



בטיחות חשמלית במוצר – בחירת רכיבים קריטיים לבטיחות במעגלים המתחברים ישירות למתח הרשת (מעגלי Primary)

מיכאל ברון, חרמון מעבדות

לשימוש בגלל שתקני הבטיחות הולכים ומתרחבים, והציוד שהם עוסקים בו לא תמיד נמצא בסביבה המבוקרת והמוגנת של בניין. Overvoltage Category (OVC) של בניין. II ו- Pollution Degree אינם מובנים מאליהם, במיוחד לא במקרה של ציוד שמוקן בחוץ. ההנחיות האלה הן המלצות בלבד. הן מתבססות על הדרישות של IEC 60950-1 IEC 60950-22, Standards for Safety-1 of Information Technology Equipment (ITE). התקנים האלה משמשים לסימוכין בלבד, משום שרוב הדרישות חלות גם על קטגוריות מוצר אחרות.

עמידה במפרט התכנון

כל גרסה חדשה של תקן ה-IEC Electrotechnical Commission (International Commission) מוסיפה דרישות חדשות

(surges). כדי לעמוד בתקני EMC, יש להשתמש ברכיבי סינון עבור קו ה-AC. דירוג המתח (Voltage Rating) של קבלי הסינון והעלות הגבוהה של שטח הלוח הנדרש כדי לספק בידוד בין ה-primary להארקה מקבלים חשיבות קריטית. ברוב המקרים, surge suppressor יכול להתאים כדי לעמוד בדרישות התעשייה לעמידות בפני קפיצות של מתח גבוה בין כניסת AC להארקה. Surge protector להארקה מצריך נתיב פנימי. כתוצאה מכך, ממשק ה-AC נעשה צפוף מאוד ומלא ברכיבים קריטיים לבטיחות, שברוב המקרים צריכים לעמוד בתקנים שונים של בטיחות (תקן שונה עבור כל רכיב).

דרישות הבטיחות לרכיבים שמחוברים לממשק AC עולות עוד ועוד. דרישות חדשות לציוד מתח AC מוכנסות

מאמר זה מיועד לזהות ולנתח את השפעת דרישות תקני הבטיחות על התכנון של ציוד חשמלי שמחובר למתח AC. בחרנו להתמקד בממשק מתח AC משום שקיימים תקנים מחמירים של בטיחות, EMC וביצועים עבור רוב קטגוריות המוצרים. סערת ברקים קרובה, הפעלת עומסים השראתיים גדולים על רשת החשמל, נחשולי מתח (Surges) ו-fault currents שנוצרו פנימית עקב כשל רכיבים – כל אלו מהווים איומים שלא רק יכולים לנטרל את המוצר אלא גם לסכן את בטיחותם של המשתמשים או המתקן. כיום, רוב המוצרים משתמשים בספקי כוח ממותגים (switching P.S). הם זולים יותר, קטנים יותר וקלים יותר משנאים שפועלים בתדר של המתח הרגיל, אבל כתוצאה מכך, אנו משלמים בעליה בהפרעות ה-RF ועמידות נמוכה יותר בקפיצות מתח

כדי לכסות את כל השווקים, היצרן יכול להשתמש בטווח מתח ותדירות אוניברסאלי של 50-60Hz, 100-240V. לפי תקני בטיחות, יש לציין גם את דירוג הזרם (זרם הכניסה של הציוד, כפי שהוגדר על-ידי היצרן), שבו בדרך כלל משתמשים כדי לקבוע את דרישות ההספק להתקנה סופית.

דרישות המתח והתדר הן פשוטות. עם זאת, תמיד נבדוק שדירוג מתח של 250V תואם לדירוג הזרם המתאים. רכיבים רבים כמו מחברים, נתיכים, פילטרים

תקופתי בעקבות שינויים בנוהגי הבדיקה והתעודות, בתקנים הקשורים אליהם ובטכנולוגיה. כשמדובר במוצרים שמיועדים ליותר משוק ספציפי אחד, יש להקפיד על כל הדרישות הלאומיות. למרבה המזל, ניתן למצוא את רוב הרכיבים (למעט כבלי מתח ותקעים) לאחר שאושרו בכל האישורים הלאומיים הנדרשים. המתכנן חייב לוודא זאת במהלך בדיקת הרכיבים, ולבקש מספק הרכיבים את כל התעודות הנדרשות כולל דפי נתונים שמראים את הייעוד המדויק, תעודות

לרכיבים שהם קריטיים לבטיחות, ויש גם תקני EN (European Norm), ANSI/UL (American National Standards Institute) ותקנים לאומיים אחרים שעשויים להציב דרישות שונות במדינות שונות עבור אישור רכיבים.

אנחנו ממליצים להתחיל לעבוד עם מפרט תכנון עם קביעת דרישות שוקי היעד. אם יש צורך בדו"ח ותעודת CB, או באישורים של סין, ארה"ב או אוסטרליה לציוד הקצה, זה יכול להשפיע מאוד על בחירת הרכיבים.

יש צורך לעמוד בתקני בטיחות הן עבור הרכיבים והן עבור המוצר הסופי, משום שהפעלה בטוחה של רכיבים שמחוברים למתח AC מצריכה הערכה של היבטי עמידות ואמינות ספציפיים שלא ניתן למדוד לפי הדרישות הכלליות של התקן עבור המוצר הסופי. לפיכך, התקנים האלה כוללים הפניות לתקני רכיבים של IEC או של מדינות ספציפיות, עבור רכיבים קריטיים לבטיחות.

העיקרון הכללי הוא שרכיבים שמשפיעים על בטיחות המוצר צריכים לעמוד בדרישות הרלבנטיות של תקני הרכיבים החלים וגם בדרישות הרכיבים של תקני המוצר הסופי, ושיש להשתמש בהם בהתאם לדירוגים (ratings) שנקבעו עבורם וגם לפי תנאי בדיקות הקבלה (conditions of acceptability) שמוגדרים על-ידי היצרן ותעודות אישורי הבדיקות של הרכיב. להלן הכלל:

1) רכיבים שמחוברים למתח AC לפני רכיבי גשר היישור, מגבילים תרמיים ורכיבים שמספקים בידוד בטיחות (כמו מתגי on/off, מחזיקי נתיכים, קבלי Y, MOVs, optocouplers וכו') חייבים לעמוד בדרישות הבטיחות הרלבנטיות של תקן ה-IEC או של התקן הלאומי המתאים, כפי שנדרש עבור שוק היעד.

2) רכיבי AC שמחוברים אחרי גשר היישור ושאינם מספקים בידוד (כמו קבלים אלקטרוליטיים, inductors, בקרי PWM וכו') לא צריכים לעמוד בתקני בטיחות, אבל חייבים להשתמש בהם בצורה שמתאימה לדירוגים (ratings) החשמליים והתרמיים שלהם.

חשוב לציין שבקרי PWM מודרניים רבים מכילים הגנה תרמית מובנית. ברוב המקרים, אי אפשר לסמוך על ההגנה התרמית הזאת לצורכי בטיחות בתור אמצעי ההגנה היחיד. כל התקנים נבדקים ומתעדכנים באופן

"דרישות הבטיחות לרכיבים שמחוברים לממשק AC עולות עוד ועוד. דרישות חדשות לציוד מתח AC מוכנסות לשימוש בגלל שתקני הבטיחות הולכים ומתרחבים, והציוד שהם עוסקים בו לא תמיד נמצא בסביבה המבוקרת והמוגנת של בניין"

ומתגי on/off מגיעים בשני דירוגי זרם: אחד הוא עבור יישומי 125V ואחר (נמוך יותר) ליישומי 250V.

במוצר שלנו, האם נוכל להשתמש במתג on/off שמדורג 12A @ 125V / 6A @ 250V? בדירוג של 100-240V, 50-60Hz, התשובה היא "לא", משום שאי אפשר להשתמש במתג עם 12A במתחים מעל 125V, וטווח של 100-240V מאפשר למשתמש להפעיל את היחידה גם ב-130V (ובמקרה כזה, עבור יחידה שמספקת 1100W, נעבור את ה-6A). מתג On/off שמדורג ל-12A ב-250V עשוי להיות גדול מדי ולא להתאים פיזית ליחידה. אנחנו יכולים להציע שני פתרונות אפשריים:

1) על המתכנן לבדוק אם הפונקציה (מפסק מיתוג) מחויבת המציאות. ברוב היישומים ניתן להשתמש בתקע של כבל החשמל בתור התקן ניתוק, ואין צורך במתג on/off.

2) לדרג את היחידה בתור 100-120/200-240V, 50-60Hz, 12/6A שימוש ברכיבים שמדורגים 6A במתח 250V, בתנאי שהם לא עוברים את דירוג הזרם של 6A גם ב-200V.

האפשרות השנייה תהיה שימושית מאוד ליצרני מוצרים שיש להם כבל מתח נתיק, ושהזרם שלהם עובר את ה-10A ב-100V. הסיבה לכך היא שבמדינות עם רשת 100-120V הדירוג של התקע הסטנדרטי הוא

בטיחות עבור הייעוד הזה שמראה את דירוג הרכיב ואת תקן הבטיחות הרלבנטי, ובכמה מקרים דו"ח בטיחות מלא שמראה את תנאי הקבלה.

עבור דו"ח CB, ההוכחה המינימאלית הנדרשת לעמידת הרכיב בתקנים היא עותק של תיעוד הרכיב. התיעוד יכל לפחות מספר דגם, שם יצרן, תקן וגרסת תקן, וכל מגבלות או הגבלות על שימוש ברכיב.

תחילת התכנון

נשתמש ב-"קופסת" ITE בסיסית עם זיווד מתכת. נניח שהיחידה יכולה לדחוף עד 1100W ועושה שימוש בספק כוח מסחרי רגיל 1500W שמדורג ל-47V, 100-240V, 63Hz, 15A. היעד שלנו הוא לוודא שבחרנו ברכיבים שעוברים את דרישות המבנה (constructional requirements) של תקני הבטיחות.

דירוג חשמלי (Electrical Rating)

כמו שתואר קודם, כל הרכיבים בחיבור ה-AC צריכים לקבל דירוג של מקסימום מתח, תדירות, זרם וטמפרטורה. לפיכך, הדירוג החשמלי של המוצר הסופי הוא הדבר הראשון שצריך לחשוב עליו כשבוחרים רכיבים.



בהתאם לדירוג שלהם.

קבלים (Line-to-Ground)

קבלי line-to-ground חייבים לקבל אישור מאחת הסוכנויות הראשיות כמו UL, CSA או VDE בהתאם ל-IEC 60384-14, תת-דרג Y2, Y1 או Y4, ויש להשתמש בהם בהתאם לדירוג המצוין. לקבלי Y2 ו-Y4 יש זיווד שניתן לסווג אותו כבידוד בסיסי בדירוג המתח של הקבל. בזכות הבידוד, הגוף של כבלי מתח Y2 שמוצבים באזורי סכנה יכול לגעת במתכת מוארקות, אבל אסור להם לגעת במעגלי מתח נמוך בטיחותית (SELV). לקבלי Y1 יש זיווד שניתן לסווג אותו כבידוד מחוזק. הגוף של כבלי Y1 יכול בדרך-כלל לגעת במעגלי SELV. אותו התקן יחול על מסנני AC שמשלבים קבלים כאלה בתוך זיווד מתכת. בנוסף למתח המדורג, יש לבדוק מה דירוג המתח, הטמפרטורה וזרם המקסימום שהם יכולים לעמוד בו ב-surge (ברוב המקרים, מסננים כאלה מחוברים לפני התקני surge suppression והזרם של ה-surge עובר דרך רכיבי המסנן).

התקני Surge Suppression

יש יישומים שדורשים עמידות משופרת ב-surges של עד 6kV בקווי AC – רמה גבוהה ממתח ה-surge של קבלי Y2 ושל רוב מסנני ה-AC, שהוא עד 5kV. פתרון טיפוסי ל-surges הוא התקן surge suppression, שמוריד את ה-surge עד לרמה שמאפשרת לרכיבי הממשק לשרוד ולהמשיך לתפקד. קריטריוני הבחירה להתקנים כאלה כוללים מתח עבודה, יכולת טיפול באנרגיה, ויכולת peak-pulse-current. המהדורה השנייה של IEC/EN/UL60950-1 מכילה תת-פרק חדש לגמרי שעוסק בהתקני surge suppression שמשתמשים בהם במתח AC. הם נדרשים להיות מסוג Voltage Dependent Resistor (VDR) ולקבל דירוג של לפחות 120% מדירוג המתח הגבוה ביותר של הציוד, ולעמוד ב-IEC 61051-2. עבור UL60950-1 בלבד, הם יכולים לעמוד לחילופין ב-UL1449. לפעמים קוראים ל-VDR גם varistor או metal oxide varistor (MOV). התקנים כמו שפופרות פריקת גז (gas discharge tubes) בלוקים של פחמן (carbon blocks) ומוליכים למחצה עם מאפייני מתח/זרם

וכבל SJT אינו מאושר אפילו אם יש לו דירוג חשמלי זהה. להלן מפתח המונחים שמשמש לזיהוי כבלים בארה"ב:
S = דירוג שירות, Service Grade (כשאין אחריו V, J, או P – שירות בתנאים קשים במיוחד)
J = שירות בתנאים קשים
V = כבל לשואב אבק (כבל לשימוש קל)
T = תרמופלסטי
W = לשימוש בחוץ, כולל ציפוי עמיד בשמש ומוליכים שמתאימים לשימוש במיקומים רטובים
דוגמאות:
SVT – כבל מבודד תרמופלסטי, עם או בלי מוליך שלישי להארקה; (PVC) 300V.
SJT – שירות בתנאים קשים במקצת (Junior hard service), מוליכים תרמופלסטיים מבודדים וציפוי תרמופלסטי מבודד. 300V (PVC)
SJTW – כמו SJT, אבל מדורג לשימוש חיצוני. (PVC)

מתג ניתוק ראשי

כל המתגים שממתגים מתחים מסוכנים חייבים לקבל אישורים ולעבור בדיקות עבור התקנים המתאימים. כבר עסקנו במתג on/off בחלק שדן בדירוגים חשמליים. אבל יש כאן עוד שיקולים, לא רק דירוג חשמלי מתאים ותעודות. אם משתמשים במתג on/off כהתקן ניתוק ראשי (המתג שבו משתמשים תלויים כדי לכבות את הציוד במצב סכנה פוטנציאלי), IEC60950-1 מצריך מירווח אוויר של 3 מ"מ לפחות בין המגעים כאשר המתג נמצא במצב off. ברוב המתגים אין מירווח אוויר כזה. יש לבדוק את המפרט באופן קפדני לפני שבחרים במתג ספציפי בתור מתג ניתוק ראשי. שים לב שהתקן הניתוק לא חייב להיות מתג. ניתן להשתמש בתקע כבל המתח כהתקן ניתוק, בכבל מתח נתיק או במאמ"ת (מפסק אוטומטי מגנטי תרמי) שמותקן בקרבת הציוד.

קבלים (Line-to-Line) Between One Line או (Neutral-1)

קבלים כאלה חייבים להיות מסוג X1, X2 או Y2, ולקבל אישור מאחת הסוכנויות הראשיות כמו UL, CSA או VDE בהתאם ל-IEC 60384-14. יש להשתמש בהם

15A וניתן להשתמש בו עם ציוד שמדורג עד 12A. אבל במדינות שבהן מתח הרשת הוא 220-240V, התקע הסטנדרטי עשוי להיות מדורג ל-10A. אז כדי לחבר את היחידה לתקע סטנדרטי מומלץ לפצל את טווח המתח האוניברסאלי של 100-250 ל-100-120/200-240V ולספק דירוג זרם נפרד שמתחת ל-10A ב-200-240V.

כבלי מתח

כבל מתח הוא דוגמה טובה לרכיב קריטי לבטיחות שבו הדרישות הלאומיות הן קריטיות. ברוב המדינות יש תקינה עבור הסוג, הגודל ואפילו האורך של כבל המתח החיצוני. פתרון נפוץ הוא לבנות את היחידה עם שקע, ולספק את המוצר עם כבל נתיק שמתאים לארץ היעד.

כמו כן, כבל חיצוני הוא דוגמה טובה לרכיב שלא צריך להתאים רק לדירוג שלו, אלא גם לתנאי השימוש. למשל, בארה"ב, הכבל המאושר לשימוש בחוץ הוא מסוג SJTW,

לא ליניאריים לא נחשבים ל-VDRs ולכן לא ניתן להשתמש בהם. VDR צריך לעמוד גם בדרישות נוספות כמתואר בנספח Q, כגון קטגוריות אקלים מועדפות (2.1.1 ב-IEC 61051-2) וזרם pulse (טבלה I בקבוצה 1 ב-IEC 61051-2).

מתח העבודה של ה-MOV הוא רמת המתח שבה ההתקן מתנתק מבלי להפוך למוליך. זהו בדרך כלל הפרמטר הראשון, והוא נקבע בהתבסס על המתח המדורג הגבוה ביותר פלוס 20% -- תוספת שנועדה לאפשר עליות מתח שיכולות להתרחש במערכת. זה נעשה כדי להבטיח שה-MOV מגיב ל-surges ולא למצבים זמניים ויציבים במערכת. למתחים של VAC 240, פרמטר מתח העבודה המינימאלי שצריך לשקול הוא $VAC\ 240 \times 1.20 = 288$ (בדרך כלל מעגלים אותו ל-300-350V). דירוג ה-peak-pulse-current של MOV

לעתים קרובות מצריכים הגנה ע"י נתיך בערך מקסימאלי, ויש לחבר אותם אחרי הנתיך של זרם ה-mains (אלא אם הם מאושרים ספציפית לשימוש ללא ההגנה שנתיך ה-mains מספק).

2) כאשר משתמשים ב-MOVs כהגנה ל-common mode, הם מספקים נתיב זרם לזיווד. כמו כן, ההתדרדרות האיטית של ההתקן עם הזמן יכולה לגרום לעליה בזליגת זרם ההארקה – מצב לא קביל. מבחינת תקן הבטיחות, ניתוק ההארקה הוא אפשרי כתקלה אחת. עם זאת, לא ניתן לבנות varistors באופן כזה. ציוד שמשמש ב-MOVs מצריך חיבור קבוע להארקה הגנה, או חיבור מיוחד למתח AC (תקע תעשייתי או חיבור מתח קבוע).

3) חשוב לדעת שלמרות ששפופרת פריקת גז (GDT, Gas Discharge Tube) אינה מוגדרת כ-VDR, התקן לא אוסר על שימוש ב-GDTs

“כבל מתח הוא דוגמה טובה לרכיב קריטי לבטיחות שבו הדרישות הלאומיות הן קריטיות. ברוב המדינות יש תקינה עבור הסוג, הגודל ואפילו האורך של כבל המתח החיצוני. פתרון נפוץ הוא לבנות את היחידה עם שקע, ולספק את המוצר עם כבל נתיק שמתאים לארץ היעד”

מודד את הזרם המקסימאלי שהרכיב יכול לטפל בו מבלי לעבור שינוי במאפיינים החשמליים שלו. יצרני MOV מציינים בדרך כלל את מאפיין ה-peak-pulse-current בתור ערך לצורת גל נתונה של surge (בדרך כלל 8 $\times 20\mu s$) ומוסיפים מידע שמאפשר למהנדס לקבוע בכמה פולסים MOV נתון אמור לעמוד, בהתבסס על ה-peak pulse current, רוחב הפולס ומספר הפולסים.

כמו כן, כל הרכיבים במסלול קטימת הזרם current clamping path, כולל traces על הלוח חייבים לעמוד ב-surges כאלה מבחינת המרווחים והיכולת להעביר זרם. יצרני MOV כותבים לפעמים application notes, אבל עדיין, יש להקפיד על דרישות הבטיחות הבאות:

1) MOVs הם מוליכים למחצה, ולפיכך לא ניתן להתייחס אליהם כרכיבים עמידים. הם תמיד חייבים לקבל הגנה נוספת. יש להשתמש ב-varistors בתוך זיווד חסין אש. בנוסף, תנאי האישור של רכיבי ה-varistors

כדי להגן על המעגל, אבל גבוהה מספיק כדי לא להיפתח במהלך ההפעלה של המוצר או במצבים חולפים וקצרי-טווח.

הצעד הראשון בבחירת הנתיך הוא לקבוע את זרם ההפעלה הרגיל של המעגל, כמו גם את הטמפרטורה באיזור של המעגל שבו הנתיך יהיה ממוקם. בסוגים מסוימים של נתיכים (כמו אלה שמקבלים תקינת UL) חייבים להוריד את הדירוג ב-25% כדי שיתאימו באמת למעגל.

לאחר חישוב דירוג הנתיך המינימאלי, המתכנן יעבור על דף הנתונים של הנתיך (שבדרך כלל מראה משפחה של נתיכים עם דירוגים שונים אך מאפייני היתוך דומים) ויבחר את הנתיך עם הדירוג הכי קרוב לדירוג האמפר המחושב (יש לעגל למעלה). יש לחשוב גם על פקטורים אחרים, כמו inrush current וזרמי surge, מספר מחזורי ההפעלה ומספר ה-surges שהספק אמור לחוות במהלך חייו.

בנוסף, על המתכנן לדעת שנתיכים יכולים לקבל אישורים לפי תקנים שונים. התקן שלפיו הנתיך אושר משפיע על היכולת להשתמש בנתיך במוצר הסופי, ויש להקפיד על דרישות הבטיחות הבאות:

1) כל ההתקנים המשתמשים בנתיך חייבים לעמוד ביכולת אספקת זרם מספיק גבוהה בשביל מעגל האספקה שאליו הציוד אמור להיות מחובר. נתיכים חייבים להיות מסוגלים לטפל ב-fault current המקובל של מעגל האספקה. נתיך זכוכית שמתפוצץ אחרי fault condition אחד אינו קביל.

2) לאישור אירופאי ולתעודת CB, יש להשתמש בקווי AC בנתיכים שעומדים ב-IEC 60127. המאפיינים של נתיכים כאלה שונים מאלו של נתיכים שעומדים בתקנים צפון-אמריקאיים. צריך להיות להם יכולת Breaking Capacity גבוהה (1,500A) אם זרם הקצר המיועד עובר את ה-35A, או, פי עשר מדירוג הזרם של הנתיך, לפי הגבוה מבין השניים.

3) לאישור NRTL שנדרש בארה"ב ובקנדה, נתיך שמשמש לאספקת הגנה תחת מצב תקלה של single-fault (מתב פתוח או מצב קצר) יכול לקבל אישור IEC 60127, אבל אם הוא ניתן להחלפה, הוראות הבטיחות חייבות לציין שיש להשתמש רק בנתיך הספציפי הזה. התקנים בצפון אמריקה לא מאפשרים שימוש בנתיכים חלופיים שלא נבדקו במוצר הסופי.

4) אסור שחלקים עם מתח חי ומסוכן יהיו נגישים למפעילים שחייבים להחליף נתיכים. יש לבדוק אפילו את הנגישות של

בטור עם MOVs שמתאימים ליישום, וזו צורת בניה נפוצה יחסית המספקת עמידות במתח של 2200Vdc בין ה-AC להארקה, כמו שנדרש לבדיקות קו ייצור.

4) מכיוון שהדרישות האלה חדשות, סביר להניח שרכיבים שאושרו לגרסאות קודמות של IEC/EN/UL60950-1 לא עומדים בהן. בתכנון שמשמש בספק מסחרי off-the-shelf, על המתכנן לבדוק שהספק מאושר לפי הגרסה האחרונה של התקן כדי לוודא שלא יהיו דרישות נוספות במהלך הבדיקות של המוצר הסופי.

נתיכים

מבחינת בטיחות על מעגל ה-AC, נתיך פועל כחוליה חלשה באופן מכוון בנתיב המעגל, שמיועדת להגביל את המתח שהמעגל מקבל מ-AC במצב תקלה.

הנתיך חייב לקטוע את זרם התקלה לפני שרכיבי המעגל ניוזקים או מתלקחים. במתחים גבוהים, הנתיך הנבחר צריך לפתוח נתיב זרם ברמת מתח נמוכה מספיק

מחזיקי נתיכים מאושרים עם פרוב בדיקה סטנדרטי.

כבלים

כל הכבלים ב-primary חייבים לקבל אישור UL, CSA או סוכנות אחרת עבור הזרם, המתח והטמפרטורה האמיתיים של המעגל. דרישת המינימום של הכבלים הראשיים היא 18AWG, 300V. כל קצוות הכבלים חייבים להיות מחוברים מכאנית לפני ההלחמה, ויש למנוע את ההשתחררות שלהם באמצעים מכאניים מספקים. קווי PCB עם זרם AC חייבים להיות מסוגלים לשאת מספיק זרם עבור זרמים רגילים וזרמי תקלה, כולל קצרים, ואסור שיפתחו לפני הנתיד.

ספקי מתח

קריטי לבחור ספק מתח מתאים ומאושר. למרות שניתן לבצע הערכת התאמה באופן נפרד לספקי מתח ללא אישור או עם אישור של גרסאות ישנות של התקן, ברוב המקרים יש צורך במספר דוגמאות ובתיעוד מוצר מלא (כולל תרשימים, bill of materials, אישורי רכיבים, פריסת PCB וציור מבני של השנאי). לא כל יצרני הספקים יהיו מוכנים לספק מידע כזה, אפילו תחת הסכם סודיות (NDA).

כמו כן, אישורי סוכנויות מסוימים דורשים בדיקה של המפעל שמייצר את הציוד המאושר, ובמקרה של ספקים לא אישור מלא, עשוי להיות מסובך לאמת את הציוד המתמשך לדרישות הייצור של התקן. לפיכך, עבור תכנון שמשמש בספק מסחרי קיים, מומלץ ביותר לבחור בספק שקיבל אישור של הגרסה האחרונה של התקן הרלבנטי.

בנוסף לכך, כדי להבטיח שלא יהיו דרישות נוספות במהלך בדיקות התאימות של המוצר הסופי, יש להשיג את המסמכים הנדרשים לקבלה של כל אישור סוכנות,

כמו גם את ההוכחה לאישור הסוכנות (רישיון ודו"ח). סימון CE ע"ג המוצר בפני עצמו אינו מוכר או מקובל כציון לאישור. יש לשקול בקפידה אפילו סימני תעודות מוכרים. חשוב לזכור שרכיבים שמכוסים על-ידי תכנית Component Recognition Mark לא נחשבים למלאים, ומיועדים להתקנה בהתקן אחר. מבחינת בטיחות, רכיבים כאלה מיועדים להתקנה במפעל בלבד ולא בשדה, ויש גם לבדוק אותם שוב מבחינת עליית טמפרטורה, זליגה, עמידות למתח חשמלי ופרמטרים קריטיים אחרים במוצר הסופי.

שנאים

שנאים חייבים לעמוד בדרישות ה-creepage וה-clearance בהתאם למידת הזיהום וסוג הבידוד שנדרש על-ידי המוצר הסופי. כמו כן, אסור שיגיעו לטמפרטורות שעוברות את דרוג הבידוד (isolation class) שיש להם אישור עבורו. אם דרוג הבידוד לא ידוע, יש להניח שהדרוג הוא הנמוך ביותר, A, עם טמפרטורה אבסולוטית מרבית של 90 (אם טמפרטורת הליפוף נקבעת על-ידי thermocouples).

בדרך כלל, השנאי הוא חלק מספק המתח המאושר, אבל עדיין יש לבדוק את הטמפרטורה שלו.

התקני הגנה נגד התחממות יתר

רכיבי הגנה נגד התחממות יתר כוללים כאלו שפועלים במצב single-fault. יש לבנות, לבחון ולאשר את ההתקנים האלה כך שיהיו אמינים. הדירוג שלהם חייב להספיק כדי לקטוע את המתח והזרם המקסימאליים של המעגל שבו משתמשים בהם. סוגים שונים של התקני הגנה מצריכים משכי בדיקה שונים, ולכן מומלץ לדון באמצעי הגנת הטמפרטורה לפני ביצוע

הבדיקות.

Optocouplers

כאשר optocouplers משמשים לבידוד, מתייחסים אליהם כמו שנאים – הם חייבים לעמוד במרחקי creepage ו-clearance פנימיים וחיצוניים, ובדרישות עוצמת בידוד מתח גבוה. כמו כן, המרווחים הפנימיים חייבים לעמוד בעובי המינימום שנקבע עבור הבידוד המדובר. במקרה של בידוד מחוזק (reinforced insulation), יש צורך בעובי מינימאלי של 0.4 מ"מ בידוד. רוב הסוכנויות דורשות שה-optocouplers יקבלו אישור UL, ושדף הנתונים של היצרן יציין עובי של 0.4 מ"מ. יש סוכנויות שמבקשות אישור VDE 0884 ושהעובי של 0.4 מ"מ יצוין בתעודה. כרגע אין תקן IEC מחייב עבור מבודדים אופטיים, אבל יש תקן IEC 60747-5-2 (שמבוסס על VDE 0884), ותקן חדש, IEC 60747-5-5, שמתייחסים אליו ב-IEC60950-1 תחת הסימוכין הנורמטיביים וייתכן שיידרש על-ידי NCBs מסוימים לצורך אישור CB.

סיכום

כדי לתכנן מעגלים לצורך עמידה בתקנים המחייבים, המתכנן לא צריך רק להשקיע זמן בבחירת ההתקנים שישפקו פונקציונאליות בסיסית ליישום הספציפי, אלא גם לוודא שהפתרון כולו עומד בתקני בטיחות של EMC ובדרישות ספציפיות של התעשייה להתקנה בתנאים הגרועים ביותר. אין ספק שבחירה נכונה של הרכיבים הופכת למטלה מסובכת מאוד. מומלץ ביותר ליצור קשר עם מעבדת הסמכה ולקבל סקירה לגבי בניית המוצר, כולל בחירת הרכיבים, במקביל לפיתוח המוצר ובשלב מוקדם של תכנונו.