

משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה
הפיקוח על מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

27/08/2024
כ"ג אב תשפ"ד

אל:
מרכזי מגמה ומורים
במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

שלום רב,

הנדון: חוזר מפמ"ר 1 שנה"ל תשפ"ה

תוכן עניינים

2	דבר המפמ"ר
3	הרשמה לקהילת רכזים ומורים במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים
3	הנחיות לתוכניות הלימוד בתיכון
4	תוכניות לימודים במקצוע מוביל בתיכון
4	הרכב לימודים במקצוע מוביל
10	הנחיות וקריטריונים לביצוע פרויקטים/ עבודות גמר :
14	תהליך הבחנות על פרויקט/ עבודות גמר :
16	הזמנת בוחנים ותיאום מועד בחינה בעל פה
18	הנחיות לבחינות מותאמות – תיכון
19	הנחיות לתוכניות לימוד במכללה
22	הנחיות לביצוע עבודות גמר ופרויקטים במכללה :
28	הזמנת בוחנים ותיאום מועד בחינות ההגנה/מעבדה
29	השתלמויות
29	הצטיידות
29	הגשת מועמדות להתמנות כבוחן/ מעריך
29	נוהל הגשת ערעורים

דבר המפמ"ר

מורים ומורות יקרים,

תקופה זו מציבה בפנינו משימה לאומית כבדת משקל – עיצוב הדור והבטחת עתידו.

אני בטוח שנצליח להתגבר על הקשיים ונעשה כל שביכולתנו לשמור על שגרת הלימודים

ועל רוח העם, אהבת המולדת והערבות ההדדית בינינו.

אני מקווה ומייחל לימים טובים ושקטים יותר, אני מחזק את ידיכם ומאמין בכם.

אנו חייבים להמשיך לבנות את עתידה של מדינתנו, גם בשעות הקשות הללו.

תכלה שנה וקללותיה, תחל שנה וברכותיה.

אני מאחל לכולנו שנת לימודים מוצלחת ובריאות איתנה. מחובתנו לקדם את תלמידינו למצוינות

ולסייע להם לענות על הצרכים המשתנים של המדינה.

ברוכים תהיו ושנה טובה.

המסמך כתוב בלשון זכר, אך מתייחס לזכר ונקבה כאחד.

הרשמה לקהילת רכזים ומורים במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

בעקבות סגירת מוקד מקצוע אנו פותחים קבוצות להודעות פיקוח לרכזים ולמורים

לקבוצה מורים ורכזים מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים בתיכון [לחץ כאן](#)

לקבוצה מורים ורכזי מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים במכללה [לחץ כאן](#)

לקישור לאתר מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים [לחץ כאן](#)

הנחיות לתוכניות הלימוד בתיכון

במעבר הדרגתי שהחל בשנה"ל תשע"ט עברו כלל בתי הספר ללמד על פי תוכנית לימודים מעודכנת במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים.

מכאן החל משנה"ל תש"פ הבחינה בשאלון 815381 מיועדת רק לנבחנים על פי התוכנית החדשה. 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 (חדש)
- תוכנית ייחודית באישור המפמ"ר

תוכניות לימודים במקצוע מוביל בתיכון

במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים, החל משנה"ל תשע"ט על כל בתי הספר ללמד לפי תוכניות הלימודים החדשות.

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

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)

מהמשך 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.

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:

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

מעבדה : יש לבצע ניסויים על פי תוכנית לימודים ולרכז את כל הניסויים בתלקיט.
 לכל ניסוי להכין דוח הכולל : מטרת הניסוי, מעגל חשמלי, קוד התוכנית, חישובים, מדידות ומסקנות.

מפתח הערכה לניסויי מעבדה

פירוט	מספר הנקודות עבור כל מרכיב
שרטוט ובניית מעגל חשמלי	20
יכולת לבצע מדידות ולהסביר תוצאתם.	30
יכולת לבצע שינויים במבנה המעגל או בקוד התוכנית ולהסביר את השפעת השינויים על פעולת המעגל.	30
הכנת דוח מסכם.	20

מרכיב החובה בהערכה חיצונית שמשקלו 70%

התכנים של מרכיב זה הם כל הנושאים המופיעים בתוכניות הלימודים.

בחינות

"מתווה בחינות הבגרות" – תשפ"ה

אנו מקווים ומצפים ששנת תשפ"ה תהיה שנת לימודים סדירה ומלאה. בהתאם לכך, נושאי הלימוד לבחינות הבגרות, משמע- היקף החומר וחוקי המענה יהיו כפי שהוגדרו בספטמבר 2023, שנת הלימודים תשפ"ד, טרם המלחמה. (ללא הקלות שניתנו בתקופת המלחמה)

המתווה הבגרויות של תלמידי הצפון והדרום ידון בתחילת שנת הלימודים תשפ"ה, בהתאם להתפתחויות הביטחוניות.

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"ה הבחינה תכיל שמונה שאלות בשלושה פרקים.

על תלמיד לענות על חמש שאלות בלבד. לכל שאלה – 20 נקודות. סך הכל - 100 נקודות.

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#/Python** – בפרק זה יש לענות על שתי שאלות

מהשאלות 6 עד 8 (לתלמידים הלומדים שפת C#),

מהשאלות 9 עד 11 (לתלמידים הלומדים Python).

(חובה לבחור שפת תכנות אחת בלבד)

החל משנת תשפ"ג בית הספר רשאי לבחור שפת תכנות #C או Python, ובשנת תשפ"ה להבחן על פי בחירה בית ספרית.

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

בבחינה בשאלון 815282 כל חומר עזר מותר לשימוש, חוץ ממחשב הניתן לתכנות.

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)

תוכנית הלימודים במקצוע התמחות - מערכות אלקטרוניות

שלושה מרכיבי לימודי התמחות:

- [מיקרו בקרים](#) 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 \(חדש\)](#)
- [תוכנית ייחודית באישור המפמ"ר](#)

כבר מספר שנים שאנו נותנים דגש וחשיבות להשבחת פרויקטים כחלק ממהלך כולל במינהל למדע וטכנולוגיה.

החל משנת לימודים תשפ"ד בחוזר מפמ"ר יפורסם כל שנה נושא חדש לפרויקטים.

בשנת לימודים תשפ"ה נושא הפרויקטים בכלל בתי הספר התיכון יהיה שימוש בטכנולוגיות "האינטרנט של הדברים".

האינטרנט של הדברים או מְרֻשָּׁטֶת הַדְּבָרִים באנגלית Internet of Things או בקיצור IoT הוא רשת של חפצים פיזיים, המשובצים בחיישנים ובתוכנה, אשר מאפשרים תקשורת בין החפצים ויכולות איסוף וניתוח מידע. האינטרנט של הדברים כולל בין השאר את תחומי "הבית החכם", "העיר החכמה", מכשור לביש, תעשייה חכמה, תחבורה חכמה (כגון מכוניות אוטונומיות וכבישים חכמים), רפואה חכמה ועוד. (מקור: ויקיפדיה).

פרויקט המתבצע ע"י תלמיד יחיד יכול שילוב תקשורת בין הבקר המרכזי בפרויקט לבין מערכת ממוחשבת אחרת כמו טלפון נייד, מחשב נייד או נייד תוך שימוש טכנולוגיות, כגון בלוטות', Wi-Fi, ZigBee, NFC, RFID.

פרויקט המתבצע ע"י זוג תלמידים יכלול לפחות 2 בקרים כאשר אחד מהם מתחבר לאינטרנט במטרה לקבל מידע מהאינטרנט או להעביר מידע לאינטרנט. ניתן להשתמש בבקר כדוגמאות: ESP32 Raspberry PI או בקר ארדואינו הכולל מודול ייעודי להתחברות לאינטרנט.

חלק ממהלך זה דורש שכל הצעות לפרויקטים ברמה של 3 יח"ל ועבודות גמר ברמה של 5 יח"ל תוגשנה כולם **לבוחן**

על כל ההצעות שמוגשות לאישור הבוחן לעבור אישור מוקדם ע"י רכזי המגמות

הנחיות וקריטריונים לביצוע פרויקטים/ עבודות גמר :

הפרויקט חייב להתבסס על התכנים שהתלמיד לומד במסגרת לימודי ההתמחות בה בחר. בעבודת גמר ברמה של 5 יח"ל יש לתת דגש על יישום פרויקט מחקר/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 המתבצע ע"י תלמיד יחיד יכלול:

- בקר אחד
- רכיבי קלט, לדוגמה: חיישן אנלוגי, חיישן ספרתי, חיישן I2C.
- רכיב פלט (LCD, 7 סגמנט, מסך מחשב, טלפון סלולארי וכו').
- מספר רכיבי הפעלה - לדוגמה ממסר, מגבר טרנזיסטורי.
- מספר רכיבי שליטה - לפחות אחד (מסך מגע, שלט IR, לוח מקשים וכו').
- לפחות פרוטוקול תקשורת אחד (SPI, One Wire, I²C, RECS-80 וכו').

❖ פרויקט זוגי:

- התוצר הסופי יכיל בתוכו שני פרויקטים עצמאיים (כמפורט בסעיף הקודם) המקיימים קשר ביניהם.
- שימו לב, בהגשת ספר פרויקט כל תלמיד יציין את חלקו בפרויקט.

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) ש.ש 841387 או עבודת גמר (בהיקף 5 יח"ל) ש.ש 841589.

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

הגשת הצעת פרויקט

על התלמיד / זוג תלמידים להגיש מסמך הצעת פרויקט למנחה הכולל :
(בפרויקט זוגי ניתן להגיש הצעה אחת)

דף השער :

- לוגו בית ספרי
- נושא שנתי
- נושא פרויקט (שם הפרויקט)
- סמל שאלון
- שם התלמידים (חובה)
- מספר ת.ז. של התלמידים
- שם המנחה
- שם הרכזות
- שנת לימודים

תוכן הצעת פרויקט :

- תיאור הבעיה או הצורך
- תפקיד הפרויקט
- תרשים מלבני

מסמך הצעת הפרויקט חובה להגיש כקובץ PDF אחד.

- לנוחות מנחה פרויקט והלומדים מצ"ב קישור למסמך תבנית הצעת הפרויקט .
(לתבנית להצעת הפרויקט [לחץ כאן](#))

- על הרכז מגמה חובה להגיש את ההצעות הפרויקט לבוחן עד ל-15 בנובמבר של שנה"ל.
1. תלמיד שלא יגיש הצעת פרויקט לא יוכל להבחן בסוף השנה.
 2. 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 וכתובת הצעת פרויקט

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

שנת לימודים תשפ"ה נושא הפרויקטים בכלל בתי הספר התיכון יהיו שימוש בטכנולוגיות "האינטרנט של הדברים IOT".

1. התלמיד יחקור את נושא הפרויקט ויבחן את הדרכים האפשריות למימוש.
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, מוצע גם בוידאו.
- התלמיד יפרט בכתב את ההבדלים, אם קיימים כאלה, בין תוצאות המדידות בפועל לתוצאות בהדמיה ויסביר את מקורם.
- במידה ובמהלך הבנייה נעשים שינויים בסטייה 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 בשלבים השונים של ביצוע הפרויקט.

לנוחות מנחה פרויקט והלומדים מצ"ב קישור למסמך המרכז את דרישות התיעוד כמסמך המשמש כתבנית שעליו ניתן לעבוד תוך כדי העבודה על הפרויקט. לקישור [לחצו כאן](#).

דגם בנוי הוא תנאי היבחנות

תהליך הבחנות על פרויקט/ עבודות גמר :

- שלב ראשון הוא חלק אינטגרלי מההבחנות של הפרויקט בשלב זה הבוחן יצור קשר עם מוסד לימודי לצורך אישור הצעות פרויקט (ותיקונים לפי הצורך).
- שלב שני היבחנות על הפרויקט במועד קיץ 2025.

מפתח הערכה לעבודות גמר ופרויקטים בהנדסת אלקטרוניקה ומחשבים :

מספר הנקודות עבור כל מרכיב		פירוט	מרכיב ראשי
פרויקט גמר (3 יח"ל)	עבודות גמר (5 יח"ל)		
10	10	יישום מלא של דגם תוצר עובד.	מידת מורכבות, תקינות פעולה, נראות אסתטית וגימור של פרויקט (30 נקודות ב- 5 יח"ל) (40 נקודות ב- 3 יח"ל)
10	5	נראות אסתטית וגימור של פרויקט.	
--	10	מורכבות הפרויקט בדגש על התמודדות התלמיד עם טכנולוגיות חדשות או ייחודיות, פרויקטים בעלי סיכונים פתוחים / מחקריים.	
20	5	יכולת לבצע מדידות ולהסביר תוצאתם.	
20	20	יכולת להסביר אופן פעולה של הרכיבים והפרוטוקולים המתקשרים איתם.	בקיאות בנושא הפרויקט (50 נקודות ב- 5 יח"ל) (30 נקודות ב- 3 יח"ל)
10	10	יכולת לבצע שינויים בקוד של תוכנית (ללא מימוש בפועל).	
--	10	שימוש ברכיבים ופרוטוקולים עדכניים. היכולת להסביר את אופן פעולת הרכיבים, כיצד הם מחוברים וקוד התוכנה המשמש להם ממשק.	
--	10	גישה מולטי דיסציפלינארית: היכולת של התלמיד להבין עקרונות מדעיים, מתמטיים, עיצוביים, טכנולוגיים והנדסיים הקשורים לפרויקט, הצורך או הבעיה.	
5	4	איכות הגשת הצעת פרויקט : <ul style="list-style-type: none"> ● חקר נושא הפרויקט ובחינת הדרכים האפשריות למימושו (יש להציג יותר מפתרון אפשרי אחד). ● תיאור תפקיד הפרויקט, מבנהו ואופן פעולתו. ● שרטט תרשים מלבנים של מערכת הפרויקט. 	איכות חוברת העבודה (מידת ההתאמה לדרישות המצוינות בקריטריונים לביצוע פרויקטים) (20 נקודות ב- 5 יח"ל) (30 נקודות ב- 3 יח"ל)

5	3	אסתטיקה ומבנה כללי (דף שער, הצהרת התלמיד, רשימת טבלאות ואיורים, ביבליוגרפיה, נספחים)	
5	3	גוף החוברת (תקציר, תרשים מלבנים והסבר, תרשים חשמלי והסבר, תוכנה, רפלקציה)	
15	10	איכות התיעוד, עמידה בלוח זמנים ורפלקציה על התהליך ועל התוצר (מלווה בסרטון)	
100	100	סה"כ:	

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 לד"ר יורי קלונטרוב, yuri@ort.org.il,

הגשת בקשה לא מאוחר מתאריך **30 באוקטובר של שני"ל**. (בקשות לאחר התאריך לא יתקבלו)

הנחיות לבחינות מותאמות – תיכון

ההתאמות בכל שאלוני הבחינה בכתב במועד קיץ תשפ"ה 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 לתוכניות לימוד במכללה .

להלן קישורים לתוכניות הלימודים במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים :

- [מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים בהתמחות מערכות אלקטרוניות - טכנאים](#)
- [מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים בהתמחות מערכות אלקטרוניות מסלול מרום-טכנאים](#)
- [מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים בהתמחות מערכות אלקטרוניות - הנדסאים](#)
- [מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים בהתמחות מערכות אלקטרוניות מסלול מרום – הנדסאים](#)

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

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 הבחינה:

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, לא ממשיכים ללמוד בכיתה י"ד:**

- בחינה במקצוע התשתית, ס.ש. 711001.
- בחינה במקצוע ההתמחות, ס.ש. 711911.
- בחינה בהתנסות ובמעבדה, 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"ה בבחינות מעבדה 711915 ובבחינות 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.

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

- [לקט דוגמאות 1 לניסויים בכיתה י"ג](#)
- [לקט דוגמאות 2 לניסויים בכיתה י"ג](#)
- [לקט דוגמאות לניסויים בכיתה י"ד](#)

הנחיות לביצוע עבודות גמר ופרויקטים במכללה:

● פרויקט המתבצע ע"י סטודנט יחיד יכול:

- בקר מרכזי או רכיב בר תכנות VHDL אחד לפחות שנלמד בתהליך לימודי במהלך יג - יד יודגש בקר ארדואינו אינו יכול לשמש כבקר המרכזי אך יכול לשמש כבקר משני.
- רכיבי קלט (לדוגמה: חיישן אנלוגי, חיישן ספרתי, חיישן I2C וכו').
- רכיב פלט (תצוגת 7 מקטעים, LCD, מסך מחשב, טלפון סלולארי וכו').
- רכיבי הפעלה - לדוגמה ממסר, מגבר טרנזיסטורי וכו'.
- רכיב שליטה אחד (מסך מגע, שלט IR, לוח מקשים וכו').
- לפחות פרוטוקול תקשורת אחד ((SPI, One Wire, I²C, RECS-80) וכו').

● פרויקט זוגי:

- התוצר הסופי יכיל בתוכו שני בקרים עצמאים (כמפורט בסעיף הקודם) המקיימים קשר ביניהם.
- שימו לב, בהגשת ספר הפרויקט על כל סטודנט לציין את חלקו בתוצר הסופי.

מכללות המבקשות לפתח פרויקטים ייחודיים החורגים מהגדרות אלו, ובעלי אתגר פיתוחי, מחקרי או טכנולוגי יוצאי דופן נדרשים לבקש מראש אישור המפמ"ר בכתב.

דגם בנוי הוא תנאי להיבחנות

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

לצורך פשטות הניסוח, המונח פרויקט המופיע במסמך זה מתייחס לעבודת גמר ולפרויקט 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 הסטודנטים (חובה)
- מספר ת.ז. של הסטודנט/ ים
- שם המנחה
- שם הרכז/ת
- ביצוע פרויקט (צבא או מוסד לימודי)
- שנת לימודים

תוכן הצעת פרויקט

- תיאור הבעיה או הצורך
- תפקיד הפרויקט
- תרשים מלבני

מסמך הצעת הפרויקט חובה להגיש כקובץ PDF אחד.

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

(לתבנית להצעת הפרויקט [לחץ כאן](#))

את ההצעות לפרויקט יש להגיש **עד ל-6 בנובמבר 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 ולשולח 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 למימוש.
- ✓ 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 למסמך המרכז את דרישות התיעוד כמסמך תבנית שעליו ניתן לעבוד תוך כדי העבודה על הפרויקט. לקישור לחצו [תבנית פרויקט למכלל](#)

מפתח הערכה לעבודות גמר ופרויקטים במכללה:

ניקוד	פירוט	מרכיב ראשי
10	יישום מלא של דגם תוצר עובד.	מידת מורכבות, תקינות פעולה, נראות אסתטית וגימור של פרויקט (30%)
10	נראות אסתטית וגימור של פרויקט.	
10	מורכבות הפרויקט בדגש על התמודדות הסטודנט עם טכנולוגיות חדשות או ייחודיות, פרויקטים בעלי סיכונים פתוחים / מחקריים.	
10	יכולת להסביר אופן פעולה של הרכיבים והפרוטוקולים המתקשרים איתם.	בקיאות בנושא הפרויקט (50%)
15	יכולת לבצע שינויים בקוד התוכנית, להדר, לצרוב ולהריץ אותו. (כולל שינוי חומרה, ללא מימוש בפועל)	
15	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.	
10	היכולת של הסטודנט להבין עקרונות מדעיים, מתמטיים, עיצוביים, טכנולוגיים והנדסיים הקשורים לפרויקט שבנה, הצורך או הבעיה.	
3	התייחסות הסטודנט לנושא: חקר, תכנון, ניתוח, שיקולי תכנון וחישובים.	איכות חוברת העבודה (מידת)

2	אסתטיקה ומבנה כללי (דף שער, הצהרת התלמיד, הגדרת הפרויקט, תקציר, רשימת טבלאות ואיורים, ביבליוגרפיה, נספחים)	ההתאמה לדרישות המצוינות בקריטריונים לביצוע פרויקטים (20%)
2	גוף החוברת (תקציר, תרשים מלבנים והסבר, תרשים חשמלי והסבר, תוכנה, רפלקציה)	
8	תיעוד הלמידה (עבור כל אחד ממרכיבי הפרויקט) - הסבר תפקיד ופעולת הרכיבים, תיעוד קוד התוכנה שבעזרתם נבדקו, תרשימי חשמליים, תקלות, שינויים מדידות.	
5	תיעוד ביצוע מדידות רלוונטיות בדגש על צילום המדידה, הצגת מעגל הנמדד, תיעוד וניתוח התוצאות.	
100	סה"כ:	

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 בכל רחבי הארץ בהיקף משמעותי. השתלמויות אלו מהוות את התשתית הפדגוגית והטכנולוגית של המגמה שלנו. בשנה"ל תשפ"ה 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 בנושא הגפן בלבד.

את תקני הצטיידות במקצוע המוביל אלקטרוניקה ומחשבים (11.00) ובמקצוע ההתמחות מערכות אלקטרוניות (11.40) תוכלו למצוא בטבלת תקני הציוד של המגמות הטכנולוגיות באתר המנהל למדע וטכנולוגיה (בשורה של מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים).

הגשת מועמדות להתמנות כבוחן/ מעריך

על כל מורה המעוניין להתמנות כבוחן/ מעריך בשנה"ל תשפ"ה, למלא את **השאלון המצורף** עד לתאריך 31.12.2024 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 אחנין
מפקח מרכז על מגמת
הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים