

משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה
הפיקוח על מגמת הנדסת אלקטרוניקה

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

תכנית לימודים במקצוע

תקשורת מחשבים

כיתה י"ד

תוכן עניינים

3.....	תכנית לימודים בנושא: תקשורת מחשבים - לכיתה י"ד
3.....	חלוקת שעות לפי פרקים
4.....	פרק 1: עקרונות ברשתות תקשורת בין מחשבים
5.....	פרק 2: שכבת היישום
5.....	פרק 3: שכבת התובלה
6.....	פרק 4: שכבת הרשת וניתוב
6.....	פרק 5: שכבת הערוץ ורשתות מקומיות
7.....	פרק 6: שכבה פיזית Physical layer
8.....	פרק 7: יישומים בתקשורת
9.....	לימודים התנסותיים (40 שעות)
12.....	ביבליוגרפיה

תכנית לימודים בנושא: תקשורת מחשבים - לכיתה י"ד

חלוקת שעות לפי פרקים

שעות התנסויות	שעות הוראה עיוניות	נושא
8	16	פרק 1: עקרונות ברשתות תקשורת בין מחשבים
8	15	פרק 2: שכבת היישום
8	10	פרק 3: שכבת התובלה
8	15	פרק 4: שכבת הרשת וניתוב
8	15	פרק 5: שכבת העורק ורשתות מקומיות
8	20	פרק 6: שכבה פיזית Physical layer
8	20	פרק 7: יישומים בתקשורת
56	111	סה"כ שעות:

פרק 1: עקרונות ברשתות תקשורת בין מחשבים

נושא	שעות
● מושגים בתקשורת נתונים	2
הקניית המושגים: פרוטוקול, רשתות מקומיות ורשתות ארוכות טווח, ערוץ תקשורת. מטרת התקשורת: שיתוף במידע, שיתוף במשאבים, שיפור תקשורת בין-אישית. דוגמאות לשימושים ברשתות תקשורת: אחזור מידע מרחוק, העברת קבצים, ודוא"ל.	2
● מיתוג מעגלים ומיתוג מנות	2
רשתות הפצה מול רשתות מיתוג (לדוגמה: Ethernet), צומתי מיתוג (או נתבים) ומחשבי קצה (מארחים). מיתוג מעגלים מול מיתוג מנות, העברת מנות ברשת. מיתוג הודעות. השהיה במיתוג מנות. טופולוגיות של רשתות (P2P,Bus, Ring, Star, Mesh).	2
● שירותי תקשורת ומודל שרת-לקוח	2
שירותים מקושרים מול שירותים לא-מקושרים Connection and Connectionless ¹ . מושגי יסוד במודל שרת-לקוח, תהליך לקוח ותהליכי שרת.	4
● שכבות וארכיטקטורה של מערכות תקשורת	4
הצורך בחלוקה לשכבות, הארכיטקטורה של רשתות: ערוצים פיזיים וערוצים ומדומים (ווירטואליים), ממשק בין השכבות, פרוטוקולים וכתובות. headers תיאור מערכת של חמש שכבות: יישום, תובלה, רשת, ערוץ ופיזית. יחידות מידע של השכבות: מסגרות, מנות, מקטעים והודעות. מודלים לארגון הרשת, מודל 7 שכבות OSI, מודל TCP/IP, התאמה בין שני מודלים, יתרונות וחסרונות שלהם.	3
● מבנה האינטרנט	3
תשתית: נתבים routers באינטרנט, ספקי שירות ISPs ושלד האינטרנט, דרכי חיבור לאינטרנט. התוכנה של האינטרנט: סקירה של הפרוטוקולים TCP/IP - תקני האינטרנט ו-RFC הארכיטקטורה של האינטרנט: מבנה השכבות.	3
● חומרה של רשתות לפי שכבות OSI. תפקידים והבדלים בין ההתקנים הבאים:	3
○ מודם, כרטיס רשת.	
○ משחזר (Repeater), מפצל (HUB).	
○ מגשר (Bridge), מפסק (Switch).	
○ נתב (Gateway/Router).	

¹ <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-connection-oriented-and-connection-less-services>

פרק 2: שכבת היישום

נושא	שעות
● עקרונות של שכבת היישום יישומי רשת ופרוטוקולים, API לתכנות יישומי אינטרנט, כתובות ושמות תחום, שירות השמות DNS, מפתחים Ports, סוגי שירותים (HTTP,FTP,SMTP,SSH,POP) ● ה- WEB ו- HTTP היפרטקסט והיפרמדיה, מבנה כתובת URL, דפדפן 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 (GET, POST), מבנה הדפדפן. ● תכנון דף HTML תכנות דף אינטרנט בשפת HTML הכולל שימוש התגים HTML, HEAD, TITLE, DIV, SPAN, BODY, P, BR, H1, A, IMG שימוש במאפיין Stile לעיצוב, שילוב תכונות (property) בתוך תג, טבלאות (TABLE, TD, TR) וטפסים בסיסים (תיבת טקסט, סיסמה, לחצני רדיו ובחירה).	5 5 5
סה"כ שעות:	15

פרק 3: שכבת התובלה

נושא	שעות
● עקרונות של שכבת התובלה שירותי שכבת התובלה, ריבוב (Port) ופילוג הודעות, מבנה המקטעים segments ● שירותים לא מקושרים: פרוטוקול UDP תיאור כללי של מבנה מקטע ב-UDP, גילוי שגיאות על ידי ביצוע חישוב Checksum ● שירותים מקושרים: פרוטוקול TCP התכונות העיקריות של TCP, העברת נתונים אמינה (RDT reliable data transfer), עקרון Flow control, Sliding window protocol, Three-way handshake, מספר סידורי ומספר אישור במקטעי TCP, האלגוריתם של השולח של TCP, דוגמאות לשידור רצפי מקטעים.	2 4 4
סה"כ שעות:	10

פרק 4: שכבת הרשת וניתוב

שעות	נושא
5	● מבוא לשירותי שכבת הרשת סוגי שירותים, העברת מקטעי תובלה, מיתוג מעגלים מדומים מול מיתוג מברקים (Circuit switching , Message switching, Packet switching)
5	● 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, Subnet mask (מסכת רשת משנה), CIDR - Classless Inter-Domain Routing , הקצאת כתובות IP לנתבים , העברת מברקי IP ברשת , טבלאות ניתוב , מבנה הכותרת של מברקי IP (IP header) , פיצול והרכבה של מברקים (IP fragmentation) , עקרונות ניתוב (הצורך במיתוג, עקרונות בניתוב מידע בין נתבים, אלגוריתם ניתוב דינמיים) ● עקרונות של ניתוב הגדרת פרוטוקול ניתוב. מה ההבדל בין פרוטוקול ניתוב דינמי לעומת פרוטוקול ניתוב סטטי. ההבדלים בין אלגוריתמים דינמיים לניתוב (לדוגמה OSPF , RIP) ייצוג הרשת באמצעות גרף משוקלל : האלגוריתם של דייקסטרה.
15	סה"כ שעות:

פרק 5: שכבת הערוץ ורשתות מקומיות

שעות	נושא
5	● שכבת הערוץ: עקרונות ושירותים הצורך בפרוטוקול בקרת גישה לערוץ MAC , שירותי מסגור, גילוי ותיקון שגיאות, הבטחת אמינות ובקרת זרימה. - פרוטוקול בסיסי "Utopia" - פרוטוקול Stop and wait לערוץ ללא רעשים וערוץ רועש - עקרונות ADSL
5	● שיטות גילוי ותיקון שגיאות הטכניקה הבסיסית לגילוי שגיאות: - שיטת הזוגיות - זוגיות אופקית ואנכית VRC LRC VLRC - CheckSum (סיכום ביקורת) - CRC (בדיקת יתירות מחזורית) חישוב CRC

- קוד המינג , כולל חישוב.

- קוד Reed-Solomon, תכונות בלבד.

5

• 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, מבנה מילת שידור של רשת מסוג 802.3, Ethernet II, מרחבי התנגשויות (Collision domains), מרחבי תשדורת (Broadcast domains), השפעה של מגשר (Bridge), מפסק (Switch) ונתב (Gateway/Router) על המרחבים (domains).

סה"כ שעות:

15

פרק 6: שכבה פיזית Physical layer

נושא	שעות
• עקרונות בהעברת הנתונים: סוגי שידור ואותות כולל שילוב בין אותות אנלוגיים לספרתיים. • שיטות קידוד: דו-קוטבי RZ, NRZI, NRZ, חד-קוטבי (מנצ'סטר, מנצ'סטר הפרשי). • שחזור שעון, קידוד 4B/5B • שיטות מפתוח: ASK, FSK, PSK, QPSK, QAM • גישה מרובע: TDMA, CDMA, FDMA • משפט ניקוויסט ומשפט שנון. • תקשורת חוטית – סוגי כבלים, מחברים, בחירה נכונה של סוג קבל בהתחשב בקצב העברת הנתונים - זוג שזור (UTP, STP, FSTP), כבל קואקסיאלי, כבל ישיר/מוצלב, CAT5-7. - שימוש בכבל חשמל להעברת נתונים ספרתיים, מודם חשמלי. - סיב אופטי: מבנה הסיב, סוגים של סיבים (single mode / multimode), עקרון פעולה פיזיקלי. - יתרונות וחסרונות של סיב אופטי לעומת כבל קואקסיאלי וזוג שזור. • תקשורת אל חוטית. - הסבר לספקטרום של גלים מגלי קול עד גלי חלל. - גלי רדיו (הספק נמוך, הספק גבוה, ספקטרום פרוס). - מיקרו גלים. (כולל שימוש וסוגי לוויינים). - גלי אינפרא אדום.	

פרוטוקול RS-232

- הגדרת פרוטוקול תקשורת RS-232 מבנה מילת שידור, רמות מתח, זמנים.
- מחבר DB-9. חיבור מינימלי, מקסימלי.
- מנגנון לחיצת יד בחומרה ובתוכנה.
- רכיב MAX232 ממיר TTL ו-CMOS ל-RS-232 ולהפך.
- פרוטוקול ModBus לחיבור חיישנים מבוסס על פרוטוקול RS-485.

USB

- הגדרת סטנדרט USB: מושגי יסוד: hub, root hub, host.
- גודל הרשת, כמות רכיבים.
- סטנדרטים 1.1, 2.0, 3.0, 3.1, סוגי מחברים.
- מבנה מילת שידור, רמות מתח, זמנים.
- אותות se0, dif1, dif0.
- תהליך Enumeration.

Wi-Fi

- הכרת התקני הרשת.
- כללים לפעולת הרשת.
- הכרת פרוטוקול גישה לרשת אלחוטית.
- תקן 802.11

BLUETOOTH

- היסטוריה של הבלוטוס.
- טווח התקשורת, סוגי תדרים, הספקים, כמות מקסימלית לחיבור מכשירים.
- הכרת פרוטוקולים נפוצים LE, HS.
- חיבור בלוטוס ל-uart.

ניסוי 1: עקרונות בתקשורת TCP/IP (ניסוי חובה)

- שימוש בהוראות PING לבדיקת קשר בין 2 מחשבים.
- שימוש ב- Packet Tracer לתכנון רשת מקומית המחוברת לרשת מקומית אחרת דרך נתב.
- שימוש ב- Traceroute Tools לאבחון מבנה רשת תקשורת.

ניסוי 2: כתיבת לקוח המחזיר מחרוזת הכוללת HTML

- הלומד 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).
- בשפת Python ניתן יש להשתמש ב- import requests
לדוגמה:

```
import requests

url = 'https://www.google.com/'
request = requests.get(url)
if request.status_code == 200:
    print('Success!')
elif request.status_code == 404:
    print('Not Found.')
print(request.content)
```

ניסוי 3: כתיבת שרת WEB כולל דף HTML

- הפעלת יישום שרת WEB פשוט המאפשר יצירת קשר עם מחשב מרוחק.
- יצירת דף HTML – הכנת דף אינטרנט והצגתו באמצעות דפדפן, כולל כתיבת שרת.

```
from http.server import BaseHTTPRequestHandler, HTTPServer
import time

hostName = "localhost"
hostPort = 5000

class MyServer(BaseHTTPRequestHandler):
    def do_GET(self):
        self.send_response(200)
        self.send_header("Content-type", "text/html")
        self.end_headers()
        self.wfile.write(bytes("<html><head><title>Title goes here.</title></head>", "utf-8"))
        self.wfile.write(bytes("<body><h1>This is a test.</h1>", "utf-8"))
        self.wfile.write(bytes("<p>You accessed path: %s</p>" % self.path, "utf-8"))
        self.wfile.write(bytes("</body></html>", "utf-8"))
```

```

myServer = HTTPServer((hostName, hostPort), MyServer)
print(time.asctime(), "Server Starts - %s:%s" % (hostName, hostPort))

try:
    myServer.serve_forever()
except KeyboardInterrupt:
    pass

myServer.server_close()
print(time.asctime(), "Server Stops - %s:%s" % (hostName, hostPort))

```

ניסוי 4: תקשורת חומרה מול שרת IOT

- כתיבת קוד ליצירת קשר מול שרת IOT.
- העברת נתונים לשרת.
- קישור לדוגמה:

<https://help.ubidots.com/en/articles/569964-simulate-data-in-ubidots-using-python>

ניסוי 5: תכנות יישומי תקשורת מעל TCP

- כתיבת תוכנת שרת ותוכנת לקוח תוך שימוש בממשק API בשפה עילית כמו Python, שבאמצעותה ניתן לכתוב יישומי תקשורת מעל השקעים של TCP.
 - הלומד יכתוב כמה יישומי תקשורת (כל יישום מורכב מתכנית שרת ותכנית לקוח) ויריץ אותם. מומלץ להשתמש בספריית sockets של Python למחשב PC או לבקר ESP32.
- דוגמה לתכנות שרת:

```

import socket

HOST = '127.0.0.1'
PORT = 5000

with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) as s:
    s.bind((HOST, PORT))
    s.listen()
    conn, addr = s.accept()
    with conn:
        print('Connected by', addr)
        while True:
            data = conn.recv(1024)
            if not data:
                break
            conn.sendall(data)

```

דוגמה לתוכנת לקוח:

```

import socket

HOST = '127.0.0.1'

```

```
PORT = 5000
```

```
with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) as s:  
    s.connect((HOST, PORT))  
    s.sendall(b'Hello, world')  
    data = s.recv(1024)  
  
print('Received', repr(data))
```

ניסוי 6: תכנות יישום של שליטה על התקן חומרה חשמלי המחובר מרחוק

- השרת יחובר להתקן חומרה (נורה, לד, מנוע...).
- הלקוח יקבל מהמשתמש פקודות להפעלת החומרה וישלח אותן לשרת המרוחק.
- השרת יבצע את הפקודות וישלח ללקוח חיוויים על ביצוע הפקודות.

ניסוי 7: תקשורת Wi-Fi

- שימוש ברכיב חומרה מוכלל כדוגמת esp8266, ESP32 או ARDUINO UNO WIFI 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 8: תקשורת סלולארית או BLUETOOTH

- שימוש ברכיב מוכלל כדוגמת HC-05 לביצוע תקשורת בין טלפון חכם לבקר. לדוגמה שליטה על הפעלת מנוע DC על ידי שימוש בטלפון סלולארי. או שימוש ברכיב מוכלל כדוגמת Arduino GSM Shield לביצוע להעברת הודעות טקסט ממיקרו בקר למנוי טלפון סלולארי.

ביבליוגרפיה

מבוא לרשתות תקשורת:

<https://www.youtube.com/watch?v=zfrzRY1f4KQ>

רשתות מחשבים, עומר רוזנבוים ושלומי הוד.

<https://data.cyber.org.il/networks/networks.pdf>

A.S. Tanenbaum & D.J. Wetherall, Computer Networks, 5th ed. (Prentice Hall, 2011)

<http://index-of.es/Varios-2/Computer%20Networks%205th%20Edition.pdf>

A. Tanenbaum, Computer network, Prentice Hall, 4th Edition, New Jersey, 2003.