

7 טיפים לתכנון DFX – הדרך שלך למצוינות

◀ ארבל ניסן, ניסטק



ארבל ניסן, סמנכ"ל שיווק
חברת ניסטק

תחילת הייצור. (איור 1) ככל שתהליך התכנון מתקדם חלון האפשרות לביצוע שינויי תכנון, קטנה ועלות ביצוע השינוי גדלה באופן אקספוננציאלי. לדוגמה, שינוי במוצר לאחר הרכבת האב הטיפוס טומן בחובו: סבב עריכה חדש, ביצוע שינוי הנדסי (ECO), הזמנת ח"ג נוספת, ייצור מחדש, בדיקות איכות ואמינות, עמידה מחודשת בתקנים, פיגורים באספקות מול לקוחות ועוד. לאמור, שיקול נכון כבר במהלך התכנון של הבעיות שיכולות להופיע בשלב הייצור וההרכבה, היא שיטה אפקטיבית ויעילה לחיסכון בעלויות וכן להעלאת תנובת הייצור. (Yield)

אמנם, יישום DFX דורש מהארגון להשקיע זמן רב יותר בשלב התכנון, אך מחקרים הראו כי אף שהוא מתארך, זמן היציאה לשוק (Time-To-Market) הכללי של המוצר מתקצר בכ-40% בעקבות כך⁽³⁾.

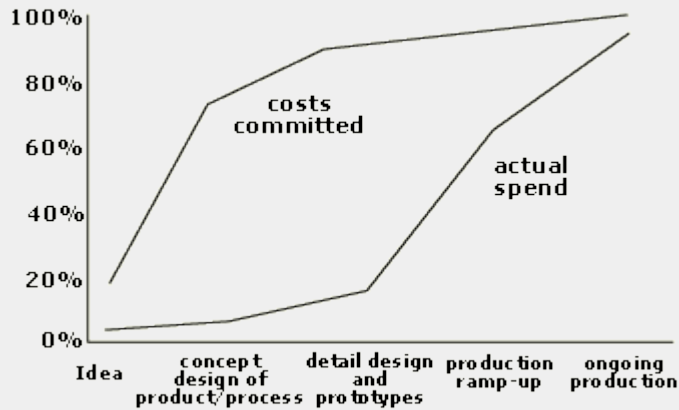
נדרשת הבנה כי בקרת איכות בפני עצמה אינה מספקת כדי למנוע תקלות. הבסיס להצלחת מוצר אלקטרוני הוא תכנון בריא אשר מנהל תקשורת פתוחה ופורייה בין אנשי התכנון לאנשי הייצור, על בסיס ידע וניסיון העבר. DFX הוא תהליך שבמסגרתו מודעים מראש לתקלות אפשריות, שיכולות לצוץ בעתיד, ומיישמים את שיטות העבודה

ברות OEM (Original Equipment Manufacturer) המפתחות מוצרים אלקטרוניים מחפשות דרך קבע, דרכים להוזלת המוצר ולקיצור זמן יציאתו לשוק. מוצר אלקטרוני, שיוצא לשוק מהר יותר ובעלות נמוכה יותר, בעל יתרונות ברורים: אטרקטיביות המוצר בשוק עולה, מחזור חיי המכירות שלו מתארך, מושג חיסכון בעלויות הפיתוח ועוד. משימה זו אינה עניין של מה בכך, ומנהלים רבים, מנסים לממש מטרות אלו בדרכים שונות. אחת האפשרויות האסטרטגיות להגיע ליעדים אלו היא שימוש במתודולוגיה של DFX. DFX (או בשמה המלא Design for Excellence), הינה כלי יעיל ומוכח שבעזרתו נבטיח שהמוצר האלקטרוני יבוצע בצורה הנכונה בפעם הראשונה.

מחקרים הראו⁽¹⁾, כי חברות OEM, המפתחות מוצרים אלקטרוניים, אשר יישמו שיטות DFX, עמדו בתקציבי פיתוח בשיעור של 82%, ביצעו 66% פחות סבבי תיקון, וחסכו \$26,000 בממוצע בסבבי התיקון שביצעו.

נוסף לכך, עלות המוצר האלקטרוני נקבעת בעיקר בשלב התכנון. חיבורים מדעים⁽²⁾, הראו כי כ-70% מעלות המוצר האלקטרוני נקבעת כבר בעת התכנון טרם

למניעת התרחשותן, בהווה. (איור 2) תקלות בתכנון המוצר האלקטרוני יכולות להתרחש מכמה סיבות: החלפת מידע לא מלא בין התכנון החשמלי, המכני והעריכה, הבנה לוקה בחסר של מגבלות הייצור ויכולותיו וציפיות לקוח לא מציאותיות



איור 1. כ-70% מעלות המוצר האלקטרוני נקבעת בשלב התכנון

לגבי תהליך פיתוח מוצר חדש (אמינות, זמן). מטרת תהליך DFX היא לוודא שיהיה אפשר לייצר את המוצר המתוכנן באופן עקבי ורציף לאורך כל שרשרת האספקה במינימום תקלות.

מתודולוגיית DFX כוללת בתוכה כמה תתי נושאים בהתאם לשלבים השונים במהלך מחזור חיי המוצר האלקטרוני. כל נושא מתייחס לשלב אחר במהלך חיי הייצור ומלווה בהנחיות באילו פעולות לנקוט בשלב התכנון כדי למנוע תקלות בשלב זה. נושאים אלו כוללים בין היתר, DFM (Design for Manufacturing), DFT (Design for Testability), DFR (Design for Reliability), DFE (Design for Environment) ועוד. כדי להמחיש את הנושא, להלן מספר הנחיות ליישום נכון של DFX.

1. למד מהעבר

אלברט איינשטיין נהג לומר "המקור היחיד לידע הוא הניסיון". בפיתוח מוצר חדש חייבים ללמוד מהעבר. תקלות אי-איכות, תלונות לקוח, סיבות אשר בגינן מוצרים חזרו (Recall) ועוד, אלו מקורות מידע שאנו נדרשים להפיק מהם את המרב. לטובת כך, נדרש לתעד בצורה מסודרת אירועים אלו, לנתח אותם, וליישם תהליכים שימנעו התרחשויות תקלות דומות בעתיד. סיעור מוחות רוחבי של כל הגורמים שלוקחים חלק בפרויקט בהחלט יוכל לסייע לכך.

2. הורד את כמות הפריטים במוצר

אחת השיטות הטובות ביותר להוזלת עלות הייצור ולהעלאת איכות ואמינות המוצר האלקטרוני היא להפחית את כמות הפריטים במוצר. כאשר משתמשים בפחות פריטים, ניתן להוזיל את רכש הרכיבים ע"י הזמנה גדולה יותר מפריט אחד לעומת הזמנה קטנה של מספר פריטים. כמו-כן, כיוון שעלות ההרכבה נקבעת לפי כמות הרכיבים בכרטיס האלקטרוני, ככל שכמות הרכיבים תהיה קטנה יותר, עלות ההרכבה תתנהג באותו יחס. לא זו אף זו, צמצום כמות הרכיבים מפחית את הסיכון לפריטים תקולים ולבעיות איכות בהרכבה. כיצד לבצע זאת: אתן שלוש דוגמאות. האחת, בנייה של ספריית רכיבים ייעודית כולל ספקים מאושרים (AVL - Approved).

למצוא לו רכיב תחליפי, נתקשה לעשות זאת. לכן, לא כדאי להמציא את הגלגל אלא להיצמד לנורמה עד כמה שניתן.

4. תכנון לייצור רזה

העיקרון המרכזי של תכנון לייצור רזה הוא: מה שלא מוסיף ערך למוצר הוא זבל ויש לחסלו. במסגרת תכנון זה נדרש לחסוך בתהליכי ייצור כמה שניתן בעזרת ביצוע הרכבה אוטומטית במקום הרכבה ידנית (לדוגמה, בעזרת שימוש במחברי SMT במקום TH). את ההרכבה הידנית שנדרשים לבצע, יש לפשט ולהבהיר באופן חד משמעי למניעת שאלות וטעויות, כך יקל גם להפוך אותה לאוטומטית בשלב מתקדם יותר. יש להימנע מתהליכי ייצור נוספים לדוגמה תכנון כרטיס עם רכיבים מצד אחד במקום משני צדדים, בעזרת צמצום שטח הרכיבים או הגדלת שטח הכרטיס, שימוש בטכנולוגיית SMT ללא הלחמת גל ועוד. תכנון לייצור רזה, יאפשר לנו לחסוך זמן רב בייצור ולשפר את איכות המוצר.

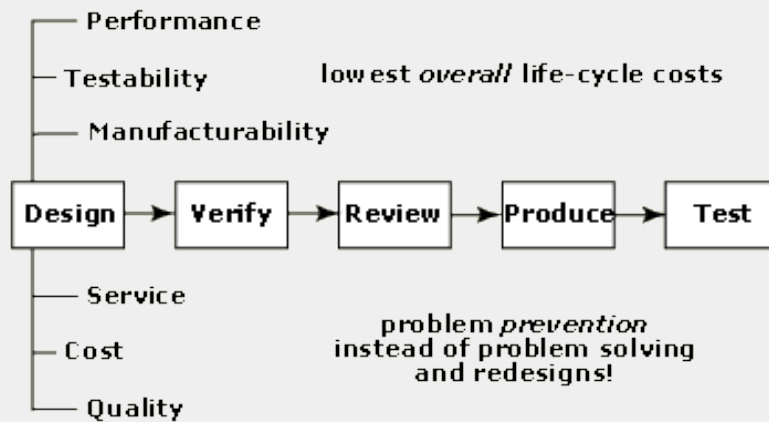
5. נסה לא להגיע לקצה הטכנולוגיה בהיבטי ייצור

יש להבדיל בין פיתוח המוצר לבין ייצורו. בפיתוח המוצר, אנו אולי מעוניינים להגיע לקצה הטכנולוגיה כדי לבדל את המוצר שלנו מהמוצרים המתחרים בשוק וכדי

(Vendor List). כך נוודא שבפיתוח מוצר חדש נשתמש ברכיבים בהם השתמשנו בעבר. השנייה, שימוש ברכיבים בעלי מכנה משותף פונקציונאלי רחב, אשר יכולים לשמש בכמה יישומים, יתכן והעלות הישירה של הרכיב תהיה גבוהה יותר אך בסה"כ עלות המוצרים הכוללת בסל תהיה נמוכה יותר. השלישית, נסה להזמין הרכבות שלמות מקבלן משנה אחד ולא להתעסק עם תתי-הרכבות אותם תצטרך להרכיב בעצמך או עם מספר קבלני משנה.

3. היצמד לנורמה עד כמה שניתן

יש להיצמד לסטנדרט עד כמה שניתן בכל השלבים של פיתוח המוצר האלקטרוני. בין אם בתכנון, בבחירת הרכיבים, ברכש, בתהליכי הייצור ועוד. מוצר אלקטרוני שפותח בהתאם לסטנדרט הקיים, מאפשר לקצר את תהליך היציאה לשוק, לפשט את התהליכים, ולהפחית את הסיכוי להתרחשויות טעויות. ניתן לקחת דוגמא של בחירת רכיב לא סטנדרטי. נניח שבחרנו רכיב לא בהתאם לנורמה, ראשית אנו נחשפים למחיר גבוה, גם בגלל שהתחרות בין הספקים קטנה יותר כי הרכיב לא שכיח אצל כולם וגם בגלל שהיצרן אינו מייצר מנות גדולות מפריט זה אלא מנות ייצור קטנות לפי דרישה. לאחר מכן, היה נדרש להחליף את הפריט, ייתכנו זמני אספקה ארוכים מידי וכתוצאה מכך הפרעה בשרשרת ההספקה. היה ונרצה



איור 2. שילוב כל הגורמים עוד בשלב התכנון יאפשר מניעת בעיות במקום פתרון בעיות

לשוק כדי להתמודד בהצלחה בשווקי היעד שלהם. שימוש במתודולוגיות DFX יאפשרו למנהלים להשיג יעדים אלו ובסופו של יום להניב תוצאות טובות יותר לפירמה.

מקורות

⁽¹⁾ Aberdeen Group, Printed Circuit Board Design Integrity. The Key to Successful PCB Development. <http://www.marketwire.com/mw/rel.jsp?id=730231>

⁽²⁾ Martin Tarr, The DfX concept. http://www.ami.ac.uk/courses/topics/0248_dfx/index.html

⁽³⁾ Carter, D. E., Baker, B. S., Concurrent Engineering: The Product Development Environment for the 1990s, Addison-Wesley.

הייצור וההרכבה לטובת אופטימיזציה מלאה של המעגל והמוצר האלקטרוני לאורך כל מחזור חיי הייצור שלו. יש לוודא שכל היעדים הקריטיים בתהליך ידועים, שקולים, מבוקרים ובסופו של דבר - מושגים. יעדים אלו כוללים את עלות המוצר, האיכות המבוקשת, האמינות, עמידה בתקנים (רגולציה), זמן יציאה לשוק ושביעות רצון הלקוח. סינרגיה בין החברה המבצעת את עריכת הכרטיס האלקטרוני ובין החברה המייצרת ומרכיבה אותו תבטיח ללקוח שהדבר הנכון יבוצע בצורה הנכונה בפעם הראשונה.

המנצחים הגדולים בעולם הטכנולוגי התחרותי של היום הם חברות אשר יוכלו להביא ללקוח שלהם מוצר חדשני ובעל ערך לפני המתחרה. פיתוח מוצר חדשני הוא תנאי הכרחי ולא מספיק להשגת מטרה זו. על הארגונים לחתור להוזלת עלות ייצור המוצר ולקיצור זמן יציאתו

לתת ערך מוסף ללקוח. בייצור המוצר, עלינו לנהוג דווקא בדרך ההפוכה. כיוון שהייצור הוא לא ערך מוסף עבורנו, עלינו לפשט אותו ולהתבסס על הטכנולוגיות הקיימות אשר יבטיחו לנו איכות ואמינות גבוהים יותר. במסגרת זו, בחירה ברכיב עם 0.4mm pitch טובה יותר מאשר בחירה ברכיב עם 0.3mm pitch, בחירה באריזה מסוג 0402 עדיפה על בחירה באריזה מסוג 0201 ובחירה ברוחב מוליך של 10mil מומלצת יותר מבחירה ברוחב מוליך של 8mil.

6. פתח שיטות עבודה לאפס תקלות

חוקי מרפי כידוע עובדים שעות נוספות ומה שעלול להשתבש, ישתבש. לכן עלינו לצפות מראש לתקלות שעלולות לצוץ ולמנוע את התרחשותן. לדוגמה, יש להכין תיק מוצר ברור ונהיר לכל עובדי הייצור. יש להגדיר את ההנחיות באופן שיטתי וחד-משמעי כדי למנוע בלבול והפרעה. יש לרשום את ההנחיות במקום אחד בלבד בתיק הייצור, ללא כפילות. יש לצמצם ככל האפשר את המלל ולהוסיף במקום תמונות והמחשה ויזואלית. בהקשר זה כדאי לתכנן את תהליך ההרכבה של המוצר, כך שניתן יהיה להרכיבו רק בצורה הנכונה. יש למנוע הרכבה לא נכונה, בעזרת חורים לא-סימטריים, מעצורים ועוד.

7. שלב ותאם בין גורמי התכנון והעריכה לגורמי הייצור וההרכבה

בכל תכנון כרטיס אלקטרוני יש לחשוב מראש על תהליך ייצורו. יש לסנכרן ככל האפשר בין צוות הפיתוח והעריכה לצוות הייצור וההרכבה. רצוי ליזום תהליכי חשיבה בין גורמי התכנון והעריכה לגורמי