

מכון התקנים הישראלי בחזית העשייה

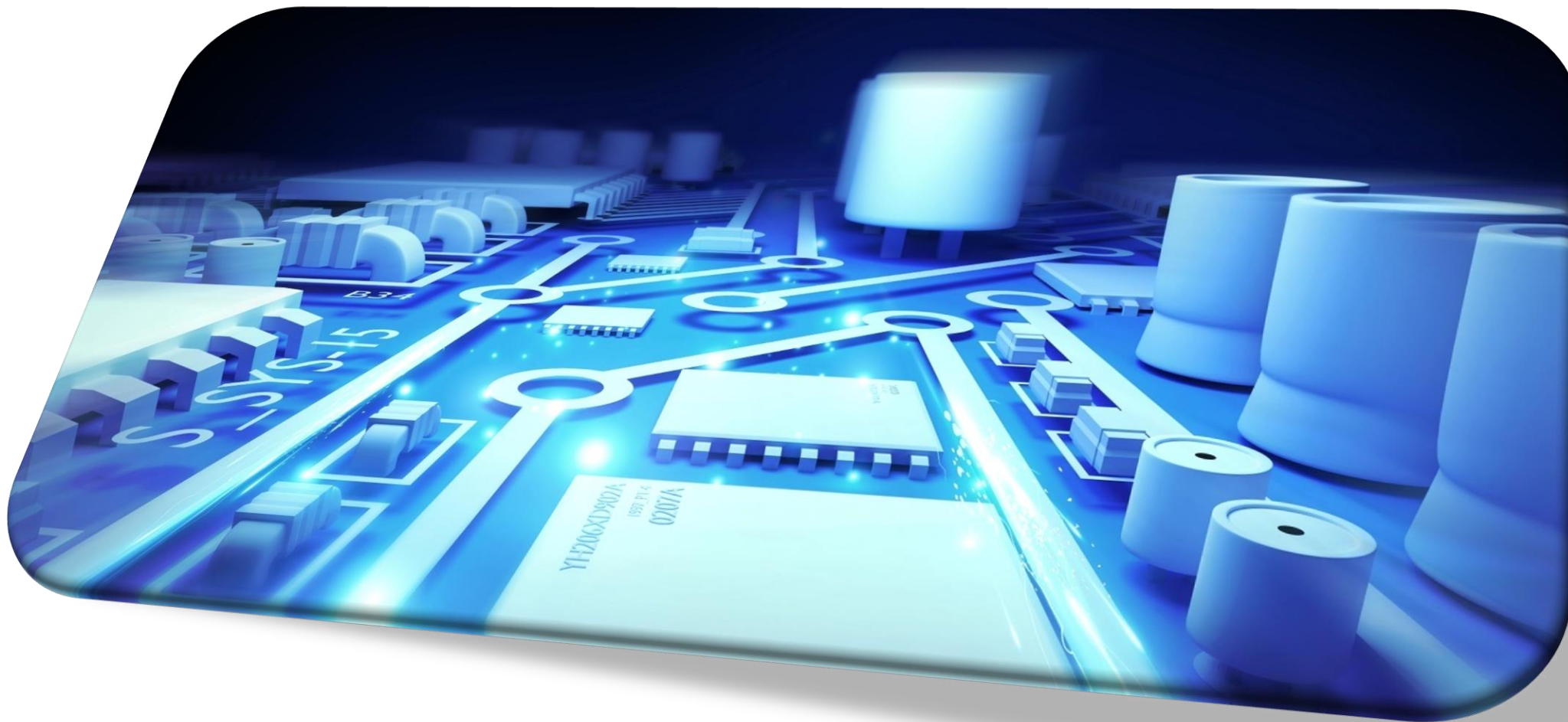
Electrical Energy Storage System - EESS

**בדיקת התאמה לתקן של מערכות
טכנולוגיות חדשות בתחום ייצור חשמל
באנרגיה מבוזרת במתקני מתח גבוה
ונמוך ואגירת אנרגיה.**

**מעבדה לחשמל מכון התקנים הישראלי
תחום בדיקות ציוד מתח גבוה ונמוך**

בדיקת מערכות וציוד מתח גבוה ונמוך

אתגרי התקינה- הצגת פעילות מכון התקנים



מהפיכת ייצור חשמל מבוזר ואנרגיות מתחדשות

במעבדה לחשמל במכון התקנים תוכלו למצוא מגוון שירותי בדיקה ומענה הנדסי מיטבי, המאפשר פתרונות מותאמים אישית - **והכל תחת קורת גג אחת!**



הנדסת מערכת
איתור כשלים
בהתקנה
אופיינית
בשטח.

אימות הנחיות
הצהרות -
אימות התאמה
לחוק ותקנות
מנהליות
בישראל

אימות בדיקות
לפי תקן -
Evidence Test
Witness מעבדה
מאושרת ISO
17025

מהפיכת ייצור חשמל מבוזר ואנרגיות מתחדשות תקן אב ישראלי - 62933



IEC (EN) 62933-1

Electrical energy storage (EES) systems - Part 1: Vocabulary

IEC (EN) 62933-2-1

Electrical energy storage (EES) systems - Part 2-1: Unit parameters and testing methods - General specification

IEC (EN) TS 62933-3-1

Electrical energy storage (EES) systems - Part 3-1: Planning and performance assessment of electrical energy storage systems - General specification

IEC (EN) 62933-5-1

Electrical energy storage (EES) systems - Part 5-1: Safety considerations for grid-integrated EES systems - General specification

IEC (EN) 62933-5-2

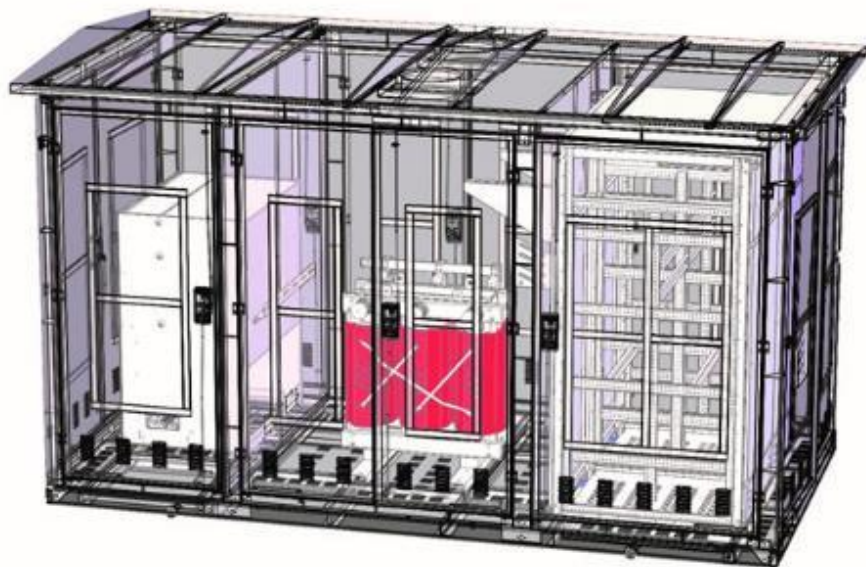
Electrical energy storage (EES) systems - Part 5-2: Safety requirements for grid-integrated EES systems - Electrochemical-based systems

הקמת וועדת מומחים – הנדסית
פברואר 2025



משהב"ט צה"ל חברת החשמל
נוגה ממונה על התקינה כבאות ארצית
סולראג' פורום בודקי 3 בביליוס
סאנגרו ארדן איטון TMC

חלות תקן – מערכות מתח גבוה במערכות אגירת אנרגיה EESS



62271-1

תקן אב כללי

62271-307

נגזרת בדיקות אב
טיפוס



62271-202/312

חדר מתח גבוה
(מכולה).

62771-105

נתיכים



62271-102

מנתקים ומקצרי
הארקה



62271-100,103

מפסקים כללי, ועד
52kV

62271-200

מבני לוחות מתח
גבוה

חלות תקן – ציוד פיקוד ובקרה מתח גבוה



IEC 61869-1

ציוד נלווה לארון
מתח גבוה

IEC 60099-4

הגנת ברקים

IEC 61896-9

בקרה דיגיטלית
לשנאי מדידה

IEC 61896-3

שנאי מתח

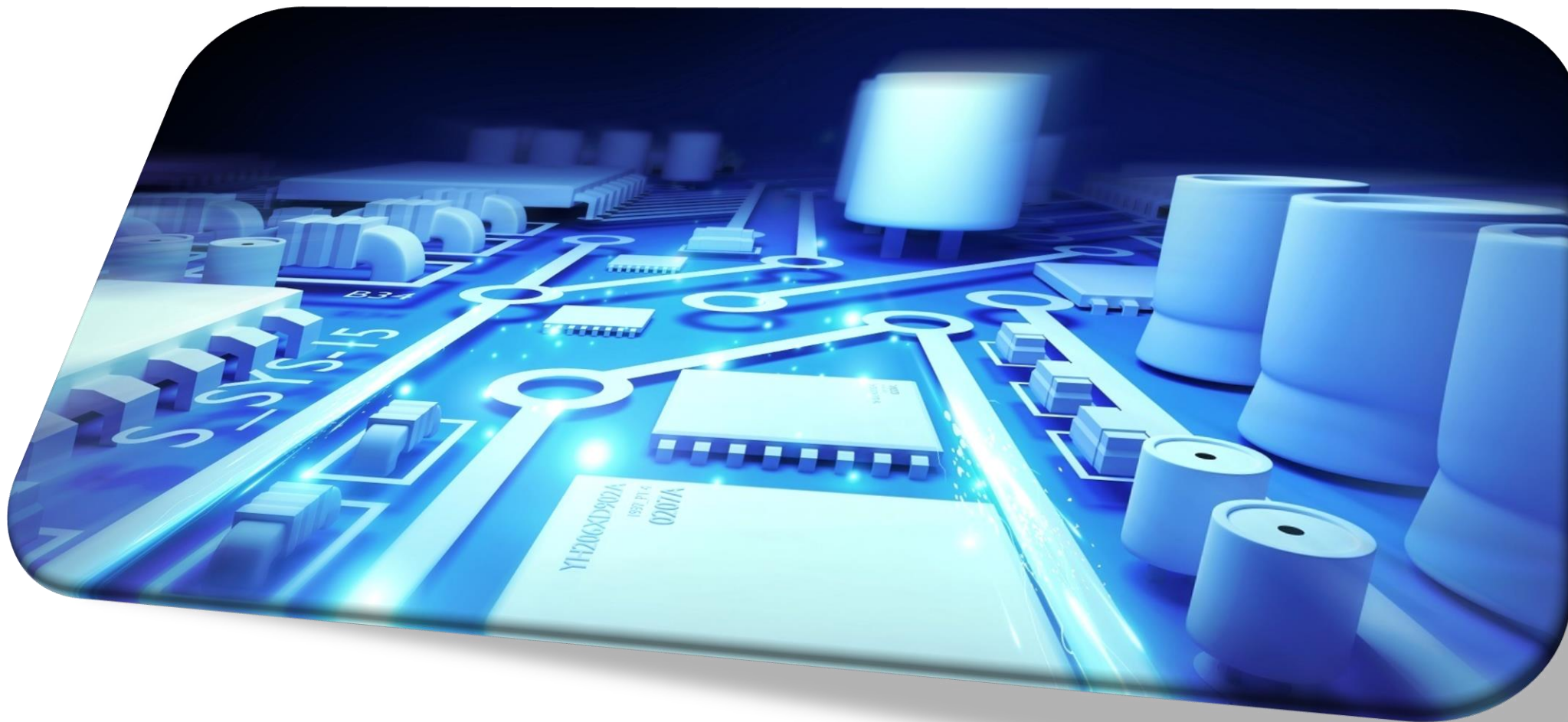
IEC 61896-2

שנאי זרם



בדיקת מערכות וציוד מתח גבוה ונמוך

אתגרי בדיקת מתקן כולל בהתאם לתקינה



מערכת אגירת אנרגיה EESS - יצור ע"ב PV



מערכת אגירת אנרגיה EESS - המרה DC-AC



מערכת אגירת אנרגיה EESS - השנאה ומיתוג לרשת מתח גבוה



מערכת אגירת אנרגיה EESS - השנאה



מערכת אגירת אנרגיה EESS - מיתוג מתח גבוה





מערכת אגירת אנרגיה EESS - סוללות ליתיום



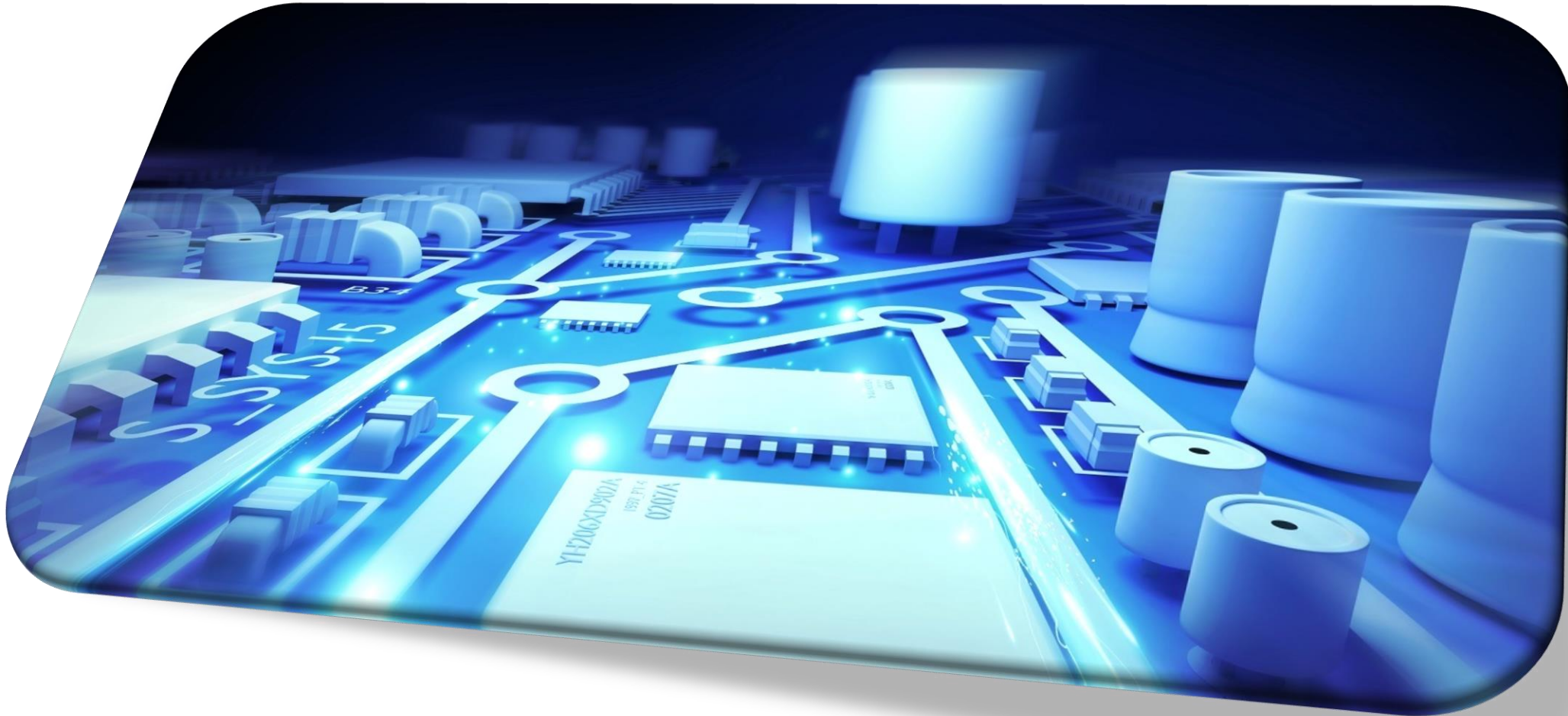
$$733kWh = 8 \times 8 \times 2 \times 5734Ah$$
$$36kAh = 8 \times 8 \times 2 \times 280Ah$$



SUNGROW	
产品名称 Product Name	电池模块 Battery Module
生产厂家 Manufacturer	阳光储能技术有限公司 Sungrow Energy Storage Technology Co., Ltd.
产品规格 Product Specification	Li-Module-EES 204.8V-28.6kW-28.6kW-57.3kWh-57.3kWh
产品型号 Product Model	P573-111
额定电流 Rated Current	140A
额定电量 Rated Energy	57344Wh
额定容量 Rated Capacity	280Ah

בדיקת מערכות וציוד מתח גבוה ונמוך

תקציר בדיקות לפי סוגי הציוד והתקינה



בדיקת התאמה לתקן ישראלי 60076 שנאי הספק – חלקי התקן

• 29 חלקי תקן IEC 60076 (2 חלקים 1/11 מאומצים כתקן ישראלי)

• חלקים מרכזיים רלוונטים בתהליך התאמה לתקן

1. חלק 1 – דרישות כלליות

2. חלק 2 – ביצוע בדיקות השפעת עליית טמפ'

3. חלק 3 – ביצוע בדיקות חוזק דיאלקטרי/בידוד

4. חלק 4 – ביצוע בדיקות פגיעת ברק LI

5. חלק 5- ביצוע בדיקות או חישוב השפעות דינאמיות /טמפ' – של קצר חשמלי

6. חלק 7 – נוזל קירור (טיב שמן)

7. חלק 10 – בדיקות רעש DB

8. חלק 11 – תוספת בדיקות לשנאי יבש

9. חלק 18 – בדיקת תגובת תדר לשנאי

10. חלק 1-22 – הגנות בשנאים – דרישות לאבזרים

11. חלק 5-22 – מאווררים – דרישות לצידוד



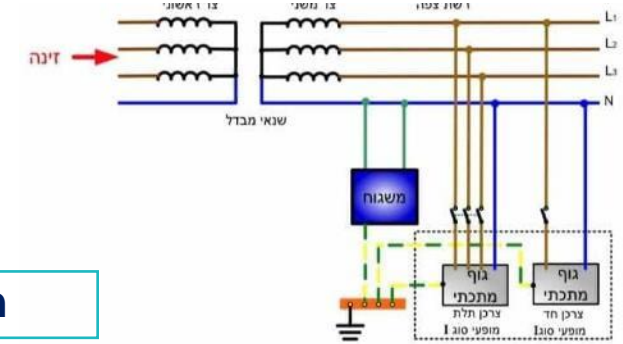
נוב' 2021 – יש לנו תקן ישראלי

מס'ד	שם התקן	פירוט	קישור	הערות
1	POWER TRANSFORMERS: GENERAL	ראשי - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטאי שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-1:2011	בן לאפי
2	POWER TRANSFORMERS: Temperature rise for liquid-immersed transformers	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-2:2011	תקן ישראלי חוקי 2014
3	Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-3:2013	תקן ישראלי חוקי 2014
4	Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-3:2013/AMD1:2018	תקן ישראלי חוקי 2014
5	Guide to the lightning impulse and switching impulse testing - Power LI transformers and reactors	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-4:2002	תקן ישראלי חוקי 2014
6	Ability to withstand short circuit	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-5:2006	תקן ישראלי חוקי 2014
7	Reactors	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-6:2007	תקן ישראלי חוקי 2014
8	Loading guide for mineral-oil-immersed power transformers	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-7:2018	תקן ישראלי חוקי 2014
9	Application guide	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-8:1997	תקן ישראלי חוקי 2014
10	Determination of sound levels	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-10:2016	תקן ישראלי חוקי 2014
11	Determination of sound levels - Application guide	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-10:2016/AMD1:2020	תקן ישראלי חוקי 2014
12	Part 10-1: Determination of sound levels - Application guide	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-11:2018	תקן ישראלי חוקי 2014
13	Dry-type transformers	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-12:2008	תקן ישראלי חוקי 2014
14	Self-protected liquid-filled transformers	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-13:2006	תקן ישראלי חוקי 2014
15	Liquid-immersed power transformers using high-temperature insulation materials	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-14:2013	תקן ישראלי חוקי 2014
16	Gas-filled power transformers	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-15:2015	תקן ישראלי חוקי 2014
17	Measurement of frequency response	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-18:2012	תקן ישראלי חוקי 2014
18	Rules for the determination of uncertainties in the measurement of the losses on power transformers and reactors	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC TS 60076-19:2013	תקן ישראלי חוקי 2014
19	Rules for the determination of uncertainties in the measurement of the losses of power transformers	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-19-1:2023	תקן ישראלי חוקי 2014
20	Energy efficiency	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC TS 60076-20:2017	תקן ישראלי חוקי 2014
21	Standard requirements, terminology, and test code for step-voltage regulators	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-21:2018	תקן ישראלי חוקי 2014
22	Power transformer and reactor fittings - Protective devices	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-22-1:2019	תקן ישראלי חוקי 2014
23	Power transformer and reactor fittings - Removable radiators	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-22-2:2019	תקן ישראלי חוקי 2014
24	Power transformer and reactor fittings - Insulating liquid to air heat exchangers	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-22-3:2019	תקן ישראלי חוקי 2014
25	Power transformer and reactor fittings - Insulating liquid to water heat exchangers	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-22-4:2019	תקן ישראלי חוקי 2014
26	Power transformer and reactor fittings - Electric pumps for transformers	תקן האב - חלק כללי - הנחות לכלל השנאים בדגש שטן. המפה לשאר חלקי התקן לביצוע השלמות של GENERAL בדיקות לצד עקר, צד עזר ופיקוד	IEC 60076-22-5:2021	תקן ישראלי חוקי 2014
27				



התאמה לתקן מתח נמוך – מערכות אגירת אנרגיה

זינה צפה – מורד הזינה



ת"י 61439

לוחות חשמל
מתח נמוך

ת"י 60947

ציוד מיתוג מתח
בנמוך

ת"י 61008-9

מפסקי מגן

ת"י 60502

כבלים מתח גבוה
ונמוך

UL-9540 A

בטיחות סוללות

IEC 63056

בטיחות סוללות

IEC 62933-5-3

בטיחות מכולות
אגירה

ת"י 1220-3

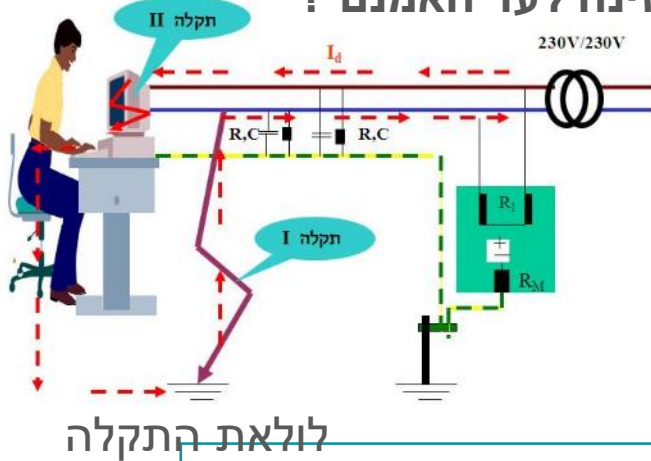
גו"כ מתקני חשמל

NFPA-855

רשמי



מעלה הזינה לעד האמנם ?



לולאת התקלה



רשימת תקנים נלווים בעלי חשיבות לנושא – מהותיים בצהוב

כותרת התקן	מספר תקן	רכיב
התקנות חשמליות במתח נמוך	IEC 60364 חלקים רלוונטיים	בדגש ציוד עזר כגון : מערכות ניתוק DC, זינה צפה, משגוחים, מניעת הפרעות ברשת
מפסקי פיקוד ומיתוג במתח נמוך – חלק 7: ציוד עזר	IEC 60947-7 חלקים רלוונטיים	ציוד מיתוג ללוחות חשמל – תקן ישראלי
מערכות סוללות זרימה ליישומים נייחים – חלק 2-2: דרישות בטיחות	IEC 62932-2-2	סוללות, סוללות זרימה
סוללות שניוניות בטמפרטורה גבוהה – חלק 2: דרישות ובדיקות בטיחות	IEC 62984-2	סוללות, טמפרטורה גבוהה
סוללות עופרת נייחות – חלק 11: סוגים מאווררים – דרישות כלליות ושיטות בדיקה	IEC 60896-11	סוללות עופרת פתוחות
סוללות עופרת נייחות – חלק 21: סוגים מוסדרי שסתום – שיטות בדיקה	IEC 60896-21	סוללות עופרת
סוללות עופרת נייחות – חלק 22: סוגים מוסדרי שסתום – דרישות	IEC 60896-22	סוללות עופרת מוסדרות שסתום
תאי וסוללות שניוניות המכילות אלקטרוליטים אלקליים או אחרים שאינם חומציים – דרישות בטיחות לשימוש תעשייתי	IEC 62619	סוללות ליתיום-יון



מכון התקנים הישראלי

סוללות ליתיום-יון	IEC 63056	דרישות בטיחות לתאי וסוללות ליתיום שניוניות במערכות אגירת אנרגיה
סוללות ניקל-מתכת אטומות	IEC 63115-2	תאי וסוללות ניקל-מתכת אטומות לשימוש תעשייתי – חלק 2: בטיחות
מחברים	IEC 60999-1	התקני חיבור – מוליכי נחושת חשמליים – דרישות בטיחות למחברים עם וללא הברגה – חלק 1: דרישות כלליות
מחברים	IEC 60999-2	דרישות למחברים עם הברגה וללא הברגה להולכה מ-1.2 מ"ר עד 300 מ"ר
מחברים	IEC 61984	מחברים – דרישות בטיחות ובדיקות
כבלים חשמליים	IEC 62440	מדריך לשימוש בכבלים חשמליים במתח מדורג עד 450/750 וולט
בקורות חשמליות	IEC 60730-1	בקרים חשמליים אוטומטיים – חלק 1: דרישות כלליות
מערכות תאי דלק	IEC 62282-3-100	טכנולוגיות תאי דלק – חלק 3-100: מערכות כוח נייחות – בטיחות
נתיכים	IEC 60127-1	נתיכים זעירים – חלק 1: הגדרות ודרישות כלליות
מערכות HVAC	IEC 60335-2-40	מכשירים חשמליים לבית ולשימוש דומה – דרישות למזגנים, משאבות חום ומייבשי אוויר
מערכות בידוד	IEC 60085	בידוד חשמלי – הערכה תרמית וסיווג
ציוד מידע ותקשורת	UL 62368-1	ציוד שמע/וידאו וטכנולוגיית מידע ותקשורת – דרישות בטיחות
צבעים ולכות	ISO 12944 חלקים רלוונטיים	הגנה מפני קורוזיה של מבני פלדה באמצעות מערכות צבע מגן
תקעים ושקעים	IEC 60309 חלקים רלוונטיים	תקעים ושקעים ניידים ונייחים לשימוש תעשייתי
ממירי כוח	IEC 62109-1	בטיחות ממירי כוח לשימוש במערכות פוטו-וולטאיות – דרישות כלליות
ממירי כוח	IEC 62109-2	דרישות פרטניות לממירים לשימוש במערכות פוטו-וולטאיות
ממירי כוח	IEC 62477-1	דרישות בטיחות למערכות והתקני המרת כוח אלקטרוני – חלק 1: כללי

ממירי כוח	IEC 62477-2	דרישות לממירים מ-1000 וולט AC או 1500 וולט DC ועד 36 kV AC או 54 kV DC
ממירי כוח דו-כיווניים	IEC 62909-1	ממירים דו-כיווניים לרשת החשמלית – דרישות כלליות
ממירי כוח דו-כיווניים	IEC 62909-2	ממשק ממירים דו-כיווניים עם מקורות אנרגיה מבזרים
ספקי כוח	IEC 61204-7	ספקי כוח במתח נמוך – חלק 7: דרישות בטיחות
ממסרים	IEC 61810-1	ממסרים אלקטרומכניים – דרישות כלליות ובטיחות
הגנה בזרם דלף	IEC 60755	דרישות כלליות למכשירי הגנה מופעלים בזרם דלף
שסתומים סולנואידיים	IEC 60730-2-8	דרישות מיוחדות לשסתומי מים חשמליים – כולל דרישות מכניות
כבלי אספקה	IEC 60227-1	כבלי בידוד PVC במתח מדורג עד 450/750 וולט – דרישות כלליות
כבלי אספקה	IEC 60245-1	כבלים מבודדים בגומי – מתח עד 450/750 וולט – דרישות כלליות
הגנה מפני נחשולי מתח	IEC 61643-11	התקני הגנה בפני נחשולי מתח במתח נמוך – דרישות ושיטות בדיקה
מפסקים	IEC 61058-1	מפסקים למכשירים – דרישות כלליות
מפסקי פיקוד במתח גבוה	IEC 62271 חלקים רלוונטיים	מפסקי פיקוד ומיתוג במתח גבוה
ספקי כוח במיתוג	IEC 61558-2-16	דרישות מיוחדות ובדיקות לספקי כוח וממירים במיתוג
רכיבי קשר תרמי	IEC 60691	רכיבי קשר תרמי – דרישות ומדריך יישום
תרמיסטורים	IEC 60738-1	תרמיסטורים – מאפיינים כלליים
שנאים	IEC 61558-1	בטיחות שנאים, כורים, ספקי כוח וקומבינציות – דרישות כלליות ובדיקות
וריסטורים	IEC 61643-331	רכיבים להגנת מתח נמוך מנחשולי מתח – וריסטורים מבוססי תחמוצת מתכת
חוטי ליפוף	IEC 60317 חלקים רלוונטיים	מפרטים לסוגי חוטי ליפוף מסוימים
חיווט	IEC 60227-1	כבלי בידוד PVC עד 450/750 וולט – דרישות כלליות
חיווט	IEC 63294	שיטות בדיקה לכבלים חשמליים עד 450/750 וולט

8.104 Tests after erection on site

After erection, the assembly shall be tested to check correct operation.

All routine tests of Clause 8 which have not been performed at the manufacturer's premises shall be performed on site.

Additionally, for parts which are assembled on site and for compartments which are gas or liquid filled on site and which all have been previously routine tested, the following is applicable:

a) Voltage test of the main circuit;

Power-frequency voltage tests in dry conditions should be carried out on the main circuits of an assembly after the erection on site in exactly the same manner as specified in 8.2 for the routine test at the manufacturer's premises.

The power-frequency test voltage should be 80 % of the values indicated in 8.2 and be applied to each phase conductor of the main circuit in succession with the other phase conductors earthed. For the tests, one terminal of the test transformer is connected to earth and to the enclosure of the assembly.

Voltage transformers should be disconnected during dielectric site tests, unless the test frequency used for the site test is high enough to prevent core saturation;

b) Tightness tests: 8.5 is applicable;

c) Measurement of fluid condition after filling on site: 8.105 is applicable.

1. בדיקות חוזק דיאלקטריות מלאות
2. בדיקות הפרעות מתח מתקשורת רדיו
3. בדיקות התנגדויות
4. בדיקות רציפות זרם
5. בדיקות זרם קצר ושיא
6. בדיקות IK/IP
7. בדיקות אטימות (מערכות גז/ואקום)
8. בדיקות EMC
9. בדיקות מעגלי עזר בקרה ופיקוד
10. תוספת בדיקות למערכות ואקום (Radiation-X).
11. בדיקות תפעוליות - מכאניות

חלק 8 – בדיקות מחזוריות

1. בדיקות דיאלקטריות חלקיות – מעגל ראשי
2. בדיקות מעגלי עזר ובקרה
3. בדיקת התפרקויות חלקיות – חלק מהציוד
4. בדיקות התנגדות מעגל ראשי (תאימות לאב טיפוס).
5. בדיקות אטימות – גז / ואקום (Tightness).
6. בדיקות תפעוליות- התאמה לעיצוב המתוכנן

בדיקות מחזוריות במפעל יצרן מרכיב (ישראל)/אתר התקנה



1. בדיקות דיאלקטריות חלקיות (80%) - מעגל ראשי
2. בדיקות מעגלי עזר ובקרה-
3. בדיקות אטימות - גז / ואקום.
4. בדיקות התפרקויות חלקיות- להרכבה בישראל
5. בדיקות תפעוליות- התאמה לעיצוב המתוכנן



צב"ד - אטימות מפסק ואקום



צב"ד - סנסור דליפת גז Sf6



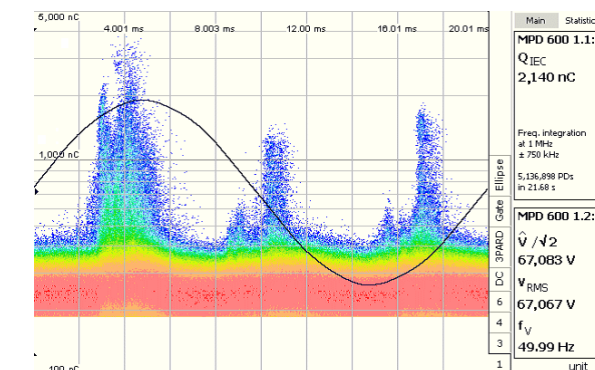
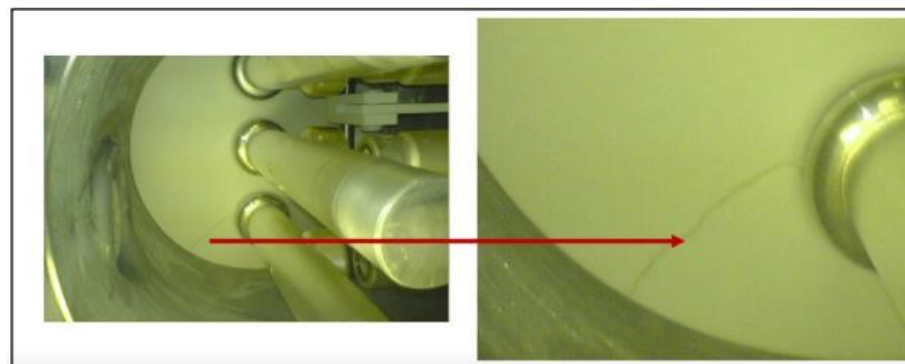
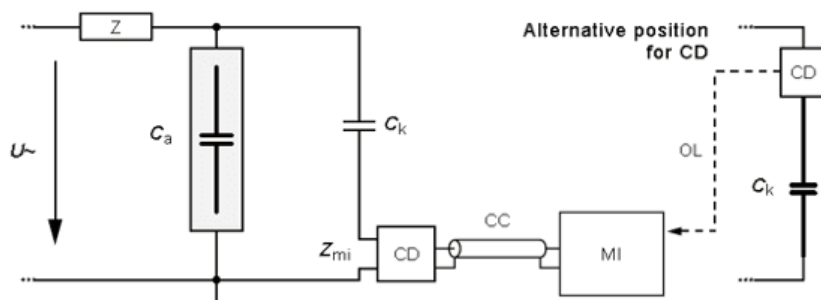
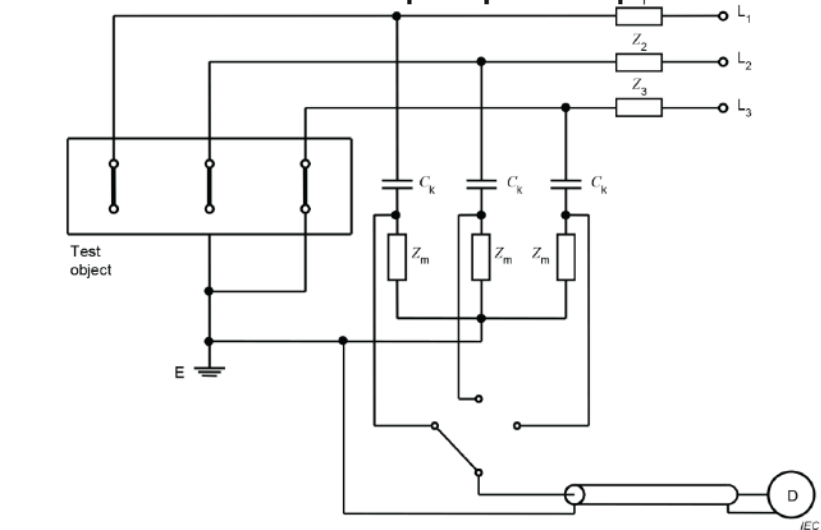
צב"ד - חוזק דיאלקטרי עד 100kV

צב"ד - מיקרומטר- מדידת התנגדויות DC/AC

איתור פגיעה על שלמות בידוד - במהלך העברה/התקנה אשר יכולה להיות מושפעת מהדברים הבאים:

- בליטות או חלקיקים קבועים
- חלקיקים נעים
- חללים במבודדים
- חיזוק מבנה לקוי
- כשל בידוד עקב אובדן לחץ/צפיפות גז

בדיקת יצרן (ישראל) - בדיקת התפרקויות חלקיות partial discharge tests



בדיקת התאמה לתקן 60076 שנאי הספק – מהות התהליך



- **אישור התאמה לתקן לשנאי הספק, יינתן על**
בסיס בדיקת תיעוד ביצועים ועמידה מלאה
במבחנים, לפי תעודות בדיקה עדכניות מטעם
מעבדות מוסמכות בארץ ובחו"ל, לפי ISO-17025
- רשימת שנאים שקיבלו אישור, תפורסם ותעודכן
מעת לעת באתר מכון התקנים ויהיו **תקפות עד**
ל-4 שנים.
- מיקוד סוגי הבדיקות ודרישות ברירת המחדל,
יהיו בהתאמה לתנאי הסביבה במקום ההתקנה
בארץ, כל זאת במטרה לצמצם את ההסתברות
לפגיעה ברשת החלוקה ותוך שמירה על עמידות
הציוד בדרישות האיכות והבטיחות המפורטים
בתקן.



בחינת התאמה לתקן 60076 על כל חלקיו – שנאי הספק

בדיקות ההתאמה לתקן של שנאי הספק, הינן בהתאם לתקנות החשמל ולדרישות תקן ישראלי **ת"י 60076** על כל חלקיו, לרבות דרישות חוק מניעת רעש, קרינה בלתי מיינת, וחוק פינוי מפגעי שמן, והנחיות מנהליות חח"י

29 חלקי תקן IEC 60076 (2 חלקים 1/11 מאומצים כתקן ישראלי), חלקים מרכזיים:

חלק 1 – דרישות כלליות

חלק 2 – ביצוע בדיקות השפעת עליית טמפ'

חלק 3 – ביצוע בדיקות חוזק דיאלקטרי/בידוד

חלק 4 – ביצוע בדיקות פגיעת ברק ו

חלק 5 – ביצוע בדיקות או חישוב השפעות דינאמיות /טמפ' – של קצר חשמלי

חלק 7 – נוזל קירור (טיב שמן)

חלק 10 – בדיקות רעש DB

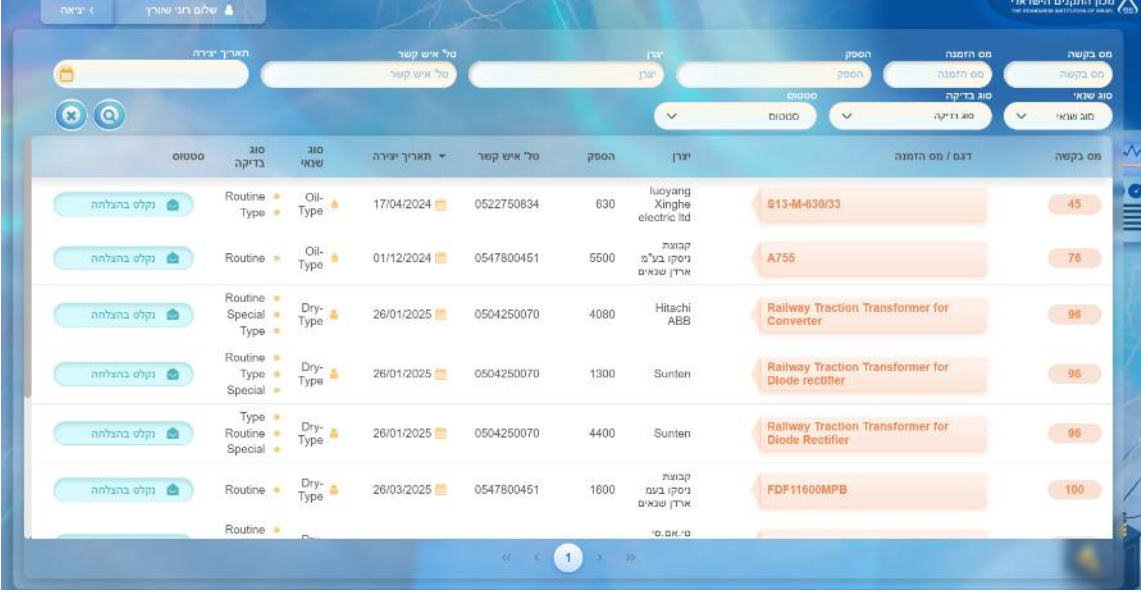
חלק 11 – תוספת בדיקות לשנאי יבש

חלק 18 – בדיקת תגובת תדר לשנאי

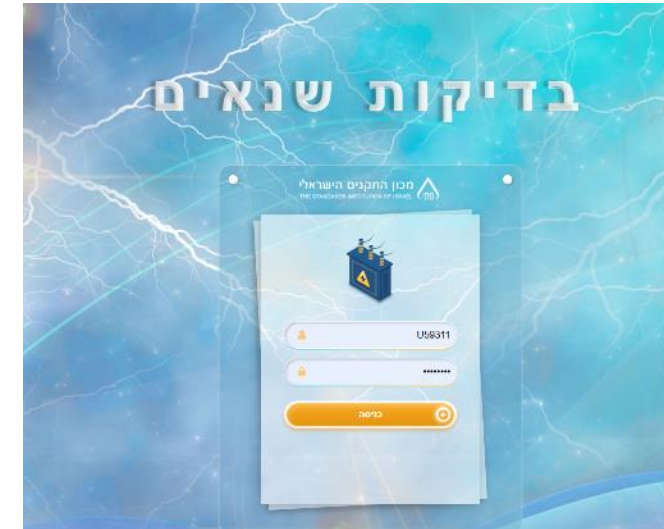
חלק 1-22 – הגנות בשנאים – דרישות לאבזרים

חלק 5-22 – מאווררים – דרישות לצידוד

הצגת מערכת שנאים – שירות נגיש ויישומי לקוח



מס. בקשה	מס. חשבונית	הספק	יצרן	סל איש קשר	תאריך יצירה	סוג שנאי	סוג בדיקה	סטטוס	נקלס בהצלחה
45	S13-M-630/33	630	luoyang Xinghe electric ltd	0522750834	17/04/2024	Oil-Type	Routine Type	OK	נקלס בהצלחה
76	A755	5500	קבוצת ניסקו בע"מ ארזן שנאים	0547800451	01/12/2024	Oil-Type	Routine	OK	נקלס בהצלחה
98	Railway Traction Transformer for Converter	4080	Hitachi ABB	0504250070	26/01/2025	Dry-Type	Routine Special Type	OK	נקלס בהצלחה
96	Railway Traction Transformer for Diode rectifier	1300	Sunten	0504250070	26/01/2025	Dry-Type	Routine Special Type	OK	נקלס בהצלחה
96	Railway Traction Transformer for Diode Rectifier	4400	Sunten	0504250070	26/01/2025	Dry-Type	Type Routine Special	OK	נקלס בהצלחה
100	FDF11600MPB	1600	קבוצת ניסקו בע"מ ארזן שנאים	0547800451	26/03/2025	Dry-Type	Routine	OK	נקלס בהצלחה



יכולת העלאת קבצים ותמונות עד 30Mb

סעיפי בדיקה להשלמת הלקוח על פי התקן והסעיף הרלוונטי

במעבדה לחשמל במכון התקנים תוכלו למצוא מגוון שירותי בדיקה ומענה הנדסי מיטבי העלאת מסמכים והצהרות רלוונטיות לשנאים וכן לציוד מתח גבוה, המאפשר פתרונות מותאמים אישית ללקוח –

הכל תחת קורת גג אחת !



מחזוריות בדיקה	סעיף בדיקה	פרטים
1 - אשור לקוח לפרסום באתר	2 - תעודת בדיקה	3 - תעודת להצהרות
4 - תעודת להצהרות	5 - תעודת להצהרות	6 - תעודת להצהרות

מערכת שנאים – בדיקות התאמה לתקן Type Test

Sound Level [Db]



1. בדיקת עליית טמפרטורה.

2. בדיקת עמידה במתח אימפולס.

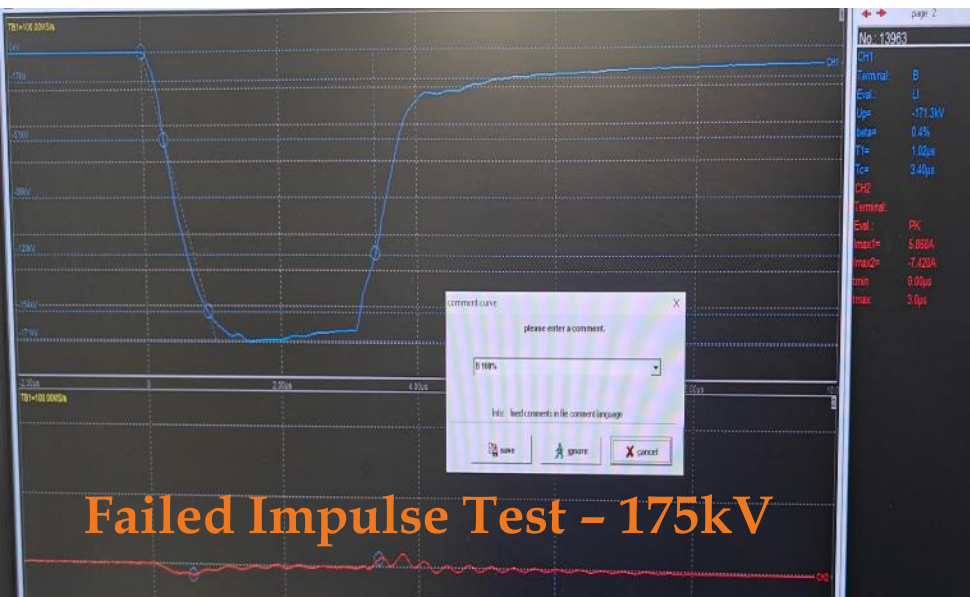
3. מדידת הפסדים ללא עומס
זרם ב-90%-ו-110%
מהמתח הנקוב.

4. קביעת רמת הקול- DB

5. מדידת צריכת החשמל של
מערכות הקירור בשנאים
עם אוורור מאולץ.



No Load Losses



Failed Impulse Test - 175kV

מערכת שנאים – בדיקות התאמה לתקן

בדיקות מיוחדות – Special Test

1. מדידת עכבת הקצר $UK\%$
2. מדידת עמידות נוזל הקירור – שנאי שמן.
3. מדידת עובי צבע.
4. בדיקת תפקוד של מעטה המגן.
5. מדידת מקדם פיזור $\tan \delta$
6. בדיקות לפי דרישות לקוח נוספות בהתאם להגדרות חברת החשמל.

בדיקות מחזוריות – Routine Test

1. מדידת יחס השנאה, ויציבות מתח בצד ראשוני ומשני.
2. מדידת התנגדות הסלילים.
3. מדידת עכבת קצר והפסדי שנאי בעומס.
4. מדידת הפסדי שנאי ללא עומס.
5. בדיקת יכולת עמידה במתח עבודה.
6. בדיקת יכולת עמידה במתח מושרה.
7. מדידת התנגדות בידוד.
8. בדיקת דליפות נוזל עם לחץ עבור שנאים טבולים בשמן.
9. בדיקה תפעולית של משנה דרגות, במידת הצורך.

מערכת שנאים – בדיקות עדות Evidence Test



בדיקות עדות – עליית
טמפרטורה IEC 60076-2



- Top oil temperature rise, see 5.3.1 60 K

Average winding temperature rise (by resistance measurement, see 5.4)

- For transformers identified as ON . . or OF . . 65 K
- For transformers identified as OD . . 70 K

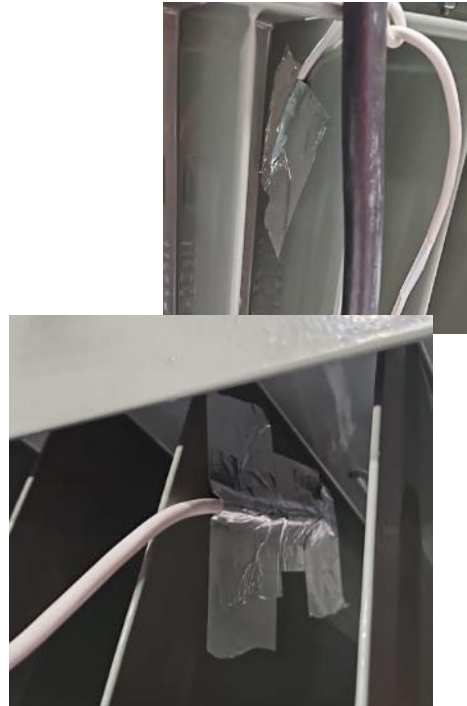
No numerical limits are specified for the temperature rise of the core, of electrical connections outside the windings or of structural parts in the tank. It is a self-evident requirement, however, that such parts shall not reach temperatures which will cause damage to adjacent parts or undue ageing of the oil. For large transformers this may be investigated by special testing, see annex B.

בדיקת עליית טמפ' – לפי חלק 60076-2 : סעיף 4 - ערכי הגבלה של מדידת עליית הטמפ' בדגש בתקן על טמפ' של השמן ולא של המהדקי חיבור או הליבה או המיכל (לכן הטרמומטר מחובר בתוך השנאי ובצלעות הקירור)

מערכת שנאים – בדיקות עדות Evidence Test

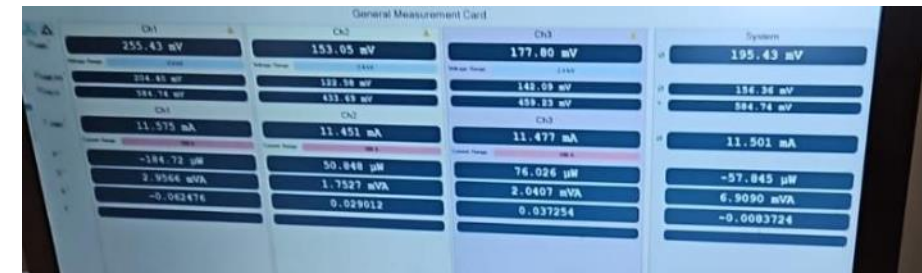
בדיקת עליית טמפי' – לפי חלק

60076-2 : סעיף 5 - מדידת
השנאי למשך 3 שעות יציבות.
תהליך ממוצע שלוקח מעל 12
שעות.



The test may be terminated when the rate of change of top oil temperature rise has fallen below 1 K per hour and has remained there for a period of 3 h. If discrete readings have been taken at regular intervals, the mean value of the readings during the last hour is taken as the result of the test. If continuous automatic recording is applied, the average value during the last hour is taken.

NOTE - If the time constant of the oil temperature rise is no more than 3 h the truncation error of this procedure will be negligible. Alternative truncation rules are discussed in annex C.

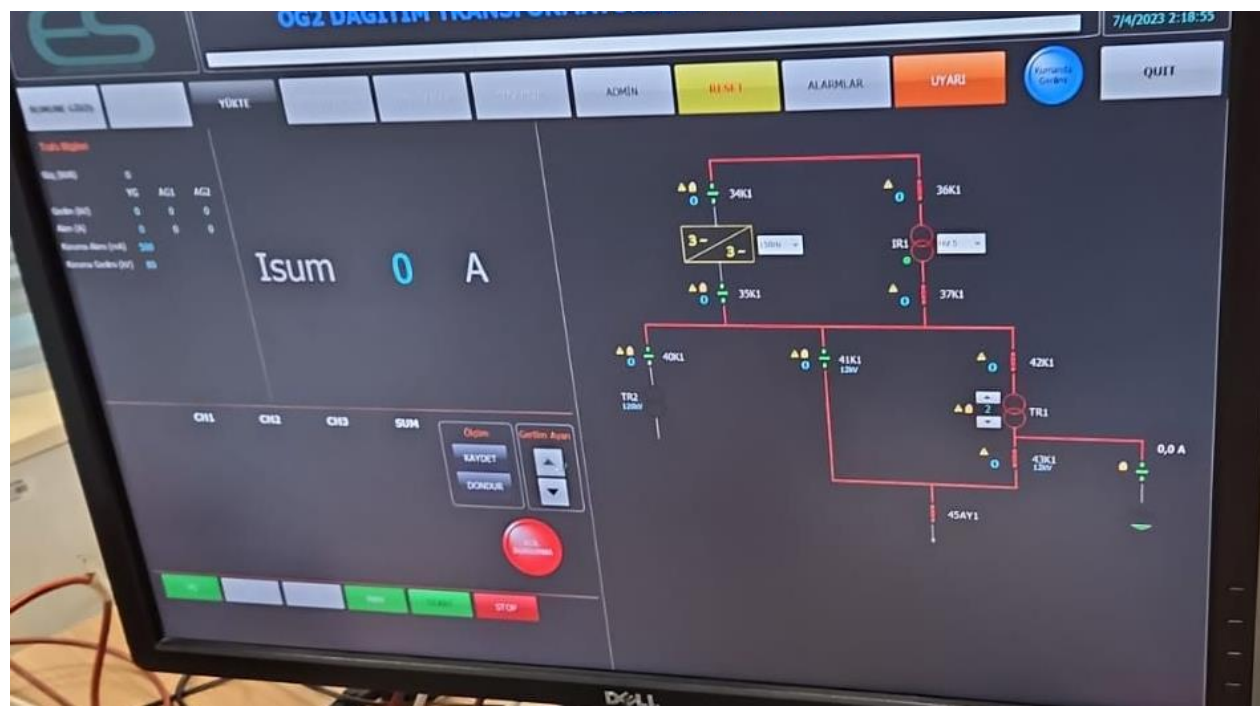


Ch1	Ch2	Ch3	System
255.43 mV	153.05 mV	177.80 mV	195.43 mV
204.45 mV	132.58 mV	142.59 mV	156.36 mV
181.78 mV	431.69 mV	459.83 mV	284.74 mV
11.575 mA	11.451 mA	11.477 mA	11.501 mA
-184.72 μA	50.848 μA	76.026 μA	-57.845 μA
2.9564 mVA	1.7527 mVA	2.0407 mVA	6.9090 mVA
-0.042476	0.029012	0.037254	-0.0083724

מערכת שנאים – בדיקות עדות Evidence Test

בדיקת עליית טמפ' – לפי חלק 2-60076 :
סעיף 5.1.1 – מדידת טמפ' סביבתית במרחק של 1-2 מטר מהשנאי

The sensors shall be distributed around the tank, 1 m to 2 m away from tank or cooling surfaces, and protected from direct heat radiation. Around a self-cooled transformer, the sensors shall be placed at a level about halfway up the cooling surfaces.



מערכת שנאים – בדיקות עדות Evidence Test



The sensors shall be distributed around the tank, 1 m to 2 m away from tank or cooling surfaces, and protected from direct heat radiation. Around a self-cooled transformer, the sensors shall be placed at a level about halfway up the cooling surfaces.

בדיקת עליית טמפ' – לפי חלק 60076-2 : סעיף 5.1.1 –
מדידת טמפ' סביבתית במרחק של 1-2 מטר מהשנאי

בדיקת עליית טמפ' – לפי חלק 60076-2 : סעיף 5.2.1 – קיימות 3 שיטות לביצוע הבדיקה, חיבור קצר כעומס כפי שבוצע בבדיקת LOAD LOSSES, חיבור עומס אמיתי בשנאים קטנים, ביצוע חיבור 2 שנאים BACK TO BACK

5.2 Test methods for temperature-rise determination

5.2.1 General

For practical reasons, the standard method for determination of the steady-state temperature rise of oil-immersed transformers on the test floor is the equivalent test in short-circuit connection according to 5.2.2 below.

Alternatively it may be agreed, in special cases, to perform a test with approximately rated voltage and current by connection to a suitable load. This is mainly applicable to transformers with low rated power.

A "back-to-back" method may also be agreed. In this method, two transformers, one of which is the transformer under test, are connected in parallel and excited at the rated voltage of the transformer under test. By means of different voltage ratios or an injected voltage, rated current is made to flow in the transformer under test.

מערכת שנאים – בדיקות עדות Evidence Test



בדיקות עדות – מתוך בדיקת אב
טיפוס שנאי יבש הספק 1000 kVA
עליית טמפרטורה IEC 60076-11 ,
ארדן שנאים – ישראל 01.11.2023

סה"כ 7 חישנים - 4 מהם טמפ'
סביבתית היקפי השנאי וכן 3 על השנאי
במיקומים הבאים :

- **קצה סליל מתח נמוך** - חלק עליון
- **חלק אמצעי** - בליבה צמוד למתח נמוך חיצוני
- **חלק אמצעי** - בליבה צמוד למתח נמוך פנימי



מערכת שנאים – בדיקות עדות Evidence Test

Table 2 – Winding temperature-rise limits

Insulation system thermal class (see Note 1) °C	Average winding temperature rise limits at rated current (see Note 2) K
105 (A)	60
120 (E)	75
130 (B)	80
155 (F)	100
180 (H)	125
200(N)	135
220(R)	150
250 (see Note 3)	175

NOTE 1 Letters refer to the temperature classifications given in IEC 60085.

NOTE 2 Temperature rise measured in accordance with 14.3.2.

NOTE 3 Designations of thermal classes over 250 shall increase by increments of 25 and be designated accordingly.

NOTE 4 The values in this table are defined for normal ambient temperature: See IEC 60076-1.



The reference temperature of the short-circuit impedance and load loss shall be the permitted average winding **temperature rise** limits at rated current as given in column 2 of Table 2 plus 20 °C.

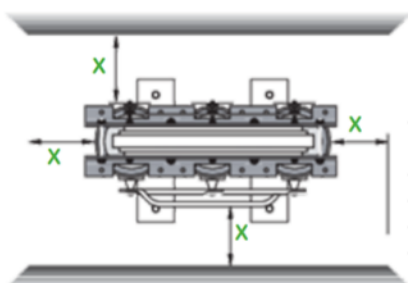
כשלים אופייניים – עליית טמפ' שנאי יבש

חדר שנאי בנייה סטנדרטית (מידות חח"י ללא פתחי אוור למעט בדלת) - שנאי יבש מדגם TIRHAL
הספק 1250kVA, המשוקים ע"י חברת SE

Connections - Trihal transformers without enclosure housing (IP 00)

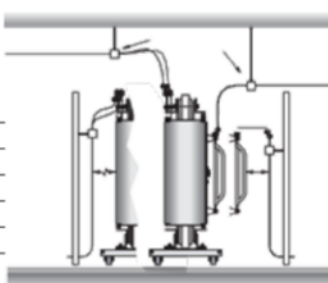
The winding resin coating and the plug-in connectors don't ensure any protection against touch when the transformer is energized. The contractor must ensure that cables and busbars are adequately supported to prevent mechanical stresses from being imposed on the transformer terminals, busbars or bushings.

Minimum clearances required



Insulation (kV)	Dimension X (mm)	
	Fukl wall	Grid wall
7.5	90	300
12	120	300
17.5 - 24	220	300

HV and LV connection



תכנון פתחי אוורור טבעי - בהתאם להנחיות הסיסטם -

מחייב הרחבת פתחי האוורור או תוספת מפוח.



Main electrical characteristics

Power kVA	100	160	250	400	400	630	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Primary voltage	10kV													
Secondary voltage	400V between phases, 231V phase to neutral (at no load)													
HV insulation level	12kV													
HV tapping range	± 2.5 % and/or ± 5 %													
Vector group	Dyn 11, Dyn 5, Dyn 1 (other vector groups upon request)													
No-load losses (w)	440	610	820	1150	1150	1500	1500	1800	2100	2500	2800	3600	4300	5300
Load losses at 75°C (w)	1700	2300	3100	4300	4300	6400	6400	7900	8800	10500	12600	15700	18300	22600
Load losses at 120°C (w)	2000	2700	3500	4900	4900	7300	7300	9000	10000	12000	14500	18000	21000	26000
Impedance voltage (%)	4	4	4	4	6	4	6	6	6	6	6	6	6	6
Acoustic Level dB(A):														
- power L _{WA}	59	62	65	68	68	70	70	71	73	75	76	78	81	83
- pressure L _{PA} (1m)	47	50	53	55	56	57	57	59	59	61	61	61	61	61

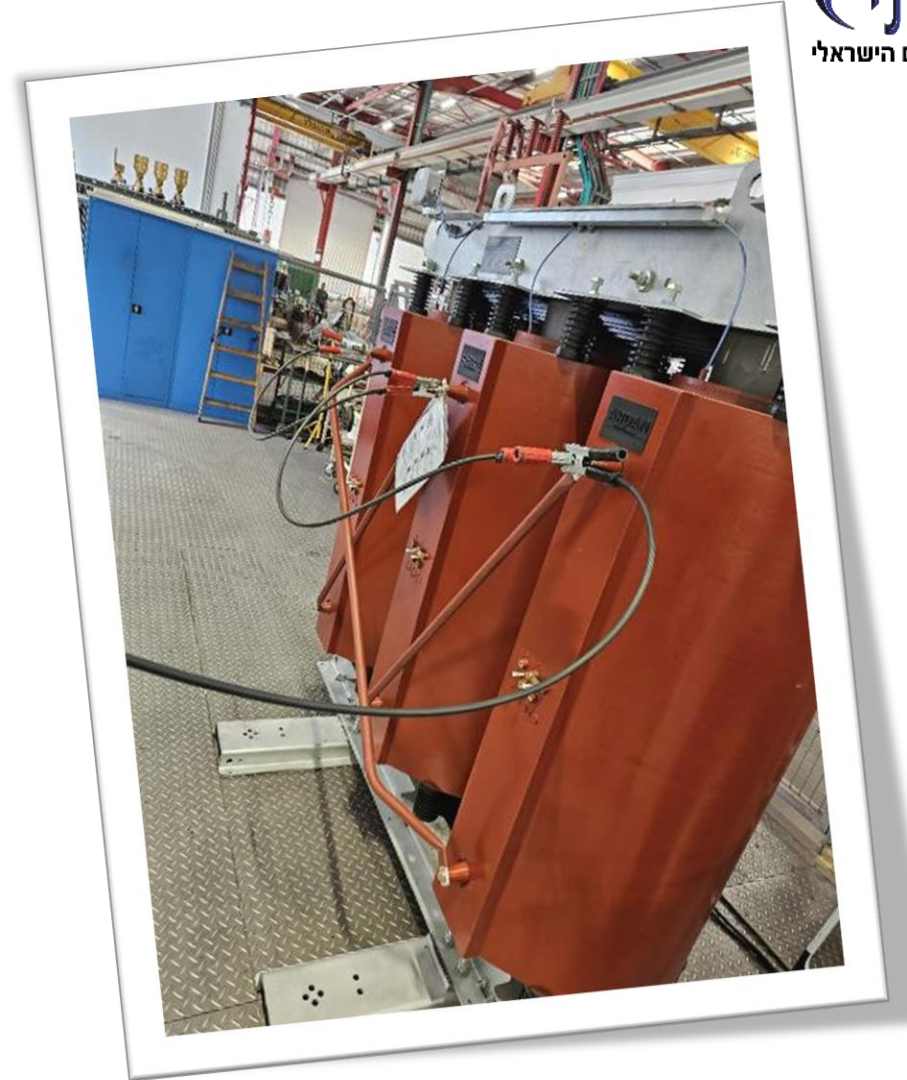
Maximum T°C/altitude	40°C at any time/1000 m	Up to 65°C/Above 1000 m
Thermal class insulation	According to IEC 60085, Class F	
Temperature rise	100 K	80 K (for 40°C) Temperature rise adapted to maximum T°C Temperature Rise < 100K upon request
Rated frequency	50 Hz or 60 Hz	



מיקוד דרישות – ביצוע בדיקות ומתן הצהרות

Table 2 – Winding temperature-rise limits

Insulation system thermal class (see Note 1) °C	Average winding temperature rise limits at rated current (see Note 2) K
105 (A)	60
120 (E)	75
130 (B)	80
155 (F)	100
180 (H)	125
200(N)	135
220(R)	150
250 (see Note 3)	175
NOTE 1 Letters refer to the temperature classifications given in IEC 60085.	
NOTE 2 Temperature rise measured in accordance with 14.3.2.	
NOTE 3 Designations of thermal classes over 250 shall increase by increments of 25 and be designated accordingly.	
NOTE 4 The values in this table are defined for normal ambient temperature: See IEC 60076-1.	



The reference temperature of the short-circuit impedance and load loss shall be the permitted average winding **temperature rise** limits at rated current as given in column 2 of Table 2 plus 20 °C.

תודה רבה על ההקשבה

