



# תכנון חכם של PCB מזרז את היציאה לשוק

איך משיגים זמן יציאה לשוק (Time-to-Market) מהיר יותר בעריכת מעגלים מודפסים?

תצמצם את חלון הזמן של העריכה וע"י כך תתרום לקיצור זמן היציאה הכולל לשוק תוך הפחתת העלויות הראשוניות בפרויקט (NRE).

עריכת המעגל מבוצעת ע"י תוכנות גנריות אשר מחד בנויות בצורה אחידה ומורכבות מסט פקודות אלמנטריות הד"ר ושות' לביצוע העבודה אולם בה"בעת כלי EDA אלו מאפשרים לפתח יישומים מותאמים לפי דרישה. יישומים אלו אינם רק פקודות מאקרו אוטוריות אשר משד"ר גות ומקלות על מהלך העריכה, המדובר הוא על תוכניות שירות ייעודיות המפותות חות בעזרת שפות תכנות מתקדמות ומא"ר פשרות התאמה אישית של כלי העריכה בהתאם לצורכי העבודה.

על אף שכל מעגל חשמלי שונה במהותו מחברו, קיימות פעולות במהלך העריכה אשר הינם חלק אינטגרלי מכל פרויקט. תוכן הפעולה אמנם שונה מפרויקט למש"ר נהו אך מתודולוגיית העבודה זהה בכלום. לדוגמא: לקראת סיום כל עבודת עריכה נדרש להכין את כיתוב הדפס המשי לכ"ר טיס, תוכן הדפס המשי אמנם שונה לח"ר לוטין בכל מעגל חשמלי אך השיטה <

כאשר המוצר של מחר כבר יכול להיות לא רלוונטי יחסית למוצר של מחרתיים, קיים צורך חיוני לקיצור תקופת הפרויקט עד ליציאת אבי הטיפוס על מנת להשיג את היעד-מינימום (Time-to-Market) TTM. עריכת מעגל מודפס מהווה לעיתים



ארבל ניסן, COO, סירקיטק

צוואר בקבוק בשרשרת פרויקט הפיתוח. הפלט היוצא מתהליך זה משמש הן את יצרן ה-PCB והן את קבלן המשוה. שלב זה מסיים למעשה את פיתוח החומרה בפרויקט ומהווה סף כניסה לתחילת ייצור המעגל והרכבתו. תהליך התכנון החשמלי בפרויקט מתמשך לפרקים מעבר למת"ר כנן ומגלגל את הלחץ לפתחה של לשכת העריכה. עבודה יעילה ומהירה בשלב זה

< ארבל ניסן, COO, סירקיטק

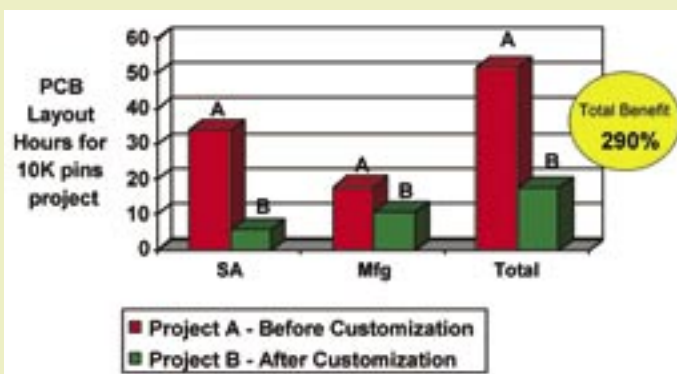
ה שגת זמן יציאה לשוק מהיר יותר הינו מרכיב קרדינלי בכל תהליך פיתוח וייצור מוצר חדש. מחקרים רבים שנעשו הצביעו על הקשר בין רווחיות הפרויקט והצלחתו לבין משך הזמן החל מהרעיון עד שהמוצר מוצע למכירה בשוק החופשי. על כל המעורבים בתחנות המעבר של המוצר במהלך פיתוחו מוטלת החובה לבחון כיצד הם יכולים לתרום ולו במעט לצמצם את חלון התהליך שלהם ובכך לקצר את משך הזמן הכולל עד ליציאת המוצר לשוק. במאמר זה אביא פתרון מקורי המיושם בשלב עריכת המעגל ותורם משמעותית לקיצור זמני העבודה תוך השגת Time-to-Market מהיר יותר.

השוק התחרותי של היום מעמיד בפני המהנדסים, מפתחי המוצרים, לא רק אתגרים טכניים אלא אף אתגרים עסקיים. בצד הטכני, טכנולוגיות חדשות צצות חדשות לבקרים, המורכבות של המוצרים עולה, וקוראת תגר על אנשי הפיתוח אשר נדרשים להוציא לפועל ביצועים טובים יותר של המוצר. בצד העסקי לעומת זאת,



	Project A Before Customization	Project B After Customization
Project Date	March 2006	April 2007
#Pads	9,438	10,728
SA #Hours	32	6.6
SA Hours for 1K pads	3.4	0.61
Manufacturing #Hours	17	12.75
Mfg Hours for 1K pads	1.8	1.18
Total Hours for 1K pads (SA+Mfg)	5.2 (3.4+1.8)	1.79 (0.61+1.18)
Total Hours for 10K pads (SA+Mfg)	<b>52</b>	<b>17.9</b>
Total Benefit (%)		<b>290%</b>

איור 1:  
נתוני שעות  
העבודה  
שהושקעו  
במהלך עריכת  
שני כרטיסים  
אלו



איור 2:  
כמות השעות  
המושקעת  
לביצוע פעולות  
Mfg ו-SA עבור  
פרויקט בעל  
10,000 פדים

< לביצוע עבודה זו זהה בכל המעגלים. במקרה זה ראוי לפתח תוכנית עזר אשר תופעל ע"י עורך המעגלים בכל פעם שהוא נדרש לבצע פעולה מסוג זה במעגל.

מערכת Allegro PCB מבית Cadence הינה אחת הפלטפורמות המקובלות לעריכות מעגלים אלקטרוניים. המערכת מצוידת בכלים רבי עוצמה להתאמה אישית (customization), ובכך מאפשרת לפתח יישומים ייעודיים בשפות תכנות מתקדמות לטובת קיצור זמני הפעולה לכלל הפרויקטים המבוצעים בלשכת השירות.

נכון להיום, פונקציונאליות גרית ב-Allegro PCB יש בה כדי לכסות כ-90% מעריכת מעגל באופן יעיל. 10% החסרים הם המפתח להצלחה, ואותם אפשר להשיג בעזרת הפעלה באופן מסיבי של כלים להתאמה אישית.

אביא מספר דוגמאות של תוכניות שירות שפותחו בעזרת שפת Skill ומיור שמות בסביבת עבודה של Allegro PCB. הרצת כלל התוכניות מבוצעת בעזרת סרגל הכלים המקורי של תוכנת העריכה המורחב לצורך כך.

תוכנית Auto Text Orient מאפשרת אוריינטציה אוטומטית של כיתובים (טקסט) במעגל באופן גלובלי או אזורי על פי החלטת העורך לגבי זווית הייחוס והאזור הנדרש לשנוי. פעולה זו מיעלת בצורה משמעותית את תהליך הגדרת הדפס המשי וה-Assemble במעגל. במקום לבצע הגדרה ידנית של אופי ההדפס בכל רכיב, התוכנית בלחיצת כפתור מנתחת את מצב הטקסטים הקיים מבחינת אוריינטציה לרכיב ומסובבת את הטקסט אוטומטית בהתאם לבקשת העורך. במעגלים בעלי כמות פדים גדולה, למעלה מ-10,000, החיסכון המתקבל ע"י שימוש בתוכנית זו לא מבוטל ומתבטא במספר ימי עבודה.

יצירת גלופות בסיום עריכת הכרטיס, המבוצעת לטובת העברת המעגל המודפס לייצור, דורשת זמן ודיוק מרבי של עורך המעגל. תוכנית שירות Auto Gerber מייצרת גלופות בלחיצת כפתור על פי פריסת השכבות המוגדרת ע"י המשתמש. לרשות האחרון, ממשק גרפי דינאמי, הפורט את השכבות הפנימיות (Internal) והחיצוניות (External) בכרטיס. מתוך תפריט זה נבחרות השכבות הרלוונטיות לייצור הגלופות. אפליקציה זו חוסכת 98% מזמן תהליך יצירת הגלופות בסיום העריכה ומונעת שגיאות פוטנציאליות בתהליך ייצור ה-PCB.

הראשון התוכנית סורקת את קבצי ה-netlist וה-Schematic PDF על מנת לזהות שייכות רכיבים לבלוקים. כיוון שלעיתים קרובות תצורת המעגלים מורכבת מחלקים קיים זהים מבחינה פונקציונאלית, השימוש באפליקציה זו חוסך זמן רב במהלך העריכה. התוכנית כתובה בשפת Skill ומבוססת על נתונים הנגזרים מקובץ ה-netlist ומקובץ ה-Schematic PDF, נתונים אלו עוברים עיבוד בסביבת Excel VBA. דוגמה נוספת לאפליקציה בהתאמה אישית-תוכנית עזר BGA Auto Grid מגדירה באופן אוטומטי את רשת המיקום (Grid) של רכיב BGA על פי מרחק פסיעה בין הרגליים (Pitch). התוכנית מאפשרת מיקום מדויק ומהיר של רכיבים קטנים כגון: אריזות 0402, 0201, אשר נדרש להציבם במרחק הקצר ביותר מרגלי רכיב ה-BGA לטובת השגת סינון טוב יותר, נגדי שעון (Clock) ועוד. אפליקציה זו חוסכת זמן רב בשלב מיקום הרכיבים בכך <

תוכנית שירות Check Padstacks בודקת נכונות כל הערכים המרכיבים כל פין במעגל בהשוואה לערכים המומלצים בתקנים IPC-7351 וכן IPC-2221/2. ערכי הברזל (Golden Values) המומלצים במסמך מהווים בסיס נתונים לתוכנית השרות. הערכים הנבדקים לדוגמה הם: Solder Mask, Paste Mask, Pad Size. תוכנית זו נכתבה בשפת תכנות Skill בשילוב של עיבוד נתונים בשפת Perl. אפליקציה זו מונעת שגיאות פוטנציאליות בהגדרת ה-footprints ומבטיחה ייצור והרכבת המעגל בצורה מהירה וחלקה תוך אפס תקלות בהגדרת ספריית הרכיבים.

תוכנית שירות Copy Block משמשת להשמת חלקים (בלוקים) זהים במעגל עם פריסת רכיבים מתאימה לכל בלוק ובלוק, כך שמתבטל הצורך בביצוע פעולת Swap Components לכל רכיב בכל בלוק. בלוק מוגדר כמקבץ רכיבים החוזר על עצמו. לאחר ביצוע מיקום (Placement) לבלוק



# מחפש רכיבים אולוגיים כדי לברוח מהעולם הדיגיטלי?



[www.hi-tech.co.il/rechesh](http://www.hi-tech.co.il/rechesh)

**רכש אלקטרוניקה**  
מנוע חיפוש ישראל לנגף האלקטרוניקה

**מנוע חיפוש מס. 1 למוצרים, שירותים, ומקורות אספקה מקומיים בתעשיית ההיי-טק בישראל**

- מדוח חיפוש לפי מפרט, יצרנים, בעלים ותחומי עיסוק
- ממצא אנומלי של בקשה לייצור מחדר ORQ
- מאגר מקורות אספקה מקומיים

**קבוצת טכנולוגיות**  
מרכז הידע הטכנולוגי

למידע נוסף: טל. 09-9591030, פקס 09-9591035 [www.hi-tech.co.il](http://www.hi-tech.co.il)

< שמונעת את הצורך למדוד את המרחק בין אותם רכיבים קטנים לחורי המעבר באופן ידני או למקמם קרוב מידי ללא תשומת-לב ודואגת שרכיבים אלו ימורכזו במדויק בין חורי המעבר. דרישה לאפליקציות אלו מגיעות לא רק מעורכי המעגלים אלא גם מהלקוחות,

**נכון להיום, פונקציונאליות גנרית ב-Allegro PCB יש בה כדי לכסות כ-90% מעריכת מעגל באופן יעיל. 10% החסרים הם המפתח להצלחה, ואותם אפשר להשיג בעזרת הפעלה באופן מסיבי של כלים להתאמה אישית**



בודה המושג באמצעות שימוש בתוכניות ההתאמה האישית, אביא שתי דוגמאות של פרויקטים שנערכו בלשכה. כרטיס A בוצע בחודש מרץ 2006 ללא שימוש בתוכניות עזר אלו (טרם פיתוח האפליקציות בחברה), לעומת כרטיס B אשר במהלך עריכתו בוצע שימוש נרחב בחלק ניכר מ-22 היישומיים שפותחו.

איור 1 מציג את נתוני שעות העבודה שהושקעו במהלך עריכת שני כרטיסים אלו.

בכל אחד משלבי העריכה נמדדה כמות השעות המושקעת. בשני שלבים של תהליך העריכה (SA Silk&Assembly) ו-Mfg (הכנת תיק הייצור) השימוש בתוכניות היה המשמעותי ביותר וקיצר באופן ניכר את משך העבודה. לדוגמה: פעולת ה-SA במעגל A נמשכה 32 שעות, ואילו פעולה זו במעגל B הסתיימה לאחר 6.6 שעות בלבד. לטובת השוואה אמינה ומדויקת בוצע נרמול השעות שהושקעו בשני שלבים אלו בכל אחד מהפרויקטים.

סיכום התוצאות מראה שהחיסכון המצטבר המושג באמצעות השימוש בתוכנות ההתאמה האישית עבור שני שלבים אלו בלבד הוא 290%! אם ניקח פרויקט המכיל 10,000 פדים, החיסכון בזמן מגיע ל-34 שעות. (לפחות 3 ימי עבודה!), בפרויקט המכיל 20,000 פדים, החיסכון המושג עומד על 66 שעות. (למעלה משבוע עבודה!)

איור 2 מציג בצורה גרפית את כמות השעות המושקעת לביצוע פעולות ה-SA ו-Mfg עבור פרויקט בעל 10,000 פדים.

יש לציין כי התוכנות מייעלות את משך זמן העריכה המושקע גם בשלבים אחרים של הפרויקט דוגמת שלב המיי-קום ושלב החיווט כך שהחיסכון המושג הוא אף משמעותי יותר.

לסיכום, מרכיב ה-Time To Market הינו אקוטי בהצלחת המוצר האלקטרוני. בחינת כל תחנות מחזור חיי אב הטיפוס עד ליציאתו לשוק ואיתור נקודות בהם, אפשר לחסוך בזמן ולהתייעל יכולות לשפר מרכיב זה משמעותית. במאמר זה הוצגה שיטה מוכחת לקיצור זמני עריכת המעגלים החשמליים תוך פיתוח תוכניות שירות ייעודיות המוטמעות בכלי העריכה. שימוש באפליקציות אלו על ידי לשכת העריכה מאפשר למ-הנדס החומרה גמישות במהלך הפרויקט, צמצום עלויות, השגת איכות גבוהה, ולא פחות חשוב יציאה מהירה יותר לשוק. ■■

אנשי הפיתוח, אשר מבקשים לעיתים יישום ייעודי אשר מותאם לאופי עבודתם לטובת ייעול תהליכי הפיתוח והיציאה לעריכה.

לדוגמה, בספריות footprints אצל אחד הלקוחות התגלו רכיבים (Symbol) שונים בשמות זהים. דבר זה נוצר בעקבות הגדרת רכיבים שאינה אחידה בכלי השרטוט. התקבלה פנייה לכתיבת תוכנית בשפת Skill להשוואת רכיבים עם שמות זהים על מנת לגלות שוני ביניהם מבחינת פרמטרים קריטיים לעריכת מעגל, כמו למשל גובה או padstacks ששימשו בבנייתם. כך נולדה תוכנית שרות Compare Two DRAs. הרצת התוכנית מאפשרת קבלת דו"ח מפורט על מהות השינויים בהגדרת הסימבולים. (גובה, מרחק בין פדים וכו').

יתרון נוסף המתקבל משימוש בתוכניות ההתאמה האישית הוא צמצום התקלות הפוטנציאליות במהלך העריכה והשגת איכות גבוהה יותר. במקום שפעולות ית-בצעו באופן ידני על ידי העורך, הן מבוצעות בצורה אוטומטית ע"י תוכניות השי-רות ובכך מקטינות למינימום את החשש מטעות אנוש הכרוכה בעבודה ידנית. כדי להמחיש את החיסכון בזמן הע-