

# תוכן עניינים

## 1. מבנה מערכת ארצית לאספקת החשמל

- 1.1 מבוא 1.....
- 1.2 מערכת ייצור.....
- 1.2.1 תחנת כוח תרמו אלקטרית (פחמית).....
- 1.2.2 תחנת כוח הפועלת על גז טבעי.....
- 1.2.3 הפקת אנרגיה על ידי השמש.....
- 1.3 מערכת ההולכה והחלוקה.....
- 1.3.1 מערכת ההולכה.....
- 1.3.2 תחנת מיתוג.....
- 1.3.3 תחנת משנה.....
- 1.3.4 מערכת החלוקה.....
- 1.4 שיטות הזנה.....
- 1.4.1 צורות חיבור של רשתות.....
- 1.5 מבנה מכני של הרשת.....
- 1.5.1 מבנה רשת עילית.....
- 1.5.2 מבנה רשת תת קרקעית.....

## 2. תהליך בחירת שטח חתך של מוליכים

- 2.1 מבוא 19.....
- 2.2 חישוב ובחירת שטח חתך המוליכים על פי מפל מתח
- 2.2.1 מותר ברשת רדיאלית 19.....
- 2.2.1 שלבי חישוב בבחירת שטח חתך על פי מגבלת מתח ברשת רדיאלית 21.....
- 2.2.2 חישוב מפלי מתח ושטחי חתך עבור מתח חילופין
- 2.2 מופעי ברשת רדיאלית 22.....

	2.2.3	חישוב מפלי מתח ושטחי חתך עבור מתח חילופין
34.....		תלת מופעי ברשת רדיאלית
	2.3	חישוב שטח חתך המוליכים על פי הפסדי הספק עבור שטח
39.....		חתך אחיד ובלתי אחיד ברשת רדיאלית
	2.3.1	חישוב הפסדי הספק ממשיים ובחירת שטח חתך
39.....		ברשת רדיאלית חד מופעית
	2.3.2	חישוב הפסדי הספק ממשיים ובחירת שטח חתך
44.....		ברשת רדיאלית תלת מופעית
	2.4	חישוב ובחירת שטח חתך עבור רשת טבעתית המוזנת משני
48.....		מקורות מתח שווים ושני מקורות מתח שונים
	2.4.1	חישוב ובחירת שטח חתך על פי מגבלת מפל מתח מותר
49.....		ברשת טבעתית המוזנת משני מקורות מתח שווים
	2.4.2	חישוב שטח חתך על פי מגבלת מפל מתח מותר
56.....		ברשת טבעתית המוזנת משני מקורות מתח שווים
	2.4.3	חישוב שטח חתך על פי מגבלת הפסדי הספק מותרים
69.....		ברשת טבעתית המוזנת משני מקורות מתח שווים
	2.4.4	חישוב שטח חתך על פי מגבלת הפסדי הספק מותרים
74.....		ברשת טבעתית המוזנת משני מקורות מתח שונים
76.....	2.5	בחירת שטח חתך של מוליכי המעגל על פי העמסה המותרת
	2.5.1	סוגי מבטחים המיועדים להגן על מוליכי המעגל בפני
77.....		זרם העמסת יתר וזרם קצר
	2.5.2	בחירת שטח חתך ומבטח הגנה מהיבט הגנה בפני
77.....		זרם העמסת יתר בלבד
104.....	2.5.3	בחירת מבטח להגנה בפני זרם קצר

### 3. שיפור מקדם הספק

- 3.1 מבוא 117.....
- 3.1.1 נזקים בעקבות הספק עיוור (ריאקטיבי) Q 118.....
- 3.1.2 מהו מקדם הספק (Power Factor) 118.....
- 3.2 שיפור מקדם הספק 120.....
- 3.2.1 שיטות לשיפור מקדם הספק 120.....
- 3.2.2 שיטות להתקנת קבלים לצורך שיפור מקדם הספק 122.....
- 3.2.3 מגענים למיתוג של סוללות קבלים 125.....
- 3.2.4 בקר דוגם וממתג קבלים לצורך שיפור מקדם הספק 128.....
- 3.2.5 חישוב הספק סוללת קבלים 129.....
- 3.2.6 צורת חיבור קבלים וחישוב קיבול הקבל 130.....
- 3.2.7 קביעת שטח חתך ומבטח הגנה בקו הזינה של סוללת קבלים 143.....
- 3.2.8 אמצעים לפריקת מטענו של הקבל 144.....

### 4. קצר ברשתות חשמל

- 4.1 מבוא 155.....
- 4.1.1 מהו קצר חשמלי? 155.....
- 4.1.2 מהו זרם קצר? 155.....
- 4.1.3 סוגי קצרים 155.....
- 4.2 שלבי חישוב זרם קצר תלת מופעי 157.....
- 4.2.1 חישוב עכבת הקצר Z 157.....
- 4.2.2 חישוב היגב של גנרטור 157.....
- 4.2.3 חישוב מערכת אספקה במתח גבו 158.....
- 4.2.4 חישוב עכבה של שנאי 158.....
- 4.2.5 חישוב עכבה של קו 160.....
- 4.2.6 חישוב זרם קצר ביציאת השנאי 161.....
- 4.2.7 חישוב הספק קצר תלת מופעי וקביעת כושר ניתוק של מבטח 161.....

167.....	4.3 שיקוף עכבות, זרמים ומתחים
167.....	4.3.1 שיקוף עכבה של שנאי
168.....	4.3.2 שיקוף עכבה של קו
168.....	4.3.3 שיקוף מתח
169.....	4.3.4 שיקוף זרם
177.....	4.4 תופעת הקצר (תופעת מעבר)
179.....	4.4.1 ערך רגעי מרבי של זרם הקצר $I_{\text{הלם}}$

## 5. מבטחים - הגנה בפני זרם יתר וזרם קצר

193.....	5.1 מבוא
193.....	5.2 זרם יתר במתקן חשמלי
194.....	5.3 מבטחים ויעודם
194.....	5.3.1 כללי
194.....	5.3.2 חובת הגנה
195.....	5.4 מיקום התקנתו של המבטח
195.....	5.5 איסור התקנת המבטח
196.....	5.6 ייעודו של המבטח
196.....	5.7 סוגי מבטחים המיועדים להגנה בפני זרם יתר
196.....	5.7.1 נתיך
204.....	5.7.2 מא"ז
213.....	5.7.3 הגנה על מנוע ומוליכיו
216.....	5.7.4 מפסק זרם
219.....	5.7.5 ברירות (סלקטיביות)

## 6. לוחות חשמל ופסי צבירה

- 6.1 מבוא..... 234
- 6.2 הגדרות ונתונים של פסי צבירה..... 235
- 6.2.1 טבלה לחישוב מומנט התמדה, מומנט התנגדות ומשקל של פס..... 237
- 6.3 שיטות התקנה של פסי צבירה..... 237
- 6.4 שלבים לבחירת פסי צבירה..... 239
- 6.4.1 בחירת ממדי הפס וחישוב שטח חתך תוך עמידה בהעמסה המותרת..... 239
- 6.4.2 בדיקת עמידות פס צבירה בהלם חום..... 239
- 6.4.3 בדיקת עמידות הפס בפני כוחות אלקטרו-דינמיים..... 240
- 6.4.4 חישוב מאמץ כפיפה בפס צבירה..... 243
- 6.4.5 בדיקת תדירות עצמית של הפס ועמידה בפני תהודה.... 244
7. בטיחות בחשמל- הארקות ואמצעי הגנה בפני חשמול
- 7.1 מבוא..... 258
- 7.1.1 מתח תקלה  $U_F$ ..... 258
- 7.1.2 מתח מגע  $U_B$ ..... 258
- 7.1.3 מתח צעד  $U_{step}$ ..... 258
- 7.1.4 התחשמלות..... 259
- 7.2 הגדרות- מושגי יסוד..... 263
- 7.3 הארקות שיטה..... 264
- 7.3.1 הגדרה..... 264
- 7.3.2 מטרתה..... 264
- 7.3.3 הארקות שיטה בזרם חילופין..... 264
- 7.4 אמצעי הגנה בפני חשמול..... 266
- 7.4.1 חלוקת אמצעי הגנה בפני חשמול על פי מטרתם..... 267
- 7.4.2 משמעות האותיות בשיטות חיבור להארקה..... 268

268.....	7.5 הארקת הגנה (TT)
268.....	7.5.1 הגדרה
268.....	7.5.2 מטרה
268.....	7.5.3 אופן ביצוע
270.....	7.5.4 התנגדות האלקטרודה ועכבת לולאת התקלה
271.....	7.5.5 משמעות האותיות (TT)
283.....	7.6 שיטת איפוס TN-C-S
283.....	7.6.1 הגדרה
283.....	7.6.2 מטרה
283.....	7.6.3 תנאים לביצוע איפוס
284.....	7.6.4 תנאים למוליך האיפוס PEN
285.....	7.6.5 אופן הביצוע
287.....	7.6.6 משמעות האותיות TN-C-S
288.....	7.6.7 חסרונות של שיטת איפוס TN-C-S
297.....	7.7 שיטת איפוס TN-S
299.....	7.7.1 משמעות האותיות TN-S
299.....	7.8 זינה צפה IT + משגוח
299.....	7.8.1 הגדרה
299.....	7.8.2 מטרה
300.....	7.8.3 מאפייני השיטה
300.....	7.8.4 תנאים לשימוש בזינה צפה
301.....	7.8.5 בדיקה תקופתית של המשגוח
301.....	7.8.6 אופן ביצוע
302.....	7.8.7 עקרון פעולה של המשגוח

304.....	7.9 הפרד מגן
304.....	7.9.1 הגדרה
304.....	7.9.2 מטרה
304.....	7.9.3 מאפייני השיטה
304.....	7.9.4 מקור הזינה ומתחיו
305.....	7.9.5 תנאים לשימוש בהפרד מגן
	7.9.6 אמצעי בטיחות במקומות בעלי סכנה מוגברת בהם
306.....	ישנו שימוש בהפרד מגן
306.....	7.9.7 אופן הביצוע
	7.9.8 מדוע בשיטת הפרד מגן אסור לחבר שני מכשירים
309.....	בו זמנית למעגל המופרד?
310.....	7.10 מתח נמוך מאוד
310.....	7.10.1 הגדרה
310.....	7.10.2 מטרה
310.....	7.10.3 מאפייני השיטה
310.....	7.10.4 מקור זינה במתח נמוך מאוד
311.....	7.10.5 כללים חשובים
312.....	7.11 מפסק מגן הפועל בזרם דלף (פחת)
312.....	7.11.1 הגדרה
312.....	7.11.2 מטרה
312.....	7.11.3 מאפייני השיטה
312.....	7.11.4 עקרון פעולה
317....	7.11.5 סיווגים של מפסקים מפני זרם דלף למספר קבוצות
318.....	7.11.6 סוגים של מפסקים מפני זרם דלף
	7.11.7 רגישותו של מפסק מפני זרם דלף על פי
321.....	מקום הימצאותו

	7.11.8 שימוש כהגנה בלעדית במפסק מגן הפועל
322.....	בזרם דלף.....
324.....	7.11.9 בדיקה של מפסק מגן הפועל בזרם דלף.....
	7.11.10 זמנים מרביים של פעולת מפסק מגן הפועל
325.....	בזרם דלף.....
	7.11.11 בדיקה של מפסק מגן הפועל בזרם דלף באמצעות
325.....	מכשיר של חברת <i>METREL</i> .....
327.....	7.11.12 תכונות מפסק מגן והפסקת זינה על ידו.....
	7.11.13 דרישות ממפסק מגן הפועל בזרם דלף
327.....	בחצרים חקלאיים.....
	7.11.14 דרישות ממפסק מגן הפועל בזרם דלף
328.....	באתרים רפואיים.....
330.....	7.12 בידוד מגן.....
330.....	7.12.1 מטרת השיטה.....
330.....	7.12.2 מאפייניו של ציוד המוגן בשיטת בידוד מגן.....

## 8. תאורה חשמלית וחישוביה

332.....	8.1 תכנון תאורה.....
332.....	8.1.1 כמות האור.....
333.....	8.1.2 איכות האור.....
335.....	8.2 מונחים בסיסיים לאפיון תאורה.....
340.....	8.3 עקום פוטומטרי (פולארי).....
340.....	8.4 שלבי תכנון תאורת פנים על פי שיטת מקדמי ניצול החלל.....
346.....	8.5 הבהובים ותופעת סטרובוסקופיה.....
353.....	8.6 שלבי תכנון תאורה על פי שיטה נקודתית.....
378.....	8.7 סימנים מוסכמים ופוטומטריה.....
379.....	8.8 רמת <i>IP</i> לגופי תאורה.....



381.....תאורת חירום. 8.9

381.....8.9.1 מבוא

381.....8.9.2 אופן עבודה של גופי תאורת חירום

382.....8.9.3 דרישות טכניות

**9. פתרונות מלאים של מבחנים חיצוניים (משרד החינוך)**

383.....אביב 2015

386.....אביב 2016

398.....אביב 2017

418.....אביב 2018

434.....אביב 2019

447.....אביב 2020

454.....אביב 2021