

הייתכן חישוב מנגיעה במעטפת מכשיר סוג I המחובר לרשת TN-C-S במבנה ללא הארקה יסוד? (חוברת 64 - קיץ 96) (03-18)

אחד הקוראים שלח לוועדה תרשים של חיבורים סטנדרטיים של מכשיר במתקן חשמל המוגן בפני חישוב בשיטת TN-C-S. הוא הניח ערכים שונים להתנגדויות ביחס למסה הכללית של האדמה והוכיח, בעזרת שימוש בחוקי קירכהוף הבסיסיים, שאפשר להתחשב, בלי שתהיה תקלה במכשיר (ראה איור).  
להלן התרשים בציון ערכי ההתנגדות שקבע לצורך החישוב וכן הנוסחאות:

$$I_1 + I_2 = 20A$$

$$I_1 R_N = I_4 (R_B + R_E)$$

בהנחה ש- $I_3$  הוא זרם זניח בגודלו:

$$I_2 = I_4$$

לכן

$$I_2 = \frac{I_1 R_N}{R_B + R_E} = \frac{0.5 I_1}{25}$$

$$I_1 = 50 I_2$$

$$50 I_2 = 20 A$$

$$I_2 = 0.39 A$$

$$I_1 = 19.6 A$$

$$I_4 = I_2$$

$$I_4 R_E = I_3 R_A$$

$$I_3 = 0.015 A$$

$$0.39 * 20 = I_3 * 500$$

מתח  $V_B = R_E * I_4 = R_A * I_3 = 7.5 V$

המגע

מצב זה לכל הדעות איננו מסוכן, וגם לא יגרום להפעלת מפסק מגן הפועל בזרם דלף העולה על 30 מיליאמפר, אם מותקן מפסק כזה, אך הוא בהחלט איננו מצב רצוי.

מצד אחר, אם נניח הנחות סבירות יותר, כגון התנגדות מוליך האפס ערכה 0.25 אוהם לכל היותר (שאלמלא כן נקבל מפל מתח של 20 וולט או כ-9%, בהנחה שחתך האפס וחתך המופע שווים) והתנגדות אדם ערכה 1000 אוהם (ערך מקובל), הרי באותן הנוסחאות נקבל:

$$I_3 = 0.388 mA$$

מתח המגע:

$$V_B = 0.388 V$$

מצב זה אינו בעייתי כלל.

במציאות הערכים השכיחים עשויים להיות אף נמוכים מהנ"ל, אך יש צורך להתחשב במצב הגרוע ביותר.

בתנאים הגרועים ביותר:

$$R_E = 20 \Omega ; R_B = 5 \Omega ; R_N = 0.5 \Omega$$

ערך ההתנגדות של האדם צריך לרדת ל-250 אוהם כדי להביא לזרם של 30 מיליאמפר דרך גופו ולהביא לפעולה של מפסק המגן.  
ערך כה נמוך אפשר להשיג, אם בכלל, אך ורק כאשר האדם עומד יחף וידיו רטובות.

איור

תרשים חיבורים סטנדרטיים של מכשיר במתקן המוגן בפני חישמול בשיטת האיפוס (TN-C-S)