



5 טיפים מעשיים ליישום כבלים מסוככים (Shielded Cables)

בני שאשה, אלכסנדר שניידר

מ

תכנני יישומים תעשייתיים כגון מכונות לרצפות הייצור, נדרשים להתמודד עם רעשים חשמליים שמקורם בקרינה או בהולכה של הפרעות אלקטרו מגנטיות (EMI). רעשים חשמליים עלולים לשבש קשות את פעולתם התקינה של מכשירים שונים. כבלים עשויים להוות כלי העברה עיקרי להפרעות אלקטרו מגנטיות, כמקור שידור או קליטה. בנוסף, כבל המשדר הפרעה אלקטרו מגנטית עלול להוליד את הרעש החשמלי למכשירים אחרים או להוות אנטנה המקרינה את הרעש, ובנוסף על כך, גם עלול לקלוט הפרעה אלקטרו מגנטית ממקורות אחרים.

כיצד ניתן להתגונן מפני הפרעות אלקטרו מגנטיות (EMI)?

קיימים שני סוגי הגנה על כבלים: הראשון הוא בידוד והשני הוא סיכוך, ולהם תפקידים שונים.

בידוד (Insulation) מגן על הכבל מפני פגיעה מכנית כגון שריטות ושחיקה, ומפני גורמים סביבתיים כגון לחות וזלילות, אך הבידוד של הכבל חדיר לגמרי לאנרגיה אלקטרו מגנטית ואינו מגן מפניה כלל. **הסיכוך (Shielding)** נחוץ כדי להגן על הכבל והמכשיר מפני הפרעות אלקטרו מגנטיות. סיכוך הכבל מגן הן מפני השידור והן מפני הקליטה. בטבלה שלהלן מפורטות הנחיות כלליות לגבי אזורים הנתונים לרמות רעש שונות. שימו לב כי עומסי מיתוג כבדים, תנורים השראתיים (Inductive Heaters) ושנאים גדולים מפיצים רמות גבוהות של הפרעה אלקטרו מגנטית בקרינה ושל הפרעה אלקטרו מגנטית בהולכה. פרישת כבלים המשדרים אותות, כגון כבלי תקשורת ליד כבלי מתח, עלולה לאפשר לרעש שמייצרים כבלי המתח להסתכן לכבלים המעבירים אותות ולשבש את תעבורתם.

סיכוך הוא למעשה ההגנה העיקרית מפני הפרעות אלקטרו מגנטיות (EMI). הסיכוך מקיף את המוליכים הפנימיים אשר מובילים אותות תקשורת או חשמל ומנטרל הפרעות אלקטרו מגנטיות בשתי דרכים: האחת באמצעות החזרת האנרגיה, והשנייה באמצעות קליטת הרעש והארקתו. בשני המקרים, ההפרעה האלקטרו מגנטית איננה מגיעה למוליכים. בכל זאת, מעט אנרגיה חודרת את הסיכוך, אך היא מונחת (Attenuation) משמעותית ולפיכך כבר אינה גורמת להפרעות. לכבלים שונים יש רמות סיכוך שונות, ולפיכך האפקטיביות של הסיכוך שונה. מידת הסיכוך הנדרש תלויה במספר גורמים, ובכללם הסביבה החשמלית שבה מותקן הכבל, עלות הכבל (מדוע לשלם על סיכוך לא חיוני?) ונתונים כגון קוטר הכבל, משקלו וגמישותו. כבלים לא מסוככים מותקנים לרוב ביישומים תעשייתיים אשר פועלים

מקומות אופייניים	מקור הרעש	רמת הרעש
מפעלי ייצור כבדים, כגון בתי חרושת ובתי יציקה לפלדה.	תהליכים אלקטרוליטיים, מנועים כבדים, גנרטורים, שנאים, מחממים השראתיים (לדוגמה סלילי חימום), בקורות ממסר, כבלי חשמל וכבלי בקרה הקיימים או מתבצעים בקרבת מקום.	גבוהה
מפעלי ייצור בינוניים.	כבילה ליד מנועים בינוניים, ממסרי בקרה	בינונית
אזורי אחסון, מעבדות, משרדים ומפעלי הרכבה קלה.	כבילה הנמצאת הרחק מכבלי חשמל, מנועים: מנועים בהספק של 5 כוח סוס ומטה; מקומות שאין בקרבתם חימום השראתי, קשתות (Arcs), ממסרי בקרה או חשמל.	נמוכה

בסביבות מבוקרות - בתוך ארון מתכתי או בתעלות. המתכת ממנה עשויים הארון או התעלה מגנה על הכבלים והרכיבים האלקטרוניים הפנימיים מפני הפרעות אלקטרומגנטיות שבסביבה.

קיימים שני סוגי סיכוך אופייניים לכבלים: סרט או רשת.

בסיכון סרט (Foil) משתמשים ברדיד אלומיניום דק, המחובר בדרך כלל לרדיד פוליאסטר המקנה לו עמידות וחוזק ומספק למוליכים שהוא עוטף בידוד מצוין של 100%. בשל דקיקותו קשה יותר לעבוד איתו, בעיקר בחיבור הכבל למחבר. ברוב המקרים, במקום להאריק את הסיכוך בשלמותו, נעשה שימוש בחוט מוליך (Drain Wire) לביצוע הארקה.

סיכון רשת (Braid) הינו מקלעת של חוטי נחושת חשופים או מצופים בבדיל. בשל התנגדותה הנמוכה, היא משמשת כמסלול הארקה. סיכון רשת מקל על חיבור הכבל למחבר באמצעות לחיצה או הלחמה. סיכון רשת אינו מספק כיסוי של 100% מכיוון שבסיכון זה ישנם רווחים קטנים אשר מהווים בדרך כלל כיסוי של 70-95%, בהתאם למידת הצפיפות של הרשת. כיסוי של 70% הוא די והותר לכבל נייד. למעשה, כיסוי גבוה יותר איננו מעלה את האפקטיביות של המיגון. בשל העובדה שמוליכות של נחושת גבוהה יותר מזו של האלומיניום, אפקטיביות המיסוך של רשת נחושת גבוהה יותר מזו של סרט אלומיניום, אך היא מעלה את משקל הכבל ומייקרת אותו.

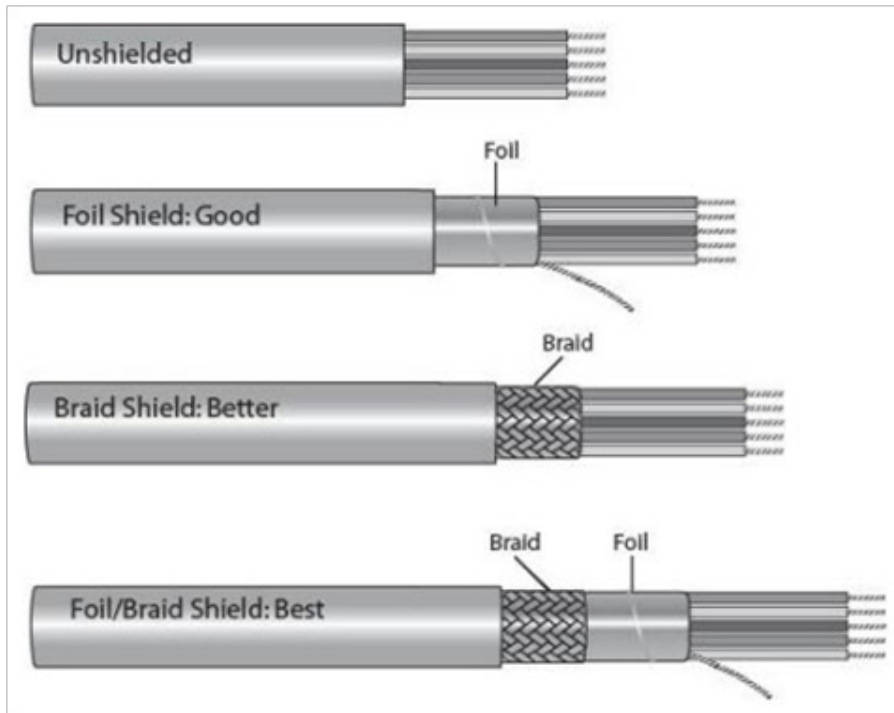
בסביבות רועשות מאד, יש צורך לפעמים להשתמש בכמה שכבות סיכון. אפשרות נפוצה במקרים כאלה היא סיכון משולב - רדיד אלומיניום ורשת נחושת. בחלק מן הכבלים המורכבים ממוליכים רבים, מסוככים כל זוג גידים בסרט אלומיניום וזאת על מנת למנוע הצטלבות אותות (Crosstalk) בין הזוגות, ואילו הכבל כולו מסוכך ברדיד, ברשת או בשניהם גם יחד. יש גם כבלים עם שכבה כפולה של רדיד או שכבה כפולה של רשת.

סוג נוסף שלישי, המשמש בסדרת מוצרי Supra-Shield של חברת Alpha Wire,

5 טיפים מעשיים ליישום כבלים מסוככים (Shielded Cables):

- 1. בדקו אם הסיכון של הכבל מספיק והולם את השימוש שאמור להיעשות בכבל.** בסביבות עם רעש בינוני, אפשר להסתפק בסיכון סרט. בסביבות רועשות יותר מוטב לשקול להשתמש בסיכון רשת או בשילוב של סיכון רשת וסרט.
- 2. השתמשו בכבל המתאים לאופן השימוש.** כבלים העוברים כיפופים חוזרים ונשנים זקוקים לסיכון אשר נכרך בצורת ספירלה ולא רשת. סיכון סרט אינו מתאים לכבלים העוברים כיפוף תכוף מכיוון שהכיפוף החוזר ונשנה עלול לקרוע את רדיד האלומיניום.
- 3. ודאו כי הצידוד שלילי מחובר הכבל מוארק כהלכה.** במידת האפשר, השתמשו בהארקה לקרקע ובדקו את הקשר בין המכשיר לבין נקודת ההארקה. התנגדות הארקה נמוכה היא אחד התנאים להפחתת רעשים.
- 4. רוב המחברים מתוכננים כך שניתן ליצור לסיכון סיומת של 360 מעלות.** ודאו כי אפקטיביות הסיכון של המחבר

הוא **סיכון משולב של רשת ורדיד**. סוגי הסיכון משלימים זה את זה ומפצים זה על חסרונותיו של זה. המעטה התלת שכבתי - למינציית אלומיניום / פוליאסטר / רדיד אלומיניום - הוא הסיבה לביצועים הטובים ביותר של הכבלים מסדרת Supra-Shield. המעטה מגדיל את האפקטיביות של הסיכון בזכות הפחתת התנגדות הסיכון והמגע בינו לבין מוליך הארקה מקל לחבר אותו באופן מהיר וקל לקצה. בתרשים שלהלן מוצגות תצורות סיכון אופייניות. ניתן לראות בבירור כי סיכון משולב של רשת ורדיד של חברת Alpha Wire הוא אפקטיבי יותר מאשר סיכון בשיטה אחת בלבד. בפועל, מטרת הסיכון היא להאריק רעשים לקרקע. חשיבות סיכון ההארקה הינה גדולה מאד - וחוסר הבנה של השלכותיה עלול להביא לבחירה בסיכון שאינו אפקטיבי מספיק. סיכון הכבל והסיומת שלו חייבים לספק מסלול הארקה עם עכבה נמוכה. כבל מסוכך שאיננו מוארק כיאות איננו פועל היטב. כל הפרעה במסלול ההארקה עלולה להעלות את העכבה ולהפחית את האפקטיביות של הסיכון.



תצורות סיכוך אופייניות

אינה נופלת מזו של הכבל. לדוגמה, סוגי מחברים נפוצים הם מחברים מפלסטיק בציפוי מתכת, מאבץ יצוק או מאלומיניום (Backshells). היזהרו לא לנסח מפרט הדורש סיכוך מוגזם ויקר מדי כמו גם לא לנסח מפרט שאינו דורש סיכוך מספיק.

5. האריקו את הכבל בקצה אחד.

הארקת הכבל מונעת לולאות הארקה (Ground Loops) היוצרות רעש.

איכות הסיכוך של המערכת כולה נגזרת מאיכות הסיכוך ברכיב הכי פחות מסוכך. כבל איכותי לא ישיג את מטרותו אם הוא מחובר למחבר לא איכותי. כמו כן, מחבר משובח אינו יכול לשפר את פעולתו של כבל גרוע.

בני שאשה - מנהל תחום הכבילה בחברת אלכסנדר שניידר