

הפסקות חשמל חולכות

היבטים טכניים ופתרונות מעשיים למזעור נזקיהן בתעשייה



חברת החשמל

הוכן ונערך על ידי המהנדס נוראני שגיב,
המחלקה ליעול הצריכה, אגף השיווק, חברת החשמל

היבטים טכניים ופתרונות מעשיים
למצעור נזקיהן בתעשייה

הפסקות חשמל חולפות



מלבוא



הפסקות חשמל חולפות (לפרק זמן של עד חצי שנייה) עלולות לפגוע באופן משמעותי בחלק מלקוחות החשמל בתעשייה, כמו מפעלים שבהם תהליכי ייצור רציפים או התקנים הרגישים במיוחד לרציפות האספקה. כל הפסקת חשמל חולפת עלולה לגרום ללקוחות אלה נזקים כבדים, אם לא נערכו כראוי להתמודד עם התופעה.

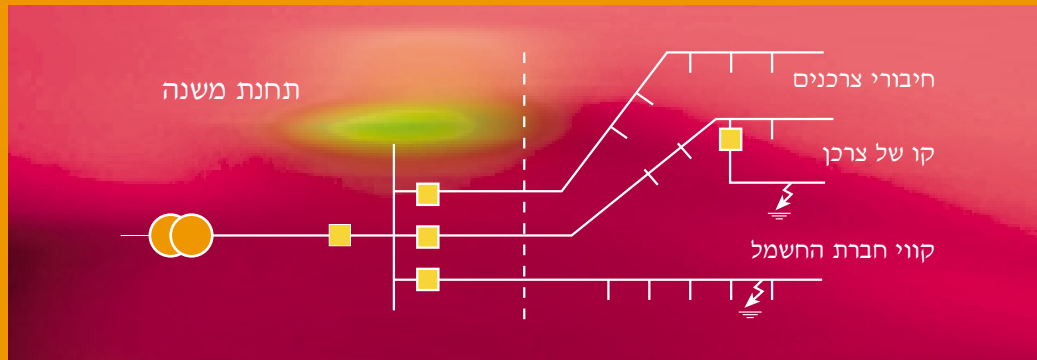
הפסקות חשמל חולפות שמשכן פחות מחצי שנייה, מתרחשות במערכותיהן של כל חברות החשמל בעולם וקיימות בכל מערכת ציבורית לאספקת חשמל. אולם, הלקוחות יכולים לנקוט אמצעים מכניים שונים במתקניהם, כדי למזער את נזקי ההפסקות. בחירה נאותה של האמצעים מחייבת ידע מקצועי מעמיק בכל הקשור לתהליך הייצור ולהתנהגות החשמלית והמכנית של מרכיבי מערכת הייצור. כמו כן, יש להתחשב בעיקולים כלכליים, הינו בחישובי עלות-תועלת של יישום כל אחד מן האמצעים.

מה גורם להפסקת חשמל חולפת?

הפסקת חשמל חולפת מוגדרת כירידה בעוצמת המתח האפקטיבי עד לערך של אפס וולט בקירוב למשך זמן של עד חצי שנייה (חיבור חוזר ראשון). הפסקת החשמל זו היא בד"כ פועל יוצא של קצרים לאדמה בקווי רשת עיליים במתח גבוה, שהמשכם בהפעלת מנגנון ההגנה של הרשתות, שמפסיק את מתח ההגנה לצרכנים לזמן קצר.

הגורמים העיקריים להופעת קצרים הם: ברקים, רוחות חזקות, ערפלים, גשם, שלג, ברד, זיהום מברדים או פגיעת ענפים, ציפורים, אנשים, חפצים, שרפות וכד' בקווי הרשת.

רוב הפסקות החשמל החולפות נובע מקצרים ברשתות חברת החשמל, אך לעתים הן נגרמות גם מקצרים ברשתות עיליות של צרכנים, כגון קיבוצים, מחנות צבא וכיו" (ראה איור 1).



איור 1: קצר חד-מופעי בקווי חברת החשמל או הצרכן הוא שגורם לרוב הפסקות החשמל החולפות



תמונה: פגיעת שקנאי במוליכי חשמל גורמת להפרעה ברשת האספקה
(תמונה: מליה אורון, באדיבות שמורת החולה רשות שמורות הטבע)

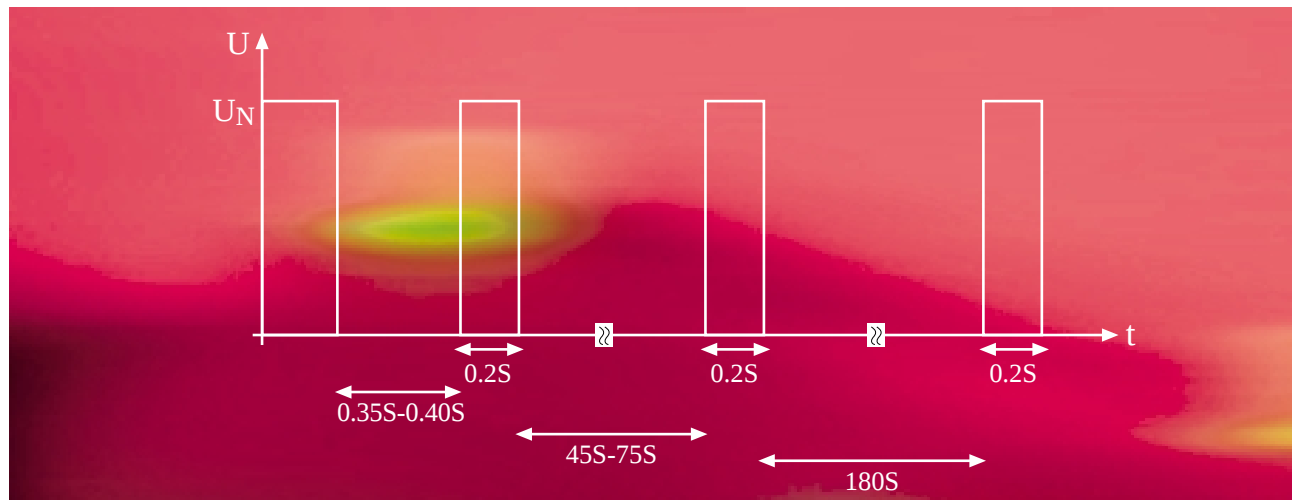
חיבורים חוזרים בקווי מתח גבוה

קווי הרשת של חברת החשמל מוגנים מפני זרמי קצר על-ידי מפסקי זרם אוטומטיים מיוחדים. בעת התרחשות הקצר מופעל מנגנון ההגנה של המפסק (בהשהיה של כחצי שנייה, כאשר קיים סליל פטרסון), וגורם לפתיחת המפסק האוטומטי ולניתוקם של שלושת המופעים בקו מהרשת. עד לניתוק הקו מהרשת זורם במופע המקוצר (דרך נקודת הקצר) זרם קצר. אם הסיבה להופעת הקצר היא חולפת, אזי ברוב המקרים משתקם בידוד הקו מאלי, והקצר חולף ללא התערבות.

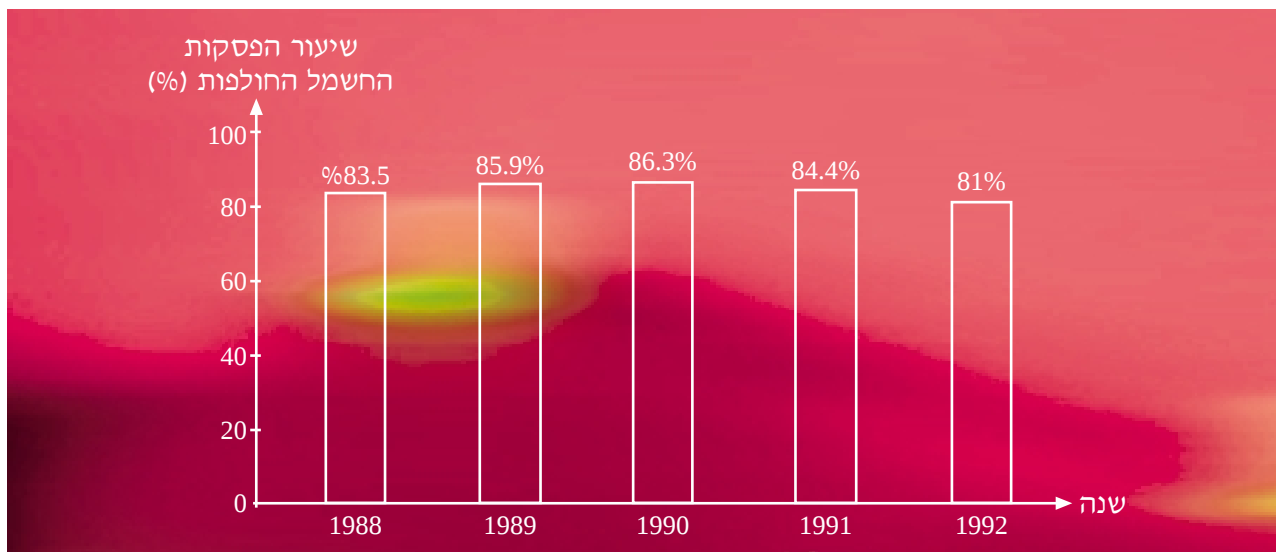
כדי להבטיח את המשכיות אספקת החשמל, מתבצע בקווי רשת עיליים חיבור חוזר אוטומטי (עד שלוש פעמים) של מפסק הזרם האוטומטי, שמטרתו החזרת המתח לקו. חיבור חוזר ראשון מתבצע בהשהיית זמן של 350-400 מילישניות; אם לאחר החיבור החוזר עדיין קיים הגורם לקצר, המתח לקו מופסק שוב, וחיבור חוזר שני מתבצע לאחר 45-75 שניות; אם לאחר החיבור השני עדיין קיים הגורם לקצר, המתח לקו מופסק פעם נוספת, והחזרתו מתבצעת רק לאחר איתור התקלה ותיקונה (ראה איור 2).

בחלק מהקווים מתבצע חיבור חוזר אוטומטי שלישי בהשהיה של 180 שניות.

היתרון הגדול של החיבור החוזר האוטומטי הוא בכך, שבכך, שכרוב המקרים (כ-80%) הקצרים בקווי רשת עיליים נובעים מהפרעות חולפות, והחיבור החוזר הראשון מביא לחידוש אספקת החשמל התקינה תוך זמן קצר מאוד (ראה איור 3).



איור 2: חיבור חוזר אוטומטי בעקבות קצר בקו מתח גבוה עילי



איור 3: שיעור הפסקות החשמל החולפות (באחוזים) במחוז הצפון על חברת חשמל
ביחס לכלל הפסקות החשמל במחוז

השלכותיהן של הפסקות חשמל חולפות על תהליכי ייצור והתקנים חשמליים

רגישותם של רוב תהליכי הייצור להפסקות חשמל חולפות נמוכה, כך שבד"כ לא נגרם להם נזק משמעותי. עם זאת, קיימים תהליכים, בעיקר תהליכי ייצור רציפים, שכל הפסקת חשמל, ולו הקצרה ביותר, גורמת להם נזק כבד. תהליכים כאלה מוכרים בתעשיות הזכוכית, הפלסטיקה, הכימיה והאלקטרוניקה (חצאי מוליכים) ועוד.

מבחינת רגישות להפסקות חשמל חולפות, ניתן לסווג את התקני החשמל לשתי קבוצות:

1. התקנים רגישים מאוד, שכל הפסקה חולפת משבשת פעולתם באופן חמור ואף משתקת אותם. בין התקנים אלה כלולים התקני פיקוד ובקרה אלקטרוניים ואלקטרומכניים, כגון: מפסקים אלקטרוניים, וסתי טמפרטורה, בקרים מתוכנתים, מחשבים, ציוד לאגירת נתונים (DATA LOGGERS), וסתי מהירות אלקטרוניים, מגנים, נורות פריקה בעוצמה גבוהה וכו'. התקנים אלה מפסיקים לפעול בהיעדר מתח הזנה אליהם.

2. התקנים לא רגישים או בעלי רגישות נמוכה, כגון: תנורי חימום חשמליים ונורות ליבון והלוגן. תנורי חימום אינם מושפעים מהפסקות חשמל חולפות בגלל האירציה התרמית הגבוהה שלהם. נורות הליבון ונורות ההלוגן אינן מושפעות ממש מהפסקה חולפת.

מנועי ההשראה (המנועים הנפוצים ביותר כיום) יכולים להיחשב להתקנים שאינם רגישים להפסקות חשמל חולפות, אם הנעתם מחדש לאחר הפסקת החשמל אינה מסכנת את חיי המנוע. נושא זה ראוי (במקרים מסוימים) להתייחסות מיוחדת.

בעיית החיבור החוזר של מנועי השראה למתח הזינה

קיימים תהליכי ייצור רציפים, שבהם לא ניתן להפסיק את התהליך אפילו לחלקי שנייה, שכן כל עצירה מחייבת התחלת כל התהליך מחדש. מצב זה גורם להפסד ייצור כתוצאה מהפסקה ממושכת של תהליך הייצור וכרוך בנוזקים נוספים. מנועים המחוברים לזינה דרך מנועים או דרך מפסקים אוטומטיים בעלי ממסר תרמי ומגנטי, מגיבים במקרה של הפסקת חשמל חולפת בהפסקה הנגרמת מחוסר מתח. כפועל יוצא מכך נעצר תהליך הייצור.

אחת השיטות הנהוגות למניעת תופעה זו היא החזקת המפסק במצב מחובר באופן מלאכותי לתקופת זמן קצובה. כך, אם מתח הזינה חוזר תוך פרק זמן זה, ימשיך המנוע בעבודתו, ויש סיכוי שההפסקה תסתיים ללא הפרעה לתהליך הייצור. אולם, שיטה זו גורמת לעתים להופעת זרמי מעבר גבוהים (בעת חיבור חוזר של המנוע לזינה לאחר הפסקה קצרה) עד כדי הפעלת הממסר המגנטי, ולכן עלולה לגרום למנוע נזק רציני.

בעת הפסקת החשמל ממשיכים המנועים לייצר כוח אלקטרומגנטי (להלן: כא"מ) נגדי, הדועך עם הזמן בעוצמתו ותדרו יורד. כאשר מנועים אחדים מוזנים מאותו פס צבירה, משמשים המנועים הגדולים כגנרטורים והמנועים הקטנים כעומסים. המערכת כולה נשארת מחוברת לזמן מה, מאחר שהמנועים מוחזקים על-ידי הכא"מ הנגדי. מצב זה ימשך עד אשר הכא"מ הנגדי יהיה נמוך ממתח האחזקה של המנועים. קצב דעיכת הכא"מ הנגדי תלוי במבנה המנוע ובגודלו וכן בעומס המחובר אליו (עומס על פסי הצבירה אליהם מחובר גם המנוע). ראה איורים 4,5,6 וטבלאות 1,2.

הגורמים להופעת הכא"מ הנגדי הם המגנטיות השירית של ברזל המנוע וקיבוליות המערכת התלת-מופעית. גורמים אלה יחד עם האנרגיה הקינטית (האירציה) של הרוטור והמערכת המונעת מביאים לכך, שהמנוע מתנהג כגנרטור לכל דבר. מובן שעם ירידת מהירות הרוטור, קטן העידור העצמי ואיתו גם מתח ההדקים.

אם במהלך העירור העצמי חוזר מתח הזינה, הרי שאז מותנה חיבור המנוע לזינה, בדומה לסינכרון הגנרטור לרשת, בקיום שני תנאים (תנאי הסינכרון):

1. גודל המתח השיורי שווה לגודל מתח הזינה.
2. בעת החיבור זהה מופע המתח השיורי למופע הזינה.

המתח השיורי של המנוע נמוך במידה ניכרת ממתח הזינה כבר במחזור הראשון, כך שאין אפשרות לקיום התנאי הראשון. אשר לתנאי השני - ברור שמופע ההתחברות המחודשת הינו מקרי לחלוטין ותלוי במשך הזמן העובר בין ההפסקה לבין החיבור מחדש.

אם החיבור נעשה במתח שיורי גבוה ובניגוד מופעים (U_R מנוגד ל- U_2), ייווצר זרם בעוצמה גדולה עד פי 20 מהזרם הנקוב של המנוע, שעלול "להקפיץ" את ההגנה המגנטית של המנוע. לתופעה חשמלית זו מתלווה גם "מכה" מכנית על ציר המנוע, שאותה אף ניתן לשמוע בחיבור החוזר.

חיבור חוזר של מנועי השראה גדולים לזינה לאחר הפסקת חשמל קצרה מחייב משנה זהירות, עקב דעיכה אטית יחסית של הכא"ם השיורי, שסיבותיה המגנטיות השיוריות והאינרציה הגבוהה של המנוע. נציין כי במנועים גדולים מעדיפים להשתמש בברזל בעל מגנטיות שיורית גבוהה במיוחד, כדי לשפר את מומנט ההנעה שלהם.

באופן מעשי, כל עוד המתח השיורי של המנוע לא דעך לשיעור של 25%-20% מהמתח הנקוב של המנוע, עלול חיבור חוזר לסכן את המנוע או להפעיל את ההגנה המגנטית שלו (הגנה נגד קצר).

במנועים קטנים, עד 15 כ"ס (11 קו"ט) לערך, ניתן לחבר ללא חשש את המנוע לזינה לאחר הפסקת חשמל חולפת (כעבור כחצי שנייה). במנועים גדולים יותר, יש לוודא, שהמתח השיורי אכן יורד לערך שאינו מסכן את המנוע בעת החיבור החוזר לזינה. ניתן לעשות זאת על-ידי מדידת המתח השיורי וקביעת הזמן המזערי הדרוש לחיבור חוזר של המנוע. דרך אחרת היא שימוש בממסר רגיש מתח, המאפשר חיבור חוזר של המנוע לזינה החל ממתח שיורי מסוים (ראה איור 7).

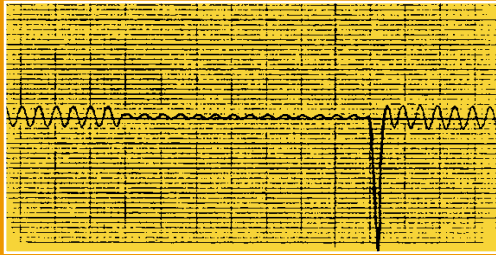
טבלה 1:
מתח שיורי והסמט מופע של
מנוע העראה 600 כ"ס, 550
וולט במעגל פתוח

הסטת מופע		עומס מכני נמוך				עומס מכני גבוה	
		זמן (מחזור שלם)		מתח		זמן (מחזור שלם)	מתח
			V	%		V	%
0°		0.0	462	84	0.00	452	82
90°		9.0	375	68	4.50	370	67
180°		14.0	357	65	7.75	333	60
270°		17.5	320	58	10.00	315	57
360° (מחזור אחד)		20.5	300	54	12.50	296	54
שני מחזורים		30.5	262	48	19.50	241	44
שלושה מחזורים		37.5	225	41	25.75	222	40
ארבעה מחזורים		44.0	207	38	31.50	203	37
חמישה מחזורים		49.5	187	34	36.75	185	34
שישה מחזורים		55.0	169	31	41.75	166	30

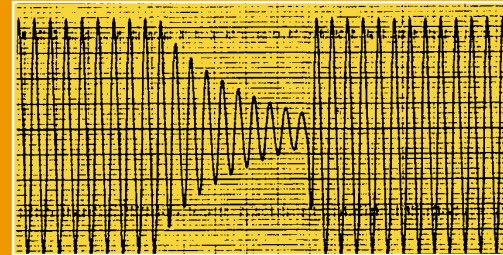
טבלה 2:
מתח שיורי והסמט מופע של
מנוע העראה 200 כ"ס, 550
וולט במעגל פתוח

הסטת מופע		עומס מכני נמוך				עומס מכני	
		זמן (מחזור שלם)		מתח		זמן	מתח
			V	%		V	%
0°		0.0	451	82	0.00	445	81
90°		8.0	396	72	5.50	371	67
180°		13.0	376	68	10.25	353	64
270°		16.5	356	65	14.00	334	61
360° (מחזור אחד)		19.0	334	61	17.00	325	59
שני מחזורים		30.0	288	52	29.00	282	51
שלושה מחזורים		37.5	268	48	36.50	256	46
ארבעה מחזורים		43.5	240	44	47.00	237	43
חמישה מחזורים		49.5	229	42	54.75	219	40
שישה מחזורים		55.0	222	40	61.75	201	36

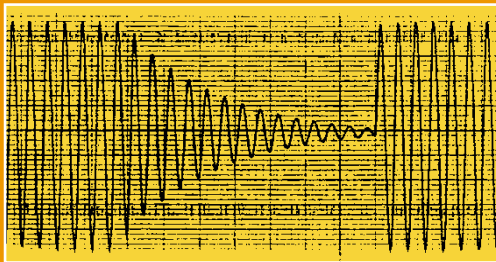
איור 6: חיבור חוזר של מנוע השראה 5.5 קו"ט לזינה. לאחר הפסקה קצרה



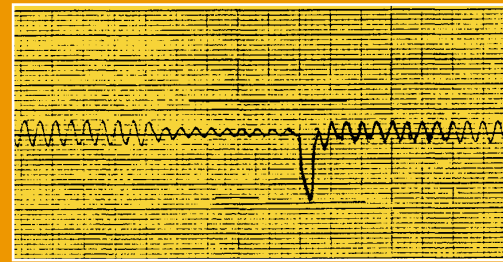
מתח



מתח



זרם



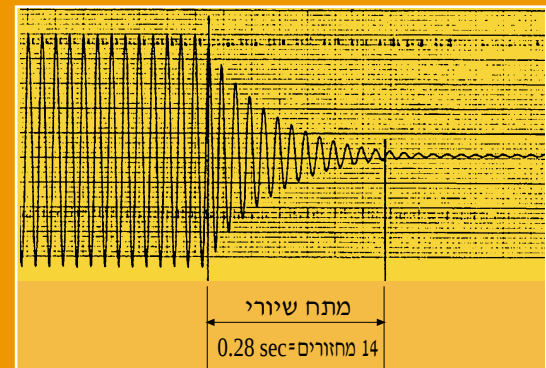
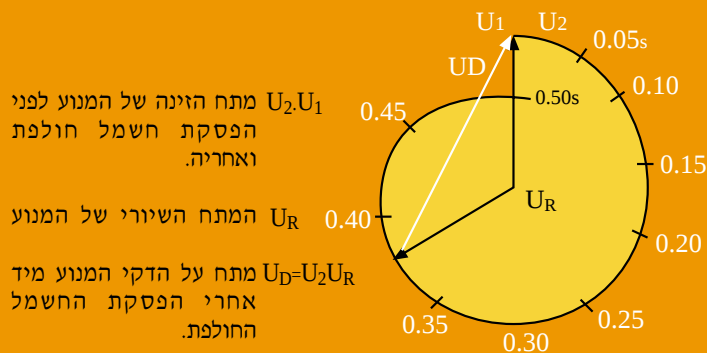
זרם

ב. חיבור במופע הפוך

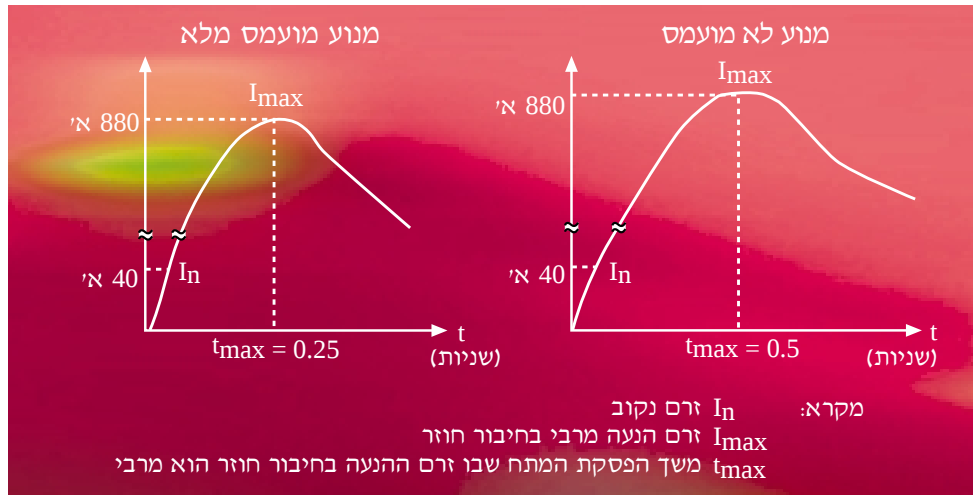
א. חיבור במופע זהה

איור 5: המתח השיורי על הדקי מנוע השראה בתצוגה וקטורית

איור 4: מתח על הדקי מנוע 5.5 קו"ט לפני הפסקת הזינה ואחריה



הניסיון מלמד, שהזמן הנחוץ למתח שיורי להגיע לערכים המאפשרים חיבור חוזר של מנועים גדולים לזינה הוא מחצי שנייה עד שתי שניות. משך הזמן תלוי במערכת המונעת, בהרכב המנועים ובמערכת האספקה. עבור מנועי המפוחים הזמן הדרוש הוא 1.5-2 שניות, למנוע בודד למשאבה נדרשת כ-0.5 שנייה ועבור הרכב מנועים ושנאים למתח גבוה - הזמן הממוצע הוא 0.7 שניות. יש לציין, כי בעיה זו אינה קיימת לגבי מנועים המזוזים דרך וסתי מהירות אלקטרוניים משוכללים, שבהם נקטו אמצעים למניעת חיבור חוזר של מנוע לזינה בפאזה הפוכה. כמו כן, הבעיה אינה קיימת לגבי חיבור חוזר למתח הזינה במנועים לזרם ישר.

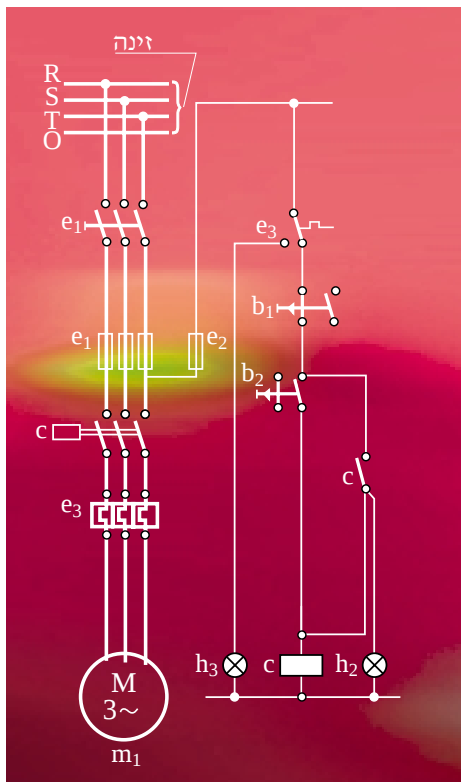


איור 7: זרם הנעה בחיבור חוזר של מנוע (22 קו"ט) בתלות במשך הפסקת המתח

אמצעים טכניים לפתרון או למזעור נזקי הפסקות חשמל חולפות

קיימים אמצעים טכניים מגוונים לפתרון בעיית הפסקות חשמל חולפות או למזעור נזקיהן. הבחירה בכל אמצעי מחייבת, כאמור, ניסיון וידע מקצועי בכל הקשור לתהליך הייצור ולהתנהגות מרכיבי מערכת הייצור וכן בדיקה טכנו-כלכלית מעמיקה (עלות-תועלת) של האמצעי בטרם יוחלט לעשות בו שימוש.

במקרים רבים מתברר, ששימוש באמצעים טכניים פשוטים חולים, כגון השהיה ביתוק או בחיבור מנועים לזינה לאחר ההפסקה החולפת, הוא הפתרון האופטימלי לבעיית הפסקות החשמל החולפות. לא בכל מקרה מוצדק, אפוא, לפתור את הבעיה, כפי שנוהגים רבים, באמצעות יחידת אל-פסק (UPS) - פעולה הכרוכה בד"כ בהוצאות גבוהות, בלי שנבדקו קודם לכן אמצעים אחרים, זולים יותר.



איור 8 : מעגל פיקוד וכוח להנעה ישירה של מנוע

בטרם נפרט אחדים מן הפתרונות האפשריים לבעיית הפסקות החשמל החולפות, נרענן את הזיכרון באשר למבנה ולאופן הפעולה של מעגלי הכוח והפיקוד של מנוע להנעה ישירה. מעגל כזה מתואר באיור 8:

לחצן ההפעלה b_2 גורם להפעלת המגנן c . כפועל יוצא מכך נסגרים מגעי הכוח ומגע העזר של המגנן. בכך מופעל המנוע ומנוחת הסימון h_2 נדלקת ומאירה כל עוד מגע העזר c סגור. h_3 נדלק בעת תקלה, כאשר מופעל מגע העזר לזרם יתר e_3 . לחיצה על לחצן ההפסקה b_1 גורמת להפסקת המגנן ופעולת המנוע.

הפסקת חשמל קצרה גורמת להפסקת הזרם דרך סליל המגנן (בדומה ללחיצה על לחצן b_1), ובעקבותיה - להפסקת פעולתו של המנוע. חידוש פעולת המנוע לאחר הפסקת החשמל מותנה בלחיצה מחדש על לחצן ההפעלה b_2 .

פתרונות אפשריים לבעיית הפסקות החשמל החולפות הם:

- חיבור קבוע של סליל המגנן לזינה.
- הפעלה אוטומטית מחדש, כאשר האספקה מתחדשת תוך פרק זמן מסוים/השהיה בניתוק המגנן.
- השהיה בחיבור.
- שימוש במקור אספקה חלופי.

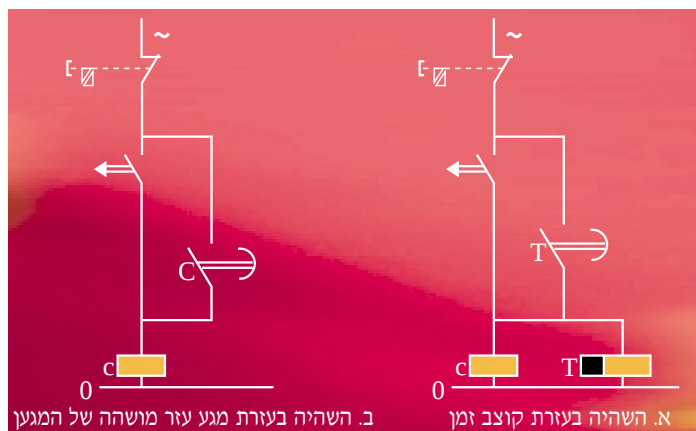
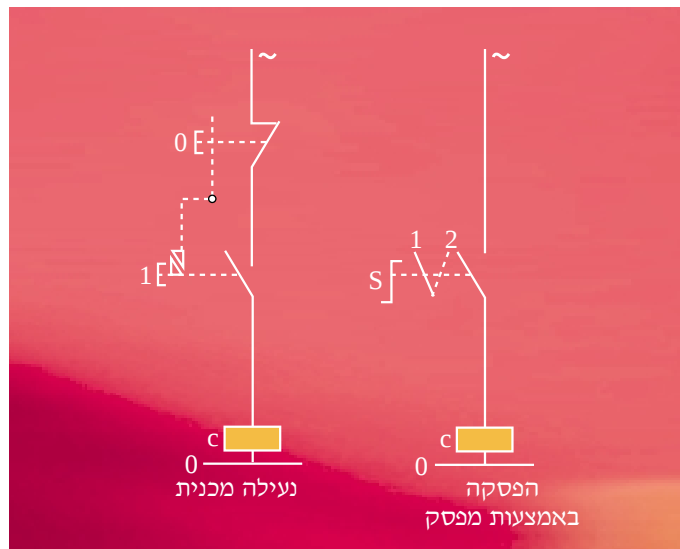
אפשרות ראשונה: חיבור קבוע של סליל המגנן לזינה

אם האינרציה המכנית של תהליך הייצור מספיקה כדי לעבור הפסקת חשמל חולפת (שמשכה עד חצי שנייה) בלי לפגוע בתהליך הייצור, ואם לא קיימת בעיית חיבור חוזר של מנועים לזינה לאחר ההפסקה החולפת (אין סכנה שהמנועים ייפגעו) - אזי ניתן לחבר בקביעות את סליל המגנן (במעגל הפיקוד) לזינה, כמתואר באיור 9 (בתרשים לא שורטטו מעגל הכוח ורכיבים שונים של מעגל הפיקוד).

בעת הפסקת החשמל נפסק הזרם דרך סליל המגנען, וכך נפסקת פעולת המנוע (המנוע ניתק מהזינה). מאחר שסליל המגנען מחובר לזינה בקביעות, מתחדש הזרם דרכו כאשר האספקה חוזרת, והמנוע מופעל מחדש (ראה איור 9).

אפשרות זו כרוכה בסיכון בטיחותי חמור, כתוצאה מחידוש התהליך מיד לאחר שהמתח חוזר וללא כל אזהרה מוקדמת. לפיכך, אם מיישמים טכניקה זאת, יש לנקוט צעדי בטיחות קפדניים.

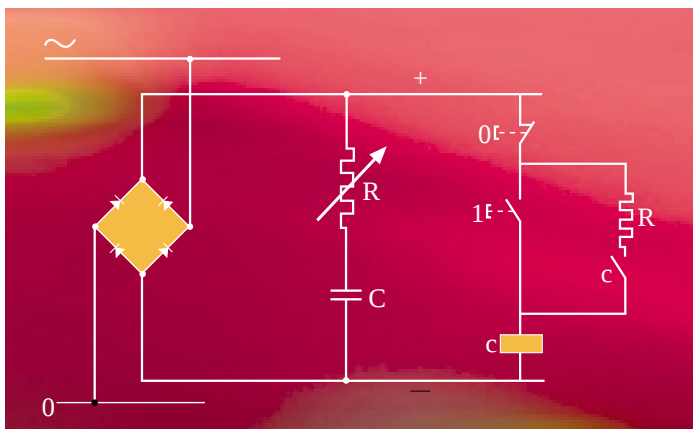
איור 9: חיבור קבוע של סליל המגנען לזינה



איור 10: השהיה בניתוק המגנען

אפשרות שנייה: השהיה בניתוק המגנען

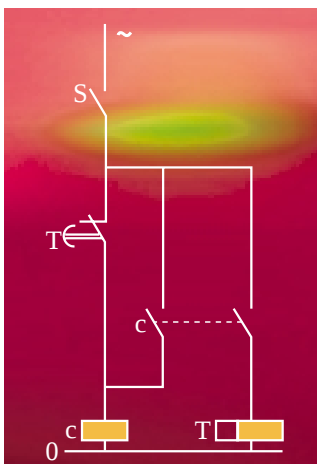
כדי להתגבר על בעיות הבטיחות הכרוכות בחיבור קבוע של סליל המגנען לזינה (האפשרות הראשונה), ניתן להשהות את ניתוק המגנען מהזינה לפרק זמן מסוים (למשל, לשנייה) לאחר הפסקת החשמל, וזאת באמצעות קוצב זמן או מגע עזר מושהה של המגנען. כך, אם האספקה מתחדשת תוך פרק זמן זה, הרי שהמנוע מופעל מחדש, ותהליך הייצור נמשך. לעומת זאת, אם הפסקת החשמל תימשך מעבר לפרק הזמן שכוון על-ידי קוצב הזמן או על-ידי המגע המושהה (מעל שנייה), יניתק סליל המגנען מהזינה. הפעלת המנוע מחדש תחייב התערבות של המפעיל (ראה איור 10).



עוד אפשרות להשהיית ניתוק המגנן מהזינה היא בעזרת קבל טעון. בשיטה זו הסליל (לזרם ישר) של המגנן מקבל זרם דרך מיישר דו-דרכי הגורם גם לטעינת הקבל C. בעת הפסקת החשמל הסליל ניזון מהאנרגיה האגורה בקבל למשך זמן מסוים, התלוי בקבוע זמן (TIME CONSTANT) הפריקה של הקבל. אפשרות זו עדיפה על האפשרות הקודמת, משום שהיא חוסכת שימוש במקור אספקה עצמאי, כגון סוללה לקוצב הזמן (אלא אם משתמשים בקוצב זמן פנאומטי) (ראה איור 11).

איור 11: השהיה בניתוק בעזרת קבל טעון

אפשרות שלישית: השהיה בחיבור

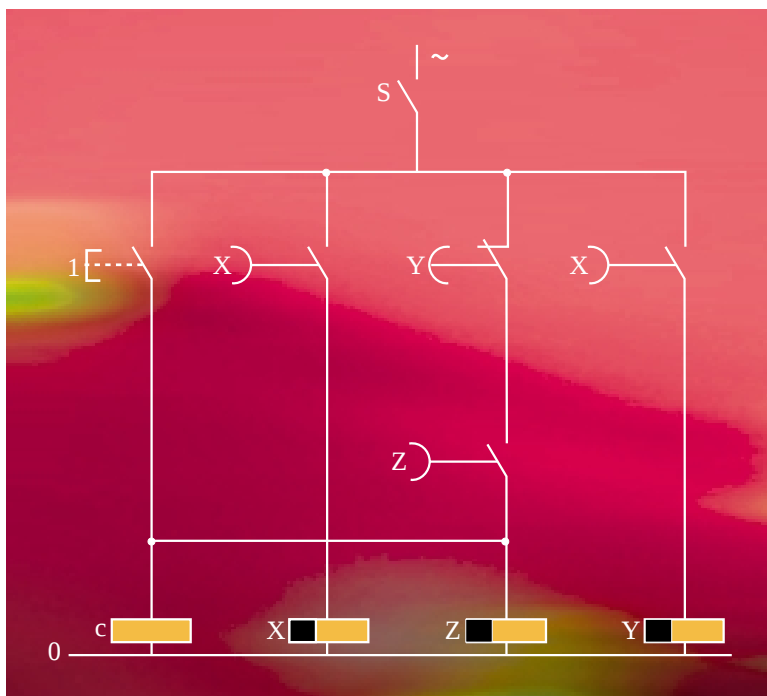


במידה שהפעלה מחדשת של מנוע מיד לאחר הפסקת חשמל חולפת מסכנת אותו - כאשר המתח השיורי של המנוע אינו יורד אל מתחת לכ- 20% מהמתח הנקוב שלו - אך ניתן להמשיך בתהליך גם לאחר הפסקת חשמל חולפת, אזי אחת האפשרויות הפשוטות לפתרון הבעיה היא מעגל השהיה בחיבור (ראה איור 12).

בעת הפסקת חשמל המגנן משתחרר ומנתק את המנוע מהזינה. כמו כן נפתחים מגעי העזר C של המגנן ו- T של קוצב הזמן. המגע T נסגר מחדש (חוזר למצב סגור כרגיל) בהשהיית זמן המספיק לדעיכת המתח השיורי של המנוע ל- 20% בקירוב מהמתח הנקוב. כך מתחבר המגנן לזינה ונסגר מיד עם חידוש אספקת החשמל. נציין, כי רצוי להשהות את החיבור מחדש של המגנן עד לעצירה מוחלטת של המנוע, כמובן, בתנאי שתהליך הייצור מאפשר זאת.

ניתן לבנות מעגל פיקוד משולב עם השהיית שונות לאפשרויות שונות של הפעלה חוזרת של מנוע לאחר הפסקת חשמל חולפת, כמתואר באיור 13:

איור 12: השהיה בחיבור מחדש

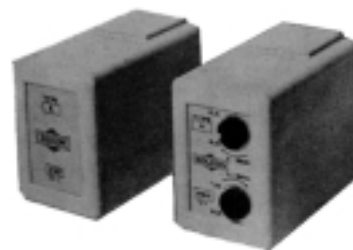
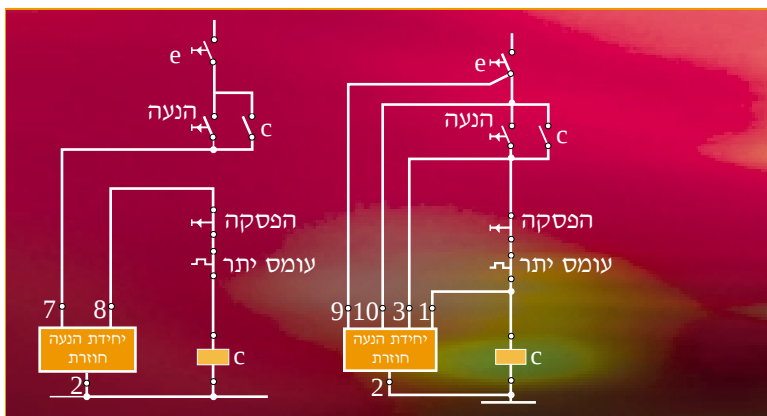


המגען פועל להשהיית ניתוק המגען למשך x שניות, השהיית חיבור מחדש למשך y שניות וניתוק קבוע של המגען לאחר z שניות מהפסקת החשמל.

יחידות השהיה אלקטרוניות למעגלי פיקוד מסוגים שונים מיוצרות על-ידי יצרני ציוד חשמלי ונמכרות באופן מסחרי. השימוש ביחידות השהיה אלקטרוניות מוכנות עדיף על בניית מעגלי השהיה באופן עצמאי.

דוגמה ליחידת השהיה אלקטרונית, שפותחה במיוחד להנעה חוזרת של מנועים לאחר הפסקת חשמל קצרה, מוצגת באיור 14:

איור 13: מעגל פיקוד עם השהיה בניתוק למשך x שניות, השהיה בחיבור למשך y שניות וניתוק קבוע כעבור z שניות

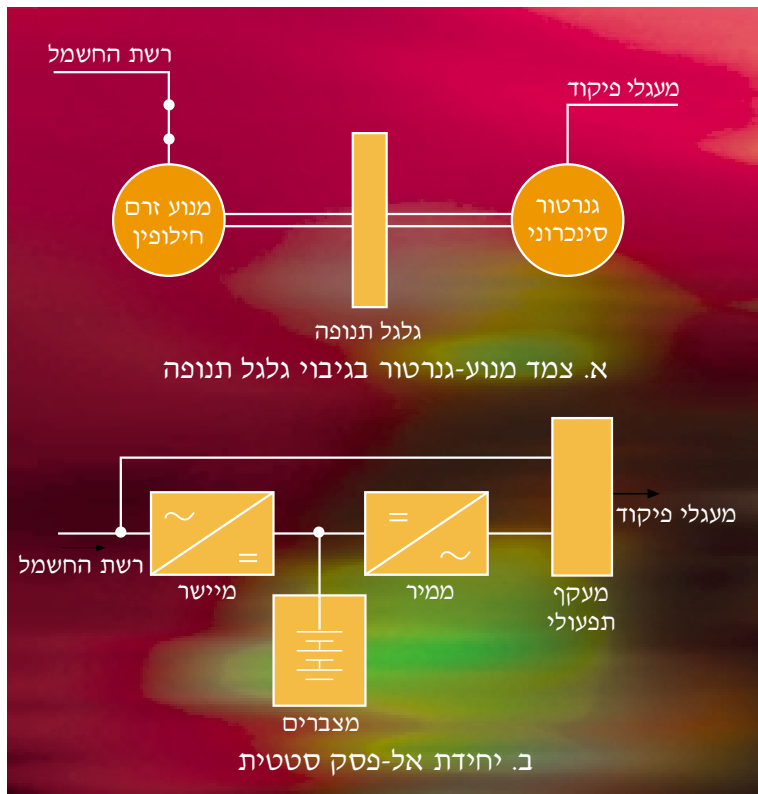


איור 14: יחידות להנעה חוזרת של המנועים (HOLD-IN UNITS)

אפשרות רביעית: שימוש במקור אספקה חלופי

ברוב המקרים ניתן להפריד בין מעגלי פיקוד לבין מעגלי הכוח של התהליך ולהזין את מעגלי הפיקוד בקביעות מיחידת אספקה חלופית (כגון צמד מנוע-גנרטור במבנה טורי ובגיבוי גלגל תנופה) או מיחידת אל-פסק (UPS) סטטית (ראה איור 15).

במקרה של צמד מנוע-גנרטור, מעגלי הפיקוד מוזנים כרגיל מהגנרטור הסינכרוני שאותו מסובב המנוע. בעת התרחשותה של הפסקת חשמל חולפת, נפסקת אספקת החשמל למנוע, ומעגלי הפיקוד ממשיכים להיות מוזנים מהגנרטור הסינכרוני, שאותו מסובב עתה כוח האינרציה של גלגל התנופה והרוטורים של המנוע והגנרטור. גלגל התנופה מתוכנן כך שיוכל לספק את האנרגיה המכנית הנוחצת לגנרטור במהלך הפסקת החשמל.



במערכת אל-פסק סטטית, במצב עבודה רגיל, מעגלי הפיקוד מוזנים מרשת החשמל דרך המעקף התפעולי. בעת התרחשותה של הפסקת חשמל יקבלו מעגלים אלה אספקה ממערך המצברים. יחידות אלה קטנות וזולות יחסית, הואיל והן מיועדות לספק חשמל למערכות הפיקוד בלבד, שהספקן נמוך. מערכת אל-פסק סטטית יעילה מצמד מנוע-גנרטור עם גלגל תנופה, אך גם יקרה ממנו.

יש לציין, כי ניתן לצרף למעגלי הפיקוד גם מעגלי בקרה בעלי הספק נמוך יחסית, כגון בקרי טמפרטורה, בקרים מחוכמים או וסחי מהירות קטנים, ולהזינם ביחד ממקור חלופי נפרד.

כיום ניתן להשיג באופן מסחרי וסתי מהירות אלקטרוניים למנועי העראה, המסוגלים להזין את המנועים מיד לאחר הפסקת חשמל חולפת, כך שלא ייגרם להם נזק. יותר מכך: קיימים וסתי מהירות אלקטרוניים, העומרים על מהירות המנועים המוזנים דרכם במשך הפסקת החשמל החולפת. הדבר נעשה באמצעות האנרגיה החשמלית האגורה בקבלים, שהם חלק אינטגרלי ממבנה וסתיים אלה.

גיבוי כל הציוד החיוני כצעד אחרון

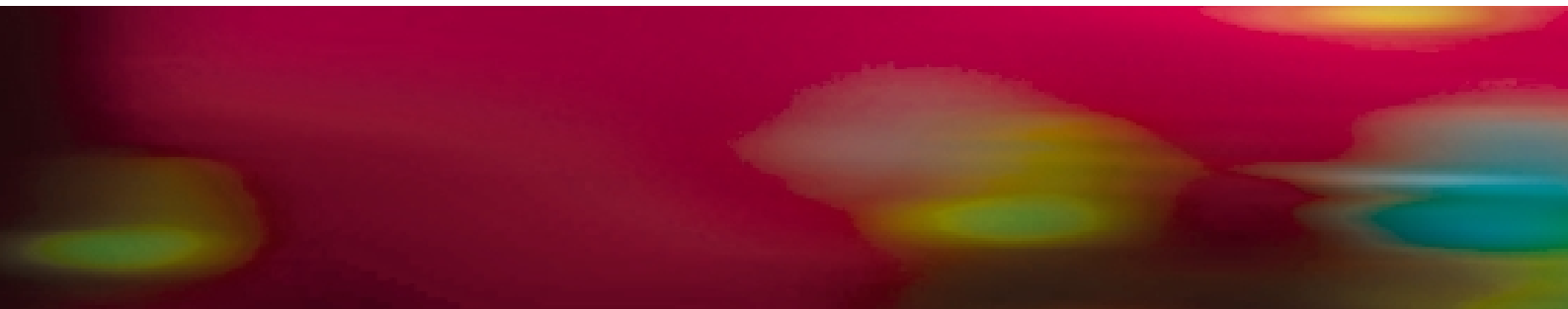
כאשר אף אחת מהאפשרויות הנ"ל אינה מתאימה לפתרון בעיית הפסקות חשמל חולפות, יש לשקול, כצעד אחרון, שימוש ביחידת אל-פסק גדולה, שתשרת גם את המתקנים בעלי ההספק הגבוה. יחידה זו מתחברת בקביעות למתקן החשמל ומזינה את כל הציוד החיוני של תהליך הייצור.

מערכת האל-פסק יקרה למדי, ולכן רכישתה מחייבת בדיקה טכנו-כלכלית מעמיקה שבמסגרתה חיבדק, בין היתר, עלות הנזקים כנגד ההשקעה הנדרשת בציוד זה.

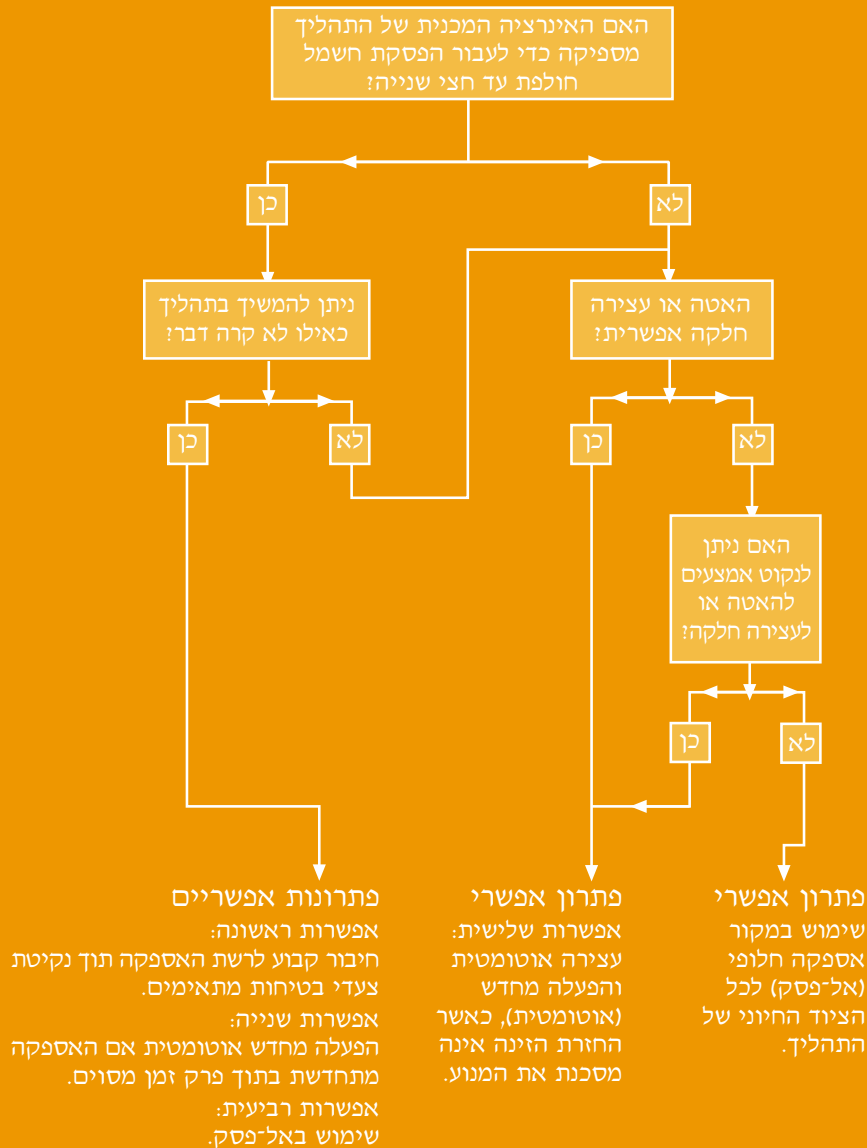
בבחירת האל-פסק יש להקפיד על הגודל האופטימלי הנחוץ (תוך התייחסות לפיתוח העתידי של המפעל ולציוד שיוזן באמצעות האל-פסק) ועל אופן שילובו במערכת אספקת החשמל. כמו כן יש לתת את הדעת לסוג האל-פסק - דינמי או סטטי - אמינותו ושכיחות התקלות בו, וכן לבדוק היטב אם הוא מסוגל לענות על דרישות התהליך, דהיינו - להבטיח את אמינות אספקת החשמל בשעת הצורך בלי שמערכת הגיבוי עצמה תהווה מטרד תחזוקתי. מומלץ מאוד להיוועץ במומחה לנושאים אלה בטרם יוחלט ליישם פתרון של התקנת אל-פסק.

באיור 16 מוצגים הפתרונות הטכניים האפשריים למניעת נזקי הפסקות חשמל חולפות.

כל האמצעים הטכניים שתוארו לעיל, מיושמים כיום בהצלחה בכמה ענפי תעשייה - פלסטיקה, זכוכית, אלקטרוניקה ואחרים.



איור 16: פתרונות אפשריים למניעת נזקי הפסקות חשמל חולפות



סיכונים



אמצעים טכניים שונים, שרק חלקם נסקרו בעלון זה, מאפשרים למזער נזקים הנובעים מהפרעות חשמל חולפות. חלק מהאמצעים זולים וקלים יחסית ליישום, ואחרים - משוכללים ויקרים. לא בכל מקרה כדאי להשקיע משאבים רבים בפתרון הבעיות הקשורות להפסקות חשמל חולפות. המטרה היא מציאת הפתרון האופטימלי, שיתאים באופן פרטני לכל ציוד, קו ייצור, תהליך או מפעל. אמצעים אלה צריכים להיבחר עפ"י שיקולים טכנו-כלכליים, הכוללים בין היתר את בחינת עלות הנזקים כנגד ההשקעה הנדרשת במניעתם. למטרה זו מומלץ להיעזר באיש מקצוע מתאים בעל ידע וניסיון מוכח בנושא.

הגישה המקובלת כיום בארצות התעשייתיות בעולם היא שבמקביל לשיפורים במערכותיהן של חברות החשמל, צריכים הלקוחות ליישם פתרונות ספציפיים במתקניהם, שכן הפתרונות לרוב נזקי הפסקות החשמל החולפות ניתנים לביצוע במתקני הלקוחות בלבד.

יצרני ציוד חשמלי בעולם מודעים היטב לבעיות הנובעות מהפרעות באספקת החשמל ועוסקים בפיתוח אמצעים, המצמצמים את רגישות הציוד להפרעות אלה. מקצת האמצעים מותקנים על-ידי היצרן כחלק אינטגרלי מהציוד ואמצעים אחרים מותקנים על-ידי הלקוח בנוסף לציוד - אם וכאשר הוא מגיע למסקנה שהדבר מוצדק מהיבט הכלכלי. לפיכך, בעת רכישת הציוד יש לבדוק היטב את מידת חסינותו להפרעות חשמל ולקבל החלטות בהתאם.



לפרטים נוספים נא להתקשר
למהנדס נוראני שגיב,
המחלקה ליעול הצריכה,
אגף השיווק של חברת החשמל
טל: 04-8182685



חברת החשמל

הופק על ידי יחידת התקשורת קשרי הציבור והפרסום - בשיתוף המחלקה ליעול הצריכה אגף השיווק - חברת החשמל

הוכן ונערך על ידי המהנדס נוראני שגיב,
המחלקה ליעול הצריכה, אגף השיווק, חברת החשמל