

איך לבחור מקצוע בהייטק!?

1. מי נדרש לפיתוח בהייטק:

היום הנדסת אלקטרוניקה והנדסת תוכנה הם תחומים רחבים מאוד ומהנדס אלקטרוניקה או תוכנה הינם מושגים כלליים מידי.

תעינו היום ברשימת משרות פתוחות בהייטק ותגלו שכמעט אף אחד לא מחפש מהנדס חשמל ומחשבים.. כולם רוצים מפתח VLSI, מפתח מעגלים מודפסים (Board Design), מפתח מעגלי RF ו-RFIC או מפתח RT Embedded.

כיוון ההתפתחות הוא מאוד דומה למה שכבר קרה מזמן בענפי הרפואה וראיית החשבונות. יש סטג' והתמחות. רופא שרוצה לעבוד כמנתח או רופא ילדים חייב התמחות. דבר מאוד דומה קורה בתעשיית ההייטק.

אני כותב את הכתבה בגלל שכבר זמן רב אני רואה הרבה מהנדסים מסיימים תואר ראשון ובנוסף לבעיית הניסיון הראשוני שחסר להם, יש להם בעיה לא פחות גדולה – באיזו התמחות לבחור מתוך המגוון העצום של תחומי תעשיית ההייטק.

2. מפת תחומי פיתוח בהייטק הנדרשים ביותר:

תעשיית ההייטק הישראלית והעולמית בתחום הפיתוח שלה מתחלקת באופן גס לחומרה ותוכנה. זה אומר שבפיתוח הרוב הם מהנדסי תוכנה ואלקטרוניקה.

בואו ונבחן ביחד מהם התחומים הגדולים בפיתוח שנדרשים ביותר:

1. פיתוח מעגלי VLSI:

- מפתחי ASIC
- מפתחי FPGA
- מהנדסי וריפיקציה (Chip Verification Engineer)
- אנשי ASIC Back-End
- מהנדסי טסט (Test Engineers)
- מפתח Analog IC
- מפתחי VLSI Circuits
- מפתחי RFIC – פיתוח מערכות RF על שבב

2. פיתוח מעגלים אלקטרוניים מודפסים:

- מפתחי PCB בתדר רגיל
- מפתחי PCB בתדר גבוה

3. פיתוח ותכנות מערכות משובצות של זמן אמת (RT Embedded Systems)

- מפתחי RT Embedded למערכות מבוססות מעבדי RISC/CISC רגילים
- מפתחי תוכנה למעבדי DSP.

4. פיתוח מעגלי RF

- מפתחי מערכת RF על מעגל מודפס

5. פיתוח אלגוריתמים

- מפתחים של אלגוריתמי לעבוד אותות (DSP)
- מפתחים של אלגוריתמים לתקשורת ותחומים אחרים (Communication)

3. תאור של כל תחום ותחום בתעשיית ההייטק:

פיתוח VLSI:

התחום של המעגלים המשולבים הוא תחום שקשור לפיתוח שבבים והיום כל מערכת אלקטרונית בתעשיית האלקטרוניקה המודרנית מתבססת על שבבים. הם הלב והמוח של כל טלפון נייד, מצלמה דיגיטאלית ונגן MP3/4. בפיתוח של שבבים עובדים מהנדסי אלקטרוניקה ותוכנה, וכן הנדסי אלקטרוניקה. זוהי תעשייה גדולה ורק בישראל ישנן יותר מ-170 חברות המפתחות שבבים. בנוסף לזה חשוב לדעת שישראל היא האימפריה בתחום של Semiconductor ועומדת במקום השלישי בעולם בכמות החברות העובדות בתחום.

יש 4 סוגים עיקריים של חברות שעובדות בתחום:

- סוג 1: חברות גדולות המפתחות ומייצרות צ'יפים. יש להן מפעלים שמייצרים שבבים. דוגמה לחברות האלה: Intel, IBM ואחרות
- סוג 2: חברות גדולות שרק מפתחות ולא מייצרות שבבים (Fabless). החברות האלה משתמשות במפעלים גדולים שנותנים שירותי ייצור כמו: TSMC, UMC and SMIC. דוגמאות לחברות הייטק מסוג זה הן: TI, Zoran ואחרות
- סוג 3: חברות שנותנות שירותי פיתוח לחברות שיש להן רעיון למוצר אבל הן צריכות עזרה בפיתוח שבבים מחברות חיצוניות. בעולם זה חברות כמו Vipro ו-Chipldea (היום זה MIPS –) וחברות ישראליות כמו AST ו-AvnetASIC.
- סוג 4: אלו חברות שמספקות IPs. למשל מעבדים, רכיבים פריפריאליים שונים כמו DMA ומודולים להצפנה ופענוח כמו AES, HASH. אלו חברות כמו CAST, Synopsys, MIPS, ARM ואחרות.

כל התעשייה הזאת מתחלקת לתעשייה של מוצרי צריכה שמיוצרים בכמויות גדולות מאוד ותעשייה שמייצרת מוצרים בכמויות מזעריות. תעשייה שצריכה כמויות של מיליונים בשנה עובדת עם רכיבי ASIC מפני שהם זולים יותר ואפקטיביים יותר מבחינת ביצועים וצריכת זרם. אלו חברות כמו: Intel, Freescale, TI, Sandisk ו-IBM. כמוצר סופי לעומת זאת, ב-FPGA משתמשות חברות כמו Elbit ותעשייה אווירית שצורכות שבבים בכמויות של אלפים בשנה. בנוסף רכיבי FPGA משמשים לעיתים גם לצורך אימות פיתוח של ASIC. בגלל ש-FPGA הוא רכיב מתוכנת, אפשר בזול לשנות את התכנון והתהליך הזה מאוד מהיר. בדרך כלל משתמשים בהם לפיתוח תוכנה למוצר סופי שהוא ASIC או לבדיקה פונקציונאלית מהירה שמתבצעת בזמן אמת ומאפשרת להריץ הרבה מאוד בדיקות. מכאן, די ברור מדוע 70-80% מאנשי פיתוח שבבים הם אנשי ASIC.

פיתוח מעגלים אלקטרוניים מודפסים (PCB):

זה התחום הכי גדול מבחינת דרישת כוח האדם וגם קל להבין מדוע. היום כל חברת אלקטרוניקה מתעסקת עם מעגלים מודפסים מפני שזה הבסיס של המוצר והפלטפורמה למיקום של כל השבבים והרכיבים הדיסקרטיים כמו קבלים ומחוללים. למשל, חברת NOKIA וחברת Comverse שהינן חברות אלקטרוניקה גדולות, לא מפתחות שבבים וקונות אותם מחברות כמו TI ו-Sandisk ואחרות. מצד שני חברות האלה מפתחות מעגלים מודפסים והן מגייסות. הרבה אנשי Board Design. רק בישראל יש בערך 1000 חברות מפתחות מעגלים אלקטרוניים מודפסים. מבחינת הטכנולוגיה, PCB (Printed Circuit Board) מתחלקים לרגילים שעובדים בתדרים עד 1GHz, ויש מעגלים מהירים (High Speed) שעובדים בתדרים גבוהים מאוד עד כמה GHz. בדרך כלל זה נדרש באפליקציות של תקשורת. לדוגמה, חברת Cisco משתמשת במעגלים כאלה. דוגמה אחרת, חברת Sandisk צריכה מעגלים מודפסים לפיתוח נגני MP3/4, ומוצרים האלה עובדים בתדרים עד 600-800 MHz.

פיתוח ותכנות מערכות משובצות של זמן אמת (RT Embedded Systems):

התחום הזה מאוד חשוב ומתפתח יותר ויותר משנה לשנה. זהו התחום של תוכנה עבור חומרה. כמעט כל שבב וכל מעגל אלקטרוני מבוסס מעבד חייב תוכנה שתנהל את המערכת. כמה שחומרה יותר ויקרה יותר נדרשים יותר ויותר אנשי פיתוח RT בשביל לפתח אפליקציות חדשות לאותה חומרה. היום, אפילו בתקופה של מיתון, מגייסים את האנשים האלה והם עובדים באותן חברות שמפתחות שבבים ומעגלים אלקטרוניים.

פיתוח מעגלי RF:

פיתוח מעגלי RF הוא תחום שמתפתח מאוד לאחרונה. זהו תחום של פיתוח פרוטוקולים לתקשורת אלחוטית. יש הרבה מאוד חברות start up שמפתחות פרוטוקולי תקשורת כאלה. כדוגמה, חברת WISAIR מפתחת שבב שיממש פרוטוקול USB אלחוטית. דוגמאות לחברות גדולות יותר הן חברות כמו NOKIA וחברת התעשייה האווירית שתקשורת אלחוטית זה תחום מאוד חשוב וגדול בחברות האלה.

פיתוח אלגוריתמים:

זה תחום מאוד מעניין וחשוב בתעשיית ההייטק. כל הפיתוחים מתחילים מפיתוח אלגוריתם לעיבוד תמונה או להצפנה או לתיקון שגיאות וכדומה. מצד שני זהו תחום מאוד קטן ואקסקלוסיבי ועובדים בו אנשי אקדמיה עם תואר גבוהים יותר כמו תואר שני ושלישי.

4. תאור של כל תפקיד פיתוח בהייטק:

מפתח ASIC:

תאור התפקיד: מפתח שבבים משלב של ארכיטקטורה ועד לשלב של סינתזה ו STA. עבודה במתודולוגיה והכלים המתקדמים בפיתוח שבב.

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: חשמל, מערכות ספרתיות. מעגלים ספרתיים ומערכות מחשב.

שפות וכלים עיקריים: Verilog/VHDL, TCL. הכלים הם - סימולאטור וכלי סינתזה ו-STA.

משכורת למתחיל ולמנוסה – (5 שנים): 12000-16000 , 20000-25000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ עד 10): 8

רמת קושי להתקבל: 8

מפתח FPGA:

תאור התפקיד: מפתח שבבים מתוכנתים משלב של ארכיטקטורה ועד לשלב של סינתזה ומיקום וניתוב של לוגיקה על השבב. בדרך כלל השלב הפיזי והשלב של אימות הם פשוטים יותר בגלל החוסר בצורך לייצור מחדש, גם התכנות אינן יקרות ולעיתים אפילו ניתנות חינם.

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: חשמל, מערכות ספרתיות, מעגלים ספרתיים ומערכות מחשב.

שפות וכלים עיקריים: VERILOG ו VHDL. הכלים הם - סימולאטור וכלי P&R.

משכורת למתחיל ולמנוסה – (5 שנים): 10000-14000 , 18000-23000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ עד 10): 7

רמת קושי להתקבל: 7

מהנדס וריפיקציה:

תאור התפקיד: מפתח סביבת וריפיקציה לשבבים. מהנדס זה מתחיל משלב של לימוד הפונקציונאליות של השבב, וממשיך בבניית סביבת אימות שבב שמאפשרת כיסוי פונקציונאלי עד 100% מהפונקציונאליות המוגדרת.

במיוחד כיום, האנשים האלה מאוד קריטיים לתהליך פיתוח השבבים מפני שכל טעות יכולה לעלות

לחברה מאות אלפי דולרים ואפילו מיליונים.

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה ותוכנה

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: מערכות ספרתיות ומערכות מחשב.

שפות וכלים עיקריים במקצוע: System Verilog, E, PERL and Bash. סימולאטורים

(VCS, ModelSim, Specman) ותוכנות LINT.

משכורת למתחיל ולמנוסה – (5 שנים): 12000-16000 , 19000-24000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ עד 10): 8

רמת קושי להתקבל: 7

איש BackEnd:

תאור התפקיד: מפתח שבבים אחראי על המימוש הפיזי של פיתוח השבב. זה אומר שאיש BE מתחיל את תפקידו משלב של קבצי RTL או Netlist (רמת הסכימה) ועד לשלב של מיקום וניתוב שערים ורכיבים גדולים יותר כמו זיכרונות ובלוקים אנלוגיים. שלב זה הינו האחרון בפיתוח וקודם רק לשלב הייצור של

השבב.

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה והנדסי אלקטרוניקה מצטיינים.

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: חשמל, מערכות ספרתיות, מעגלים ספרתיים ומערכות מחשב.

שפות וכלים עיקריים במקצוע: Verilog/VHDL, TCL. כלים הם –

כלי סינתזה ו P&R (Place&Route).

משכורת למתחיל ולמנוסה (5 שנים): 9000-14000 , 15000-20000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ עד 10): 5

רמת קושי להתקבל: 6

מהנדס טסט (Test Engineer):

תאור התפקיד: מפתח סביבת טסט לבדיקת שבב לאחר ייצור. זה תפקיד שכולל הגדרת מעגלים נוספים שיאפשרו טסט מהיר ואיכותי. אנשי טסט עובדים הן עם חומרה והן עם תוכנה, מפני שאלו מהנדסים שכותבים גם תוכנת טסט לטסטר שבמפעל.

מהנדס טסט עובד במקביל עם מפתחי ASIC ועם אלו האחראים לחלק שלהם בפיתוח השבב.

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה.

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: חשמל, מערכות ספרתיות, מעגלים ספרתיים ומערכות מחשב.

שפות וכלים עיקריים במקצוע: Verilog/VHDL, TCL, C. כלים הם – DFT Compilers וכלים לכתובת תוכנת טסט.

משכורת למתחיל ולמנוסה (5 שנים): 12000-16000, 19000-24000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ0 עד 10): 4

רמת קושי להתקבל: 6

מפתח Analog IC:

תאור התפקיד: מהנדסי Analog IC הם מפתחי שבבים אנלוגיים. בכל ASIC היום יש רכיבים אנלוגיים כמו: Voltage Regulator, PowerOnReset, PLL, A/D, D/A. פיתוח של מעגלים אלה לטכנולוגיית ASIC לא אינה דומה למה שעושים בתכנון מעגל מודפס. פיתוח אנלוגי לשבב הוא טריקי בגלל השימוש בCMOS טרנזיסטורים בבניית מעגל אנלוגי כאשר הפרמטרים של הטרנזיסטור משתנים מאוד בגלל השינוי בטמפרטורה ובמתח.

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה המתמחים במעגלים אנלוגיים.

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: חשמל ומעגלים אנלוגיים.

שפות וכלים עיקריים במקצוע: VerilogA. הכלים הם – כלי סימולציית Spice, כלים לבניית סכמות, כלים לסימולציה של מעגלים גדולים יותר, כלי עריכת (LAYOUT) וכדומה.

משכורת למתחיל ולמנוסה (5 שנים): 13000-17000, 20000-25000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ0 עד 10): 4

רמת קושי להתקבל: 9

מפתח VLSI Circuits:

תאור התפקיד: אנשי Circuit אלו אנשים שמפתחים מעגלים ספרתיים על שבב החל מרמת הטרנזיסטור. לדוגמא: זיכרונות, רכיבי I/O ורכיבי ספריה. פיתוח של מעגלים האלה דורש ידע דיגיטאלי ואנלוגי.

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה.

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: חשמל, מערכות ספרתיות, מעגלים ספרתיים ומערכות מחשב.

שפות וכלים עיקריים במקצוע: Verilog/VHDL. כלים הם – כלי Schematic and Spice. ובנוסף מפתחי VLSI Circuits צריכים לדעת כלי Custom Layout.

משכורת למתחיל ולמנוסה (5 שנים): 13000-17000, 20000-25000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ0 עד 10): 4

רמת קושי להתקבל: 7

מפתח RT Embedded:

תאור התפקיד: מפתח RT זה איש שמפתח Drivers או Firmware – תוכנה שמנהלת שבבים ומעגלים מודפסים. בלי תוכנה הזאת שום מוצר מבוסס מעבד לא חי. האנשים האלה נדרשים בכל חברת אלקטרוניקה ומפתחים תוכנה לטלפונים ניידים, מצלמות דיגיטליות ואחרים. אלו אנשים שכבר משלב הארכיטקטורה משפיעים על המבנה של המערכת. המהנדסים האלה לומדים דרישות של מערכת ואחראים לבנות תוכנה אפקטיבית במובן של ביצועים וצריכת זרם.

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה ותוכנה.

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: ארכיטקטורה של מעבדים ומערכות מחשב.

שפות וכלים עיקריים במקצוע: C, ASM, C++. כלים הם – כלי compile and debugging. ובנוסף חומרה כמו: EVB – Evaluation board and device ICE.

משכורת למתחיל ולמנוסה (5 שנים): 12000-16000, 20000-25000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ0 עד 10): 10

רמת קושי להתקבל: 7

מפתח DSP:

תאור התפקיד: פיתוח אלגוריתמים וקוד למעבד DSP שמתמחה בעיבוד אותות. הקוד יכול להיות הן ברמת הלוח שמכיל רכיב DSP, ויכול להיות חלק מהקושחה (FIRMWARE) שזו התכנה שנמצאת על השבב בו נמצא ה DSP. אלו מפתחים שמכירים היטב את ה DSP, שולטים היטב באלגוריתמים לעיבוד אותות ויודעים כיצד ליישם אותם בתוכנה מתאימה ל DSP.

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה ותוכנה.

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: ארכיטקטורה של מעבדים ומערכות מחשב.

שפות וכלים עיקריים במקצוע: C, ASM, C++ . כלים הם – כלי compile and debugging . ובנוסף חומרה כמו: EVB – Evaluation board and device ICE .

משכורת למתחיל ולמנוסה (5 שנים): 12000-16000 , 20000-25000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ עד 10): 7

רמת קושי להתקבל: 8

מפתח RF:

תאור התפקיד: מפתח RF הוא אדם המתמחה בפיתוח מעגלים המיוחדים לתחומי תדר גבוה של גלי רדיו. עיקר העיסוק הוא בתחומים השונים של תקשורת אלחוטית וכדומה.

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה המתמחים במעגלים אנלוגיים.

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: חשמל ומעגלים אנלוגיים.

שפות וכלים עיקריים במקצוע: ADS ו-Spectrum Analyzer

משכורת למתחיל ולמנוסה (5 שנים): 12000-16000 , 19000-24000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ עד 10): 7

רמת קושי להתקבל: 8

מפתח RFIC:

תאור התפקיד: איש RFIC הוא מפתח שמתמחה במעגלי RF על צ'יפ. המקצוע דורש התמחות במעגלים אנלוגיים ששותפים בתקשורת של גלי רדיו בתדרים גבוהים.

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה המתמחים במעגלים אנלוגיים.

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: חשמל ומעגלים אנלוגיים.

שפות וכלים עיקריים: VerilogA הכלים הם – כלי סימולציית Spice, כלים לעריכת סכמות, כלים לסימולציה של מעגלים גדולים יותר, כלי LAYOUT וכדומה

משכורת למתחיל ולמנוסה (5 שנים): 14000-18000 , 21000-26000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ עד 10): 4

רמת קושי להתקבל: 10

מפתח אלגוריתמים:

תאור התפקיד: איש אלגוריתמים הוא אדם שמפתח שיטות לפתרון בעיות שונות בעיקר בתחומי עיבוד אותות, ויודע גם לכתוב את התכנה למימוש אותו אלגוריתם שפיתח.

שפות וכלים עיקריים: C או C++ , Matlab ו-Mathematica

יכולים לעבוד בתחום: מהנדסי אלקטרוניקה ותוכנה.

תחומי ידע נדרשים לכניסה לתחום: מתמטיקה גבוהה, אלגוריתמים, תכנות וידע בתחום ספציפי כמו: עיבוד אותות, תיקון שגיאות, הצפנה ואחרים.

משכורת למתחיל ולמנוסה (5 שנים): 14000-18000 , 21000-26000

רמת הדרישה בשוק או גודל השוק (מ עד 10): 3

רמת קושי להתקבל: 10

5. המלצות חמות לבחירת התמחות המתאימה לסוג הלימוד המוקדם:

- אם אתה לא מתמחה באלקטרוניקה או תוכנה ורוצה לעבוד בתוכנה לחומרה בהייטק: לך ל-RT או לתחום של וריפיקציה.

- אם אתה לא מתמחה באלקטרוניקה ואיש דיגיטלי, שאוהב את הדברים הברורים והחד משמעיים של אפסים ואחדים, שאוהב תכנונים מורכבים וארכיטקטורות מסובכות: לך ל- **ASIC, FPGA, Board Design**

- אם אתה מתמחה באלקטרוניקה ואיש דיגיטלי שאוהב את החומרה של ממש, מה שהמהנדסים קוראים "הברזלים": לך ל- **ASIC BackEnd, Test Engineering**

- אם אתה מתמחה באלקטרוניקה ואיש אנלוגי ומאוד אוהב את התחומים הלא ודאיים של האלקטרוניקה ואת האתגר שבהתמודדות איתם: לך ל- **RF/RFIC** ולפיתוח **Analog IC**.

טיפים נושפים לבחירת התמחות – תרשים זרימה להחלטה:

1. מה הכי חשוב לך?

- א. לבחור את התחום הכי נדרש בהייטק לצורך מציאת עבודה?**
- ב. או לבחור תחום שאתה מאוד רוצה לעבוד בו ולחפש בו עבודה?**

- אם ענית "א":

- **בתוכנה** התחום הכי גדול ונדרש בהייטק הוא – RT Embedded

- **בחומרה** התחומים הכי נדרשים הם: Board Design & ASIC/FPGA Design

- אם ענית "ב":

- **תנסה להגדיר תחילה האם אתה מעדיף תוכנה או חומרה**

▪ אם אתה אוהב יותר את התוכנה ואתה רוצה לעבוד בפיתוח, יש לך 2 אופציות:

- להתמחות בתחום RT Embedded – שזה פיתוח תוכנה לניהול חומרה דיגיטאלית מבוססת CPU.
- או להתמחות בתחום Chip Verification – שזה פיתוח סביבת אימות שבבים שמטרתה לדמות חומרה שעוטפת את השבב ומאפשרת לבדוק אותו ברמת Functional Coverage מאוד גבוה

▪ אם אתה אוהב את החומרה ואתה רוצה לעבוד בפיתוח, יש לך 2 אופציות עיקריות:

- להתמחות בתחום הדיגיטלי – שזה פיתוח שבבים (ASIC/FPGA) או פיתוח מעגלים אלקטרוניים מודפסים (Board Design).
- או להתמחות בתחום האנלוגי – שזה פיתוח מעגלים כמו PLL, VCO, POR, BG, VR, D/A, A/D ואחרים. המקצועות הידועים בתחום האנלוגי הם: פיתוח מערכות Analog VLSI ו-RF/RFIC. כטיפ נוסף חשוב מאוד להזכיר שבתחום האנלוגי מצליחים ברוב המקרים רק אנשים שאוהבים מאוד את התחום והתמחו בו בהצלחה רבה באוניברסיטה!!!

למידע נוסף וייעוץ והכוונה נא לפנות ל-Chip Design College בכתובת: info@ChipDesignCollege.com או בטלפון: 1700-70-44-99.

בכבוד רב
אלכסיי מולצ'נוב
מנכ"ל CDC