פרוטוקולי** תקשורת שונים (כגון SPI, I2C, One-Wire, RC5/RECS וכדומה).

פרויקט זוגי

היקף התוצר: התוצר הסופי יכלול שתי מערכות או תתי-פרויקטים עצמאיים (כמפורט בדרישות הפרויקט האישי) המקיימים ביניהם תקשורת תפעולית משולבת.

חלוקת עבודה: במסגרת הגשת ספר פרויקט, חלה חובה על כל תלמיד ותלמידה לציין בבירור ולפרט את חלקם ואת תרומתם האישית לפרויקט. **חלוקה זו אינה חלה על רכיבי ההבנה והידע. על כל אחד מחברי הצוות להפגין בקיאות מרבית בכלל חלקי הפרויקט.**

פרויקטים מיוחדים באישור המפמ"ר עם צירוף הצעת הפרויקט.

היבחנות במקצועות ההתמחות – תיכון

כלל תלמידי המגמה להנדסת אלקטרוניקה ומחשבים יבצעו :

פרויקט גמר (בהיקף 3 יח״ל) ס.ש 841387 או עבודת גמר (בהיקף 5 יח״ל) ס.ש 841589.

<u>ההערכה תבוצע במתכונת הגנה על עבודת גמר או פרויקט גמר על-ידי בוחן חיצוני בשלבים הבאים :</u>

הגשת הצעת פרויקט

על <u>התלמיד / זוג תלמידים</u> להגיש מסמך הצעת פרויקט למנחה הכולל:

(בפרויקט זוגי ניתן להגיש הצעה אחת)

דף השער :

- לוגו בית ספרי
- נושא פרויקט (שם הפרויקט)
- נושא שנתי
- סמל שאלון
- שם התלמיד\ים (חובה)
- מספר ת.ז. של התלמיד\ים
- שם המנחה
- שם הרכז\ת
- שנת לימודים

תוכן הצעת פרויקט:

- התקציר
- תיאור הבעיה או הצורך
- תרשים מלבני (כולל הסבר)
- רשימת רכיבים

מסמך הצעת הפרויקט חובה להגיש כקובץ **PDF אחד**.

לנוחות מנחה פרויקט והלומדים מצ״ב קישור להורדת מסמך תבנית הצעת הפרויקט.

(לתבנית להצעת הפרויקט לחץ כאן)

על הרכז מגמה חובה להגיש את ההצעות הפרויקט לבוחן עד ל-30 באוקטובר של שנה״ל.

תלמיד שלא יגיש הצעת פרויקט לא יוכל להבחן בסוף השנה.

אישור הצעת הפרויקט והבחנות, תתבצע ע״י אותו בוחן חיצוני.

תהליך ביצוע פרויקט

ביצוע פרויקט הוא תהליך למידה המתבצע במהלך שנת הלימודים כולה. במהלך ביצוע הפרויקט רוכש ומחזק התלמיד את המיומנויות הבאות: **חקר, תכנון, ניתוח, תיעוד, בניית פרויקט, עמידה בלוח זמנים ורפלקציה על התהליך ועל התוצאה**. להלן תיאור שלבי בניית פרויקט, הקפדה על ביצועם חשוב להפקת המירב מתהליך לימודי זה.

תכנון וכתיבת הצעת פרויקט

התלמיד, ורק הוא, יבחר את נושא הפרויקט בהתאם לדרישות הפיקוח לאותה שנה ויקבל על כך אישור ממנחה הפרויקט שלו.

1. התלמיד יחקור את נושא הפרויקט ויבחן את הדרכים האפשריות למימושו.
2. התלמיד יתאר במילים שלו את תפקיד הפרויקט, מבנהו ואופן פעולתו.
3. התלמיד ישרטט את תרשים מלבנים של מערכת הפרויקט.

בניית הפרויקט

(יש לתעד כל אחד מהשלבים הבאים כחלק מרכזי בספר הפרויקט)

1. התלמיד ישרטט, באמצעות כלי תוכנה יעודיים, את המעגל החשמלי המממש את תרשים המלבנים של מערכת הפרויקט.
2. בניית המעגל החשמלי תתבצע בשלבים. בכל שלב ייבנה מנגנון אחד.
3. לאחר תכנון של כל שלב במעגל החשמלי, ישתמש התלמיד בתוכנת הדמיה/ מעשי לשם ביצוע מדידות במעגל ולתיקון שגיאות התכנון.
4. לאחר בניית כל שלב במעגל, יבצע בו התלמיד מדידות חשמליות לאישור תקינותו, ולאיתור ותיקון תקלות.

בניית פרויקט מלווה בדרך כלל בהתמודדות עם תקלות ובעיות שלא נצפו מראש. על המנחה לראות בהופעתן של תקלות ובעיות כאלה הזדמנות לאתגר את התלמיד ולדרבן אותו להעמיק את הבנתו באופן פעולת הפרויקט.
כאשר מופיעה תקלה, המנחה צריך להימנע מלטפל בה בעצמו. עליו לכוון את התלמיד לבצע תהליך איתור שיטתי של התקלה ולתקנה. **תהליך איתור תקלה ותיקונה הוא אחד מהיעדים החינוכיים בבניית פרויקט.**

תיעוד

חלק חשוב בתהליך העבודה על פרויקט הוא תיעוד השלבים השונים של ביצועו. על התלמיד לנהל מסמך תיעוד (המשותף לו ולמנחה הפרויקט שלו) ובו רישום מדויק הכולל את הנושאים הבאים:

- ניהול יומן פעילות בו יהיה רישום, עבור כל פגישת עבודה (עם המנחה או בלעדיו), את מועדה, מטרתה והפעילות שנעשתה במהלכה.
- על התלמיד לתעד את הדמיות המעגלים שביצע ואת תוצאות המדידות שהתקבלו באמצעותן.
- על התלמיד לצלם את המעגל לאחר כל אחד משלבי הבנייה ולתעד בכתב ובצילום את המדידות שביצע, המוצג גם בסרטון וידאו.
- התלמיד יפרט בכתב את ההבדלים, אם קיימים כאלה, בין תוצאות המדידות בפועל לתוצאות בהדמיה ויסביר את מקורם.
- במידה ובמהלך הבנייה נעשים שינויים בסטיה מהתכנון המקורי על התלמיד לפרט כל שינוי כזה ולהסביר את סיבותיו.
- על התלמיד לתעד את התקלות שהופיעו במעגל, כיצד אותרו ותוקנו.

בסיום בניית הפרויקט יתעד התלמיד, בתמונות ובסרטון את הפרויקט בפעולה . תיעוד זה נדרש במקרה של תקלה בפרויקט בעת בחינת ההגנה. במקרה כזה ניתן יהיה להיעזר בתיעוד זה להצגת פעולה תקינה של הפרויקט.

התיעוד הכתוב והמצולם יהווה חלק בלתי נפרד מחוברת הפרויקט וישמש את בוחן הפרויקט לצורך הערכת תהליך העבודה.

סיכום והפקת לקחים

בסיום העבודה יתקיים דיון, לשם הפקת לקחים, שבו יקחו חלק המנחה והתלמיד. בדיון יסקרו השלבים השונים ותהליך העבודה על הפרויקט, כולל השלבים בהם הופיעו תקלות ובעיות. בדיון תהיה התייחסות לשאלה: "לו היית מתחיל היום את העבודה, לאור הניסיון שצברת מה היית משנה בתהליך העבודה, במעגלי החומרה ובתוכנת הפרויקט שנבנתה?" - על התלמיד לשלב את תוצאות דיון זה בחוברת הפרויקט בפרק "סיכום ולקחים".

חוברת הפרויקט

חוברת הפרויקט משמשת כמסמך המתעד את **תהליך העבודה** על הפרויקט, על המסמך להציג את המפרט הטכני המייצג את המבנה, אופן פעולתו ותהליך בנייתו של הפרויקט. החוברת מציגה את מבנה ופעולת הפרויקט **מהכלל אל הפרט** תוך שימוש בשירטוטים ותרשימים מתאימים. החוברת משקפת את הידע המצטבר של התלמיד כתוצאה מתהליך הלמידה שעבר – משלב הרעיון הבסיסי

ועד להשלמת הפרויקט, ואת תהליך העבודה על הפרויקט תוך הדגשת דרכי ההתמודדות של התלמיד עם הקשיים שהופיעו בלבים השונים של ביצוע הפרויקט.

לנוחות מנחה פרויקט והלומדים מצ"ב קישור להורדת מסמך המרכז את דרישות התיעוד כמסמך המשמש כתבנית שעליו ניתן לעבוד תוך כדי העבודה על הפרויקט. לקישור לחצו כאן .

דגם בנוי הוא תנאי היבחנות

תהליך היבחנות על פרויקט/ עבודות גמר :

- **שלב ראשון הוא חלק אינטגרלי מההבחנות של הפרויקט**
  בשלב זה הבוחן יצור קשר עם מוסד לימודי לצורך אישור הצעות פרויקט (ותיקונם לפי הצורך).
- **שלב שני** היבחנות על הפרויקט במועד קיץ 2027

מפתח הערכה לעבודות גמר ופרויקטים בהנדסת אלקטרוניקה ומחשבים:

מרכיב ראשי	פירוט	מספר הנקודות עבור כל מרכיב	
		עבודות גמר (5 יח"ל)	פרויקט גמר (3 יח"ל)
מידת מורכבות, תקינות פעולה, נראות אסתטית וגימור (25 נקודות ב- 5 יח"ל) (40 נקודות ב- 3 יח"ל) הגשת דגם תוצר עובד הוא תנאי לקיום בחינה. יודגש לא ניתן לבחון פרויקט ללא דגם!	**יישום מלא של דגם תוצר עובד:** תקינות פעולה מלאה של המערכת המשובצת. בפרויקט יחיד: בקר, רכיבי קלט/פלט, רכיבי הפעלה/שליטה ופרוטוקול תקשורת (למשל: בלוטות', Wi-Fi). בפרויקט זוגי: שני פרויקטים עצמאיים מתקשרים (לפחות בקר אחד מחובר לאינטרנט). **דגשים נוספים לרמה של-5 יחידות:** יישום אב-טיפוס המבוסס על צורך או בעיה מוגדרת. שילוב רכיבי קלט, פלט, בקרת משוב ופרוטוקולים מתקדמים.	5	10
	נראות אסתטית וגימור של הפרויקט: רמת הזיווד, הלחמות, חיווט נקי ומראה מוצר סופי אסתטי.	5	10
	מורכבות הפרויקט בדגש על התמודדות התלמיד עם טכנולוגיות חדשות או ייחודיות, פרויקטים בעלי סיכונים פתוחים / מחקריים. כחלק מכך, **<u>מומלץ</u>** לשלב עקרונות של למידת מכונה (AI) כגון בנייה, אימון והטמעת מודלים (למשל: זיהוי דיבור, זיהוי תנועה או סיווג נתונים מחיישנים). ניתן לממש זאת באמצעות הרצת מודלים רזים ישירות על גבי הבקר (TinyML) או לחלופין, עבודה עם	10	--

	מודלים מורכבים על גבי מחשב חיצוני המקיים תקשורת רציפה עם הבקר.		
	מתודולוגיית איתור תקלות וביצוע מדידות: יכולת התלמידים לבצע מדידות פיזיות בפועל באמצעות רב-מודד, סקופ או נתח לוגי ולהסביר בצורה שיטתית את התוצאות.	5	20
בקיאות בנושא הפרויקט (60 נקודות ב- 5 יח"ל)	**הבנת חומרה ורכיבים:** יכולת להסביר את אופן הפעולה של הרכיבים בפרויקט והפרוטוקולים המתקשרים איתם (כגון I2C, SPI, One Wire).	20	20
(30 נקודות ב- 3 יח"ל)	הבנת קוד תוך שימוש ב-AI : יכולת לנתח את קוד התוכנה הקיים, להסביר את הלוגיקה שלו, ולהציע שינויים בקוד (ללא מימוש בפועל) בעזרת כלי AI או הסבר של קוד שנוצר על ידי מכונה. **דגשים נוספים לרמה של-5 יחידות:** · הבנת ארכיטקטורת חומרה ופרוטוקולים : שליטה מלאה ברכיבים ופרוטוקולים עדכניים. היכולת להסביר לעומק כיצד הרכיבים מחוברים לבקר (I2C, SPI, UART) והצלבת המידע התיאורטי ישירות מול דפי הנתונים של הרכיבים. · מתודולוגיית איתור תקלות : התלמידים יציגו ויסבירו את הבדיקות והמדידות הפיזיות שבוצעו בפועל במעבדה (באמצעות רב-מודד, משקף תנודות או נתח לוגי), כפי שמתועדים בספר הפרויקט, לאימות תקינות חשמלית אל מול השערות ה-AI והדמיות המחשב.	10	10

	בקיאות מעמיקה בקוד התוכנה ובתוכנה המודולרית (הפרדה בין דרייברים ללוגיקה). התלמידים יידרשו לבצע ניתוח לוגי בזמן אמת, להציע שינויים מבניים בקוד בהתאם לשינוי דרישות של הבוחן ולנמק שיקולים תכנוניים או אלגוריתמים.	20	--
	גישה מולטי-דיסציפלינרית בשיטת STEAM : יכולת התלמיד לקשר ולהסביר עקרונות מדעיים, מתמטיים, עיצוביים, טכנולוגיים והנדסיים השזורים בפרויקט ובפתרון הבעיה.	10	--
איכות חוברת העבודה (מידת ההתאמה לדרישות המצוינות בקריטריונים לביצוע פרויקטים) (15 נקודות ב- 5 יח"ל) (30 נקודות ב- 3 יח"ל) הגשת ספר פרויקט הוא תנאי לקיום בחינה. יודגש לא ניתן לבחון פרויקט ללא ספר פרויקט!	**גוף החוברת:** הגשה תקינה של דף שער (לוגו, נושא, פרטים) , הצהרת התלמיד, תוכן עניינים ומספור עמודים, תקציר, תרשים מלבנים פונקציונלי המגדיר את זרימת המידע , תרשים חשמלי והסברים נלווים, תוכנה כוללת תיעוד, רפלקציה, ביבליוגרפיה ונספחים.	3	10
	העבודה מעוצבת באחידות גופנים וגדלים, כוללת הבחנה ברורה בין כותרות לתוכן עם יישור לימין, מיושרת לשמאל עבור קוד ופסקאות באנגלית, הקפדה על מיקום מדויק של סימני פיסוק ותווים מיוחדים ללא תווים מיותרים, ומשלבת תוכן עניינים אוטומטי תקין.	3	
	איכות התיעוד ותהליך העבודה: תיעוד שלבי הבנייה ההדרגתיים הכוללים : מאפיינים טכניים, הסבר פונקציונאלי וטכנולוגי, תרשים חשמלי, דוגמאות קוד להפעלה הרכיב, תיעוד מדידות למול הרקע הטכנולוגי, תקלות וצילום, **<u>יודגש שיש להגיש תיעוד זה כמפורט לעיל עבור כל רכיב</u>**	6	10

	<u>בנפרד</u>. נוסף על כך ניהול יומן עבודה שוטף הכולל פגישות, מטרות ותיאור הפעילות שבוצעה בפועל. **דגשים נוספים לרמה של-5 יחידות:** ניהול יומן עבודה כפול (הנדסי + AI) ואתיקה: תיעוד מובנה ואיכותי של יומן עבודה שוטף , לצד נספח ייעודי לכלי ה-AI (תיעוד ה-Prompts המרכזיים, ניתוח ביקורתי של פתרונות המכונה, והגדרת שקיפות מלאה לגבי אילו חלקים פותחו עצמאית ואילו בסיוע AI).		
	שקיפות וביקורת כלי AI: תיעוד מוגדר בחוברת המפרט באילו שלבים נעזר התלמיד בכלי AI לצורך כתיבת קוד, תיקון שגיאות או סימולציה, תוך הפגנת הבנה ביכולות כלי ה- AI ותיקוף התוצרים.	3	10
	סה"כ:	100	100

דרישות וקריטריונים פדגוגיים לעבודה בעידן ה-AI

בשל הנגישות הגבוהה לקוד וחומרה מבוססי AI, אנו מחדדים את דרישות המינימום הארכיטקטוניות ומחייבים תהליכי בקרה עדכניים:

- **ניהול תיעוד עבודה כפול (הנדסי + AI):** בנוסף לתיעוד הפעילות הרגיל, כל תלמיד מחויב לנהל נספח תיעוד טכנולוגי ייעודי לכלי ה-AI שבהם נעזר. התיעוד יכלול את ה-Prompts המרכזיים שהוזנו, ניתוח ביקורתי של הפתרונות שסיפקו כל ה- AI ותיאור התהליך שבו התלמיד התאים את הקוד או החומרה התיאורטית למערכת הפיזית שלו.
- תהליך איתור תקלות עצמאי: כלי ה-AI אינם מחליפים עבודה מעשית עם מכשירי מדידה. על התלמיד לתעד בצורה שיטתית בדיקות פיזיות (באמצעות רב-מודד, משקף תנודות ונתח לוגי) והשוואת הממצאים הפיזיים מול קוד התוכנה והדמיות המחשב. המנחה יכוון את התלמיד לאיתור שיטתי ולא יפתור את התקלה עבורו.
- הגנה מבוססת שינויים: כחלק בלתי נפרד מתהליך ההערכה הסופי, התלמידים יידרש להפגין בקיאות מלאה בקוד ובחומרה. הבוחנים יבקשו מהתלמידים לבצע ניתוח קוד בזמן אמת, להסביר לוגיקה פנימית של פונקציות, ולהציע שינויים מבניים בקוד (ללא מימוש פיזי) כדי לבחון את מידת הבקיאות.

הנחיות לבטיחות במעבדה בתיכון

<u>כללי בטיחות במעבדה</u> (חוזר מנכ"ל)

<u>טופס מבדק ניהול בטיחות במעבדה</u>

הזמנת בוחנים ותיאום מועד בחינה בעל פה

- הזמנת שאלון תתבצע ע"י רכז בגרויות על פי הנחיות של אגף בחינות.
- כתב המינוי ישלח לבית-הספר ולבוחן על-ידי אגף בחינות.
- על רכז המגמה לתאם עם הבוחן את מועד בחינת ההגנה אך ורק לאחר קבלת כתב מינוי. אין לקיים את הבחינה לאחר המועד שיקבע מדי שנה על-ידי אגף הבחינות.
- על רכז המגמה לוודא שחוברת הפרויקט תעלה למערכת שילובית שבועיים לפני מועד הבחינה.

הנחיות ונהלים פדגוגיים לנבחני משנה במקצוע התמחות בתיכון/ מכללה

הנהלים המחייבים את כלל הנבחנים, החל ממועד ההרשמה.

הרישום וההיבחנות של נבחן משנה נעשים בבית הספר התיכון/ מכללה
באישור מפמ"ר בצירוף מסמכים הנדרשים:

1. סמל מוסד בו סיים תיכון
2. שנת הסיום
3. שם מגמה והתמחות
4. גיליון ציונים של בית הספר/מכללה.
5. הגשת הצעת פרויקט לפי זמנים שהוגדרו בחוזר מפמ"ר באותה שנה
6. שם המנחה

את הבקשה יש להגיש:
לנבחני תיכון יש להגיש לגדי הרמן, דוא"ל gadi.herman@gmail.com
לנבחני מכללה יש להגיש לדר' יורי קלונטרוב , yuri@ort.org.il
הגשת בקשה לא מאוחר מתאריך 30 באוקטובר של שנ"ל.
(בקשות לאחר התאריך לא יתקבלו)

הנחיות לבחינות מותאמות – תיכון

ההתאמות בכל שאלוני הבחינה בכתב במועד קיץ תשפ״ז הן :

- הנבחן ישיב על שאלה אחת פחות ממספר השאלות הנדרש בשאלון.
- הנבחן ישיב על שאלה אחת לפחות מכל פרק.

התאמות אלה בתוקף עבור תלמידים בעלי אישור להיבחן בבחינות מותאמות.

הנחיות לתכניות לימוד במכללה .

להלן קישורים לתוכניות הלימודים במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים:

- חלוקת שעות
- מערך בחינות במסלול טכנאים
- מערך בחינות במסלול הנדסאים
- תוכניות לימודים מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים בהתמחות מערכות אלקטרוניות – טכנאים/ הנדסאים

יש להקפיד על מתן מלוא היקף השעות הנדרש לסטודנט בהתאם לתוכניות הלימודים, בדיקות מדגמיות במכללות יבוצעו ע"י הפיקוח.

החל משנה תשפ"ז כל מוסד נדרש לשלוח את מערכות השעות של כיתות י"ג י"ד למייל yuri@ort.org.il , יש להעביר את המערכות לא יאוחר מתאריך ה- 1/11/26.

להזכירכם על פי נהלי משרד החינוך אם מלמד במוסדכם מרצה בעל תואר הנדסאי, נדרש לקבל עבורו אישור העסקה מהממונה על החינוך הטכנולוגי העל תיכוני מר אסף מנוחין.

מערך הבחינות החיצוניות לתלמידי כיתות י"ג י"ד.

הנחיות לבחינת השלמה 771101

בהמשך להחלטה שהתקבלה במטה המנהל לחינוך טכנולוגי, בנוגע לבחינת השלמה לסטודנטים במסלול העל-תיכוני ללא רצף פדגוגי, ברצוני לעדכן על תכני ומבנה מבחן ההשלמה החיצוני (סמל שאלון 771101) שיערך לסטודנטים במסלול על תיכוני ללא רצף לימודים במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

פרקי/מקצועות הבחינה

1. מבוא לתורת חשמל
2. אלקטרוניקה ספרתית
3. אלקטרוניקה תקבילית
4. מערכות ספרתיות
5. שפת C

מבנה בחינת השלמה :

הבחינה תורכב מעשר שאלות, שתי שאלות מכל אחד מהפרקים.

על הנבחן יהיה לבחור ולענות על שאלה אחת מכל פרק (בסה"כ נדרש לענות על חמש שאלות).

משך המבחן שלוש שעות.

המבחן יערך עם חומר סגור.

מועד הבחינה יקבע ע"י אגף הבחינות.

- **הערכה חיצונית לסטודנטים המסיימים מסלול לימודים בכיתה י"ג כלומר, <u>לא ממשיכים ללמוד בכיתה י"ד:</u>**

- בחינה במקצוע התשתית, ס.ש. 711001.
- בחינה במקצוע ההתמחות, ס.ש. 711911.
- בחינה התנסות במעבדה, הערכה ע"י בוחן **חיצוני**, ס.ש. 711915.
- בחינת הגנה על פרויקט גמר, הערכה ע"י בוחן חיצוני, ס.ש. 711917.

- הערכה חיצונית לסטודנטים המסיימים מסלול לימודים בכיתה י"ד :

כיתה י"ג

- בחינה במקצוע התשתית, ס.ש. 711001.
- בחינה במקצוע ההתמחות, ס.ש. 711911.
- בחינת התנסות במעבדה, **חיצוני**, ס.ש. 711915.

כיתה י"ד

- בחינה במקצוע התשתית, ס.ש. 711003.
- בחינה במקצוע ההתמחות, ס.ש. 711913.
- בחינת התנסות במעבדה, **חיצוני**, ס.ש. 711916.
- הגנה על פרויקט גמר הנדסאים הערכה ע"י **שני בוחנים חיצוניים**, ס.ש. 711918.

בשנת לימודים תשפ״ז **בבחינות מעבדה 711915 ובבחינת מעבדה 711916**
תהיה חובה לשלב מרכיב של חומרה ומרכיב של תוכנה עבור כל ניסוי לפי תוכנית הלימודים.
כלומר לא ניתן יהיה להיבחן על ניסוי תוכנה או חומרה בלבד.
לפני הבחינה על הרכז לבנות (להרכיב) מטלות מעבדה על פי דוגמאות מצורפות בהתאם לתוכנית לימודים.

בבחינות מעבדה קיימת חובה לשלב ניסויים מכל מקצועות המעבדה,
במידה ומקצוע מעבדה מסויים לא שולב בבחינה הציון המירבי האפשרי יהיה 85
(במידה ושני מקצועות לא שולבו בבחינת מעבדה הציון המרבי יהיה 70).

להלן מצורפות מספר דוגמאות לניסוים המקיים שילובים אפשריים של ניסויי מעבדה אשר ניתן יהיה להיבחן עליהם בסוף השנה.

לקט דוגמאות 1 לניסויים בכיתה יג
לקט דוגמאות 2 לניסויים בכיתה יג
לקט דוגמאות לניסויים בכיתה יד

הנחיות לביצוע עבודות גמר ופרויקטים במכללה:

- **<u>פרויקט המתבצע ע"י סטודנט יחיד יכלול:</u>**

<u>יודגש בקר ארדואינו אינו יכול לשמש כבקר ראשי בפרויקטים במכללה</u>

- **בקרה:** בקר מרכזי או רכיב בר תכנות VHDL אחד לפחות <u>שנלמד בתהליך לימודי במהלך יג - יד</u>

- **רכיב תצוגה:** לפחות רכיב תצוגה אחד להצגת נתונים, שליטה ובקרה (כגון: מסך 16LCD 2x, מסך OLED, מסך TFT, צג, 7-סגמנט, מסך מחשב, טלפון חכם וכדומה).
- **רכיב קלט משתמש:** לפחות רכיב אחד לקליטת נתונים מהמשתמש לצורך בקרה ושליטה (כגון: לוח מקשים, מסך מגע, ג'ויסטיק, לחצני ניווט, שלט אינפרא-אדום, טלפון חכם וכדומה).
- **רכיבי קלט מערכתי:** חיישנים אנלוגיים ו/או ספרתיים בהתאם לדרישות המערכת.
- **רכיבי הפעלה:** רכיבי הפעלה נדרשים (כגון ממסרים, מנועים מסוגים שונים, מגברים לאות שמע וכדומה).
- **פרוטוקולי תקשורת:** שימוש בלפחות **שני פרוטוקולי** תקשורת שונים (כגון SPI, I2C, One-Wire, RC5/RECS וכדומה).

פרויקט זוגי

היקף התוצר: התוצר הסופי יכלול שתי מערכות או תתי-פרויקטים עצמאיים (כמפורט בדרישות הפרויקט האישי) המקיימים ביניהם תקשורת תפעולית משולבת.

חלוקת עבודה: במסגרת הגשת ספר הפרויקט, חלה חובה על כל תלמיד ותלמידה לציין בבירור ולפרט את חלקם ואת תרומתם האישית לפרויקט. **חלוקה זו אינה חלה על רכיבי ההבנה והידע. על כל אחד מחברי הצוות להפגין בקיאות מרבית בכלל חלקי הפרויקט.**

פרויקטים מיוחדים באישור המפמ"ר עם צירוף הצעת הפרויקט.

דגם בנוי הוא תנאי להיבחנות

ע"פ הנחיית מר אסף מנוחין, ממונה חינוך טכנולוגי על-תיכוני כל סטודנט המבצע את פרויקט הגמר שלא במסגרת המוסד בו הוא לומד חייב לקבל מנחה אקדמי מטעם המוסד בו הוא לומד.
(פרויקטנטים המבצעים את פרויקט הגמר שלהם בצה"ל מחויבים לפעול על פי התבנית והדרישות של משרד החינוך, חובה מנחה מטעם המוסד בו לומד הסטודנט).

בשנת הלימודים תשפ"ז הגנת פרויקטים עבור בוגרי הנדסאים שמבצעים את הפרויקט במסגרת חיל האוויר, מעמד הבחינה יתבצע ביחידות ולא במכללה.

נוהל הגשת הצעות פרויקט ועבודות גמר במסלול העל-תיכוני (כיתות יג-יד):

לצורך פשטות הניסוח, המונח פרויקט המופיע במסמך זה מתייחס לעבודת גמר לפרויקט גמר כאחד, אלא אם כן צוין אחרת.

הגשת הצעת פרויקט

הגשת הצעות לביצוע פרויקט תיעשה ישירות מול הבוחן על פי התבנית המצורפת.

על הסטודנט / זוג סטודנטים להגיש מסמך הצעת פרויקט למנחה הכולל:
(בפרויקט זוגי ניתן להגיש הצעה אחת).

דף השער :

- לוגו של המכללה
- נושא פרויקט (שם הפרויקט)
- סמל שאלון
- שם הסטודנט\ים (חובה)
- מספר ת.ז. של הסטודנט/ ים
- שם המנחה
- שם הרכז/ת
- ביצוע פרויקט (צבא או מוסד לימודי)
- שנת לימודים

תוכן הצעת פרויקט

- תקציר
- תיאור הבעיה או הצורך
- תרשים מלבני (כולל הסבר)
- רשימת רכיבים

מסמך הצעת הפרויקט חובה להגיש כקובץ PDF אחד.

לנוחות מנחה פרויקט והלומדים מצ"ב קישור להורדת מסמך תבנית הצעת הפרויקט.

(לתבנית להצעת הפרויקט לחץ כאן)

את ההצעות לפרויקט יש להגיש עד ל-30 באוקטובר של שנה"ל.

לאחר הגשת הצעת פרויקט תשלח לרכז תשובה בדבר עמידת ההצעה בקריטריונים ע"י המאשר פרויקט . במידה והצעת פרויקט לא תעמוד בקריטריונים על הסטודנט והמרכז יהיה לתקנה ולשולחה שנית לאישור.

אישור הצעת הפרויקט והבחנות, תתבצע ע"י אותו בוחן חיצוני.

תהליך ביצוע פרויקט

ביצוע פרויקט הוא תהליך למידה המתבצע במהלך שנת הלימודים כולה. במהלך ביצוע הפרויקט רוכש ומחזק הסטודנט את המיומנויות הבאות: **חקר, תכנון, ניתוח, תיעוד, בנית פרויקט, עמידה בלוח זמנים ורפלקציה על התהליך ועל התוצאה**.

להלן תיאור שלבי בניית פרויקט, הקפדה על ביצועם חשוב להפקת המירב מתהליך לימודי זה.

תכנון וכתיבת הצעת פרויקט

- הסטודנט, ורק הוא, יבחר את נושא הפרויקט ויקבל על כך אישור ממנחה הפרויקט שלו.
- הסטודנט יחקור את נושא הפרויקט ויבחן את הדרכים האפשריות למימושו.
- הסטודנט יתאר במילים את תפקיד הפרויקט, מבנהו ואופן פעולתו.
- הסטודנט ישרטט את תרשים המלבנים של מערכת הפרויקט.

בניית הפרויקט (יש לתעד כל אחד מהשלבים הבאים כחלק מרכזי בספר הפרויקט)

- הסטודנט ישרטט, באמצעות כלי תוכנה ייעודיים, את המעגל החשמלי המממש את תרשים המלבנים של מערכת הפרויקט.
- בניית המעגל החשמלי תתבצע בשלבים. בכל שלב ייבנה מנגנון אחד.
- לאחר תכנון של כל שלב במעגל החשמלי, ישתמש הסטודנט בתוכנת הדמיה לשם ביצוע מדידות במעגל ולתיקון שגיאות התכנון.
- לאחר בניית כל שלב במעגל, יבצע בו הסטודנט מדידות חשמליות לאישור תקינותו, ולאיתור ותיקון תקלות.
- בניית פרויקט מלווה בדרך כלל בהתמודדות עם תקלות ובעיות שלא נצפו מראש. על המנחה לראות בהופעתן של תקלות ובעיות כאלה הזדמנות לאתגר את הסטודנט ולדרבן אותו להעמיק את הבנתו באופן פעולת הפרויקט.
- כאשר מופיעה תקלה, המנחה צריך להימנע מלטפל בה בעצמו. עליו לכוון את הסטודנט לבצע תהליך איתור שיטתי של התקלה ולתקנה. תהליך איתור תקלה ותיקונה הוא אחד מהיעדים החינוכיים המרכזיים בבניית פרויקט.

תיעוד

חלק חשוב בתהליך העבודה על פרויקט הוא תיעוד השלבים השונים של ביצועו. על הסטודנט לנהל מסמך תיעוד (המשותף לו ולמנחה הפרויקט שלו) ובו רישום מדויק הכולל את הנושאים הבאים:

- ניהול יומן פעילות בו יהיה רשם, עבור כל פגישת עבודה (עם המנחה או בלעדיו), את מועדה, מטרתה והפעילות שנעשתה במהלכה.
- על הסטודנט לתעד את הדמיות המעגלים שביצע ואת תוצאות המדידות שהתקבלו באמצעותן.
- על הסטודנט לצלם את המעגל לאחר כל אחד משלבי הבנייה ולתעד בכתב ובצילום את המדידות שביצע, מוצע גם בוידאו .
- הסטודנט יפרט בכתב את ההבדלים, אם קיימים כאלה, בין תוצאות המדידות בפועל לתוצאות בהדמיה ויסביר את מקורם.
- יש לתעד את השינויים בסטייה מהתכנון המקורי, לפרט כל שינוי כזה ולהסביר את סיבותיו.
- על הסטודנט לתעד את התקלות שהופיעו במעגל, כיצד אותרו ותוקנו.
- בסיום בניית הפרויקט יתעד התלמיד, בתמונות ובסרטון, את הפרויקט בפעולה.
- התיעוד הכתוב והמצולם יהווה חלק בלתי נפרד מחוברת הפרויקט (ראה פרק 2 להלן) וישמש את בוחן/בוחני הפרויקט לצורך הערכת תהליך העבודה.

סיכום והפקת לקחים

בסיום העבודה יתקיים דיון, לשם הפקת לקחים, שבו ייקחו חלק המנחה והסטודנט. בדיון יסקרו השלבים השונים ותהליך העבודה על הפרויקט, כולל השלבים בהם הופיעו תקלות ובעיות. בדיון תהיה התייחסות לשאלה: "לו היית מתחיל היום את העבודה, לאור הניסיון שצברת מה היית משנה בתהליך העבודה, במעגלי החומרה ובתוכנת הפרויקט שנבנתה?" - על הסטודנט לשלב את תוצאות דיון זה בחוברת הפרויקט בפרק "סיכום ולקחים".

חוברת הפרויקט

חוברת הפרויקט משמשת כמסמך המתעד את **תהליך העבודה** על הפרויקט.

על המסמך להציג את המפרט הטכני המייצג את המבנה, אופן פעולתו ותהליך בנייתו של הפרויקט.

החוברת משקפת את הידע המצטבר של התלמיד כתוצאה מתהליך הלמידה שעבר – משלב הרעיון הבסיסי ועד להשלמת הפרויקט, ואת תהליך העבודה על הפרויקט תוך הדגשת דרכי ההתמודדות של התלמיד עם הקשיים שהופיעו בשלבים השונים של ביצוע הפרויקט.

לנוחות מנחה הפרויקט והסטודנטים מצ"ב קישור להורדת מסמך המרכז את דרישות התיעוד כמסמך תבנית שעליו ניתן לעבוד תוך כדי העבודה על הפרויקט. לקישור לחצו תבנית פרויקט למכללה

מפתח הערכה לעבודות גמר ופרויקטים במכללה:

מרכיב ראשי	פירוט	ניקוד
מידת מורכבות, תקינות פעולה, נראות אסטתית וגימור של פרויקט (25%)	יישום מלא של דגם תוצר עובד.	5
	נראות אסטתית וגימור של פרויקט.	5
	מורכבות הפרויקט בדגש על התמודדות הסטודנט עם טכנולוגיות חדשות או ייחודיות, פרויקטים בעלי סיכונים פתוחים / מחקריים.	10
	מתודולוגיית איתור תקלות וביצוע מדידות: יכולת הסטודנטים לבצע מדידות פיזיות באמצעות רב-מודד, סקופ או נתח לוגי ולהסביר בצורה שיטתית את התוצאות.	5
בקיאות בנושא הפרויקט (60%)	**יכולת להסביר אופן פעולה של הרכיבים** והפרוטוקולים המתקשרים איתם.	20
	יכולת לנתח את קוד התוכנה הקיים, להסביר את הלוגיקה שלו, ולהציע שינויים בקוד (ללא מימוש בפועל) בעזרת כלי AI או הסבר של קוד שנוצר על ידי מכונה.	10
	שימוש והבנה ברכיבים ופרוטוקולים עדכניים, כולל היכולת להסביר את ספריות השירות שבהם השתמש כולל היכולת לקשר בין העקרונות של הפרוטוקול ליישום שלו בתוכנה * למען הסר ספק נדרש מהסטודנט להבין את תוכנות השירות/הפעולות/המחלקות/הפונקציות שבהם השתמש ליישום הפרויקט ללא קשר לזהות כותב הקוד.	20
	גישה מולטי דיסציפלינארית בשיטת STEAM: היכולת של הסטודנט להבין עקרונות מדעיים, מתמטיים, עיצוביים, טכנולוגיים והנדסיים הקשורים לפרויקט, הצורך או הבעיה.	10
איכות חוברת העבודה (מידת ההתאמה לדרישות	**אסתטיקה ומבנה כללי:** העבודה מעוצבת באחידות גופנים וגדלים, כוללת הבחנה ברורה בין כותרות לתוכן עם יישור לימין, מיושרת לשמאל עבור קוד ופסקאות באנגלית, מקפידה על	4

המצוינות בקריטריונים לביצוע פרויקטים (15%)	מיקום מדויק של סימני פיסוק ותווים מיוחדים ללא תווים מיותרים, ומשלבת תוכן עניינים אוטומטי תקין.	
	גוף החוברת (דף שער, הצהרת התלמיד, תוכן עניינים ומספור עמודים, תקציר, תרשים מלבנים והסבר, תרשים חשמלי והסבר, תוכנה כוללת תיעוד, רפלקציה, ביבליוגרפיה ונספחים).	3
	איכות התיעוד ותהליך העבודה: התייחסות הסטודנט לנושא: חקר, תכנון, ניתוח ושיקולי תכנון. תיעוד שלבי הבנייה ההדרגתיים הכוללים: מאפיינים טכניים, הסבר פונקציונאלי וטכנולוגי, תרשים חשמלי, דוגמאות קוד להפעלה הרכיב, תיעוד מדידות למול הרקע הטכנולוגי, תקלות וצילום, יודגש שיש להגיש תיעוד זה כמפורט לעיל עבור כל רכיב בנפרד. נוסף על כך ניהול יומן עבודה שוטף הכולל פגישות, מטרות ותיאור הפעילות שבוצעה בפועל.	5
	תיעוד ביצוע מדידות רלוונטיות בדגש על צילום המדידה, הצגת מעגל הנמדד, תיעוד וניתוח התוצאות.	3
סה"כ:		100

* חשוב לציין בפני הסטודנטים כי השימוש בכלי AI הוא לטובת העמקת הלמידה והפרויקט ולא כקיצור דרך. יש להקפיד שהסטודנטים יציגו בתיעוד את ההבנה שלהם בצורה ברורה, ולא רק את התוצר הסופי של כלי ה-AI. כך מבטיחים שמיומנות השימוש בכלי ה-AI תוערך כראוי, מבלי לפגוע במטרה העיקרית של הפרויקט - למידה והבנה מעמיקה של התחום.

* כחלק בלתי נפרד מתהליך ההערכה הסופי, ההסטודנטים יידרשו להפגין בקיאות מלאה בקוד ובחומרה. הבוחנים יבקשו מהסטודנטים לבצע ניתוח קוד בזמן אמת, להסביר לוגיקה פנימית של פונקציות, ולהציע שינויים מבניים בקוד (ללא מימוש פיזי) כדי לבחון את מידת הבקיאות.

הנחיות לבטיחות במעבדה במכללה

כללי בטיחות במעבדה (חוזר מנכ"ל)

טופס מבדק ניהול בטיחות במעבדה

הזמנת בוחנים ותיאום מועד בחינות ההגנה/מעבדה

- הזמנת שאלון תתבצע ע"י רכז בגרויות על פי הנחיות של אגף בחינות.
- כתב המינוי ישלח לבית-הספר ולבוחנים על-ידי אגף בחינות.
- על מרכז המגמה לתאם עם הבוחנים את מועד בחינת ההגנה/ בחינת מעבדה אך ורק לאחר קבלת כתב מינוי.
  אין לקיים את הבחינה לאחר המועד שיקבע מדי שנה על-ידי אגף הבחינות.
- על מרכז המגמה לוודא שחוברת הפרויקט תועלה למערכת שילובית שבועיים לפני מועד הבחינה.
- על רכז המגמה לשלוח את רשימת הניסויים לבוחן שבועיים לפני מועד הבחינה.

השתלמויות

בעקבות השינויים שנעשו בתוכניות הלימודים , התקיימו בשנים האחרונות השתלמויות מורים. השתלמויות אלו מהוות את התשתית הפדגוגית והטכנולוגית של המגמה שלנו. בשנה"ל תשפ"ז נמשיך ונקדם השתלמויות נוספות במטרה לחזק בעיקר את הידע הפדגוגי הקשור ללמידה בסביבת פרויקטים ולהעמיק בתוכניות הלימודים החדשות.

פרטים בנוגע למועדי ההשתלמויות והנושאים יפורסמו במהלך השנה באתר האינטרנט של המגמה בכתובת : https://edu.gov.il/tech/electronics

הצטיידות

בנושא הצטיידות למעבדות ולפתיחת מגמות חדשות, יש לפעול בהתאם להנחיות חוזר מנכ"ל .

את תקני הצטיידות במקצוע המוביל אלקטרוניקה ומחשבים (11.00) ובמקצוע ההתמחות מערכות אלקטרוניות (11.40) תוכלו למצוא בטבלת תקני הציוד של המגמות הטכנולוגיות באתר המגמה https://electronics.education.gov.il/

הגשת מועמדות להתמנות כבוחן/ מעריך

על כל מורה המעוניין להתמנות כבוחן/ מעריך בשנה"ל תשפ"ז, יש לפנות למנהלת מקצוע סבטלנה פרוכמן במייל : sprokhman@gmail.com
עד לתאריך 31.12.2026 ובמקביל להגיש מועמדות במרב"ד. התאמת הבוחן נקבעת על ידי ועדת ההיגוי ועל פי קריטריונים הנמצאים באתר אגף הבחינות.

נוהל הגשת ערעורים

ערעורים יש להגיש בהתאם להנחיות אגף הבחינות

בברכת שנה"ל פורייה,

שלומי אדמונד אח נין

מפקח מרכז על מגמת

הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים