

תקשורת מחשבים ואלגוריתמים מבזרים



קורס מס' 202-2-1131

מתרגל: ד"ר גיא לשם [לי שם](mailto:leshemg@cs.bgu.ac.il)

הרצאה ראשונה - מבוא

קצתן יסודות נט

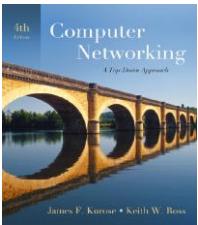
□ הרצאות:

- יום רביעי בין השעות .11:00 – 11:45

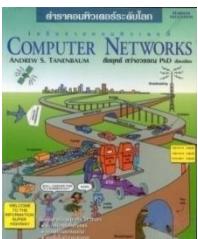
□ אתר המרצה: www.cs.bgu.ac.il/~leshemg

□ ספרים:

- Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet / Kurose-Ross



- Computer Networks / Tanenbaum



אזרע'סכלזיה 2

- תרגול: חדר 129 בניין 90.
- שעות קבלה: חדר 502 בניין 37, ימים א'-ד', בהתאם טלפוני 01057-8197701 או 042-2813942.
- תרגילים במהלך הקורס ינתנו ע"י המרצה.
- תרגיל תיכוני אחד ינתן ע"י המתרגל בההller הקורס.
- מעבדה אחת תנתן ע"י המתרגל לקרהת סוף הקורס.

‘אץ’ המתיכן

ללמוד את הבסיס של תקשורת נתונים ורשתות מחשב

Learn the basics of data communication and computer networks).

להבין את המושגים העיקריים ואת העיקרונות של
תקשורת (the main concepts and principles of communication

להציג את רשתות התקשורת המודרניות והיישומים
שליהם (their modern communication networks and applications).

תוכנית המתכלה

מבוא (Introduction)

מבוא ראשון לתקשורת וקירה היסטורית של עולם הרשתות, מודל שבע השכבות (The OSI layered network architecture).

השכבה הפיסית (Physical Layer)

האותות החשמליים המאפשרים את העברת הנתונים ועקרונות של מערכות תקשורת אופייניות

שכבת קישור נתונים (Data Link Layer)

איסוף מנוט הנתונים ולסידורם לבlokים קבועים, איתור ותיקון השגיאות ופרוטוקולים.

שכבת הרשת (Network Layer)

הגישות של OSI ושל ה-Internet, סוגיות בתכנון רשתות ופרוטוקולים, כגון, IPv4, IPv6.

שכבת ה嚮傳 (Layer Transport)

הגישות של OSI ושל ה-Internet, סוגיות בתכנון וממשק המשתמש, תמייהה - TCP, UDP.

שכבת האפליקציה (Application Layer)

הגישות של OSI ושל ה-Internet, תמייהה באפליקציות הרשת: FTP, SMTP, HTTP, Mail, DNS.

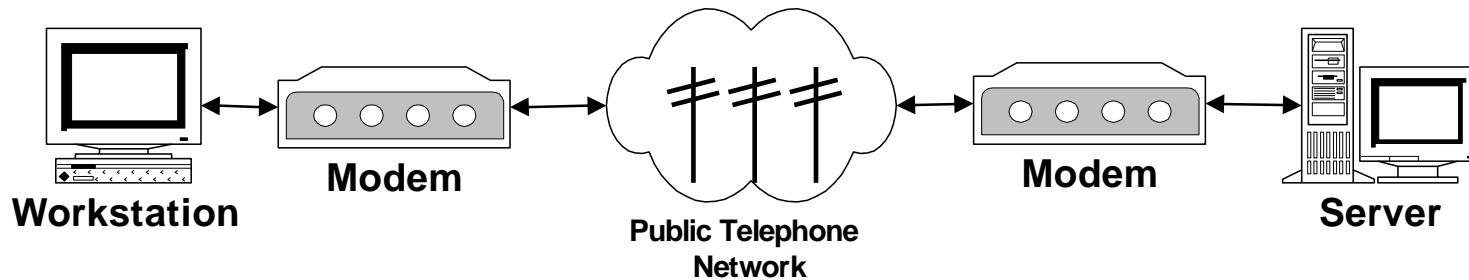
מערכות מوزרות (Distributed Systems)

רשת – הגדלה

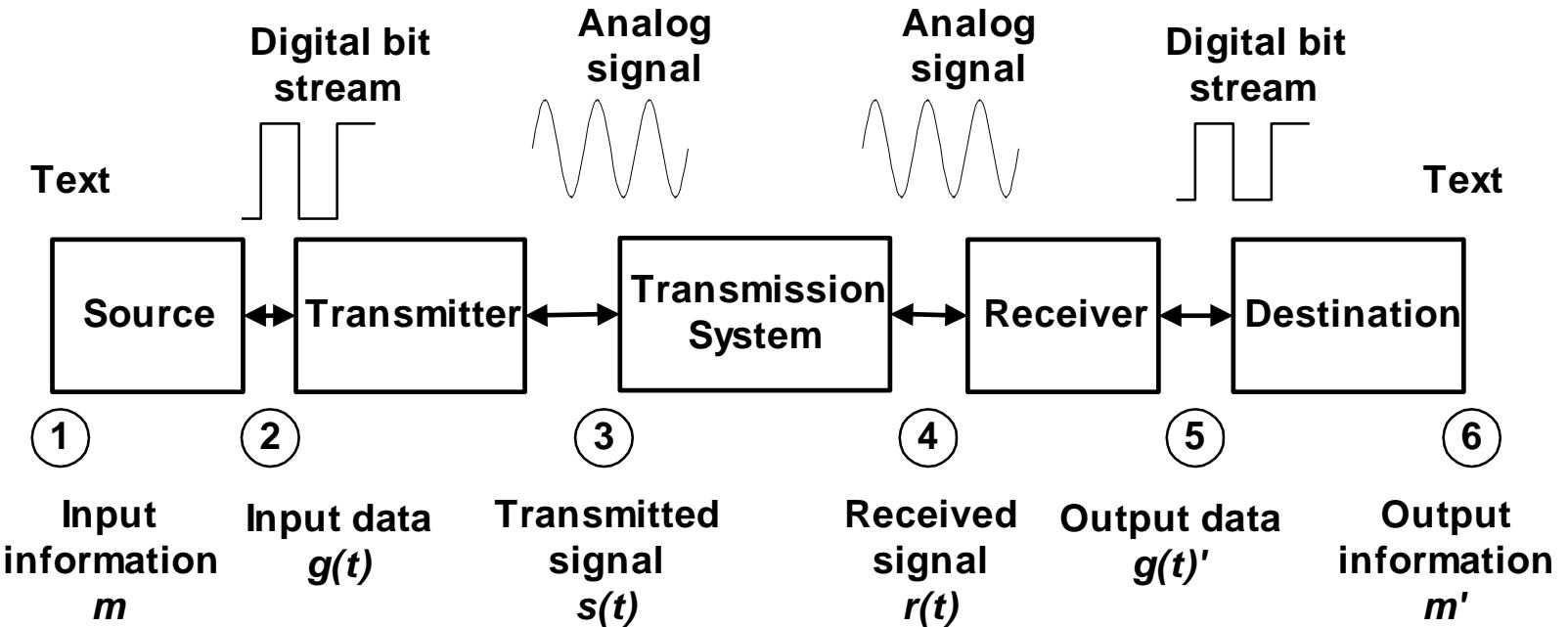
רשת מחשבים היא אוסף של מחשבים
אוטומטיים שמדוברים זה עם זה דרך
תווך פיזי

A Computer Network is a collection
of *autonomous* computers,
interconnected through a physical
medium

נויס תקשורת ניינס



נווט מודולציה רטוריית ניטר



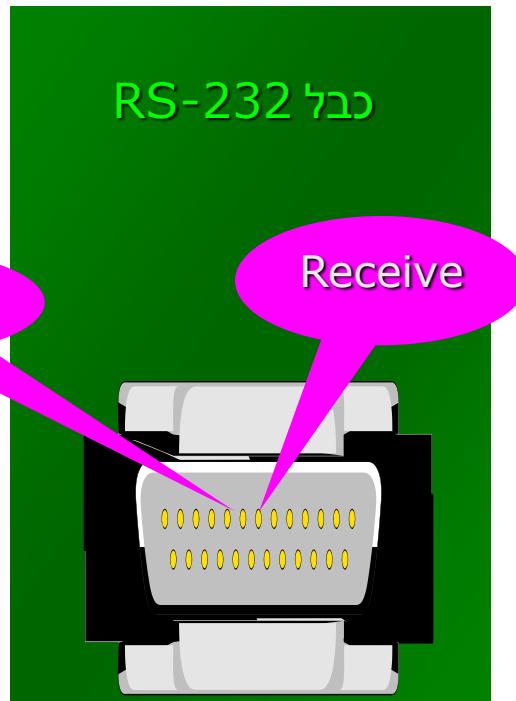
אם מה מכך?

- שיתוף משאבים.
- Reliability (גיבוי או ביזור).
- קל להגדיל את כוח החישוב.
- יש דברים שייתר EIF בקבוצה.

אֵה בְּלִיכִים
אַחֲרֶה יָמִים
כִּי אִיכְלָל
מִזְגָּר ?

תוווק כני

תקן ישן

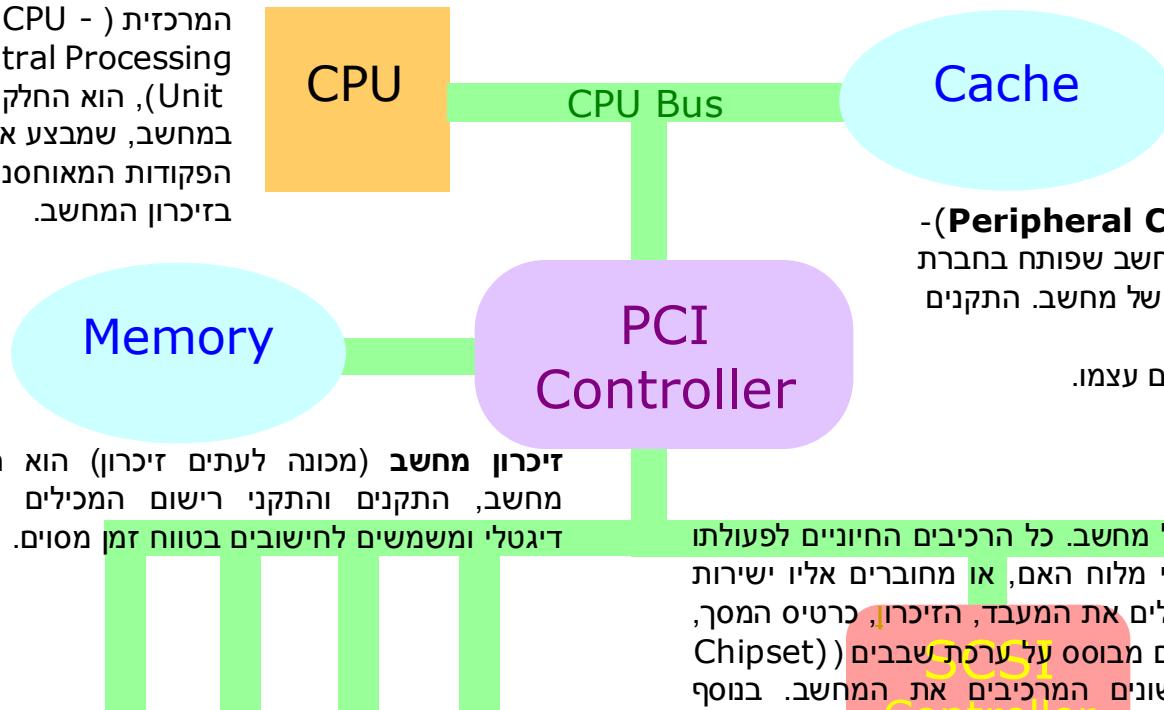


תקן חדש



חומרה גאה

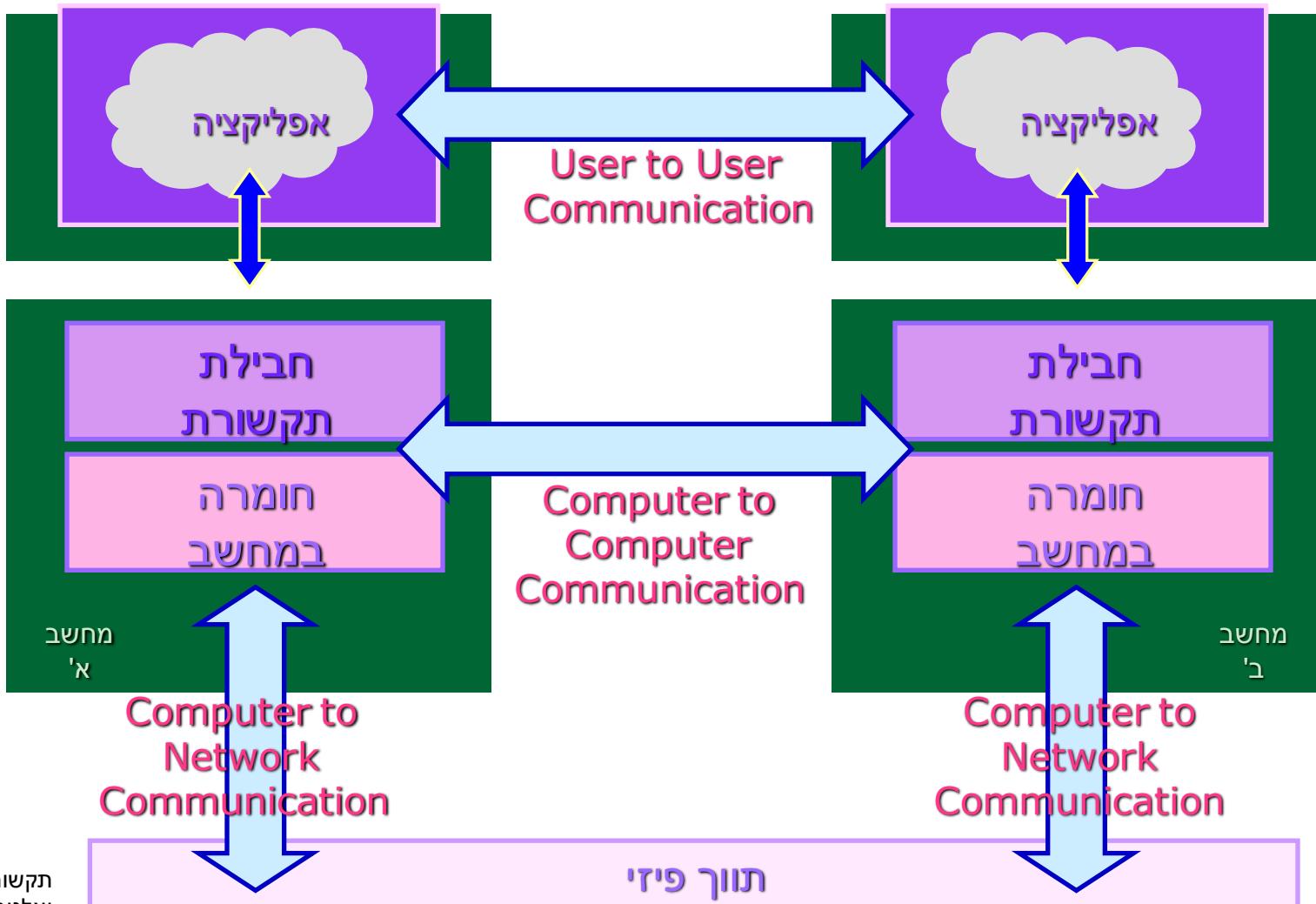
מעבד, יחידת היעיבור המרכזית (- CPU Central Processing Unit), הוא החלק המרכזי במחשב, שמבצע את הפקודות המאוחסנות בזיכרון המחשב.



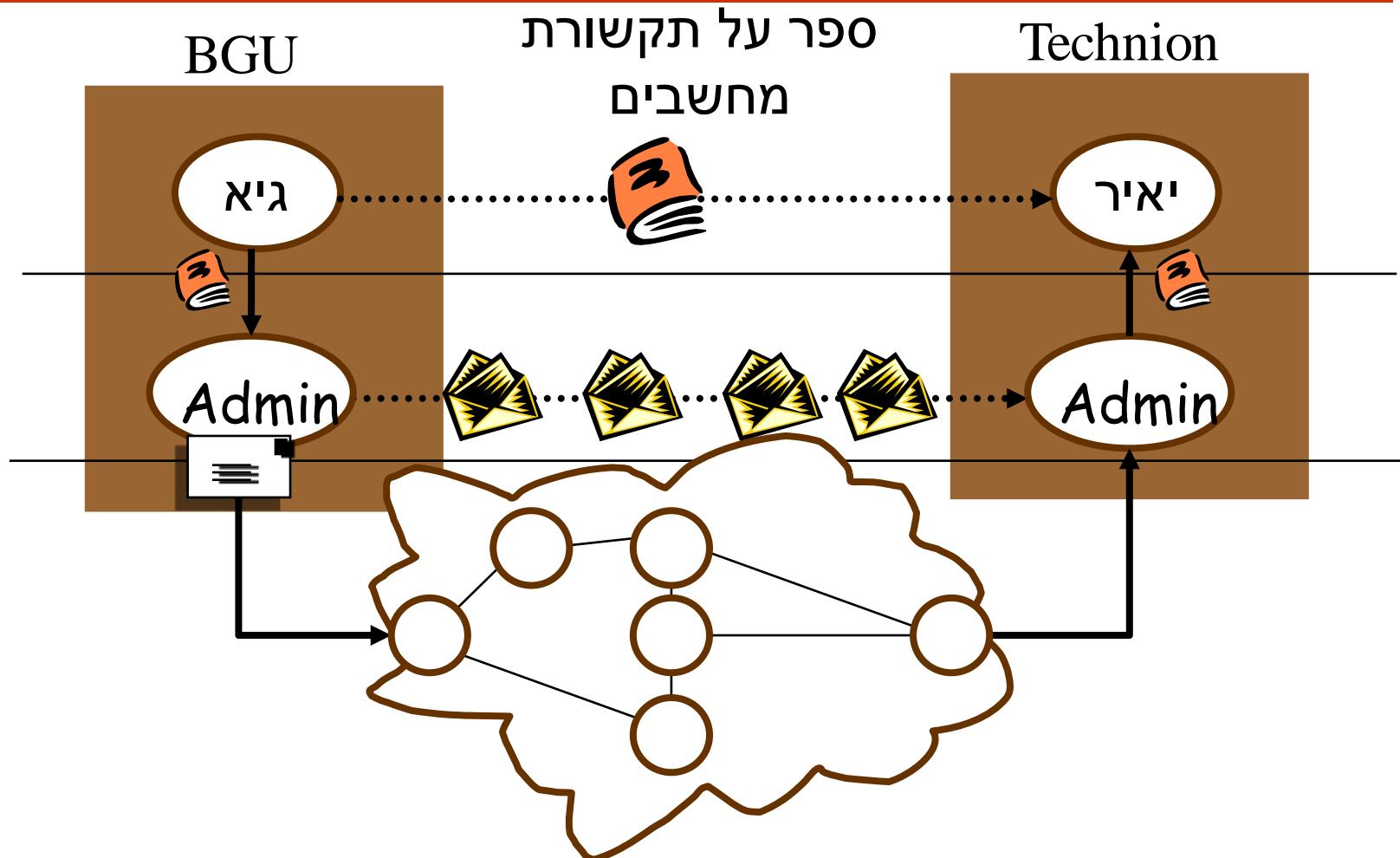
זיכרון מחשב (מכונה לעתים זיכרון) הוא רכיבי מחשב, התקנים ותוכני רישום המכילים מידע דיגיטלי ומשמשים לחישובים בטוויה זמן מסוים.

לוח האם הוא המעגל המודפס הראשי של מחשב. כל הרכיבים החיווניים לפועלתו של המחשב האישומטי מתחולק אינטגרלי ללוח האם, או מחוברים אליו ישירות דרך חריצי הרחבה שונים. רכיבים אלו כוללים את המעבד, הציגו, כרטיסי המסן, כונני דיסקטים ותקליטורים ועוד. כל לוח אם מבוסס על ערכת שבבים (Chipset) שאחריות על ההגישור בין הרכיבים השונים המרכיבים את המחשב. בנוסף לרכיבים החיווניים ניתן לחבר לווח האם רכיבים נוספים, באמצעות חריצי הרחבה מסוימים שונים שהנפוצים בהם כרטיסי מסן, כרטיסי קוי, כרטיסי רשת, כרטיסי מודם וכרטיסי וידאו.

2 fe knet sf נחגגיאט



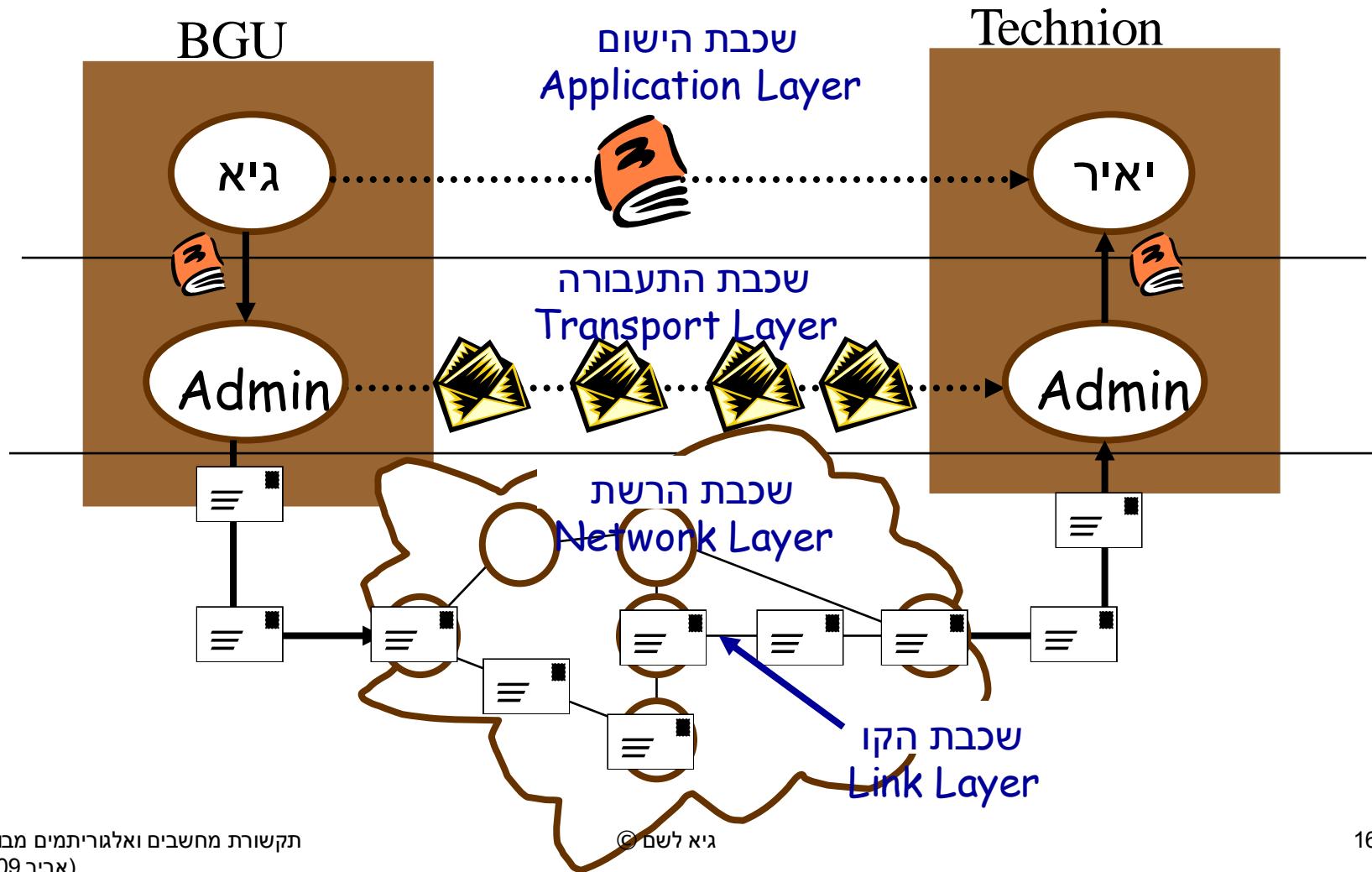
אקוֹן אֲלָכָתְּגָזָה



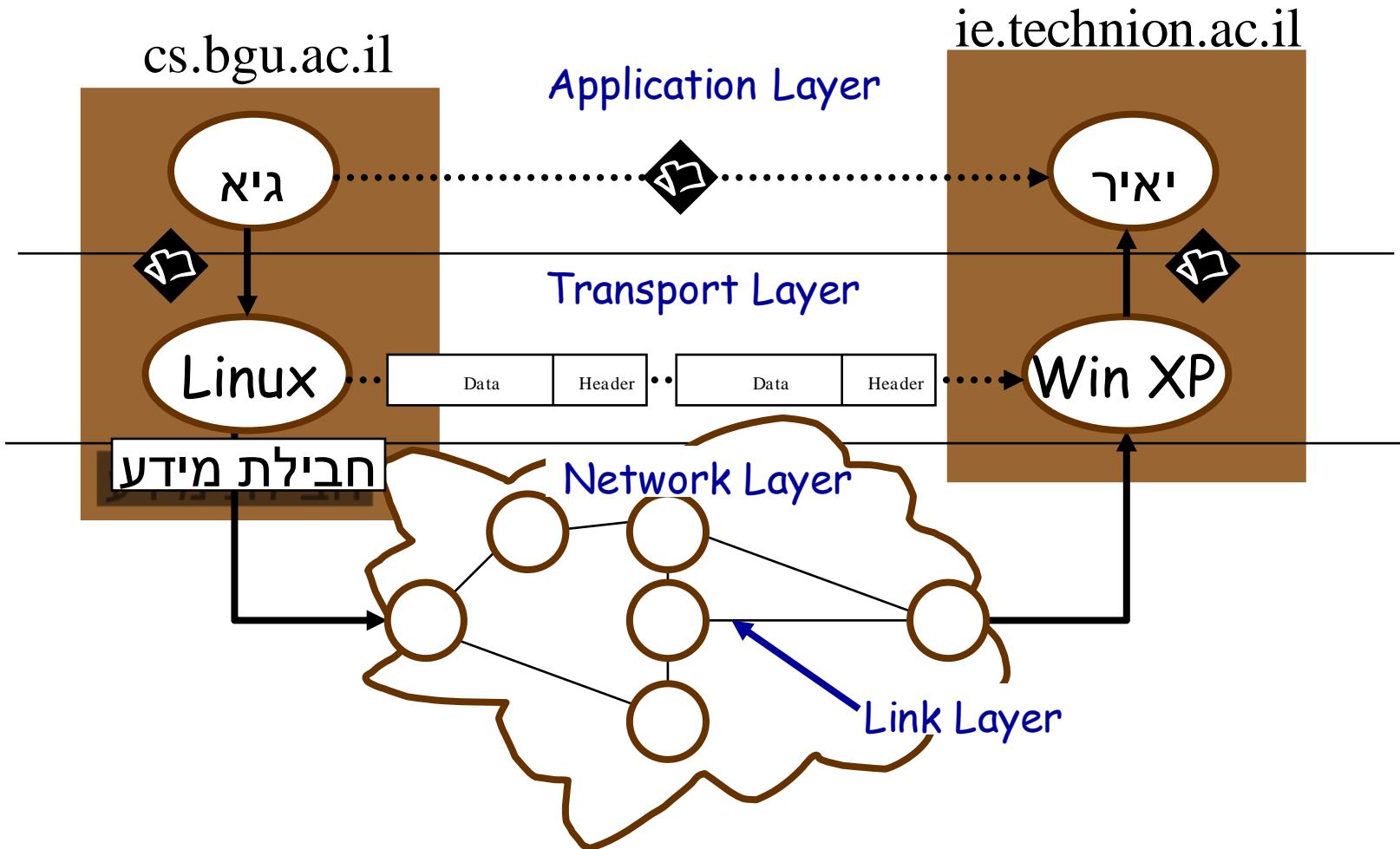
מכורומ *fe* אלכת נזאך

- ❖ כל מעטפה נשלחת בנפרד (Each envelope is individually routed).
- ❖ אין זמן מובטח למשЛОח (No time guarantee for delivery).
- ❖ אין הבטחה לסדר השליחה (No guarantee of delivery in sequence).
- ❖ אין כלל הבטחה למשLOWח ! (No guarantee of delivery at all).
- דברים יכולים ללקת לאיבוד (Things get lost).
- כיצד אנו יכולים לאשר קבלת משלוח ? (How can we acknowledge delivery?)
- שליחה חוזרת (Retransmission):
 - ❖ איז נקבע מתי לשלוח מחדש ? פסק-זמן ? (How to determine when to retransmit? Timeout?)
 - ❖ נדרש העתקים מקומיים של תוכן כל מעטפה (Need local copies of contents of each envelope).
 - ❖ כמה זמן צריך להחזיק כל אחד מן העתקים (How long to keep each copy?)
 - ❖ מה אם האישור נאבד ? (What if an acknowledgement is lost?)

הקשר בין ארכיטקטורת קו-אקר וארכיטקטורת מילויים



אנו קייר ליכו



מכוראות של ארכנט מקווקט (Algorithm)

- ❖ כל חבילה נשלחת בנפרד (Each packet is individually routed).
- ❖ אין זמן מובטח למשלוח (No time guarantee for delivery).
- ❖ אין הבטחה לסדר השיליחה (No guarantee of delivery in sequence).
- ❖ אין כלל הבטחה למשלוח ! (No guarantee of delivery at all!).
 - ❖ דברים יכולים ללכת לאיבוד (Things get lost).
 - ❖ אישור על קבלת (Acknowledgements).
- ❖ שיליחה חוזרת (Retransmission)
 - ❖ איך נקבעמתי לשЛОח מחדש ? פסק-זמן ? (How to determine when to retransmit? Timeout?).
 - ❖ נצטרך העתקים מקומיים של תוכן כל חבילה (Need local copies of contents of each envelope).
 - ❖ כמה זמן צריך להחזיק כל אחד מן העתקים (How long to keep each copy).
 - ❖ מה אם האישור נאבד ? (What if an acknowledgement is lost?)

מכורם של האירופר (פאק)

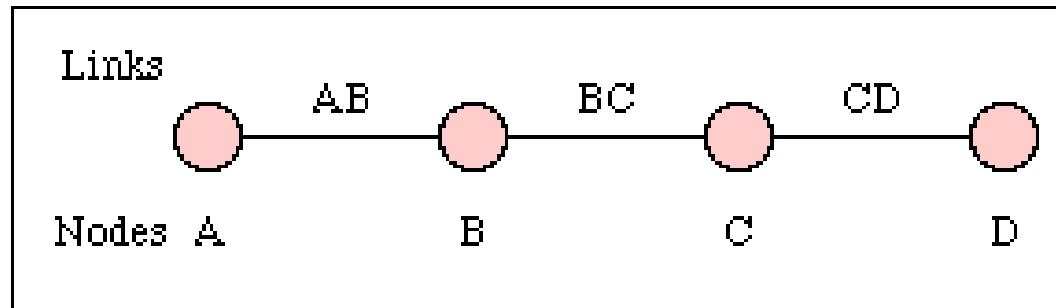
- ❖ אין הבטחה לאמיניות (או שלמות) הנתונים (integrity of data).
- ❖ חבילות יכולה להתפרק למספר חלקים (fragmented).
- ❖ חבילה יכולה להיות משוכפלת (duplicated).
- ❖ כל התכונות והשאלות הנ"ל נפתרות היום על ידי הרשות המודרנית ומערכות התקשורת !

תקוות רתורית

- מעבר של מידע דיגיטלי בכל הרשת:
 - מעבר מידע ממערכת מחשב אחת לשניה (Out of the computer from one system to another).
 - בדרך כלל עם שמירה על הסדר (Usually in a serial manner).
 - משתמשים בתווך ספציפי: סיבים אופטיים, כבליים, רדיו (Using a specific medium (fiber, cables, radio)).
 - אופציה של לעבור דרך "תחנות ביניים" (Option of passing through "intermediate stations").
 - טוויות אפשריות לפני הגיעו ליעד (Possible errors before reaching to the destination)

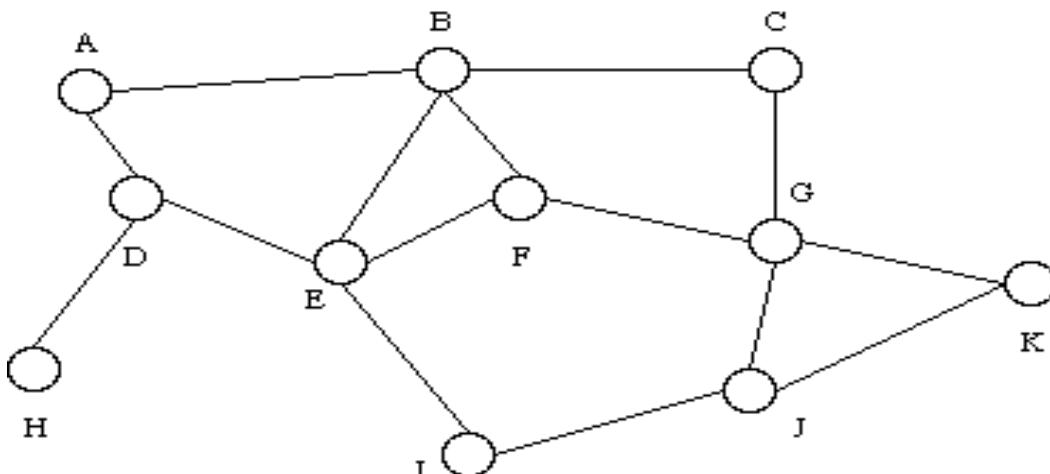
ארכומט מכוון אוקטאות

- שני גבייעי אשל וחוט שפגט.
(בצחוק, נא לא לרשום הערה זו)
- טלפון
- תקשורת ישירה בין נקודה לנקודה (NEL).
- חיבור ישיר של משתמשים הרוצים להתקשר יחד (מרכזיה).
- שימוש בمعال תקשורת הנבנה במיוחד למטרת זו.
- אם מרחק בין משתמשים מתרחב מעבר לאורך של הcabל, הקשר נוצר על ידי מספר חלקים המקיימים בין הקצה לקצה בטור.



אגף או כטמת תקשורת רתומית

- סידרה של צמתים מחוברים מחליפים מידע.
- שיתוף של מעגלי השידור = "Circuit Switching" (הרשנות מן הסוג זהה פועלות באמצעות ייצור קשר בין שתי נקודות קצה).
- הרבה צמתים אפשריים יותר מנútב אחד בין כל 2 צמתים.
- רשת חיבת לבחר את הנútב המתאים לכל אחד דרישת תקשורת.
- דוגמא לרשת:



אגף א' כ传达ת מקומית רטוריית (האפק)

חומרה: כיצד ניתן להפעיל (configure) קבוצה של מחשבים כרשת:

- ▣ רשת **מקומית** ((LAN) Local Area Networks) – היא רשת תקשורת המתפרסת בדרך כלל בתחום בניין אחד, או בניינים סמוכים.
- ▣ רשת **עירונית** ((MAN) Metropolitan Area Networks) – היא רשת תקשורת הפתוחה על פני עיר או קמפוס (של אוניברסיטה למשל).
- ▣ רשת **מרחבית** ((WAN) Wide Area Networks) - היא רשת תקשורת המחברת בין מספר רשתות עירוניות ורשתות מקומיות, אשר בדרך כלל מוקמות למרחוק ניכר זו מזו.
- ▣ רב רשת (Internetworks) - שילוב של הרבה רשתות.

תוכנה: זה מה שלמעשה עושה רשתות מחשב – לא הצד!

- ▣ שכבת האינטרנט מטפלת בניתוב של הודעות דרך רשת של רשתות או רב רשת (internetwork). ואך עושים זאת ?
- ▣ פרוטוקולים : מטארים איך שני צדדים השיכים לפעולות של העברת מידע מחליפים מידע ביניהם.

סילב כטמאות מקודמת גפוי פלאף

	m0.1	Circuit Board
LAN	1m	מערכת
	m10	חדר
	m100	בניין
	Km1	קמפוס
WAN	Km10	עיר
	Km100	ארץ
	Km1000	יבשת
	Km10000	כדור הארץ

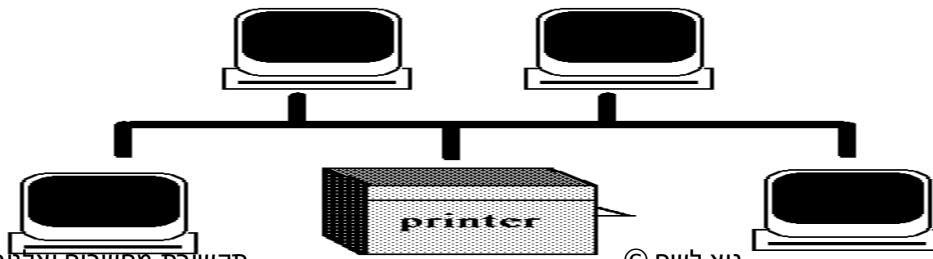
גיא לשם ©

אגף א' כ传达ת מקודמת רטוריית (האפק)

- שירותים: מתאר מה שהרשות מציעה לצדים שרצוים להתקשרות.
- ממשקים: מתאר איך ניתן ל��וח יכולות שימוש בשירותי הרשות, ז"א איך השירותים יכולים להיות בררי גישה.
- התייחסות לארגון של שני מודלים: הראשון, מודל של מערכת תקשורת פתוחה Open System Interconnection – ISO, אשר פותח ע"י ארגון התקינה הבינלאומי ISO (המודל נקרא מערכת פתוחה כי הוא תוכנן לאפשר תקשורת בין מערכות שונות), והשני מודל הרשותות של האינטרנט.

רשת אקואית (LAN)

- רשת מקומית היא רשת מחשבים (או רשת של תקשורת הנטונים) מוגבלת.
- חוץ מהגודל, רשת מקומית מבדילה את עצם מרשותות אחרות על ידי שימוש בטכנולוגיית שידור **broadcast**, ושימוש בטופולוגיה פשוטות.
- בדרך כלל משתמשים בשיטת **Shared Media** – ישנו כבל יחיד אליו מחוברים כל המחשבים.
- חיבור Bus – כל התחנות נמצאות על גבי סט משותף. ברגע שמחשב אחד משדר, אף אחד מהמחשבים האחרים לא יכול לשדר, ובכך בא לידי ביטוי חסרונה של טופולוגיה זו.

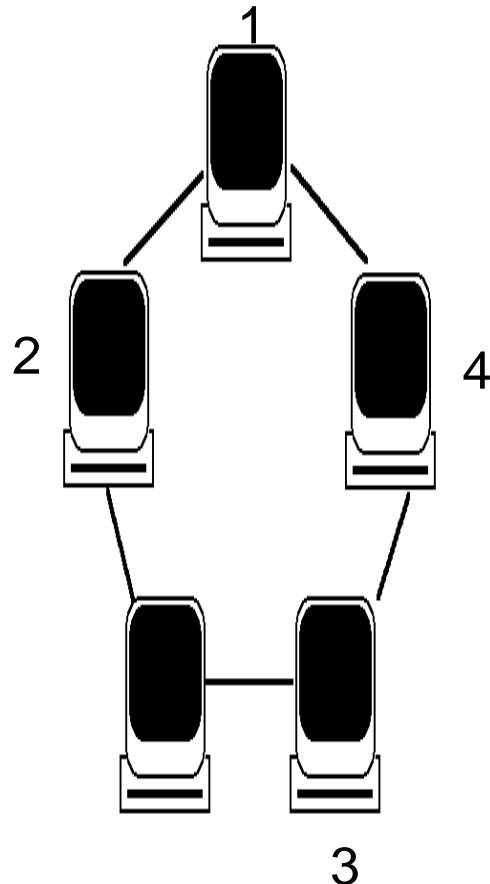


תקשורות מחשבים ואלארטימס מבזרים
(אביב 2009)

- קצב שידור טיפוסיים:
10Mbps – 1Gbps

сетות אקראיים (LAN)

Token-based אסימון (שהוא למעשה רק חבילת קטנה) הנעה ברציפות לאורק בטבעת.



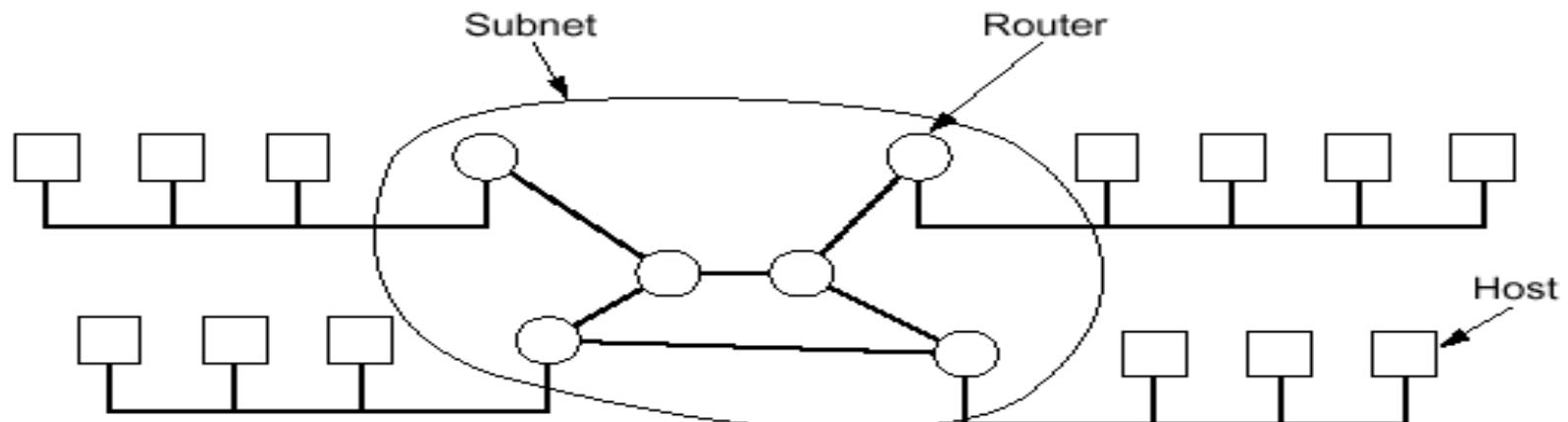
המחשב השולח

- (1) ממתין עד שהאסימון עובר ואח"כ מסלך אותו.
- (2) שולח את החבילת לאורק הטבעת.
- (3) ממתין עד אשר החבילת חוזרת.
- (4) מכניס שנית את האסימון.

מדוע אנו צריכים לאסימון ?

רשת אינטראקטיבית (WAN)

- WAN משתרע על תחום גאוגרافي גדול, כמו מדינה, פרובינציה או ארץ.
- WAN לעיתים קרובות מחבר בין רשתות יותר קטנות כדוגן LANs .
- התקן רשת הנקרא רוטר (router) מ לחבר את ה-LANs ל-WAN.
- קצב שידור סטנדרטי: 2.5Gbps-10Gbps



כג כהט (Internetworks)

- ההנחה עד עכשוו היא שהרשות הומוגנית: יש בקושי בכל ווריאציה של הציוויל והתוכנה. הלכה למעשה, רשותות גדולות יכולות רק להיבנות על ידי חיבור של סוגים שונים --> אינטרנט.
- דוגמאות:
 - חיבור אוסף של סוגים LAN שונים (חיבור Bus עם חיבור טבעי) באותה מחלוקת.
 - חיבור LAN לכל הרשותות האחרות דרך WAN. WAN מתפרק במקרה זה כתת רשות.
 - חיבור WAN לכול הרשותות האחרות - אינטרנט

אֲרֵיְיָן כִּסְטוֹם - קַיְרָכֶרֶג

- **מיעון (Addressing)** – שיטת פנינה למשאים בראשת IP addresses 132.66.48.37, Refer to a *host*,*interface* = network number + host number
 - למשל – בכתובת 132.66.48.37 החלק 132.66.48 מייצג את הרשת והמספר 37 מייצג את המחשב המוסויים.
- **nitob (Routing)** – כיצד להגיא מהמקור ליעד מיתוג חבילות (packet switching) – נייע חבילות של נתונים בין הנטבים (routers) מהמקור ליעד באופן עצמאי.
- **יחידות מידע (Information Units)** – כיצד נשלח המידע
 - Self-descriptive data: packet = data + metadata (header).

כג'י כלואקוי (Protocol Layers)

- דרך לארגן את מבנה בראשת הרעיון: סידרה של צעדים או מבנים המשמשים בפרוטוקולים:
 - פרוטוקול הוא קבוצה של כלליים ומבנה אשר מפקחת על התקשרות בין עמיთים מתקשרים.
 - פרוטוקול נדרש עבור כל פעולה אשר דורשת שיתוף פעולה בין העמיות.
 - דוגמאות לפרוטוקולים של תקשורת:
 - פרוטוקול ARP (Address Resolution Protocol) משמש להמרה בין כתובת IP לבין כתובת MAC.
 - פרוטוקול DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) משמש להקצאה אוטומטית של כתובת IP עבור מכשירים שלא הוגדרה להם מראש כתובת IP סטטית.
 - פרוטוקול DNS (Domain Name System) משמש לתרגום של שמות תחום מילוליים לכתובות IP.

כג'י הפלוקרים (Protocol Layers)

- הרשת אשר מספקת הרבה שירותים (לדוגמא, Web, VoIP, email, games, e-commerce, file sharing) זקוקה להרבה פרוטוקולים.
- חלק מן השירותים הם עצמאיים, אבל אחרים תלויים אחד בשני.
- פרוטוקול עשוי להשתמש בפרוטוקול אחר כצעד בתוך הביצוע שלו.
- צורה זו של תלות נקראת עיריכת שכבה (layering) - פרוטוקול שכבה אחת "שוכב" (layered) מעל פרוטוקול שכבה שנייה.

Open protocols and systems

- קבוצה של פרוטוקולים היא פתוחה אם
 - פרטי הפרוטוקול גלויים וזמניים.
 - השינויים מתנהלים ע"י ארגון אשר החברות בה והפרוטוקולים של יישובთה פתוחים לציבור.
- מערכת אשר מטמיע פרוטוקולים פתוחים נקראת מערכת פתוחה.

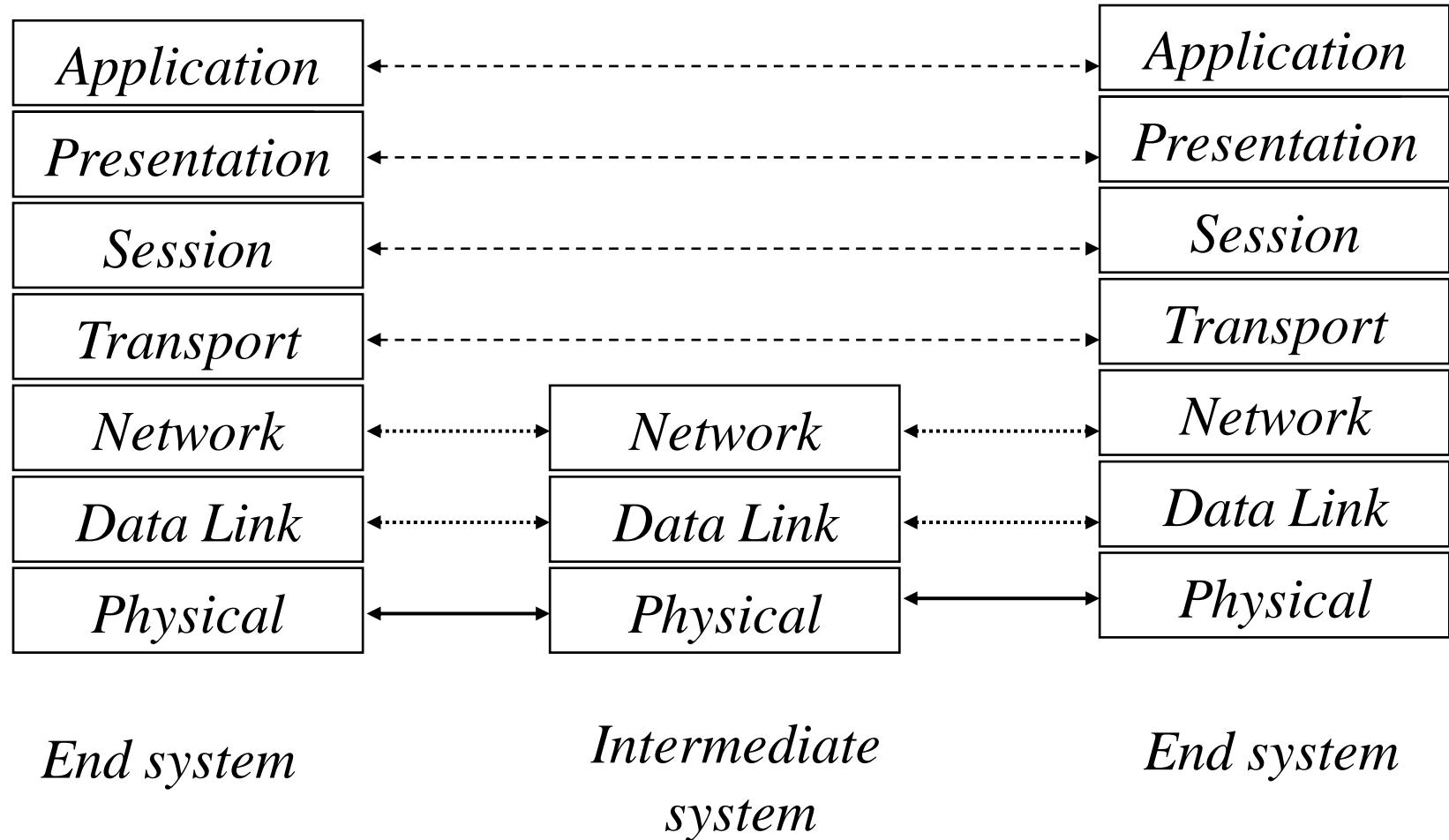
International Organization for Standards □
(ISO)

- מבצעת סטנדריזיות לחברן מערכות פתוחות.
- *open system interconnect (OSI)*
- יש השפעה גדולה לחשיבה על סידור של פרוטוקולים לפי שכבות.

ISO OSI reference model

- **מודל המקור**
 - מגדר באופן פורמלי למה מהתכוונים בשכבה, בשירות וכו'
- **ארQUITטורת השירות**
 - מתאר את השירות שמספקת כל שכבה ונקודות הממשק בין השכבות השונות.
- **ארQUITטורת פרוטוקולים**
 - קבוצה של פרוטוקולים אשר מבצעת את ארכיטקטורת השירות.
- **קיבוץ ייחד של כל הפרוטוקולים של השכבות השונות נקראת "Protocol Stack - מחסנית פרוטוקולים"**

נוֹפָט אַמְגָע הַפְּכָה



שכבה פיזית - Physical layer

- ▣ השכבה הפיזית מגדירה 4 תחומיים של אמצעי קישוריות:
 - .1. מוגדרים המאפיינים המכניים של ממתק התקן התקשרות.
 - .2. מוגדרים אותן היכולות החשמליים המאפשרים את העברת הנתונים.
 - .3. מוגדרים התפקיד הלוגי של אותן היכולות וסדר הופעתם על פני החוטים השונים בזמן נתון.
 - .4. מוגדר הפרוטוקול השולט על תזמון האירועים והסדר המתאים להם, כדי שהשכבה הפיזית תוכל לאפשר תקשורת.

פרוטוקולים מיצגים:

- WiFi-802.11x - משפחה של תקנים לתקשורת אלחוטית (Wireless LAN) ברשתות מקומיות.
- 10Base-T - תקן יישומי של טכנולוגיית ה-Ethernet אשר מאפשר לתחנות קצה להתחבר זו לזו באמצעות כבל זוגות שזורים.
- Bluetooth - תקן של רשת אלחוטית למרחב האישי, בקשר רדיו בתדר 2.45 GHz (שהוא התדר שבין שידורי טלויזיה לשידורי לוויין), בטוחים קצרים, בנפחים קטנים, ובהספק חשמל נמוך, המיועד בעיקר לשימושים אישיים, כמו קשר בין מחשב לאביזרים הקפאים ובין מכשירים חשמליים שונים בטוחו קצר.
- DSL (קו מנוי דיגיטלי) - משפחה של טכנולוגיות לשידור מידע דיגיטלי באמצעות תשתיות הטלפון המקומיות.

שכמת התקשורת - Data link layer

- לאחר שבוצעו החיבורים הפיסיים והחשמלים יש צורך לשלוט בזרם הנתונים. שכבת קישור נתונים פועלת כמפרק בתחנת רכבת המציב את הקורנות יחד ואוסף אותן לרכבת ממשית.
 - .1. תפקיד שכבת קישור הנתונים הוא לאפשר את ניתוב הנתונים בראש הצורה שקופה ואמינה לכל התקני התקשרות.
 - .2. שכבת קישור הנתונים אחראית לאיסוף מנות הנתונים ולסידורם לבлокים קבועים, בלוקים אלה מכונים מסגרות (frame).
 - .3. שכבת קישור הנתונים מוסיפה בתים וסיביות לזיהוי כל שדה במסגרת הנתונה.
 - .4. שכבת קישור הנתונים מגדרה פרוטוקול המאפשר את איתור ותיקון השגיאות הנוצרות בזמן העברת הנתונים.
- פרוטוקולים מייצגים:
 - הcy נפוץ הוא האתרנט - טכנולוגיית המאפשרת לכל רכיב לשלוחאות לתווך משותף בלי התראה מוקדמת, ומטפלת ביעילות בהתקنشויות.
 - Token ring - רשתות Token ring יושות שימוש באסימון בגודל 24 סיביות המועבר בין המחשבים בראשת, כאשר רק מחשב שברשותו האסימון יכול לשדר.
 - FDDI - בראשת FDDI קיימות שתי טבעות, ראשית ומשנית שמעבירות אסימון (Token) בכיוונים מנוגדים. במצב רגיל תעבורת הנתונים מתבצעת על הטעבעת הראשית בלבד, הטעבעת המשנית נכנסת לפעולה כאשר יש כשל בנקודה כלשהי בראשת.

שכבה התקשורת – Network layer

- שכבת הרשות מאפשרת את ניתוב הנתונים מערכת המקור למערכת היעד.
- מחייבת את התנהוגות שכבת הקישור הנתונים.
- שכבה זו מספקת את הכתובות הדחוסות לשם כר.
- שכבה זו מחליטה באיזה נתיב פיסי יעברו הנתונים בהתאם לנתוני הרשות, לקידימות השירות ותנאים אחרים.
- נמצאת גם במערכות הרצה (מחשבים) וגם במערכות הקישור (נתבים).
- **פרוטוקולים מייצגים:**
 - IPv4 - Internet Protocol, או בקיצור IP, הוא פרוטוקול תקשורת המשמש להעברת נתונים ללא אימות הגעה או אימות נתונים, אך הוא מפיצה על כר בהיותו יעיל ומהיר ביותר, וכן הוא אחד הפרוטוקולים הנפוצים בשימוש ברשותות מחשבים, וביניהם ברשת האינטרנט.
 - IPv6 - פרוטוקול המשמש להעברת נתונים ברשותות מבוססות מיתוג מנוגת. גרסה 6 של פרוטוקול ה- IP היא הגרסה השלישית של הפרוטוקול לאחר גרסה 4 (IPv4).
 - ICMP - חלק מחלוקת פרוטוקולי תקשורת באינטרנט. הודעות ICMP נוצרות בדרך כלל כתגובה לשגיאות בחבילות של פרוטוקול IP, או למטרות אבחון וניתוב.
 - RIP - פרוטוקול ניתוב המתבסס על ספירת צעדים (Hop Count) על מנת לבצע החלטות ניתוב.

שכבה התקשורת - Transport layer

- שכבת התקשורת אחראית למתן שירותים ואופטימיזציה של משאבי בקשרו שתי מערכות.
- שכבה זו מספקת העברת של מידע מנקודת המוצא לנקודת היעד ברשת, כלומר תקשורת בין נקודות קצה, והיא אחראית על ניהול התקשרות, אמינות החיבור, ואמינות הנתונים.
- שכבת התקשורת粲כללים מספר פרוטוקולים, שמיישמים את הfonקציות של השכבה בדרךים שונות. בנוסף, חלקם בוחרים לישם או לא לישם פונקציות מסוימות. לדוגמה: כל אפליקציה, מהשכבה שמעל, בוחרת את פרוטוקול התקשורת המתאים לה, לפי צרכיה. לדוגמה דפדן האינטרנט: פרוטוקול HTTP משתמש בפרוטוקול התקשורת TCP כדי לשלוח מידע ברשת.
- **פרוטוקולים מייצגים:**
 - TCP (Transmission Control Protocol) – מספק בקרת שגיאות (error control) ובקרט זרימה (flow control) והעברת מספר הודעות בו זמנית בערוצ אחד (multiplexing).
 - UDP (User Datagram Protocol) – מספק רק העברת מספר הודעות בו זמנית בערוצ אחד (multiplexing).

שכבה ה-4:Session layer - שיחת ה-Session

- תומכת בקשריות שבין שתי מערכות פתווחות הרוצחות לק"ם ביןיהן "שיחה".
- שכבה זו מנהלת את הדיאלוג בין המערכות ותלויה בשכבת התעבורה, בכך שכל קישור ברמת השיחה מתבצע ע"י נקודת קישור אחת ברמת התעבורה (מספר קישורים ברמת השיחה יכולים להתבצע בנקודת אבל לא בו זמן).
- שכבת השיחה מבצעת את הfonkcioot, המאפשרות לשני יישומים (או לשני חלקים של יישום אחד) ליצור קשר על גבי רשות התקשרות תוך ביצוע פעולות אבטחה, זיהוי שם, הצלפות למערכת וניהול פעולות אחרות. פעולות אלו כוללות זירמת נתונים דו כיוונית וVICRON של נתונים בין מערכות.
- אינטרנט: לא קיימת שכבת שיחה.
- **פרוטוקולים מייצגים:**
 - PPTP - פרוטוקול המאפשר לישם רשות פרטית וירטואלית (NVP) בין המשתמש הפרטி לספק שירותי האינטרנט באמצעות מעל גבי IP/TCP.
 - SSH - פרוטוקול המאפשר ביצוע פעולות על מחשב מרוחק לאחר תהליך ההזדהות (ch0rga). הוא נועד להחליף את RSH, ch0rga ו-telnet ולאפשר תקשורת מאובטחת ומוצפנת בין שני מחשבים לא תלויים בשרותות לא מאובטחות, SSH פועל מעל TCP.
 - SSL - פרוטוקול המאפשר תקשורת מאובטחת ומוצפנת בין שני יישומים מתקשרים.

שכמת המציגות - Presentation layer

- אחראית לבקרה על תחביר הנתונים (פורמט) הנוצרים בשתי מערכות פתוחות, ועל הרמת הנתונים אלה בצורה מובנת.
- אחראית לביצוע תרגום מתאים בין המערכות כדי לאפשר העברת אמינה של נתונים ביניהם. לדוגמה אם מערכת פועלת בפורט ASCII ושנייה בפורט EBCDIC מחייבת שכבת התצוגה שימוש בתוכנת המירה של ASCII ל-EBCDIC.
- שכבת התצוגה מכילה את נתוני העריכה של הנתונים (data) כדי להבטיח פלט נכון ורצוי שלהם בהתאם למתחמים (מסך, מדפסת וכו').
- שכבה זו עוסקת במיפוי המסר וטיפול בתוכנות התצוגה של תוים שונים. לדוגמה יישום שנכתב עבור מסוף IBM מחייב שינוי פורט של נתונים כדי לאפשר קליטתם על מסוף אחר.
- אינטרנט: לא קיימת שכבת תצוגה.

פרוטוקולים מייצגים:

- ASCII - קוד לייצוג של תוים (ספרות, אותיות האלבבית, סימני פיסוק ועוד) בזיכרון מחשב ובקובץ מחשב.
- Unicode - תקן בינלאומי לייצוג טקסט במערכות מחשב. התקן מגדיר מערכת תוים המקיפה את כל מערכות הכתב הנמצאות כיום בשימוש פעיל בשפות העולם, וכן מערכות כתב ותוים נוספים שבהם נעשה שימוש בתחוםים מדעיים וטכנולוגיים.
- MIME - תקן אשר מרחיב את יכולות העברת המידע בדואר אלקטרוני על ידי הוספת יכולות הבאות:
 - טקסט שאינו בקידוד ASCII פשוט.
 - קבצים מצורפים (Attachments) שאינם טקסטואליים.
 - הודיעות הבנויות במספר חלקים שונים.
 - כותרות הודעה (Header) שאין בה ASCII.
 - כמעט כל הדואר האלקטרוני כיום נשלח בפורט MIME.

שכבה היישום - Application layer

- ◻ שכבת היישום היא השכבה העליונה שבה נמצאות התוכניות השייכות למשתמש.
- ◻ כאן נמצאים מערכת הפעלה רשות התקשרות וכל היישומים עצם ובכלל זה ניהול קבצים, יצירת תורי הדפסה, דואר אלקטרוני ועוד.
- ◻ שכבה זו לא מספקת שירות לכל שכבה אחרת.
- ◻ **פרוטוקולים מיצגים:**
 - HTTP - פרוטוקול תקשורת שנועד להעברת דפי HTML וקובייקטים שהם מכילים (כמו תמונות, קובצי קול, סרטוני פלאש וכו') ברשת האינטרנט.
 - FTP - פרוטוקול תקשורת מבוסס TCP להעברת קבצים בין מחשבים.

הכלאה הכלאה

■ השכבה הפיסית:

- עקרונות בסיסיים של עיבוד אותות.
- כלל ניוקויסט.
- יחו בין קצב העברה לרוחב פס בערז תקשורת.
- כלל שאנון.
- מKeySpecים קיבולת של ערוץ תקשורת בנוכחות רעש.
- מושגי יסוד בסכבות קידוד וטכניות אפנון.