

Operating Systems

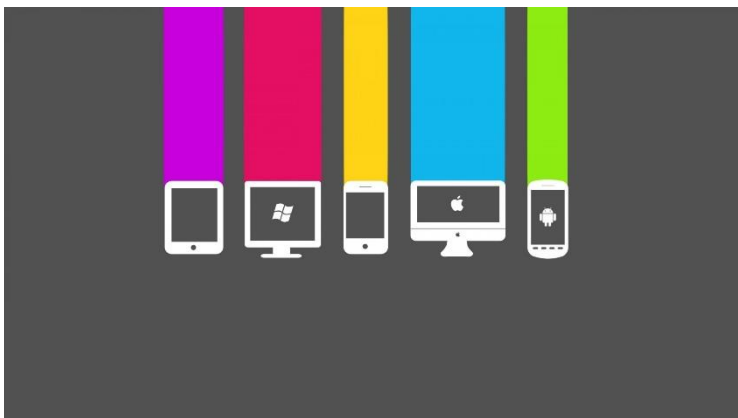


Doron Kimia – Developer 2018

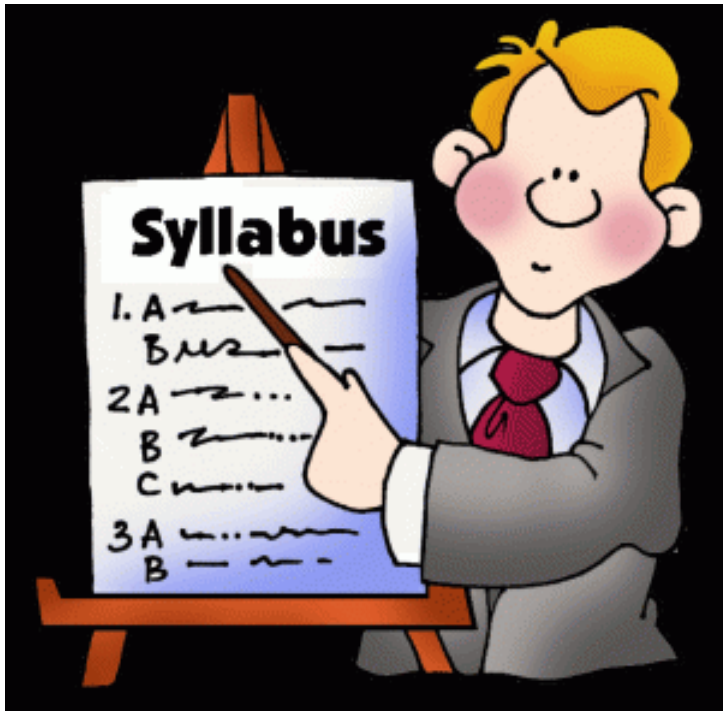
מטרת הקורס:

הכנה למבחן מה"ט במערכות הפעלה.

הבנה יסודית כיצד המחשב פועל מנקודת מבטה של מערכת ההפעלה.
חומר הקורס הוא מרכיב מרכזי במבחני הקבלה לעבודה של חברות ההייטק.



סילבוס



מבוא למערכות הפעלה
ניהול ותזמון תהליכים
ניהול והקצאת זיכרון הראשי
אחסון נתונים בזיכרון משני
ארגון קבצי מערכת
ניהול התקני קלט פלט
הגנה ואבטחת מידע
מערכת ההפעלה UNIX

דרישות לציון מגן:



הקריה ללימודי הנדסה וטכנולוגיה סילבוס

קורס מערכות הפעלה

מרצה: דורון קימיה

מטרת הקורס: הבנה יסודית של עקרונות התכנון והשימוש במערכות הפעלה תוך כדי לימוד מעמיק של השכבות הפונקציונליות של מערכת ההפעלה. הקורס מציג את הנושאים המרכזיים של מערכות ההפעלה המודרניות, ובפרט מכין את הסטודנטים למבחן מה"ט חיצוני.

מרכיבי הציון:

הציון המגן למבחן מה"ט חיצוני מתבסס על שכלול של המרכיבים הבאים:
קורס מערכת ההפעלה UNIX (30%),
קורס מערכות הפעלה חלק א' (30%),
קורס מערכות הפעלה חלק ב' (30%)
הערכה כללית של המרצה (10%), לפי הפרמטרים הבאים:

1. נוכחות מלאה בשיעורים

(הפחתת ניקוד על חיסורים לא מוצדקים, איחורים, עזיבה

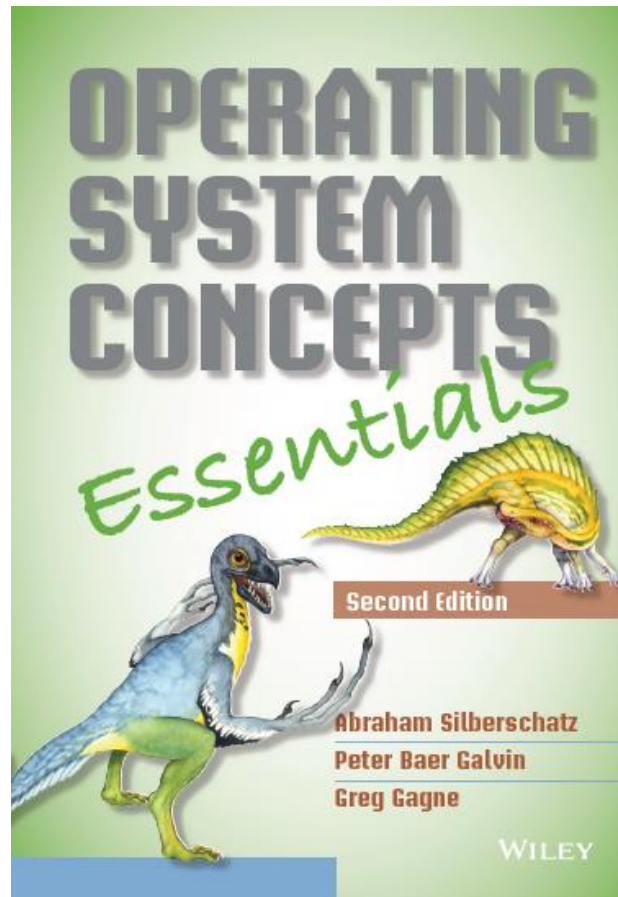
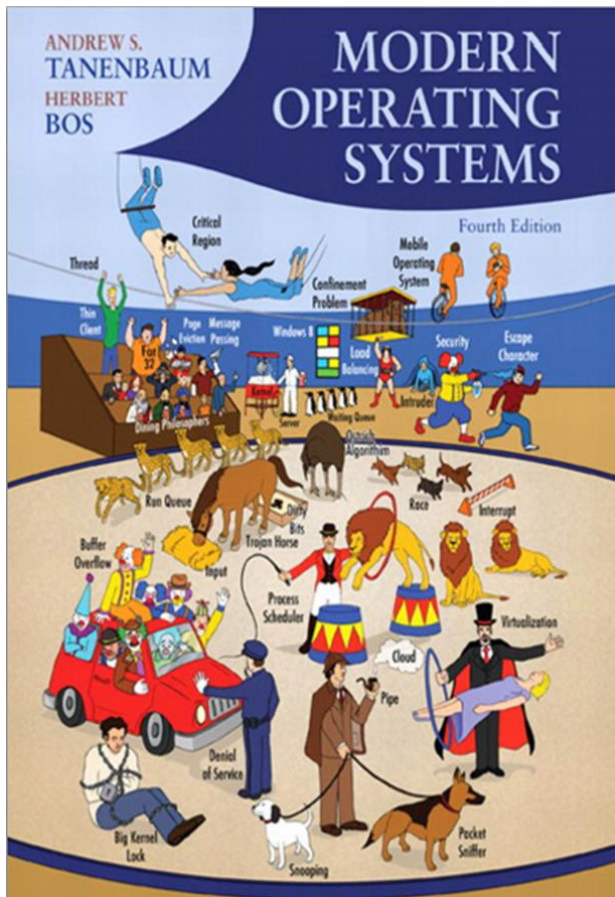
מוקדמת של השיעור).

הערה: לפי נהלי מה"ט קיימת חובת נוכחות של מעל 70% משעות הלימוד המתוכננות במסלול מערכות הפעלה במכללה. סטודנט שיחסיר שעות נוכחות עלול להיפסל ע"י פקחי מה"ט ולא יוכל לגשת למבחן החיצוני המסכם.

2. השתתפות פעילה בשיעורים (נוכחות אקטיבית, תרגול בכיתה).

3. התנהגות והתנהלות סטודנטיאלית מכובדת במהלך השיעורים.

ספרים מומלצים:



יחידת לימוד מספר 1:

תפקידה של מערכת הפעלה

סוגים שונים של מערכות

ארגון המחשב

הגדרה:

מערכת ההפעלה היא תוכנה ראשית שמתווכת בין האפליקציות של המשתמש לרכיבי החומרה במחשב.



מערכת ההפעלה היא כמו "מנהל חנות צעצועים"



מערכת ההפעלה היא כמו "מנהל חנות צעצועים"



תפקידו לתפעל את המשאבים בחנות:

ניהול עובדים
ניהול מלאי במחסן,
תצוגת צעצועים על המדפים
ניהול קופה לתשלום

תפקידו לאכוף נהלים:

אבטחה
ניקיון
הגינות בין עובדים וניהול תור לקוחות.

תפקידו לספק שירות יעיל ללקוחות:

שירות תיקונים והזמנות עבור לקוחות.



מחסן צעצועים



תצוגת מוצרים (בהמתנה לרכישה)



רכישה בקופה

תצוגת מוצרים (בהמתנה לרכישה)

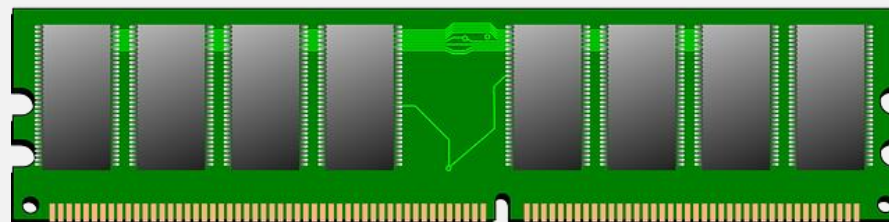
מחסן צעצועים



רכישה בקופה



אחסון תוכניות
בדיסק הקשיח HD



העברת תוכניות לזיכרון RAM
בהמתנה להרצה על המעבד

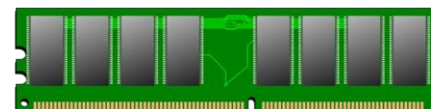


הרצת תוכנית אחת בכל פעם,
באמצעות המעבד CPU

תפקיד OS לתפעל את משאבי המערכת:
אחסון נתונים ותוכניות בדיסק הקשיח HD.
העברת התכניות לזיכרון RAM בהמתנה למעבד.
הרצת התהליכים על המעבד CPU לפי הסדר.



אחסון תוכניות
בדיסק הקשיח



העברת תוכניות לזיכרון RAM
בהמתנה להרצה על המעבד



הרצת תוכנית אחת
באמצעות המעבד

תפקיד מערכת ההפעלה לאכוף נהלים:
אבטחת מידע, ניהול סיסמאות, הרשאות
שחרור והגבלת משאבי המערכת. ניהול
תור לקבלת משאבים והרצת תוכניות על
המעבד באופן הוגן.

תפקיד OS לספק שירות יעיל ל-USER:
קריאת מערכת System Call – מערכת
ההפעלה מבצעת עבור המשתמש
פעולות מורכבות, אבסטרקציה.



מערכת ההפעלה היא כמו מנהל חנות צעצועים

תפקידו לתפעל את המשאבים בחנות:
ניהול עובדים
ניהול מלאי במחסן,
תצוגת צעצועים על המדפים
ניהול קופה לתשלום

תפקיד OS לתפעל את משאבי המערכת:
ניהול התקני I/O
ניהול הזיכרון בדיסק הקשיח HD.
העברת התכניות לזיכרון RAM
הקצאת המעבד CPU.

תפקידו לאכוף נהלים:
אבטחה
ניקיון
הגינות בין עובדים וניהול תור לקוחות.

תפקיד מערכת ההפעלה לאכוף נהלים:
אבטחת מידע.
שחרור משאבי המערכת.
ניהול תורים והקצאת משאבים הוגנת.

תפקידו לספק שירות יעיל ללקוחות:
שירות תיקונים והזמנות עבור לקוחות.

תפקיד OS לספק שירות יעיל ל-USER:
קריאת מערכת System Call – אבסטרקציה.



תפקידה של מערכת ההפעלה



מערכת ההפעלה - Operating System (OS)

תפקידה:

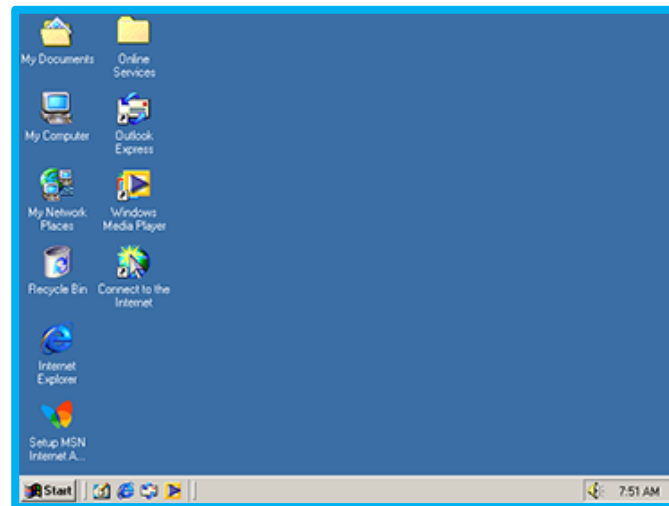
(1) **מכונה מורחבת** – תפקידה לספק סביבה נוחה וידידותית להרצת אפליקציות, תוך כדי הסתרת המורכבות האמיתית של החומרה - **אבסטרקציה**. למשל, קריאת תוכן של קובץ ע"י שימוש בשם הקובץ ובפקודות המערכת `open, read` ללא ידיעת מיקומו האמיתי בזיכרון.



אבסטרקציה

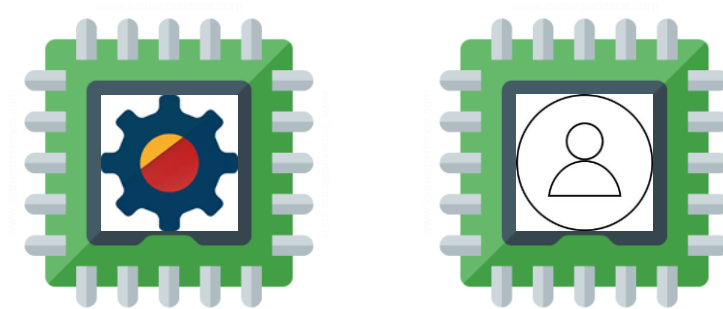
"הפשטה" - הסתרת המורכבות האמיתית של החומרה מהמשתמש.

המהפכה של מיקרוסופט בשנות ה-80 היא מערכת ההפעלה *WINDOWS* שהציגה ממשק גרפי עבור המשתמש - *GUI (Graphical User Interface)*. גישה לחומרה באמצעות הזזת העכבר בלבד. אין צורך להבין במחשבים!



User Mode and Kernel Mode

תפקידו של המעבד CPU להריץ את התוכניות במחשב. קיימים שני מצבי הרשאה שונים שבהם המעבד פועל: User Mode, Kernel Mode. המעבד מתחלק בין שני המצבים בהתאם לסוג התוכנית הפעילה: תוכנית המשתמש או תוכנית מערכת: System Program / user Program.



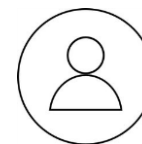
User Mode and Kernel Mode



Kernel Mode

מצב ריצה של המעבד CPU המאפשר לתוכניות המערכת גישה בלתי מוגבלת לחומרה במערכת. ההרשאות כוללות פעולות בזיכרון (קריאה ומחיקה), גישה ישירה להתקנים I/O וניהול תקשורת אינטרנטית עם מחשבים מרוחקים וכדומה.

User Mode and Kernel Mode

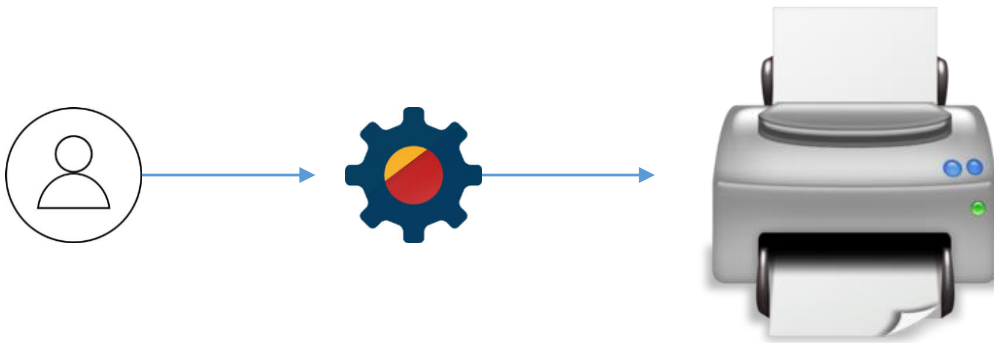


User Mode

מצב ריצה מוגבל של המעבד CPU שאינו מאפשר לתוכניות המשתמש גישה ישירה לחומרה במערכת. **תוכנית ברמת המשתמש חייבת לפנות לפונקציות מובנות של מערכת ההפעלה כדי לבצע פעולות בחומרה**, כחלק ממאמצי האבטחה והבקרה של המערכת. כגון: מניעת גישה של גורמים עוינים למערכת, הקצאת משאבים הוגנת בין התוכניות שפועלות בו-זמנית, ניהול תורים וכדומה. רוב התוכניות שפועלות במערכת יהיו במצב זה.

קריאת מערכת – *System Call*

ממשק שמאפשר לתוכנת המשתמש לבקש ממערכת ההפעלה לבצע עבודה פעולות
מורכבות באופן אבסטרקטי. פעולות כגון: פתיחת קבצים שנמצאים בדיסק הקשיח, או
שליחת עבודת הדפסה.



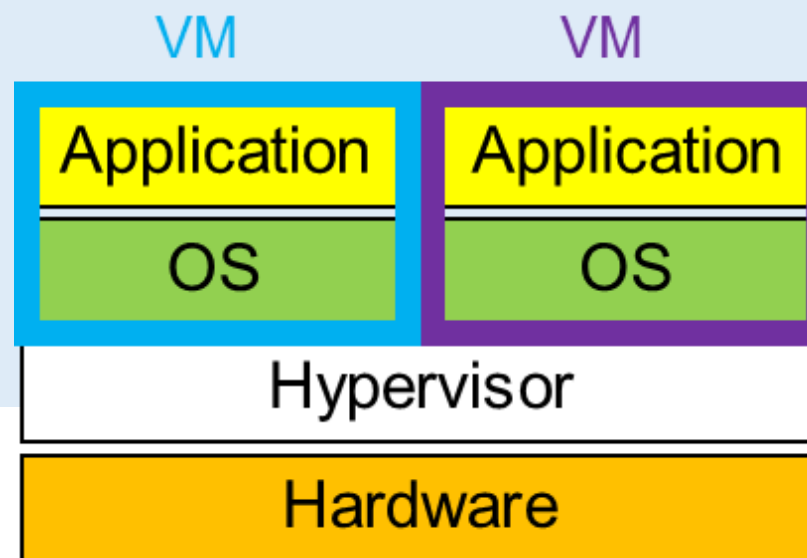
מערכת ההפעלה מספקת סט של פקודות אבסטרקטיות, שתוכנית ברמת המשתמש אינה מורשה ואינה מסוגלת לבצע לבד.

סוגי פקודות מערכת

שליטה על תהליכים - יצירה/ סיום תהליך, המתנה לאירוע `wait`.
ניהול קבצים - יצירה, מחיקה, קריאה, העתקה.
הפעלת התקנים פריפריאליים I/O – קריאה, כתיבה, ביטול פעולה וכו'.
תקשורת – יצירת תקשורת עם מחשבים מרוחקים, סיום התקשרות, שליחה וקבלת הודעות, שליטה על התקנים מרוחקים.

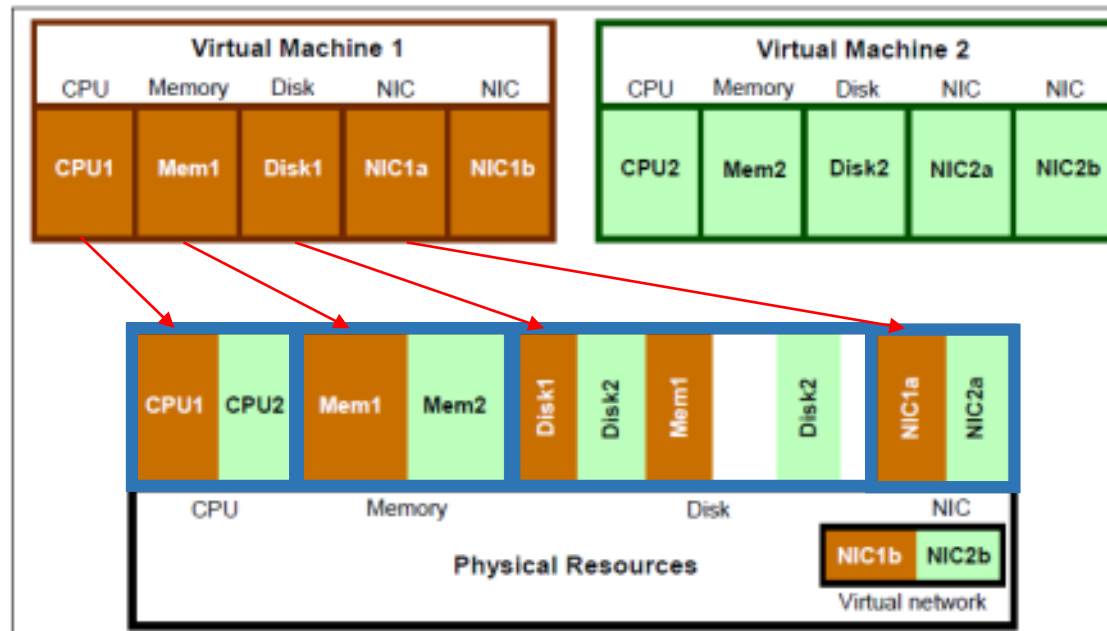
מערכת ההפעלה - Operating System (OS)

(2) מכונה וירטואלית - תפקידה ליצור סביבה מדומה של חומרה, ובכך לשחרר את תלות המערכת בחומרה הפיזית. למשל, ניתן להריץ מספר מערכות הפעלה שונות כגון Linux ו-Windows על מחשב אחד, בו זמנית.



שכבת תוכנה בין מערכת ההפעלה לחומרה נקראת Virtual Machine Monitor (VMM) או Hypervisor

VMM מדמה חומרה "אמיתית" כלפי מערכת ההפעלה - התקנים, רגיסטרים, זיכרון, מעבד וכו', אך בפועל מאפשרת שיתוף החומרה הפיזית בין מספר מערכות הפעלה תוך בידוד מלא ביניהם.



מערכת ההפעלה - Operating System (OS)

(3) תפקידה לנהל את הקצאת המשאבים לתהליכים שרצים במערכת.

כלומר, מניעת התנגשויות בין תוכנות שמבקשות להשתמש ב-זמנית באותו המשאב,

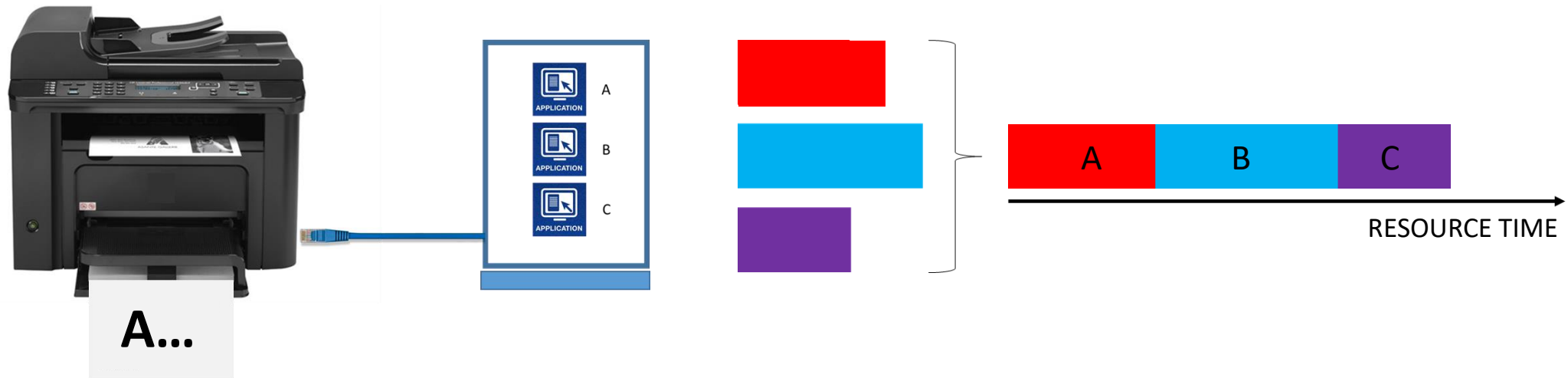
ע"י חלוקה לפי זמן או לפי מקום (Time/Space Multiplexing).

משאבים משותפים כגון: מעבדים, יחידות זיכרון, דיסק קשיח, עכבר, מקלדת, ממשק תקשורת, מדפסות.



Time Multiplexing

לדוגמה: חלוקת זמן של מדפסת כמשאב משותף. כאשר מספר עבודות נשלחות באותו הזמן להדפסה במשרד, כל עבודה תודפס במלואה לפי התור. מערכת ההפעלה תשמור את התוכן של כל עבודה בבאפר נפרד ותשלח אותה להדפסה לפי סדר מסויים בהתאם לאלגוריתם שנקבע מראש ע"י מהנדסי המערכת.



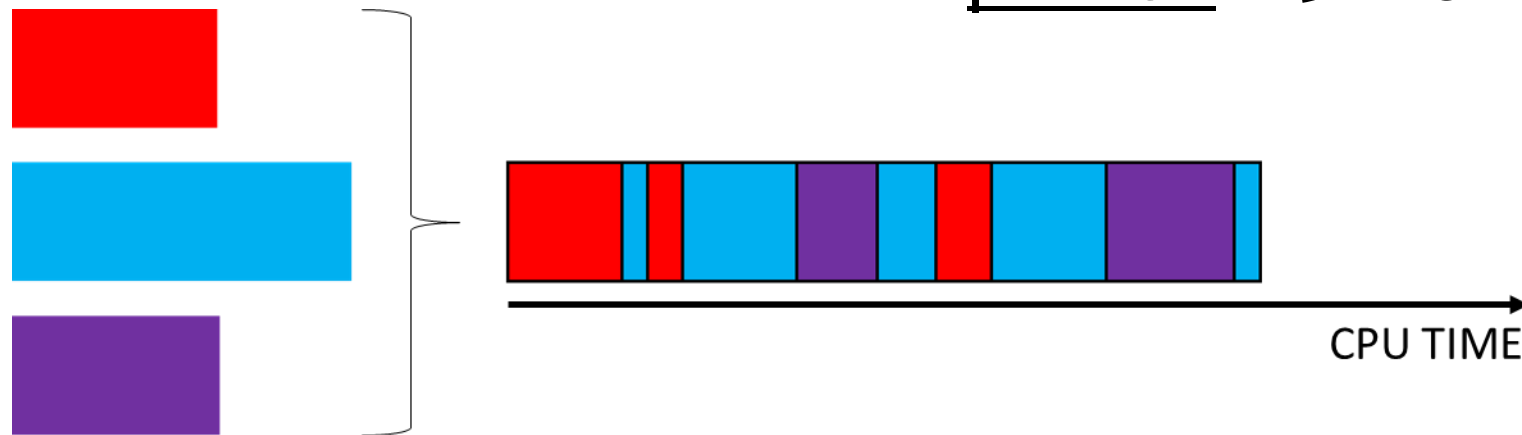
ללא מערכת הפעלה

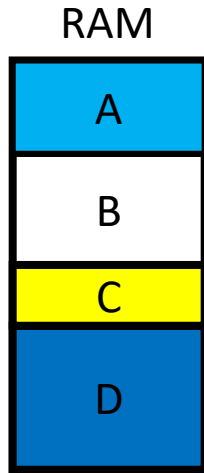
מה יקרה אם מספר אפליקציות ישלחו עבודות הדפסה בו-זמנית, ללא התערבות מערכת ההפעלה? הציעו מספר אלגוריתמים לפתרון.



Time Multiplexing (CPU Scheduling)

תפקידו של המעבד CPU הוא לבצע הוראת קוד אחת של תוכנית אחת בזמן ריצה. מספר תוכנות פועלות כביכול במקביל, אבל בפועל קיים מעבד אחד והתוכנות מתחלפות ביניהם בחלוקת זמן מוגדר, מבצעות באופן חלקי את משימתם לפי הסדר עד השלמת המשימה. מערכת ההפעלה קובעת את המדיניות ומחליטה איזו תוכנית תקבל את השימוש במעבד ולכמה זמן.





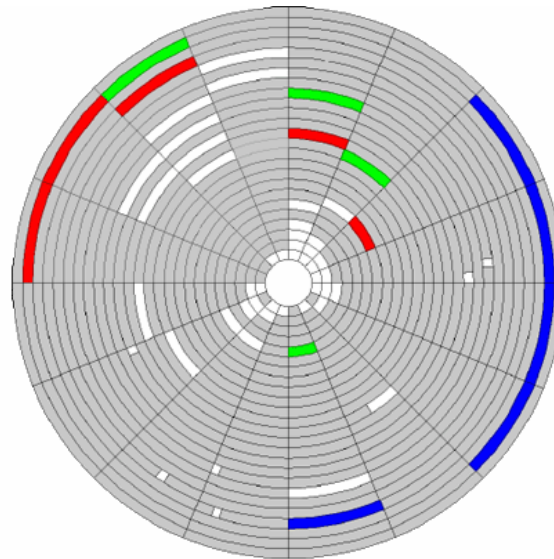
Space Multiplexing

חלוקת המשאב המשותף למספר חלקים כאשר כל תוכנה משתמשת בו-זמנית בחלק מהמשאב. לדוגמה הזיכרון הראשי ניתן לשימוש בו-זמנית ע"י מספר תוכנות. כל תוכנה משתמשת בחלק אחר של הזיכרון. בהנחה שיש מספיק זיכרון, יעיל יותר להשתמש בשיטת ריבוב זו מאשר לספק להם את כל המשאב המשותף לזמן מוקצב בזה אחר זה.

Space Multiplexing

דוגמה נוספת לריבוב לפי מקום

הוא הדיסק הקשיח שמאפשר בו זמנית לשמור מספר קבצים של מספר תוכניות בו-זמנית.



סוגים שונים של מערכות הפעלה

סוגים שונים של מערכות הפעלה, כאשר לכל סוג מטרה אחרת:

***Mainframe OS* – מערכת הפעלה המיועדת למערכות עתירות נתונים ומרובות משתמשים (multi users). מטרתה לשרת מספר רב של משתמשים ולנצל את משאבי החומרה באופן מירבי.**



Personal Computer (PC) OS – מערכת הפעלה למחשב אישי המיועדת לתמוך במשחקים, תוכנות עריכה ויישומי אינטרנט, עבור משתמש בודד (single user). **מטרת המערכת לספק ממשק נוח למשתמש, גם על חשבון יעילות.**



Mobile OS – מערכת הפעלה המיועדת לתפעל אפליקציות בטלפונים חכמים, כגון:
ניהול שיחות, שליחת הודעות, ניהול רשימת אנשי קשר, מיקום המשתמש וכו'. מתוכננת
באופן שמאפשר הרצת אפליקציות במקביל באופן יעיל ובטוח, תוך כדי מתן שירות
העברת נתונים ושיתוף פעולה ביניהן - *Inter Processing Communication (IPC)*.
מטרתה להשיג יעילות מבחינת משאבי החומרה במערכת ונוחות המשתמש.



Real Time Operating System RTOS

מערכת זמן אמת היא מערכת מחשב שיש לה, מעבר לדרישות הפונקציונליות הרגילות, דרישה של עמידה בזמנים. מערכת זמן אמת לא חייבת להגיב מהר (למשל במערכת לניהול רמזורים), אך היא חייבת להגיב תוך זמן מוגדר מראש ובעקביות.



Traffic lights
Heart rate monitoring
Aircraft control
Computer games
Controlling robots

Real Time Operating System RTOS

מערכת הפעלה RTOS דורשת מחשב אמין עם מעבד חזק, אלגוריתם יעיל לתזמון עבודות (Job Scheduling) ותזמון תהליכים (CPU Scheduling). אמינות המערכת מושגת באמצעות "יתירות", כלומר עודף בחומרה. למשל, שימוש עודף במעבדים. אם "נופל" מעבד אחד, כל שאר המעבדים מתחלקים במשימה של אותו מעבד, ללא עיכוב.



תזמון עבודות

טעינת התוכנית לזיכרון הראשי RAM, תוך כדי יצירת תהליך.

תזמון תהליכים

הקצאת המעבד עבור תהליך שממתין בזיכרון, במטרה להריץ את הוראות הקוד.

Real Time Operating System (RTOS)

ניתן לסווג מערכות זמן אמת לשני סוגים:

Hard Real Time - מערכת זמן אמת קשיחה היא מערכת בה אי עמידה בתנאי הזמן גוררת כישלון כולל של כלל המערכת. אחרי כישלון זה אין אפשרות להמשיך בפעולת המערכת.

Soft Real Time - הפלט שהתקבל בעקבות חישוב שחרג מהזמן, שימושי באופן חלקי. למשל אפליקציית Streaming Audio/Video.

מערכת ההפעלה מנקודת מבטו של המשתמש - *USER VIEW*



Single User .1

המשתמש מחובר למערכת ההפעלה באמצעות ממשקים כגון: מקלדת, עכבר ומסך. קיימות מערכות המתוכננות לשרת **משתמש בודד** (*Single-user*) שמקבל מונופול על השימוש במשאבים. במקרה זה הדגש יהיה על **נוחות השימוש במערכת**, ללא ניהול משאבים יעיל במיוחד.

מערכת למשתמש יחיד מתאימה לתחנת עבודה עצמאית כגון מחשב אישי PC.

מערכת הפעלה למשתמש בודד *Single User* מחולקת לתת-קטגוריות:

Single user, Single application OS

מערכת ההפעלה משרתת משתמש יחיד ומפעילה משימה אחת בכל פעם.
לדוגמה, מערכת הפעלה בטלפון נייד (Android, IOS).



Task and the Activity Back Stack

Single user, Multi tasking OS

סוג זה של מערכת הפעלה מתאים למחשבים אישיים, מחשבי PC.

המערכת מיועדת להריץ מספר אפליקציות בו-זמנית, עבור משתמש בודד.

ה-USER יכול לכתוב מאמר, במקביל לחיפוש באינטרנט, הורדת סרטון וידאו והאזנה למוסיקה.





multi users .2

זוהי מערכת רבת משתמשים אשר חולקת משאבים משותפים ומעבירה מידע בין משתמשי המערכת. במחשבי-על כגון **Mainframe** משתמשים רבים מחוברים למערכת מרכזית באמצעות מסופים מרוחקים.





multi users

מערכת ההפעלה רבת משתמשים מתוכננת לנצל ביעילות את משאבי המערכת מבחינת השימוש במעבד (להרצת תוכנות השירות), חלוקה צודקת של זיכרון ושימוש הוגן בהתקנים חיצוניים I/O.





multi users

הקצאת המשאבים יעילה מכיוון שהשיתוף הוא על בסיס מקבילי *Space Multiplexing* ועל בסיס מרחב הזמן *Time Multiplexing*.

דוגמה למערכת הידברותית המבוססת על מרחב הזמן: כאשר המשתמש מקליד נתונים באיטיות בהשוואה לתגובת המערכת, ניתן לבצע פעולות נוספות עבור משתמשים אחרים.



multi users

חסרון - מערכת הפעלה רבת משתמשים היא בעלת תקורה גבוהה, מכיוון שהיא כוללת סדרה של שירותים ומנגנונים נוספים. לדוגמה: מנגנון אבטחה למניעת גישה של משתמש אחד למרחב הזיכרון של משתמש אחר.



multi users

קיימים מקרים בהם נעדיף לא להשתמש במערכת רבת משתמשים. למשל, במערכת זמן-אמת (Real Time) כאשר התגובה חייבת להיות מהירה. מכיוון שמערכת זמן אמת מיועדת בדור"כ לספק שירותים למשתמש יחיד, אין סיבה להשתמש בה כמערכת רבת משתמשים. המנגנונים של מערכת רבת משתמשים גורמים לתקורה במערכת, ובמקרה זה ללא הצדקה.

מערכת רבת-משתמשים לדוגמה:

- מחשב מרכזי של בנק המחובר למספר רב של מסופים/ כספומטים.
- שרת אינטרנטי (Web Server) אשר משתף מידע בין משתמשי האתר.
- מחשב משרדי מקבל בו-זמנית עבודות הדפסה מעובדים שונים. במקרה זה מערכת ההפעלה נדרשת לנהל את תור ההדפסות באופן הוגן – למשל, להעדיף עבודות קצרות לפני טיפול בעבודת הדפסה גדולה.
- מערכות הפעלה רבות-משתמשים: **Windows Server 2012 R2 IIS 8.5,** **Linux OS**





מערכת רבת-משתמשים מסוג: *Network operating systems*

תחנות עבודה Workstations המחוברות ביניהן דרך רשת תקשורת ע"י מחשב מרכזי.
לכל תחנת עבודה קיימים משאבים הניתנים לשיתוף עם תחנות אחרות. משאבים
משותפים כגון: קבצים, מעבדים לביצוע חישובים, מדפסות. מערכת ההפעלה של המחשב
המרכזי מתוכננת להתפשר בין ניצול כל המשאבים המשותפים של התחנות לבין ביצוע
פעולות מקומיות.



Network operating systems



מערכות הפעלה כגון Windows, Mac, Linux מותאמות לרשתות תקשורת. לדוגמה רשת מחשבים במכללות, במקומות עבודה ואפילו בבית כאשר המחשבים משתתפים חיבור משותף לרשת האינטרנט.

תפקידי מערכת ההפעלה המותאמת לרשתות:

1. מערכת ההפעלה מנהלת את הרשאות הגישה למשתמשים השונים (Username, Password).
2. תחזוקת חיבורי התקשורת עם השרת המרכזי.
3. הרחבת קבצי המערכת כדי לאפשר גישה לקבצים של תחנות עבודה אחרות.
4. אבטחת מידע ויכולת הפרדה בין חשבונות שונים של משתמשים במערכת רבת משתמשים – Multi user OS.

מערכת רבת-משימות *Multi Tasking*

זוהי מערכת רבת-משתמשים אינטראקטיבית, המאפשרת להריץ מספר תוכניות בו-זמנית ולחלוק ביניהן משאבים משותפים.

טלפונים חכמים וטאבלטים נחשבים ליחידות עצמאיות אינטראקטיביות המחוברות לרשתות הסלולר אלחוטיות ומייצגות משתמשים פרטיים. מערכת ההפעלה *Linux* מתאימה במיוחד למערכת רבת-משימות (Multi-tasking) ולרשתות תקשורת.



Multi-Tasking, Network operating system

קיימים מחשבים עם מערכות הפעלה שאינן מאפשרות התערבות אינטראקטיבית של מפעיל המערכת:

- מערכת הפעלה מסוג "מכלול" / "אצווה" / *Batch OS* (3 שמות), המבצעת פעולות תקופתיות מתוכננות. לדוגמה: עבור חישוב משכורות אחת לחודש במועד קבוע.
- למשל מערכת משובצת מחשב (Embedded System) אשר מבצעת פעולות מוגדרות בהתאם לתוכנית קבועה ובאופן מתוכנן מראש.

