

חישמול כתוצאה מהחזרת מתח לרשת מופסקת

באחרונה אירעו מספר מקרים בהם זיהו עובדי חברת החשמל החזרת מתח לרשת בזמן ביצוע עבודות ושינויים ברשתות חלוקה אשר מופסקות ממקורות הזינה של חברת החשמל. במאמר זה אציג מקרה הממחיש כיצד מתרחשת תופעה זו. במקרה זה היה מקור החישמול בגנרטור פרטי הממוקם בתוך מבנה המשמש בית מלון, ומזין בהזנה חלופית חלקית את מערכות החשמל החיוניות.

כמתואר באיור 1, ניתן להבחין כי הזרם להפעלת המעגל עובר מהמקור המזין בשיגרה - חברת החשמל, דרך המפסק הראשי של המיתקן (B1) ודרך מפסק C1 אל הלוח הראשי החיוני, המקבל שתי הזנות (חיונית ובלתי-חיונית), ובו מפסק מחלף ארבע-קוטבי. בשיגרה מזין המעגל הסופי, המחובר ללוח משנה (אשר מוזן משתי הזנות - חיונית ובלתי-חיונית), מכשיר (לצורך המחשה, בשרטוט מופיעה מנורה) דרך מפסק מחלף (B2),

בחרתי במקרה חישמול זה על מנת להדגיש את החשיבות של ביצוע עבודות חשמל טובה ונכונה - התואמת את הנדרש בתקנות החשמל. שכן, ביצוע לקוי של עבודות חשמל, כפי שיוסבר בהמשך, וחיבור לא נכון של קווי הזנה או של מעגלים סופיים המחוברים בלוחות חשמל אשר ניזונים משתי הזנות המוגדרות "חיוני" ו"בלתי-חיוני", עלולים להחזיר מתח לרשת מופסקת - ובכך לסכן את העובדים ברשת החלוקה. החזרת מתח לרשת במצב זה עלולה לגרום חישמול מסוכן ומוות, כפי שאכן אירע בעבר.

המיתקן והאירוע

המיתקן הוא כאמור בית מלון. הוא ניזון בהזנה חלופית באמצעות גנרטור, במשטר עבודה של זינה חלופית חלקית. הגנרטור מזין שלושה לוחות משנה הממוקמים בשטח בית המלון. לוחות החשמל המשניים מוזנים בשתי הזנות: אחת מהלוח הראשי, המוזן מחברת החשמל, והזנה חלופית מהגנרטור. בלוחות אלו מותקנים מפסקים מחלפים הכוללים 4 קטבים, ובכל מפסק מחלף יש חידורים כנדרש בתקנות החשמל. בעת שיגרה מוזן בית המלון מחברת החשמל. במצב זה הוא מוגן בפני חישמול באמצעות הארכת הגנה (TT), וכולל מפסק מגן (מסר פחת) כהגנה בלעדית. כאשר מוזן המלון מהגנרטור המותקן בשטחו, שיטת ההגנה בפני חישמול היא איפוס (TN-S).

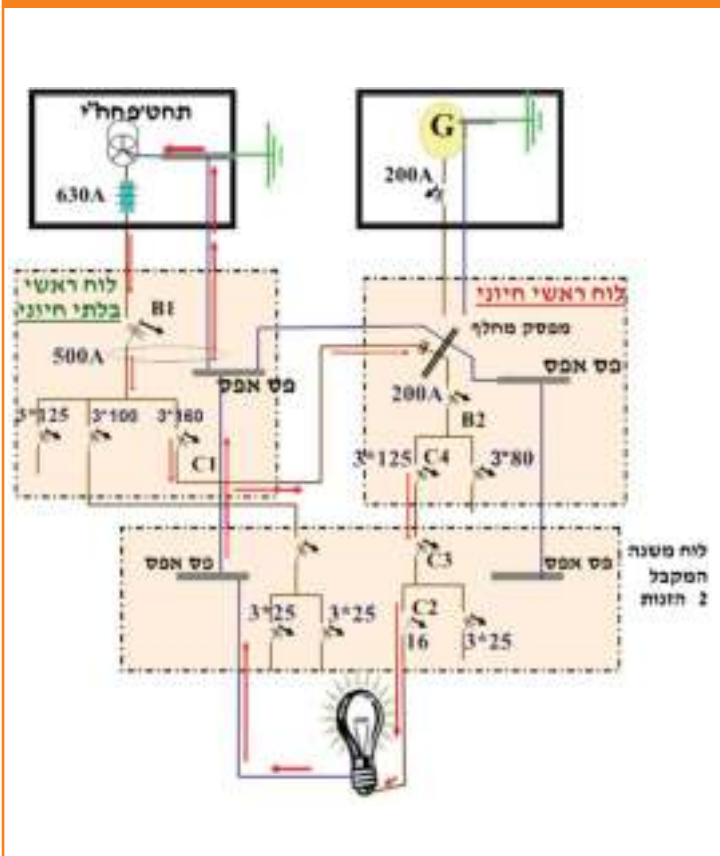
לצורך עבודתו התקינה של הגנרטור מותקנות הארכת שיטה והארכת הגנה לגוף הגנרטור, כנדרש בתקנות החשמל, בהתאם לשיטת ההגנה בפני חישמול ולמספר הקטבים של מפסק המחלף.

בעת חיבור מעגל או קו לשדות בדרגות חיוניות שונות, יש להקפיד על כך שמוליכי המעגל או הקו יחוברו במלואם לשדה המתאים

של לוח החשמל המוגבה בהזנת הגנרטור, ומעגל בלתי-חיוני מוזן מחלקו של הלוח שמוגדר בלתי-חיוני ואינו מוגבה בהזנת הגנרטור. בהתאם לכך - כלומר הגדרת המעגל או הקו כחיוני או כבלתי-חיוני - יש לחבר את כל מוליכי המעגלים ואת קווי הזינה המחוברים ללוח החשמל לחלקו הנכון של לוח החשמל.

שלבי איתור מקורו של החישמול בוצעו כפי שתואר במאמרי "תקנות, חישמולים ומה שביניהם" - תהליך איתור חישמול ודרך הטיפול בו", שפורסם בגיליון פברואר 2013 של "פאזה אחרת". באיור 1 מתואר מסלול העבודה של המעגל החשמלי בשיגרה, כאשר הזינה היא מרשת חברת החשמל.

איור 1: מסלול המעגל החשמלי בשיגרה - זינה מרשת חברת החשמל



הממוקם בלוח ראשי חיוני, ודרך מפסקים C3, C4 ומפסק C2. אולם, מוליך ה"אפס" מחובר בשוגג בלוח המשנה לפס האפסים שבשדה הבלתי-חיוני של הלוח. למעשה, המעגל החשמלי המוזן דרך השדות החיוניים נסגר למקור ההזנה דרך פסי האפסים שבשדות הבלתי-חיוניים של הלוחות. מסלול הזרם מסומן באיור 1 באמצעות חיצים בצבע אדום. בזמן זה לא "מורגש" החיבור

של הלוח הראשי הבלתי-חיוני אל פס האפסים בתחנת ההשנאה של חברת החשמל, ודרכה - עקב התנגדות הארקה נמוכה - אל הגנרטור המזין.

כאמור, לצורך עבודתם ניתקו עובדי חברת החשמל את קו ההזנה לכיוון בית המלון. טרם התקנת המקצרים כמתחייב בדקו העדר מתח במוליכי הקו, ולהפתעתם זוהה מתח של כ-200 וולט במוליך האפס כלפי ההארקה. עקב כך הופסקה העבודה, ולמקום הוזעקו בודקי מיתקנים לשם איתור הבעיה.

ממצאים

לאחר פירוק מוליכי האפס ובדיקת העדר מתח נמדד מתח חוזר בקו הזינה לכיוון המיתקן הפרטי. מוליכים אלו היו אמורים להיות מופסקים וללא מתח. נמצא, כי מקור המתח הוא גנרטור פרטי הממוקם בבית המלון. המתח בקו הזינה מצד חברת חשמל נגרם כתוצאה מעבודת חשמל שגויה שבוצעה במיתקן הפרטי, ובמסגרתה חובר מוליך האפס של מעגל סופי חד-מופעי המזין משרד מהשדה החיוני בלוח, אל פס האפסים של השדה הבלתי-חיוני, במקום לפס אפסים של השדה החיוני. בכך היוו מוליכי האפס של קו ההזנה הראשי למיתקן (מצד חברת החשמל) חלק ממסלול סגירת המעגל החשמלי אל מקור האספקה החלופי, כלומר הגנרטור, ולכן, בעת יצירת פסק במעגל זה נמדד מתח התקלה.

כאן המקום להזכיר, כי על-פי תקנה 26 ב' לתקנות החשמל (התקנת גנרטורים למתח נמוך) - "מיועד הגנרטור לאספקה חלופית, חלקית או מלאה, ייבדק לוח החיבורים שלו לפני הפעלתו הראשונה גם בידי חברת החשמל בעלת הרשות".

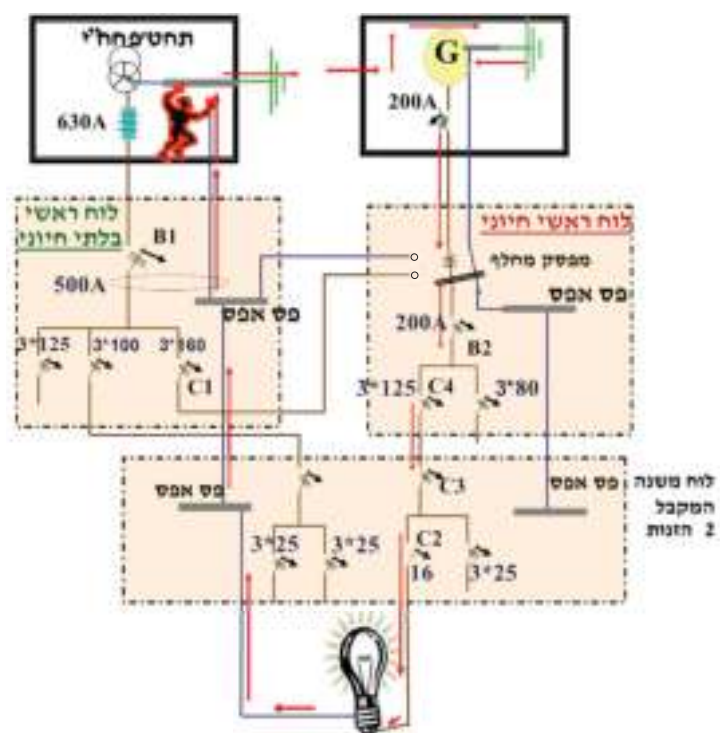
סיכום

בעת חיבור או תוספת מעגל או קו למיתקן הכולל הזנה חלופית וכן שדות בדרגות חיוניות שונות, יש להקפיד על כך שמוליכי המעגל או הקו יחוברו במלואם לשדה המתאים. משום כך, חשוב לשים לב למקום החיבור המתאים של כל מוליכי המעגל, פאזות, אפס והארקה, בשדה המתאים.

יש להקפיד על ביצוע בדיקות טרם הפעלת המיתקן בפעם הראשונה או לאחר ביצוע שינוי בו, ובנוסף יש לבצע בדיקות תקופתיות למיתקן הגנרטור כנדרש בחוק החשמל ובתקנות החשמל. כמו כן מומלץ לבצע בדיקות תקופתיות של מערך ההגנה בפני חישמול, בהתאם להמלצות משרד האנרגיה והמים. לשם הפעלת גנרטור במיתקן פרטי כגיבוי להזנתה של חברת החשמל יש לקבל היתר מן המנהל לענייני חשמל, ולדאוג לביצוע בדיקה בידי עובדי חברת החשמל.

חישמול זה אמנם לא הסתיים באסון - בזכות ערנותם ועבודתם הזהירה של עובדי חברת החשמל - אך יש לזכור כי לא לעולם חוסן, ומקרים מעין אלו יכולים להסתיים באופן שונה לחלוטין, כפי שאכן אירע בעבר.

איור 2: מסלול המעגל החשמלי במצב החישמול - זינה חלופית מגנרטור



הלקוי - כיוון שהזינה היא זינה באספקה רגילה, כלומר מחברת החשמל.

כאשר החלו עובדי חברת חשמל את עבודתם (החלפת לוחות במתח נמוך בתחנות ההשנאה), הם הפסיקו את ההזנה למיתקנים הפרטיים על-ידי הפסקת רשתות החלוקה במתח גבוה, ובמקביל החל לעבוד הגנרטור הפרטי.

באיור 2 מתואר מסלול העבודה של המעגל החשמלי באספקה חלופית, כאשר המיתקן הפרטי מופסק מחברת החשמל ומזון מהגנרטור הפרטי.

כמתואר באיור 2, בעת אספקת החשמל מהגנרטור עובר הזרם (שמקורו בגנרטור) להפעלת המכשיר (לצורך המחשה, בשרטוט מופיעה מנורה) דרך מפסק B2, המוזן כעת מהגנרטור, ודרך המפסקים C3, C4 ומפסק C2 שבשדות החיוניים, ומזין את העומס המחובר בשוגג לפס האפסים של השדה הבלתי-חיוני בלוח המשרד. סגירת המעגל החשמלי מתבצעת דרך פס האפסים