

משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה
הפיקוח על מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים ומגמת מערכות בקרה ואנרגיה

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

התמחות

מערכות אלקטרוניות

תכנית הלימודים בחלופה

תקשורת בין מערכות אלקטרוניות

מעודכן ל-
2026

תוכן עניינים

3	מבוא לתוכנית הלימודים
3	חלוקת שעות
3	רציונל לחלופה תקשורת בין מערכת אלקטרוניות:
4	חלוקת שעות לפי פרקים
4	תוכנית לימודים בחלופה תקשורת בין מערכות אלקטרוניות - כיתה י' ו-יב' - לימודים עיוניים
4	פרק 1: עקרונות בתקשורת תקבילית וספרתית
6	פרק 2: עקרונות ברשתות תקשורת בין מחשבים
8	פרק 3: יישומים בתקשורת
	תוכנית לימודים בחלופה תקשורת בין מערכות אלקטרוניות במסגרת לימודי ההתמחות - כיתה י' ו-יב' – לימודים התנסותיים
9	פרק 1: עקרונות בתקשורת תקבילית וספרתית (20 שעות)
9	פרק 2: עקרונות ברשתות תקשורת בין מחשבים (20 שעות)
10	פרק 3: יישומים בתקשורת (20 שעות)

מבוא לתוכנית הלימודים

חלוקת שעות

חלוקת השעות ללימודי ההתמחות בחלופה **תקשורת בין מערכות אלקטרוניות** בכיתות י"א ו- י"ב נתונה בטבלה להלן:

מקצוע הבחינה	שם מקצוע	י"א		י"ב		סה"כ
		ע	ה	ע	ה	כללי
מערכות אלקטרוניות (11.40)	חלופה: תקשורת בין מערכות אלקטרוניות	2	1	2	1	6

הערה: ש"ש אחת מהווה 30 שעות שנתיות

רציונל לחלופה תקשורת בין מערכת אלקטרוניות:

תכנית הלימודים "תקשורת בין מערכות אלקטרוניות" מהווה את אחת החלופות של תוכנית הלימודים במקצוע ההתמחות "מערכות אלקטרוניות" במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים.

מטרת העל של חלופה זו היא הבנה של המבנה והפעולה של רשתות תקשורת מודרניות, החל מרשתות תקשורת אנלוגיות דרך תקשורת תאית ועד תקשורת נתונים דרך רשת האינטרנט.

התכנית סוקרת את המושגים החשובים הקשורים לתקשורת בכלל ולאיינטרנט בפרט. המושגים העיקריים הם: אפנון אותות תקבילי וסיפרתי, מקלטים ומשדרים, ערוץ תקשורת תקבילי וסיפרתי, פרוטוקולים, שירותי רשת, מודל שרת-לקוח, שכבות בארכיטקטורה של מערכת תקשורת, אמינות של העברת נתונים.

בתכנית נכלל מרכיב התנסותי משמעותי, לפיו נדרשים התלמידים לכתוב יישומי תקשורת בסביבת מערכות משובצות מחשב ולהפעיל תוכנות ניטור, כדי לעקוב אחר הפעולה של הפרוטוקולים.

בבחירת הנושאים התחשבנו בשיקולים הבאים: על הנושאים לתת ראייה מקיפה ומשלימה על עולם האלקטרוניקה, הנושאים רלוונטיים למעשה בתעשייה, הנושאים ישתלבו בעבודות הפרויקט.

במהלך עבודת הפרויקט יחויבו התלמידים לשלב נושאים מתוכנית הלימודים ולהיבחן עליהם במסגרת הגנת הפרויקט.

חלוקת שעות לפי פרקים

נושא	עיוני (שעות)	התנסותי (שעות)
פרק 1: עקרונות בתקשורת תקבילית וספרתית	40	20
פרק 2: עקרונות ברשתות תקשורת בין מחשבים	40	20
פרק 3: יישומים בתקשורת	40	20
סה"כ שעות:	120	60

תוכנית לימודים בחלופה תקשורת בין מערכות אלקטרוניות - כיתה יא' ו-יב' - לימודים עיוניים

פרק 1: עקרונות בתקשורת תקבילית וספרתית

שעות	נושא
8	מבוא לתקשורת • תיאור אות שמע ותרשים מערכת שמע הכוללת מיקרופון, מגבר ורמקול • הצורך באפנון להעברת השמע בצורה אלחוטית • מבנה בסיסי של משדר ומקלט אלחוטי • מאפיינים עיקריים של רשת תקשורת אלחוטית : סוג מידע, טווח, תדרי עבודה, רוחב פס, רעש ומקורותיו, יחס אות לרעש • אופני התפשטות של גלי הרדיו – גלי קרקע, גלי רקיע • סוגי אנטנת ומאפיינים
10	אפנון AM • תיאור האפנון בציר הזמן וציר התדר • חישוב גורם האפנון • תיאור אות מאופן סינוסואידלי ואות מאופן כללי • תרשים מלבנים של משדר AM - הכולל בין היתר מעביר נמוכים, אפן, מגבר RF ואנטנה • מאפייני משדר (יציבות תדר, הספק שידור, נצילות) • תרשים מלבנים של מקלט AM ישיר, מקלט סופר-הטרודיין הכולל: מגבר RF, ערבל, מתנד מקומי, מסנן תדר ביניים, מגבר תדר ביניים, גלאי, מגבר שמע, AGC • מאפייני מקלט: רגישות, ברירות, דחיית תדר בבואה, עיוותים, חסינות לרעש.
8	אפנון FM

- תיאור אות מאופן FM בתחום הזמן ובתחום התדר
- השוואה בין שיטות שידור AM ו-FM
- תרשים מלבנים של משדר FM : מסנן מעביר נמוכים, מתנד מבוקר מתח, מכפלי תדר, מגבר הספר.
- מאפייני משדר: יציבות תדר, הספק שידור ונצילות.
- תרשים מלבנים של מקלט FM: מגבר ת"ר מתכוון, ערבל, מסנן תדר ביניים, מתנד מקומי מתכוון, מגבר תדר ביניים, גלאי, מגבל, AFC.
- מאפייני מקלט: רגישות, ברירות, רוחב פס, נאמנות, חסינות לרעש.

8 האות הספרתי

- הפיכת אות מידע אנלוגי לאות מידע ספרתי. תיאור גרפי של שיטות להצגת מידע ספרתי (PCM, PPM, PWM, PAM).
- פעולות דגימה ושמירה. דיאגרמת מלבנים עקרונית של מערכת לדגימה ושמירה; תיאור מעגל דגימה ותיאור צורות הגלים במוצאו. משפט הדגימה – משפט ניקוויסט. תיאור גרפי של אותות, בזמן ביצוע פעולות הדגימה והשמירה.
- פעולת הכימוי, רעש כימוי, מדדי קצב (b/s, baud)
- פעולת הקידוד. שיטות לקידוד האות; שיטת RZ ושיטת NRZ, מנצ'סטר רגיל ודיפרנציאלי
- שחזור האות. מערכות סינכרוניות ואסינכרוניות
- דיאגרמת מלבנים של מערכת שידור וקליטה של ערוץ תקשורת ספרתי
- סיבות לשגיאות בהעברת מידע ספרתי

6 שיטות אפנון וריבוב ספרתי

- עקרונות של אפנון דפקים: אפנון תנופת הדופק (PAM) אפנון דופק מקודד (PCM)
- ריבוב אותות ספרתיים, ריבוב בזמן (TDM)
- שיטות ספרתיות בסיסיות למפתוח ואפנון (ASK, FSK, PSK) תיאור גרפי של האותות בשיטות האפנון השונות. דיאגרמות עקרוניות לתיאור מערכות לייצור האפנונים הדרושים. דיאגרמה עקרונית לתיאור גילוי של אות מאופן.

- **מושגים בתקשורת נתונים**

הקניית המושגים: פרוטוקול, רשתות מקומיות ורשתות ארוכות טווח, ערוץ תקשורת.

מטרות התקשורת: שיתוף במידע, שיתוף במשאבים, שיפור תקשורת בין-אישית.

דוגמאות לשימושים ברשתות תקשורת: אחזור מידע מרחוק, העברת קבצים, ודוא"ל.

- **מיתוג ומיתוג מנות**

רשתות הפצה מול רשתות מיתוג, צומתי מיתוג (או נתבים) ומחשבי קצה (מארחים). מיתוג מעגלים מול מיתוג מנות, העברת מנות ברשת. מיתוג הודעות. השהיה במיתוג מנות. טופולוגיות של רשתות.

- **שירותי תקשורת ומודל שרת-לקוח**

שירותים מקושרים מול שירותים לא-מקושרים. מודל שרת-לקוח, תהליך לקוח ותהליכי שרת.

- **שכבות וארכיטקטורה של מערכות תקשורת**

הצורך בחלוקה לשכבות, הארכיטקטורה של רשתות: ערוצים פיזיים וערוצים ומדומים (וירטואליים), ממשק בין השכבות, פרוטוקולים וכתובות headers. תיאור מערכת של חמש שכבות: יישום, תובלה, רשת, ערוץ ופיזית. יחידות מידע של השכבות: מסגרות, מנות, מקטעים והודעות.

- **מבנה האינטרנט**

תשתית: נתבים routers באינטרנט, ספקי שירות ISPs ושלד האינטרנט, דרכי חיבור לאינטרנט. התוכנה של האינטרנט: סקירה של הפרוטוקולים IP ו-TCP תקני האינטרנט ו-RFC הארכיטקטורה של האינטרנט: מבנה השכבות.

שכבת היישום

- **עקרונות של שכבת היישום**

יישומי רשת ופרוטוקולים, שקעים API, sockets לתכנות יישומי אינטרנט, כתובות ושמות תחום, שירות השמות DNS, מפתחים, Ports, סוגי שירותים.

- **ה- WEB ו- HTTP**

היפרטקסט והיפרמדיה, דפי, URL, Web שפת HTML תגים, מעברי שורה ופסקאות, מאפיינים לתגים, יצירת כותרות ורשימות, שילוב צבעים ותמונות במסמך, קישורי היפרטקסט. תהליך הורדת דף Web משרת. פרוטוקול HTTP, מבנה ההודעות של HTTP, הודעות בקשה והודעות תגובה, מבנה הדפדפן.

(תכנות בסיסי בשפת HTML הכולל שימוש התגים, HTML, HEAD, TITLE, BODY, P, BR, H1, A, IMG שימוש במאפיין Stile לעיצוב).

8 שכבת התובלה

- **עקרונות של שכבת התובלה**

שירותי שכבת התובלה, ריבוב ופילוג הודעות, מבנה המקטעים segments

- **שירותים לא מקושרים: פרוטוקול UDP**

תיאור כללי של מבנה מקטע ב- UDP, גילויי שגיאות על ידי ביצוע חישוב Checksum

- **שירותים מקושרים: פרוטוקול TCP**

התכונות העיקריות של TCP, מספר סידורי ומספר אישור במקטעי, TCP האלגוריתם של השולח של TCP, דוגמאות לשידור רצפי מקטעים.

8 שכבת הרשת וניתוב

- **מבוא לשירותי שכבת הרשת**

סוגי שירותים, העברת מקטעי תובלה, מיתוג מעגלים מדומים מול מיתוג מברקים.

- **שכבת הרשת של האינטרנט**

כתובות, סימון עשרוני של כתובות IP, המבנה המדרגי של הכתובות, מחלקות של כתובות ומיעון ללא מחלקות addressing classless, כתובות IP מיוחדות, הקצאת כתובות IP לנתבים, העברת מברקי IP ברשת, טבלאות ניתוב, מבנה הכותרת של מברקי, IP פיצול והרכבה של מברקים

עקרונות של ניתוב (הצורך במיתוג, עקרונות בניתוב מידע בין נתבים, אלגוריתם ניתוב דינמיים)

• **עקרונות של ניתוב**

סוגים של אלגוריתמים לניתוב, מבנה של טבלאות ניתוב, ייצוג רשת באמצעות גרף משוקלל.

שכבת העורך ורשתות מקומיות

6

• **שכבת הערוץ: עקרונות ושירותים**

מבוא לשירותי שכבת הערוץ: ערוצי נל"ן וערוצי הפצה. הצורך בפרוטוקול בקרת גישה לערוץ MAC, שירותי מסגור, גילוי ותיקון שגיאות, הבטחת אמינות ובקרת זרימה.

• **שיטות גילוי ותיקון שגיאות**

הטכניקה הבסיסית לגילוי שגיאות, שיטת הזוגיות, זוגיות אופקית ואנכית ושיטת CRC.

• **פרוטוקול CSMA/CD**

מבוא לפרוטוקולים של רשתות מקומיות, בקרת גישה לערוץ ומדדי יעילות. הקצאה קבועה מול הקצאה דינאמית של זמני שידור. מבוא לרשת אתרנט, התנגשויות של מסגרות, פרוטוקול CSMA/CD, ההמתנה האקראית לפני שידור חוזר והאלגוריתם של הכפלת מרחב המדגם של ההמתנה.

40

סה"כ שעות:

פרק 3: יישומים בתקשורת

שעות

נושא

15

Wi-Fi

• הכרת התקני הרשת .

• כללים לפעולת הרשת .

• הכרת פרוטוקול גישה לרשת אלחוטית.

• תקן 802.11

10

BLUETOOTH

• היסטוריה של הבלוטוס.

• טווח התקשורת, סוגי תדרים, הספקים, כמות מקסימלית לחיבור מכשירים.

- הכרת פרוטוקולים נפוצים LE HS .
- חיבור בלוטוס ל-uart .

15

תקשורת סלולארית

- עקרונות התקשורת הסלולארית.
- סקירה והתפתחות של הרשת הסלולארית מדור 0 מעד דור 5.
- שיטת גישה מרובת מרובות משתמשים. TDMA , FDMA , CDMA .
- הכרת תקן GSM .
- סקירה של שירותי SMS , WAP , MMS .

40

סה"כ שעות:

[תוכנית לימודים בחלופה תקשורת בין מערכות אלקטרוניות במסגרת לימודי ההתמחות - כיתה יא' ו-יב' – לימודים התנסותיים](#)

פרק 1: עקרונות בתקשורת תקבילית וספרתית (20 שעות)

נושא

ניסוי 1: מערכת שמע

בניית מערכת תקשורת-פנים פשוטה

ניסוי 2: אפנון AM

בנייה והפעלה של מתנד לתדר גבוה, בנייה והפעלה של גלאי AM ואפנון AM

ניסוי 3: אפנון FM

בנייה והפעלה של אפנון וגלאי FM

ניסוי 4: מערכת משדר-מקלט מבוססת על IR

שידור מידע מאופן למרחק של מספר מטרים באמצעות מערכת משדר-מקלט הפועלת בתחום תדרי אינפרא אדום. הפעלת מכלולים במערכת, קבלת צורות גלים של גל מידע ונושא.

ניסוי 5: תקשורת ספרתית

שימוש ברכיב מולל לביצוע תקשורת ספרתית בין שני בקרים במפתח ASK או FSK.

פרק 2: עקרונות ברשתות תקשורת בין מחשבים (20 שעות)

נושא

ניסוי 6: הפעלת PING

ניסוי 7: דף HTML

יצירת דף – HTML הכנת דף אינטרנט והצגתו באמצעות דפדפן.

ניסוי 8: תכנות יישומי תקשורת מעל TCP

בניסויים אלה התלמיד יכיר ממשק API בשפה עילית, שבאמצעותו אפשר לכתוב יישומי תקשורת מעל השקעים של TCP. התלמיד יכתוב כמה יישומי תקשורת (כל יישום מורכב מתכנית שרת ותכנית לקוח) ויריץ אותם. בניסוי ניתן להשתמש במחלקות ב- C# או בתכנות רכיב Arduino הכולל חיבור לאינטרנט.

ניסוי 9: שליטה על מנוע חשמלי מרוחק

השרת יחובר למנוע חשמלי; הלקוח יקבל מהמשתמש פקודות להפעלת המנוע וישלח אותן לשרת המרוחק; השרת יבצע את הפקודות וישלח ללקוח חיוויים על ביצוע הפקודות.

ניסוי 10: כתיבת לקוח Web-פשוט והפעלתו מול שרת Web

בניסוי זה התלמיד יכתוב לקוח Web וישתמש בו כדי לגלוש ברשת. הלקוח יקבל מהמשתמש כתובת של שרת Web כלשהו ונתיב path של משאב, וישלח לשרת בקשת GET כדי לאחזר את המשאב. המשאב יוצג על מסך הלקוח (באופן טקסטואלי).

פרק 3: יישומים בתקשורת (20 שעות)

נושא

ניסוי 11: תקשורת Wi-Fi

שימוש ברכיב מוכלל כדוגמת esp8266 לביצוע תקשורת WiFi בין מיקרו-בקר לאינטרנט. לדוגמה שימוש בתקשורת אינטרנט להתקשרות מול API המספק נתוני מזג-אוויר והמצגת המידע בבקר על ידי נוריות או צג.

ניסוי 12: BLUETOOTH

שימוש ברכיב מוכלל כדוגמת HC-05 לביצוע תקשורת בין טלפון חכם לבקר. לדוגמה שליטה על הפעלת מנוע DC על ידי שימוש בטלפון סלולארי.

ניסוי 13: תקשורת סלולארית

שימוש ברכיב מוכלל כדוגמת Arduino GSM Shield לביצוע להעברת הודעות טקסט ממיקרו בקר למנוי טלפון סלולארי.

