



חישוב זרמי קצר בתכנון מתקני חשמל

ערך דיקר איגור



קצר הוא תקלה, שכתוצאה ממנה עולה ערך
הזרם בהרבה מעל הזרם הנקוב של המערכת.
זרם קצר מופיע כתוצאה ממגע בין מוליכים
בעלי פוטנציאל שונה או כתוצאה ממגע דרך
עכבה קטנה מאוד בין מוליך מופע ואדמה

במערכת תלת-מופעית מבדילים בין מספר סוגי קצר

א. קצר תלת מופעי – מגע בין שלושת המופעים

$$I_k = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_k}$$

ב. זרם קצר דו מופעי – מגע בין מוליכי שני מופעים

$$I_k = \frac{U_n}{2 \times Z_k}$$

ג. זרם קצר חד מופעי – מגע בין מוליך מופע לבין מוליך אפס

$$I_k = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times (Z_L + Z_N)}$$

ד. זרם קצר חד מופעי לאדמה – מגע בין מוליך מופע לבין אדמה

$$I_k = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times (Z_L + Z_E)}$$

ה. זרם הלם-ערך רגעי מרבי של זרם קצר כעבור מחצית זמן מחזור מרגע התרחשות הקצר

$$I_{sh} = \sqrt{2} \cdot K_{sh} \cdot I_k$$

מטרות חישוב זרם קצר

א. חישוב זרם קצר תלת מופעי מקסימלי נועד ל-

1. קביעת כושר הפסקה של מבטח המגן על מוליכי המעגל

מבדילים בין

I_{cu} - כושר הפסקה בסיסי - זרם קצר מקסימלי שמבטח מסוגל להפסיק ללא הרס עצמי וסכנה לאנשים והסביבה

I_{cs} – כושר הפסקה בשרות ב-% מכושר הפסקה בסיסי בשני קצרים ברצף

$$I_{cu} > I_{kmax}$$

2. בדיקת סלקטיביות בזמן בין מבטיחים

3. חישוב זמן השהייה מירבי להגנה מיידית בפני זרם קצר במבטח ראשי כאשר בין מבטיחים קיים כבל

4. חישוב זרם הלם לקביעת עמידות דינמית של פסי צבירה

חישוב זרם קצר חד מופעי מינימלי נועד ל-

ב1. חישוב זמן מרבי להפסקת זרם קצר מינימלי על ידי מבטח המגן על מוליכי המעגל

תכנון מעגל מהיבט הגנה בפני זרם קצר

מטרת התכנון בדיקת התאמת מבטח למקום התקנתו ולשטח חתך מוליכי המעגל המוגן על ידו.

בדיקה מתבצעת לאחר קביעת גודל המבטח ושטח חתך המעגל לפי העמסה מותרת

שלבי תכנון :

א. קביעת כושר הפסקה בסיסי של המבטח

$$I_{cu} > I_{KMAX}$$

כאשר

$$Ikmax = \frac{1.1Un}{\sqrt{3} \times Zk}$$

ב. בדיקת זמן ניתוק המבטח בזרם קצר מינימלי המתרחש בסוף המעגל הכי ארוך בין המעגלים בעלי שטח חתך אחיד ומוגנים על ידי מבטח בגודל זהה.
יש לבדוק קיום התנאי:

$$5sec \geq t_{br} \leq t$$

מקרא:

tbr - זמן ניתוק המבטח

t - זמן עמידות מוליכי המעגל בזרם קצר מינימלי

$$t = \left[\frac{KS}{Ikmin} \right]^2$$

S - שטח חתך של מוליך האפס או מוליך הארקה כאשר בד"כ הם שווים.

K - מקדם התלוי בסוג המוליך וסוג הבידוד

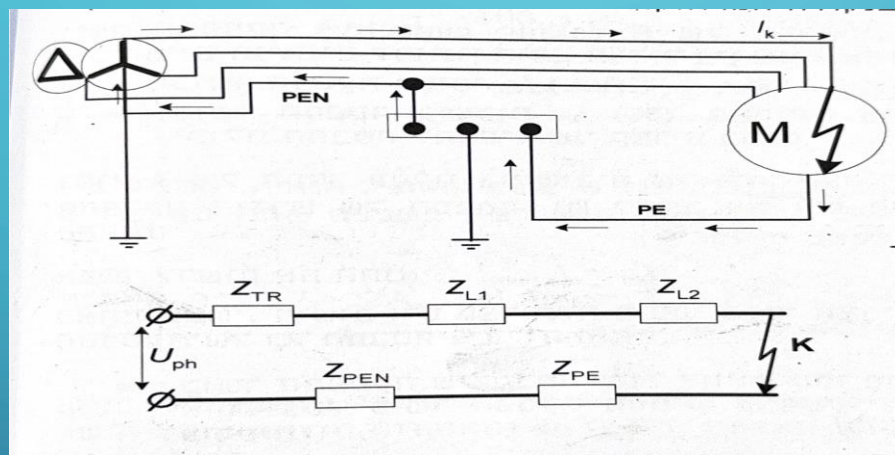
k - מקדם לפי הטבלה שלהלן:

ערך מקדם k		
סוג הבידוד		חומר המוליך
בידוד 90°C	בידוד 70°C	
143	115	נחושת
94	76	אלומיניום

חישוב זרם קצר מינימלי

א. חישוב מדוייק

$$I_{kmin} = \frac{0.9U_{ph}}{1.25R_t + jX_t}$$



$$Z_t = Z_{tr} + Z_{l1} + Z_{l2} + Z_{pe} + Z_{pen}$$

מקדם 1.25 לוקח בחשבון הגדלת התנגדות המוליכים לפני הקצר

חישוב משוער ללא עכבת השנאי וקו הזנה ראשי עד הלוח

$$Ikmin = \frac{0.8Uph \cdot Sph \cdot Sn}{1.25\rho L(Sph+Sn)}$$

צריך לבדוק שזרם קצר מינימלי נכנס לתחום הגנה מיידית של המבטח (הגנה בפני זרם קצר)
בתחום זה זמן התגובה של המבטח קטן מ-0.1 שניה
במקרה שזמן ניתוק המבטח גדול מ-5 שניות, על פי תקנות החשמל, יש להתקין מפסק מגן לזרם דלף בנוסף למבטח.
מפסק מגן שיותר קל יהיה כזה שלולאת התקלה תאפשר פיתוח זרם תקלה פי-10 לפחות מזרם הפעלת מפסק מגן.
בנוסף מפסק מגן חייב להיות בעל כושר הפסקה מזערי של זרם קצר לאדמה וזרם עמידה שיאפשר להעביר, בלא נזק לעצמו או לסביבתו, את זרם הקצר הצפוי עד להפסקתו על ידי המבטח שבמעלה המעגל.