



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

אולריט אמי שרובה אצלור אצלנו

# 1. בקדיקות איכות חשמל :

- א. רקע.
  - ב. בעיות אופייניות (סוגי הפרעות) .
  - ג. תיאוריה אצל קצה המל"א.
  - ד. אפיון ההפרעות .
  - ה. תקנים IEEE-519, ת"י 50160, IEC 61000-4-30 .  
הפסקת קפה .
  - ו. "סקר" איכות חשמל-דואלמאות מהשטח .
  - ז. תיקון מקדם ההספק מאפי אהליק .
  - ח. פתרונות מדף .
  - ט. סיכום.
- קורס בודקית 13/04/2014



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
צולרים לאמי שרובה לעלור לעצמו

חברת וינבוים הנדסת חשמל  
התמחתה במדידה וניתוח  
פרמטרי רשת החשמל, באתרים  
בהם הישה הקונבנציונאלית לא  
נתנה מענה ובהיצוא בדיקות בטיחות  
חשמל באתרי בניה ומנהור .



<http://www.winboimengineering.com>



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקרים למי שרובה לעזור לעצמו

א.רקע :

תופעות הנלרות מאיכות חשמל ירודה הינן מורכבות ודורשות ציוד ייעודי וכוח אדם מיומן לאיתורן ולהאדרת פתרון הולם לעצמו.

מאחר והנטייה המקובלת בקרב החשמלאים להסביר תופעה לא שדרתית כנלרת אבציות הרמוניות ברשת, מצאתי לנכון לקבץ בהרצאה זו את מרב התופעות המוכרות ומספר כללי אצבע לטפול בהן ובכך לאפשר לאורט האחראי במפעל/מתקן/מתחם להבין, באט אכן קיימת אבציות איכות חשמל במתקן שבתחום אחריותו.

בפועל קיימים שלושה אורמים ציקריים המשפיעים על איכות החשמל במתקן:

א. איכות אספקת החשמל.

ב. אופי העומס במתקן.

ג. ראישות הציוד להפרעות ברשת החשמל.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
צולקריס לאמי שרובה לעלור לעצמו

### הבעיות אופייניות :

בהתבסס על ממצאי מחקר איכופאי שבוצע במהלך 2001 (לעצרי  
בארץ עדיין "מתפל" בסיס מידע לאיכות החשמל) שכיסה כ-  
1400 מתקנים שונים ב-8 מדינות מסתבר שכ - 20% מהמתקנים  
סובלים מהתופעות הבאות :

- היתקעות מחשב כ - 24% .
- שוני בעוצמת הארה (פליקר) כ - 22% .
- כשל כרטיסים אלקטרוניים כ - 20% .
- שאיכות בעיבוד נתונים כ - 18% .
- כשל מערכות לתיקון מקדם הספק כ - 17% .
- תופעות נלוות לאיתות צומס כבד כ - 16% .
- חימום קו האפס כ - 12% .
- הפעלת ציוד הגנה שלא לצורך כ - 11% .
- אי דיוק במדידת אנרגיה חשמלית כ - 6% .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
עולמיט למי שרובה לעבור לעצמו

## הציות אופייניות - המשק:

חשוב להבהיר כי לא כל התופעות אצ"ל הינן תוצאה האצדית של איכות חשמל ירודה, מחשב למשל יכול להיותקצט האלל הציות תוכנה ומפסק יכול להתנתק שלא לצורך האלל שלא כוון כנדרש או שאינו מתאים לייצודו.

ככל מקרה לבידוד ארט ההפרעה, האט מהרשת או מהצרכן נדרשת בדיקה פרטנית.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
עולרים לאמי שרובה לעלור לעצמו

## ד. תיאוריה על קצה המזל:

מצרכות אלקטרוניות ואלקטרומכניות המולנות  
ברשת מלווה את ההרמוניות נילוקות ומתפקדות  
הצורה לקוויה .  
מהלך ההרצאה נתמקד בתופעות הנאכרות  
כתוצאה מציוותים הרמוניים ונמליץ על  
פתרונות .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
עולמית למי שרוצה לעבור לעולם

## המשק תיאוריה על קצה המזל

מאחר ושינוי צורת המלך הינו מחזורי ניתן לבצע פעולה מתמטית הנקראת התמרת פורייה והיא מציבה את המלך המצוות כסכום של אלפי סינוס בעוצמות שונות ובתדריים שהם כפולות של תדר הרשת.

כל מכפלת תדר כלו נקראת הרמוניה ובהתאם לסדר שלה, שמה, הרמוניה שנייה, שלישית, רביעית וכו'. מכאן שההרמוניה השלישית הינה בתדר 150 הרץ ואילו השביעית בתדר 350 הרץ וכך הלאה.

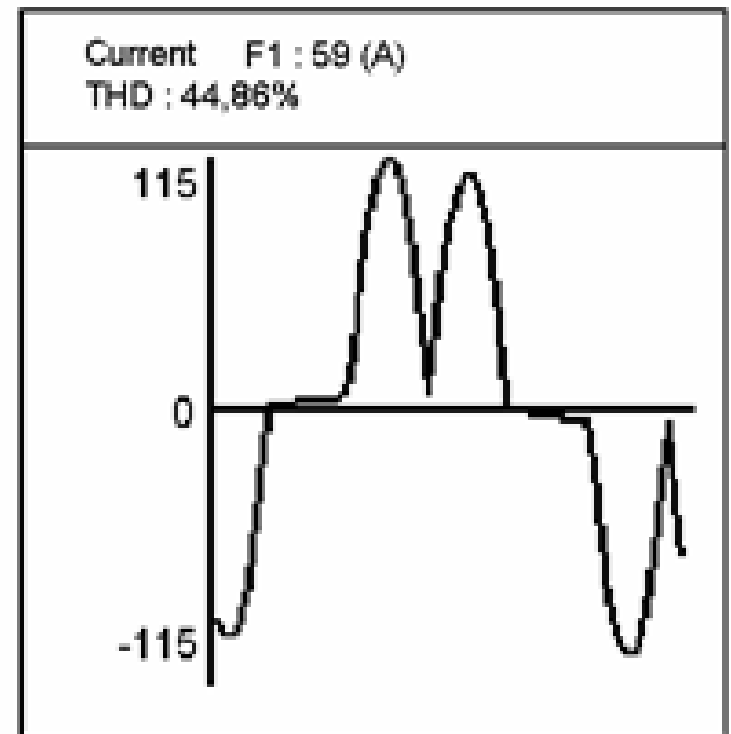
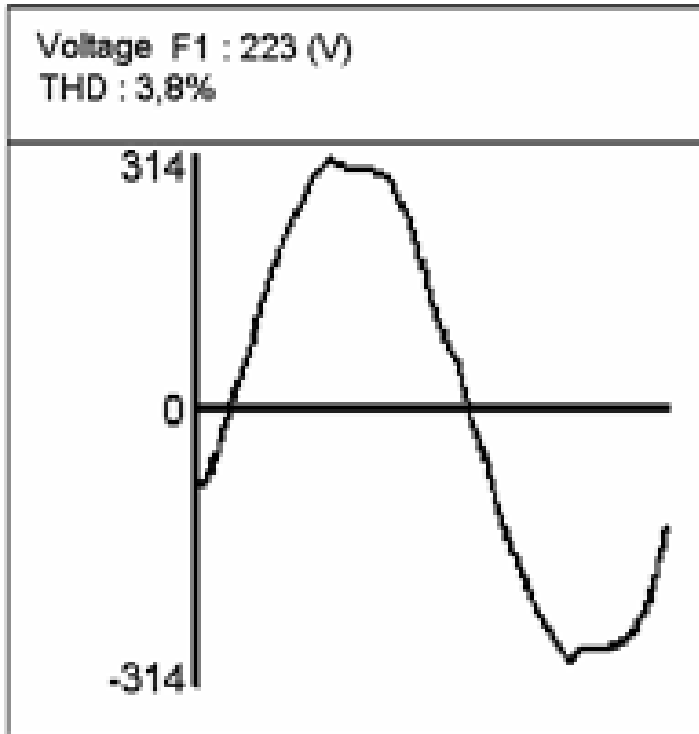


זוהר וינבוים - הנדסת חשמל

בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוגרים אמי שרובה אצלנו אצלנו

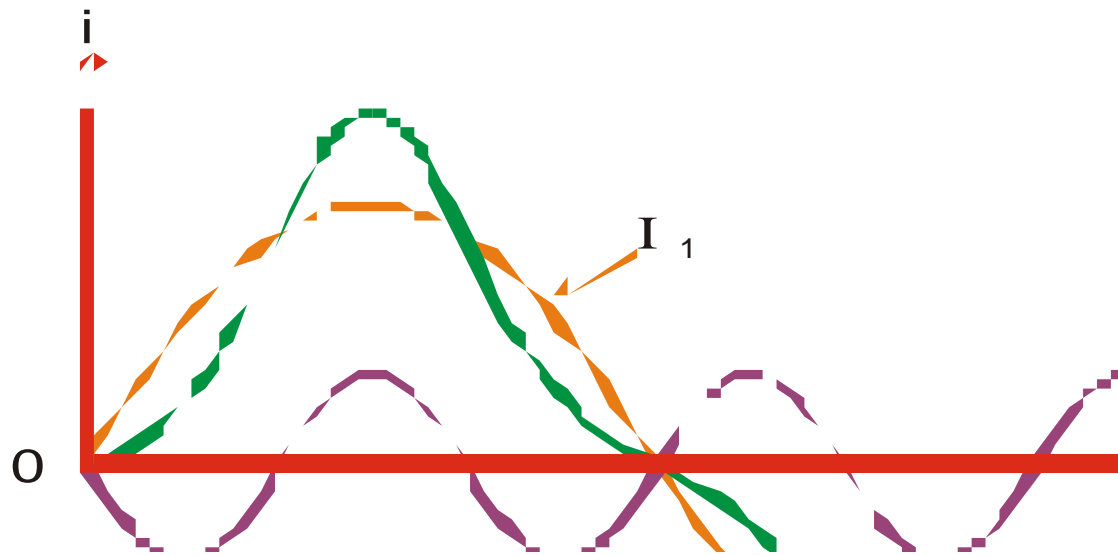
# מיתוך עומס לא אינדיארי אורט אציוות צורת האל







## פירוק פורייה



דוגמא: עקומת זרם לא סינוסיאודלי בעלת הרמוניה שלישית  
כאשר  $I_1 =$  הזרם בתדר הבסיסי ( $50\text{Hz}$ )  
 $I_3 =$  הזרם בתדר פי 3 מתדר ההרמוניה הבסיסי ( $150\text{Hz}$ )





זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
עולרים לאמי שרובה לעלור לעל

# עיוות את הלרם על ידי עקום המאנוט של הברל

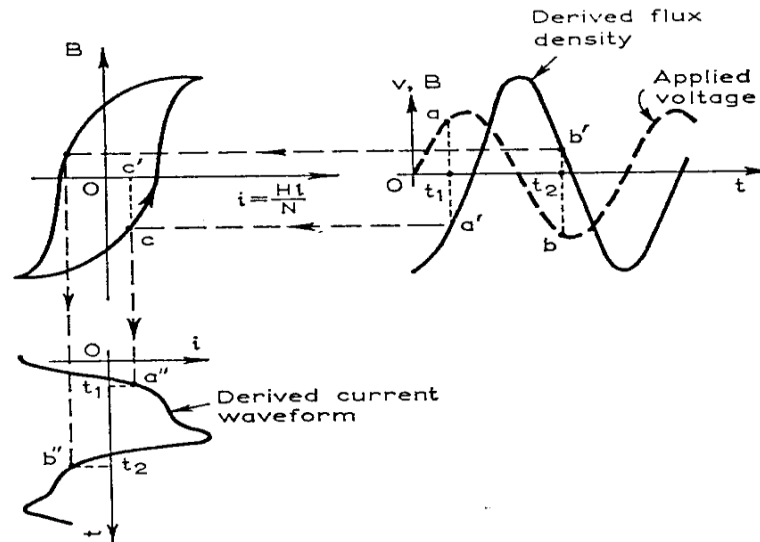


Fig. 5.10 CURRENT THROUGH AN IRON-CORED COIL WITH A SINUSOIDAL APPLIED VOLTAGE



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
עולרים לאמי שרובה לעלור לעל

# ציוות אוקת התתח על ידי עקום התאנוט של התכלל

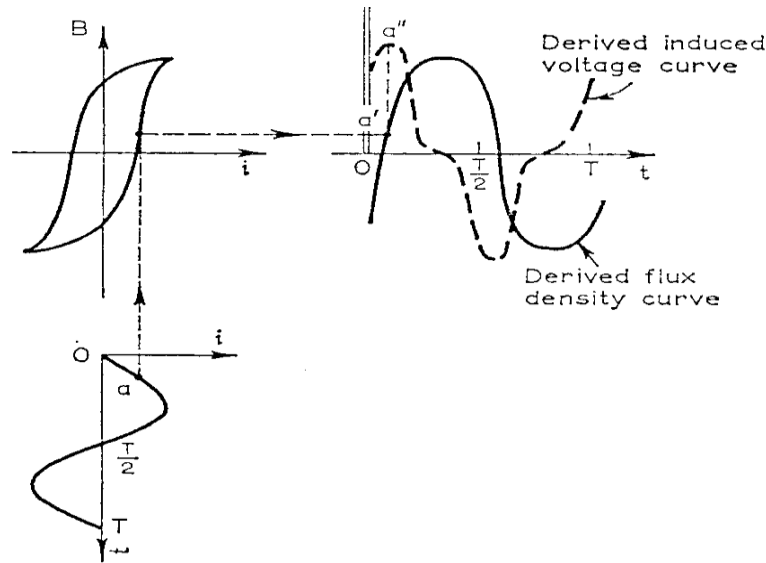


Fig. 5.11 WAVEFORMS OF CURRENT AND VOLTAGE UNDER FORCED MAGNETIZATION



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
עולריט פמי שרובה פצלור פצל31

## הציוות ההרמוני הכולל

# Total Harmonic Distortion (THD)

$$THD(U) = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2}}{U_1}$$

$$THD(I) = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}}{I_1}$$

$I_n U_n$  - הרמוניות בודדות של מתח ולרס

$n$  - מספר הרמוניה כאשר:  $n \geq 2$

$I_1 U_1$  - רכיב בסיסי (fundamental) של מתח ולרס



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
צולרים לאמי שרובה אצלור אצלמו

# ציוות הצריכה הכולל Total Demand Distortion (TDD)

(I) TDD מאפסר אהצריק את הנלקים  
הנאראים מההראוניות בלרט .

$$TDD(I) = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}}{I_{\text{max demand}}}$$

I max demand - הלרט הארהי שנמדד במסק 15 עד 60  
דקות בתקופה כוללת (שיא ביקוש).



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
אולניט אמי שרובה אצלור אצלמ

## K-Factor

$$K \text{ factor} = \sum_n \left( \frac{I_n}{I_{\text{Nominal}}} \right)^2 n^2$$

$n \geq 1$  מספר הכרמון

$I_n$  ערך ה-rms של הזרם ההכרמוני

$I_{\text{Nominal}}$  הזרם הנקוב של הסנאי



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולריס למי שרובה לעזור לעצמו

## ד. אפיון התופעות:

היתקעות מחשב (computer lockup) :

זרם עליונה בקו הארקה המחשב אורט למפל מתח קטן ככל שיהיה  
העלול להיות שמעצותי לאותות הפעלת המחשב, אומנס חומרת  
המחשב מתוכנת לסנן הפרעות אלו, אך אינה יכולה להטילן הפרט  
כאשר תדר ההפרעה עולה .

ריבוי ציוד המחשוב ופריסתו הרבה יוצר מצב שחלק מהמחשבים לא  
יהיה באותו פוטנציאל שממלי ולכן ייווצרו זרמי מעטפת בסיכוק  
במלי התקשורת ( ground loop ), במידה והם מארקים בסני ציודי  
הכבל .

פרוטוקלי התקשורת כוללים הליך של ליהוי שיאה במידע המועבר  
אך במקרה הנ"ל פעולת המחשוב מאטת עד כדי היתקעות  
המחשב, תופעה שהיא כמעט יום יומית בסביבה מסרדית .



זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

צולזריט לאמי שרובה לצולזר לצצמו

התופעות - המסק:

הבהובי מסך (flickering screens):

ההרמוניה השלישית וכפולותיה מתנקלות לקו האפס והן יוצרות  
עדה מנטלי שמקרה קיצון אורט לריצוד מסך מחסה שפורפרתי.

הבהוב תאורה (flickering lights):

מיתוך צומס כהד אורט לשינוי במצטפת אל המתח המספיע אל  
צוצמת ההארה הפרט בנורות ליבון. שינוי זה מספיע אל מוח  
האדט עד כדי ילוט התקפה אלל חולפי אפולפסיה וכן לארט  
להרדשת אי נוחות (סינדרוט בנייני המשרדיט).  
לאור זאת רמת ההבהוב המותרת מודרת בתקניט והיא ברר  
מדידה.







זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקרים למי שרוצה לעזור לעצמו

## התופעות - המשק:

חימום יתר של שנאים בצומס נקוב :

ציוות הרמוני בקרט אורט להכדלת ההפסדים החשמליים בשנאים, באט השנאי מוצמס קרוב לערק הנקוב שלו הפסדים אלו אורמים לחימום יתר המקצר את אורק חיי השנאי עד כדי כשל .

את הפסדי השנאי נהוג לחלק להפסדי ברעל הנובעים ממאנוט ליבת השנאי והתלויים בריבוע התדר והפסדי נחושת הנובעים מחימום ליבופי השנאי שהתנודותם עולה עם התדר ביין אפקט הקרום ( skin effect ) המתחיל להיות דומיננטי מעל 350 הרץ .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריט לאמי שרובה לעלור לעצמו

## התופעות - המשק:

האדגת הפסדים במנוצי השראה :

הרמוניות מתח אורמות לאדגת ההפסדים במנוצי השראה כאשר  
ההרמוניה החמישית יוצרת שדה מסתובה הפוק לעדה המנוצ ואילו  
ההרמוניה השביעית מאבירה אותו, כק שבועל נוצריט הלאי מומנט  
במסביט ובממדיט .

מאחר ומהירות המנוצ הינה קבועה , האנרגיה הנוצרת ע"י  
הרמוניות אלו מתבטאת בתוספת חום, יתרה מלאת, לרמי  
ההרמוניות מושריט לרוטור והן אורמות לחוט נוסף האורט  
להתפשטות המכלליט ובכק ממממט את מרווח האוויר בין הרוטור  
לסטטור דבר המקטין את יעילות המנוצ .





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עונותי לאמי שרובה לעזור לעצמי

התופעות - המסק:

משני המהירות לסוכיהם השונים יוצרים ציוותים הרמוניים מצטט  
היותם צומס לא איניארי,  
משני התדר ראיסיס אנפולות קצרות במתח ( dips ) ומאידיק במידה  
והם מותקנים כחוק מהמוצ הם עלוליים לארוס לקפויצות מתח  
( spikes ) נלצרת של אוכי עבודתם .

תשומת לב מיוחדת יש לתת להתנעת מנוע לאחר הפסקת מתח  
קצרה כאשר הוא בצומס מלא, מאחר והחוס הנוסץ כתוצאה  
מלרס ההתנעה עלול להפציץ את הצנת יתרת הלרס . לכן יש  
למתכנן את עבודת המנוע כק שהתנעתו לאחר נפולת מתח לא  
תהיה מצל 70% צומס .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריט לאמי שרובה לעלור לעצמו

## התופעות - המשק:

חימום יתר של מוליכים כתוצאה מאפקט הקרום ( skin effect ) :

תופעת הקרום שהינה לניחה בתדר 50 הרץ מתחילה להיות דומיננטית מעל 350 הרץ, קרי מההרמוניה השביעית ומעלה. לדוגמא מוליך בקוטר 20 מ"מ התנאדותו ב-350 הרץ אבחה ב-60% מהתנאדותו בלרם ישר.

המשמעות הינה האדגות התנאדות הקו האפקטיבית האורמת למפא מתח אבחה יותר האורר הפרעות הרמוניות אבחה יותר במתח.

פגיעה בתפקוד מכשור לבקרת תהליכים :  
ציוות הרמוניים בלרם עלולים לברום למצה בו אל הלרם חותק את קו האפס ( zero crossing ) מספר פעמים במחזור, מצבה זה עלול לבאוע בציווד מדידה ראיש, להכניס שאיאה במדידה ולבתקווע בקריט מתוכנתים ( lockup ).



זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקרים לאמי שרובה לעלור לעצמו

## התופעות - המשק :

פאיצה מאצרכות לתיקון מקדט ההספק :

את הפאיצה מאצרכות לתיקון מקדט ההספק ניתן לחלק לשני  
היבטים , הראשון פאיצה בקבלים לשיפור מקדט ההספק והתופעות  
הנלוות מכך והשני תפקוד לקוי של הבקר לתיקון מקדט  
ההספק :

קבלי מאצרכת תיקון מקדט ההספק עלולים להיכנס לתהודה  
עם השנאי במידה ואורט הספק הקצר חלקי הספק בנק הקבלים  
באותה נקודת זמן הינו כפולה שלמה של תדר הרשת הבסיסי .

בקרי תיקון מקדט ההספק המודדים את לווית המופע COS  
(  $\varphi$  ) יכעלו בתפקודם התקין מאחר ואינם לוקחים בחשבון את  
השפעת הציוות ההרמוני בלרט .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

אולפנים למי שרוצה לעבוד בצמח

ב. דוגמא מהשטח:

➤ במפעל בתעשיית הפלסטיקה לא הבינו,  
מדוע נתיק 80 אמפר של קבל 50 קווא"ר,  
נשרף מייד עם הפעלת המערכת.

➤ בנק הקבלים בהספק של 550 קווא"ר, היה  
אמור לתקן את מקדם ההספק במערכת  
שהולנה צ"י שנאי של 2 מו"א.

➤ למהנת המקרה, החלטתי להחליף את הנתיק  
ל- 160 אמפר ולבצע מדידות.



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריס לאמי שרובה לאצוקר לאצמל

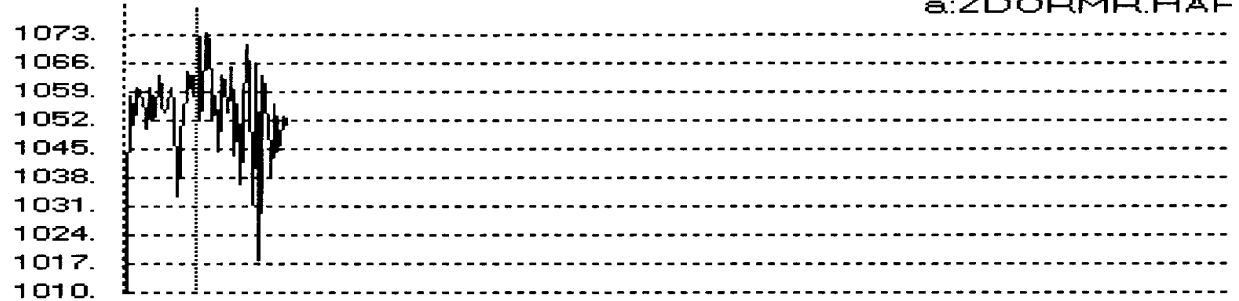
## צולמת הקרט באתקן ורמת הציוות:

I(RMS) 1078.

Date: 8/2/99 12:19

Max: 1078. Min: 1018.

Max S: 1078. Min S: 1018.

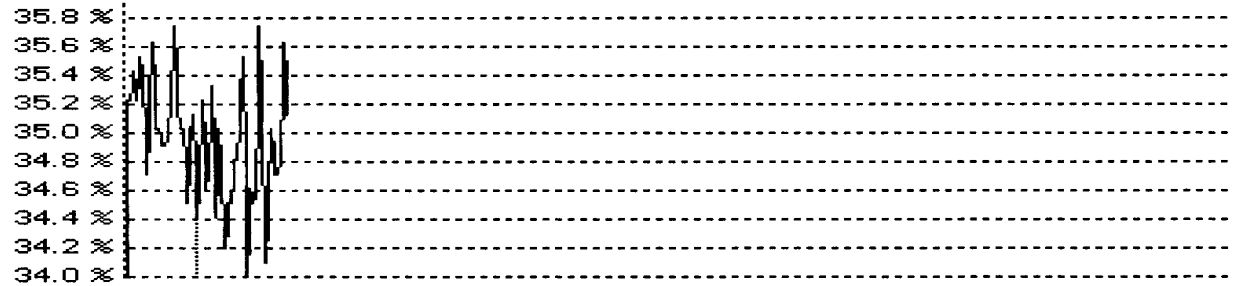


thd(i) 34.4 %

Date: 8/2/99 12:19

Max: 35.7 % Min: 34.0 %

Max S: 35.7 % Min S: 34.0 %

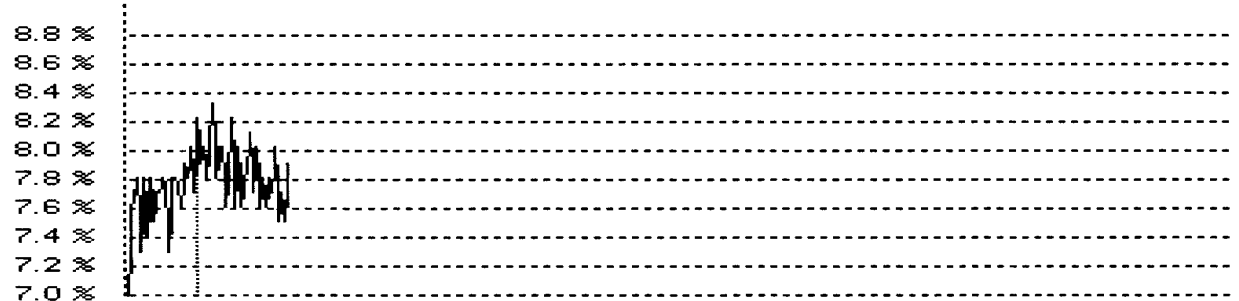


thd(v) 8.2 %

Date: 8/2/99 12:19

Max: 8.3 % Min: 7.0 %

Max S: 8.3 % Min S: 7.0 %





זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

עוצמת פאזים לא סדורה

## עוצמת הרמוניות הלכת באמפר:

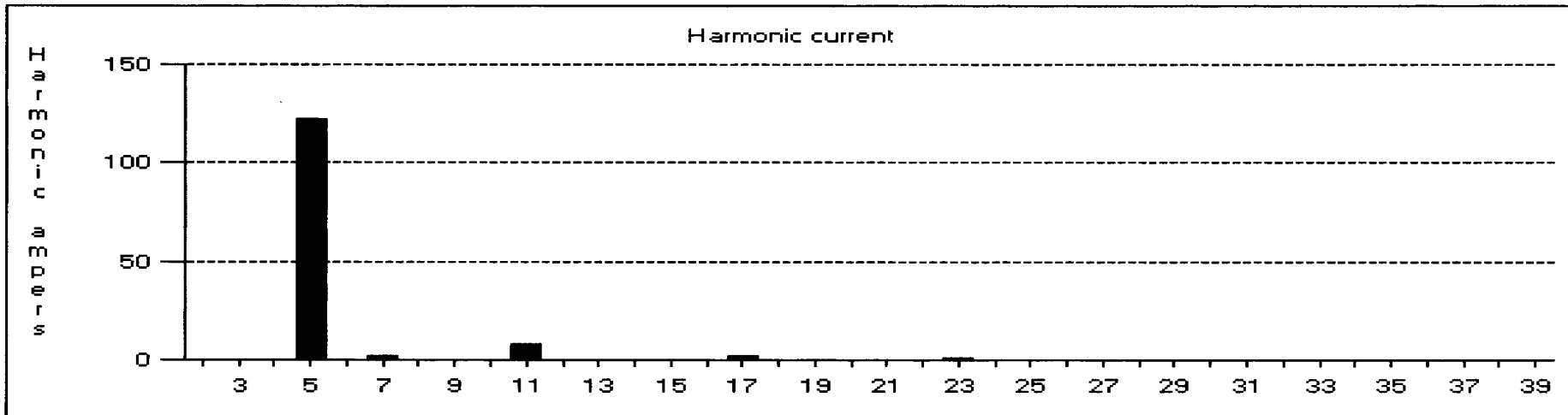
8/2/99 12:19

V(RMS): 387

I(RMS): 1078

V1: 387

I(RMS): 1015







זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

צולקרים למי שרובה לצורך לצמ

## זרם וציוות הרמוני בקבל 50 קוא"ר:

I(RMS) 163.

Date: 8/2/99 11:11

Max: 175. Min: 3.

Max S: 175. Min S: 3.

thd(i) 95.2 %

Date: 8/2/99 11:11

Max: 96.3 % Min: 62.9 %

Max S: 96.3 % Min S: 62.9 %

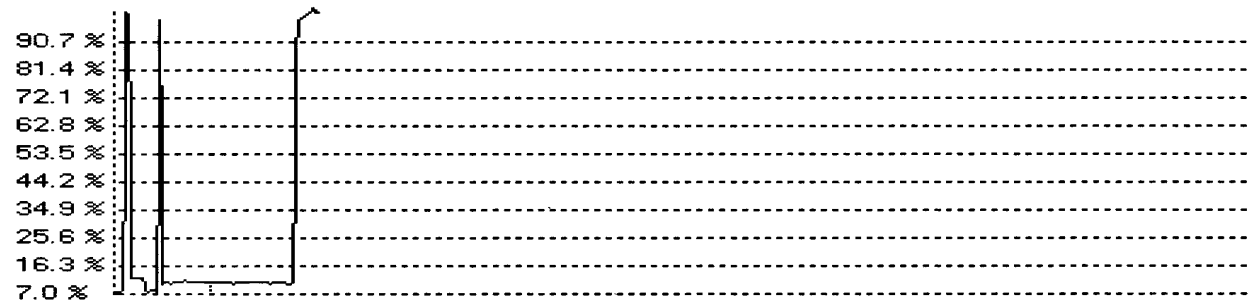
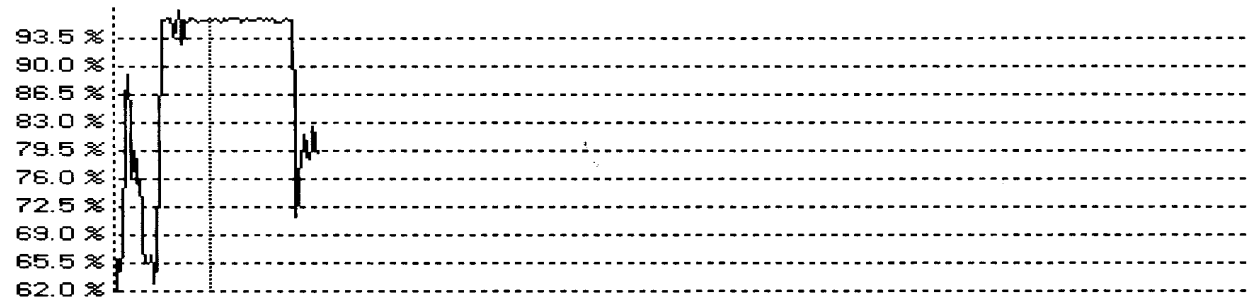
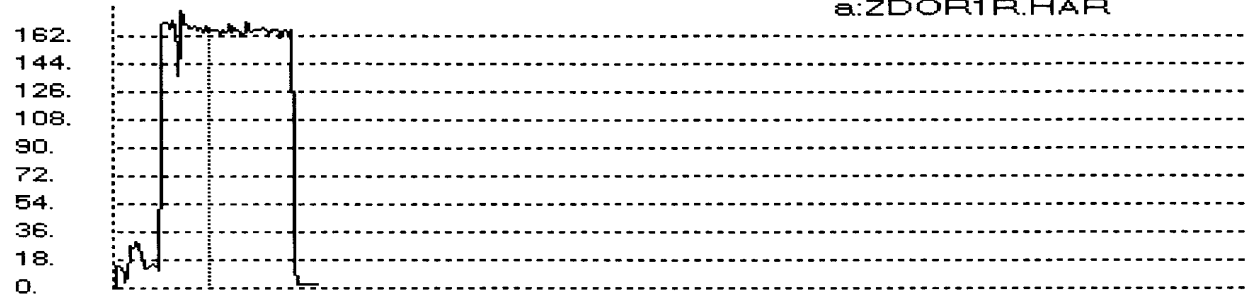
thd(v) 10.7 %

Date: 8/2/99 11:11

Max: 99.7 % Min: 7.5 %

Max S: 99.7 % Min S: 7.5 %

a: ZDOR1R.HAR





זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
צוקרים למי שרוצה לצבור לעצמו

## צוטמת הרמוניות הלרם בקבל:

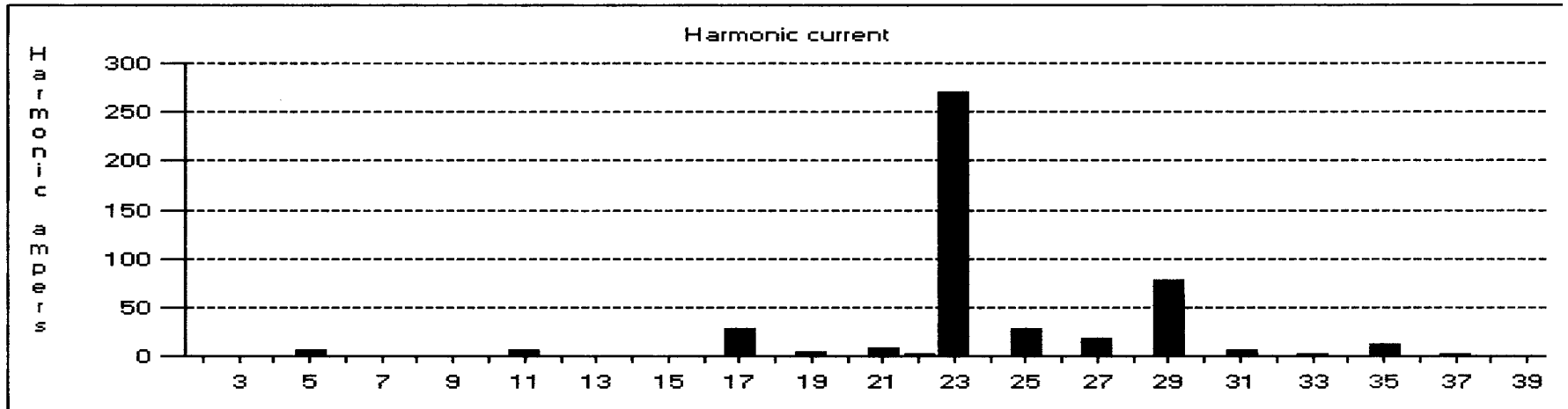
8/2/99 11:11

V(RMS): 389

I(RMS): 163

V1: 387

I(RMS): 50





זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריט למי שרוצה לצבור אצלנו

התנאי לתהודה מקבילית בין השנאי לבנק הקבלים  
הוא כאמור שההיאם הקיבולתי יהיה שווה להיאם  
ההשראי.

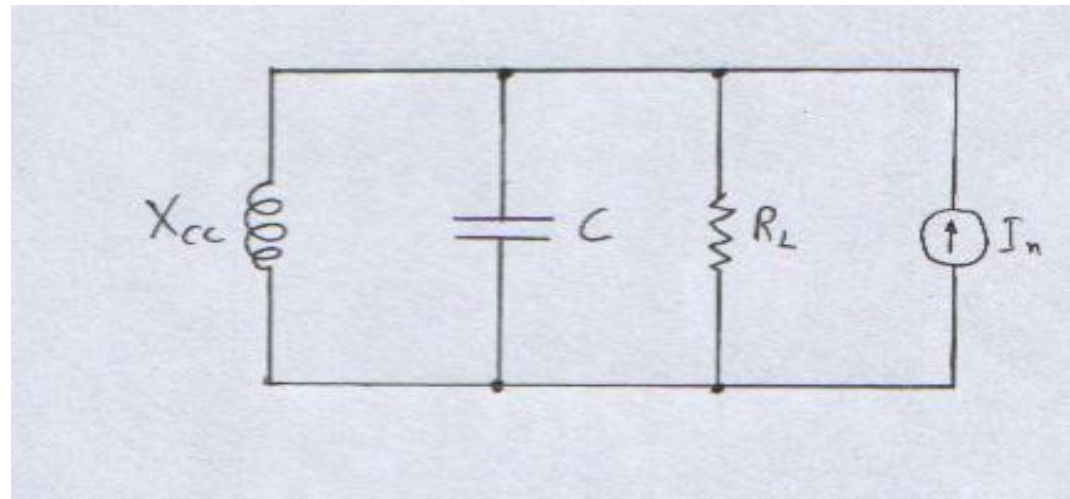
תנאי זה צלול להתקיים כאשר בצריכה נמוכה  
הצומס מהווה התנצדות אבהה ולכן ניתן להלניחה.

כאמור בצומס נמוק יתכן מצב תהודה חשמלית בין  
השנאי לבנק הקבלים כאשר תדד התהודה הינו שורס  
הספק הקצר של השנאי חלקי הספק בנק הקבלים  
באותה נקודת זמן.



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צונזרים לאמי שרובה לצנזר לצנזר



התנאי לתהודה מקבילית :  $X_{cc} = X_c$

$$X_{cc} = U^2 / S_{cc} = \omega L$$

$$X_c = U^2 / Q_c = 1 / \omega C$$

$$\omega_r / \omega = (S_{cc} / Q_c) * 0.5$$

$X_{cc}$  - אימפדנס קצר של השנאי.

$S_{cc}$  - הספק קצר של השנאי.

$Q_c$  - הספק בנק הקבלים.

$R_l$  - התנגדות העומס.

$I_n$  - מקור זרם הרמוני.

$X_c$  - אימפדנס בנק הקבלים.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריט לאמי שרונה לצנור לצמנו

אם נחזור לדוגמא שבה פתחנו הרי:

$$S=2,000 \text{ KVA}$$

$$U_k=7.2\%$$

$$S_{cc} = S/U_k = 2,000 * 100 / 7.2 = 27,777 \text{ KVA}$$

$$\omega_r/\omega = (S_{cc}/Q_c) * 0.5 = (27,777/50) * 0.5 = 23.56$$

מהחיסוב המקורב הנ"ל קיבלנו כי המתקן צפוי לקבל  
הכמות דומיננטית סביב ההכמות ה-23 כפי שמדדנו  
בפועל.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוזרים לאי שרובה לעזור לעצמו

התופעות - המשק :

הערה מהותית :

מתקן שבו הצומס העיקרי הינו משני תדר , עלולים להאיץ  
לרמת ציוות הרמוני בלרמ מצל 60% .

ממזה שכלה , הבקר יכול להציג הפרש מופע קרוב ל-1, אהל  
ההחלט יתכן שמקדמ ההספק יהיה נמוק בכ-10% , כק שלמעשה  
המערכת אינה מתקנת את שהיא נדרשת לעשות .



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקיס לאמי שרובה לעלור לעצמו

התופעות - המשק :

קווי הלנה ארוכים :

קווי הלנה ארוכים מטבעת העלי אימפדנס גבוה ולכן לרמי התנעה של ציודי הקצה אורמים אנפולות/הפרעות מתח, על כן מומלץ להגדיל את שטח חתק המוליכים להקטנת התנודות הקו שתפחית את מפל המתח.

מצבר עצמו מפל המתח בקו, הגדלת החתק מחלירה את עצמה בלמן קצר יחסית, במידה והמתקן עובד מעל 3000 שעות בשנה, לזאת באלף הקטנת הפסדי החום ( $I^2R$ ).



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוזרים לאי שרובה לעזור לעצמו

התופעות - המשק :

הצמסת קו האפס :

מארכת תלת פאזית הזרם לזרם מוליכי הפאזות ואילו מוליך האפס לזרם הזרם הנובע מחוסר סמטריה בין הפאזות, אלא מאי, ברשת מלוהמת בהרמוניות, ההרמוניה השלישית וכפולותיה מתנקלות לקו האפס.

מכאן שהגיה שדגלה בחתק מוליך האפס כחצי מחתק מוליך הפאזות אינה מתאימה ובהתאם להמלצת CBEMA (ארכון יצרני המחשוב בארה"ב) יש להשתמש בקו אפס שחתכו לפחות 1.7 חתק הפאזות, זאת עם את מוליכי הפאזות אינם מוצמסים במלואם.





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים למי שרובה לצורך לצמח

## התופעות - המשק :

הפעלה לא רצונית של מערכות הנחת לליטה :

לרמי לליטה כתוצאה מהעיוות ההרמוני עלולים לארוט להפעלה לא רצונית של הנחת הליטה, במקרה שכלה אסור להפחית את ראישות המכשיר ע"י האדגת לרמ הליטה שלו. זאת מאחר ועלולים לפאוצ בחיי אדם בקרות מקרה כשל. הדרכ הנכונה היא להקטין את לרמי הליטה על ידי הוספת הנאות לליטה כק שכל מערכת הנחת לליטה תכלול פחות צרכנים והכק נקטין את לרמי הליטה וההתנעה שהיא מודדת.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוברים לאי שרובה לעבור לעצמנו

התופעות - המשק :

הפעלה לא רצונית של מערכות האנה :

לראי התנעה עלולים לערוט הפעלה לא רצונית של האנות  
המפסקים המידה ואינם מכוונים כראוי, כמו כן תכולת הרמוניות  
גבוהה עלולה לערוט הפעלת האנת לרט יתר המתבקצעת בהתקסס  
על האנרטיה התרמית המתפתחת.

יש להדגיש כי האדלת מערכת ההאנה (הורדת ראישות) אינה פתרון  
נכון ובעת הצורך יש להשתמש בציווד המתאים לרמת הציווות  
ההרמוני המתקן או לחליפין לפעול לעצמנו ההפרעה ההרמונית.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים למי שרובה לצורך לצמח

## התופעות - המשק :

שאינת מדידת אנרגיה :

מונים אלקטרומכניים עלולים להיות עד 10% ברשת מלוהמת  
בהרמוניות .

נכון להיות ספק האנרגיה (חברת חשמל לישראל) אינו קונס את  
הצרכן באין רמת ציוות הרמוני לכוהה כפי שהוא קונס במקרה של  
מקדט הספק נמוך .

בצתידי יתכן ולה יצעה ולכן יש לשאוף למצער את רמת הציוות  
ההרמוני המתקן, לזאת עם אם בשל הנוכחי אין אנו מרכזים  
כאיצה בתפקוד המתקן .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולזרים למי שרוצה לצבור לעצמו

השפעת הציוות ההכרמוני על דיוק המדידה :

האיכוץ מתבסס על מאמר באינטרנט שתמציתו :  
ספק אנרגיה מליץ ללקוח הכדי לבדוק מדוע הוא צובר  
המקדט הספק נמוך האורר קנס כספי , כאשר באתר הלקוח  
קיימת מערכת קבליט ומשקיס המתפקדת חלקית .



**זוהר וינבוים - הנדסת חשמל**  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

Excerpt from IEEE 90EH0327-7-PWR (1990): *AN ELECTRIC UTILITY'S EXPERIENCE WITH NONSINUSOIDAL WAVEFORMS AND ELECTRICAL METERING.*

D. P. Hartmann, Senior Member, IEEE  
Bonrieville Power Administration  
Portland, Oregon

Soda Ash - Chlorine Plant

This plant has large 6-pulse rectifiers, the fifth harmonic is the largest produced by the rectifiers. This particular plant had 3 feeders with GE GMS-18 induction disc three phase wattmeters on each feeder. This plant became a BPA customer when the Northwest Power Act was passed in 1980. The previous supplier of power had tuned shunt capacitors in service for power factor correction, but one of the tuning reactors had failed by burnout. Because of PCB's, those existing capacitors had to be removed. Purchase of electrical equipment containing PCB's is forbidden at US DOE facilities.

The customer was paying about \$25,000 per month in power factor penalty due to the power factor being nearer 0.9 rather than 0.95. This was on a power bill of about \$1,000,000 per month. That should have been enough incentive to put in power factor correction capacitors, but the customer did not want to do it. First, the excuse was that he had missed the budget planning time to get funds allocated. Later, it was that the monthly cost wasn't that bad. However, it was known that the efficiency of the plant suffered during light load periods on weekends and at night, because it was on a 15 mile long radial 115 KV line, and the source substation dropped shunt capacitors during those light load periods.

On a Friday, near Christmas, we had gone to the customer for another meeting to discuss the installation of shunt capacitors for power factor correction. At lunch time, the meeting broke up, and the customer and his consulting engineer arrived at the same restaurant that our group had chosen. We joined tables, and more discussion followed. After a few beers, it leaked out that the customer was fearful that if he installed tuned power factor control capacitors, that he would lose his \$30,000 per month energy "discount."

The "discount" came from the fact that he knew that the GMS-18 three phase induction meter lagged true registration by about one tenth of one per cent when subjected to fifth harmonic current distortion of more than ten per cent. The rectifier load was actually producing about 15 per cent fifth harmonic current distortion. The fifth harmonic is negative sequence, so it has a tendency to try to retard the normal rotation



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
צולריס אמי שרובה אצלנו אצלנו

Northwest Power Act was passed in 1980. The previous supplier of power had tuned shunt capacitors in service for power factor correction, but one of the tuning reactors had failed by burnout. Because of PCB's, those existing capacitors had to be removed. Purchase of electrical equipment containing PCB's is forbidden at US DOE facilities.

The customer was paying about \$25,000 per month in power factor penalty due to the power factor being nearer 0.9 rather than 0.95. This was on a power bill of about \$1,000,000 per month. That should have been enough incentive to put in power factor correction capacitors, but the customer did not want to do it. First, the excuse was that he had missed the budget planning time to get funds allocated. Later, it was that the monthly cost wasn't that bad. However, it was known that the efficiency of the plant suffered during light load periods on weekends and at night, because it was on a 15



זוהר ינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולזרים למי שרובה לצלזר לצמ1

המניה התבצעה עד למאוד הביקור בעזרת מונים  
אלקטרומכניים והלקוח שימט קנס חודשי של כ-25 אלף  
דולר בחשבון של מיליון דולר.

ההרמניה החמישית שהייתה דומיננטית כרכה מדידת  
אנרגיה נמוכה ב-3%.

המונים הוחלפו בדיגיטליים והלקוח לאחר קבלת החשבון  
כף לשפר את מקדט ההספק במתקן.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים לאי שרובה לצלור לצמנו

תקינה בנושא איכות חמל:

בארץ אין כרע תקן מחייה לאיכות חמל ,  
חברת חמל מתבססת על EN-50160 עבר איור חלקי  
ונקרא ת"י 50160 (נפרט בהמשק).

תקנים נוספים :

STD 519-1992, 1159-1995, G555-1982 IEC 1000/61000  
בדלל ל-30-4-61000 המדלל את מכשור המדלל .





זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריט פמי שרובה לצולק פצמנו

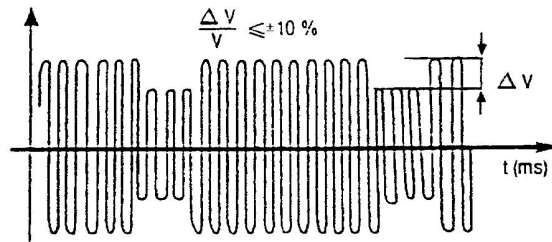
## התקנים EN-50160, IEEE-519:

- א. שינוי תדר .
  - ב. שינוי משרעת (תופעות מצבר) .
  - ג. שינוי צורת האלף (ציוותים הרמוןיים) .
  - ד. אי סימטריה במתח שלב .
- בסקרים הבאים נתאר את הפרמטרים השונים .

# פרמטרים נמדדים

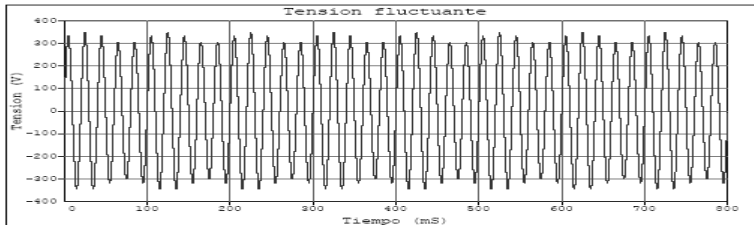


• תדר



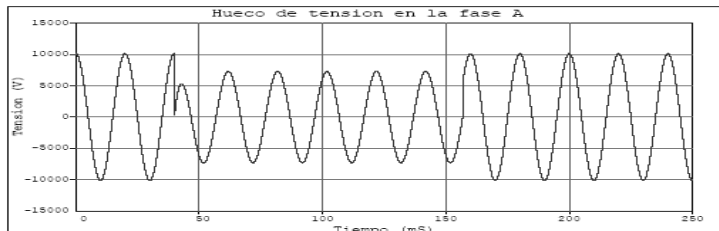
• שינויי מתח האספקה

## Flicker



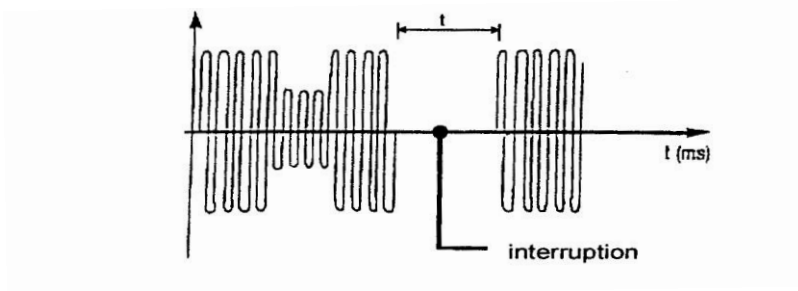
• עוצמת הבהוב

## Voltage sags

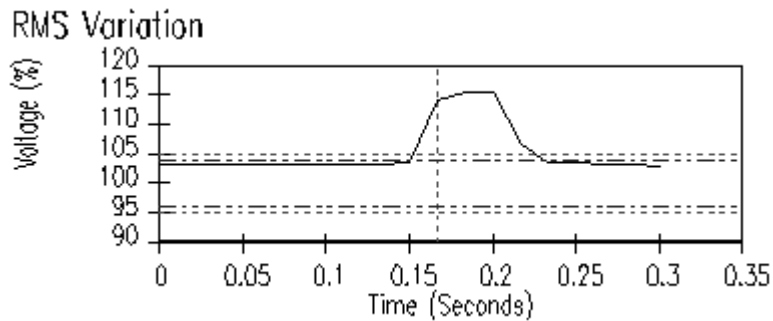


• שקיעות מתח

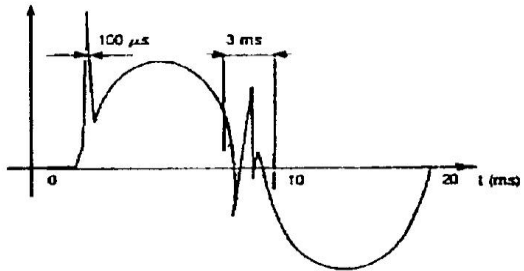
# פרמטרים נמדדים



• הפסקות חולפות



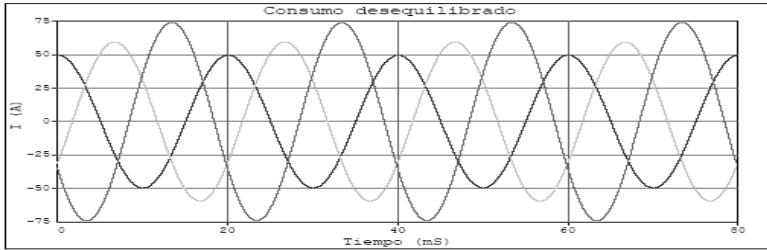
• מתחי יתר בתדר הרשת



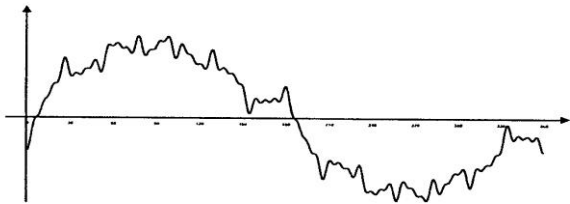
• תופעות מעבר

# פרמטרים נמדדים

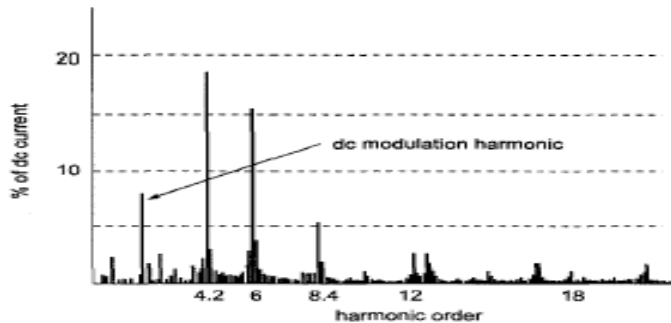
## Unbalances



• אי איזון מתח האספקה



• מתח הרמוני



• מתח בין-הרמוני



זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריט למי שרובה לצולקריט לצמח

## תיאור התופעות לפי Std 519:

- א. פגיעה בחוץק הדיאלקטרי של הבידוד  $dv/dt$ .
- ב. מאכונות חשמל :  
אידול בהפסדי החום .
- ציוות צורת השטף המשפיעה על :  
תנודות באומנט המנוע .  
האברת הרעש האקוסטי .  
מונע התנעה חלקה .  
ארט להחלקה אבהה .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריט פמי שרובה לצלוק לצמח

## תיאור התופעות לפי Std 519:

3. שגיאות:
  - הקדחת רצף השמא.
  - הרמוניות הלרם-הקדחת הפסדי הנחושת וסטף מאנטי.
  - הרמוניות מתח-הקדחת הפסדי הברלף.
  - הקברת חימום השנאי.
  - הפסדי לרמי המערבולת התלויים השטף, הליבובים,
  - המבנה הכרעין והמעטפת המאנטי.

K FACTOR .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

עוברים לאי שרונה לעזור לעולם

## השפעת ההרמוניות על הפסדי ברזל/נחושת

$$I_1 = 100A ; I_5 = 20\%$$

$$DCu_1 = R \times I_1^2 = R \times 100^2$$

$$DCu_5 = R \times I_5^2 = R \times 20^2$$

שהם 4% מתרומת הגל הבסיסי

$$DFeHy_1 = K_H \times n \times I_1^2 = K_H \times 1 \times 100^2$$

$$DFeHy_5 = K_H \times n \times I_5^2 = K_H \times 5 \times 20^2 \quad (20\%)$$

$$DFeEd_1 = K_E \times n^2 \times I_1^2 = K_E \times 1 \times 100^2 = K_E \times 10,000$$

$$DFeEd_5 = K_E \times n^2 \times I_5^2 = K_E \times 5^2 \times 20^2 = K_E \times 10,000$$

כלומר: תרומת ההרמוניה החמישית ל-DFeEd שווה

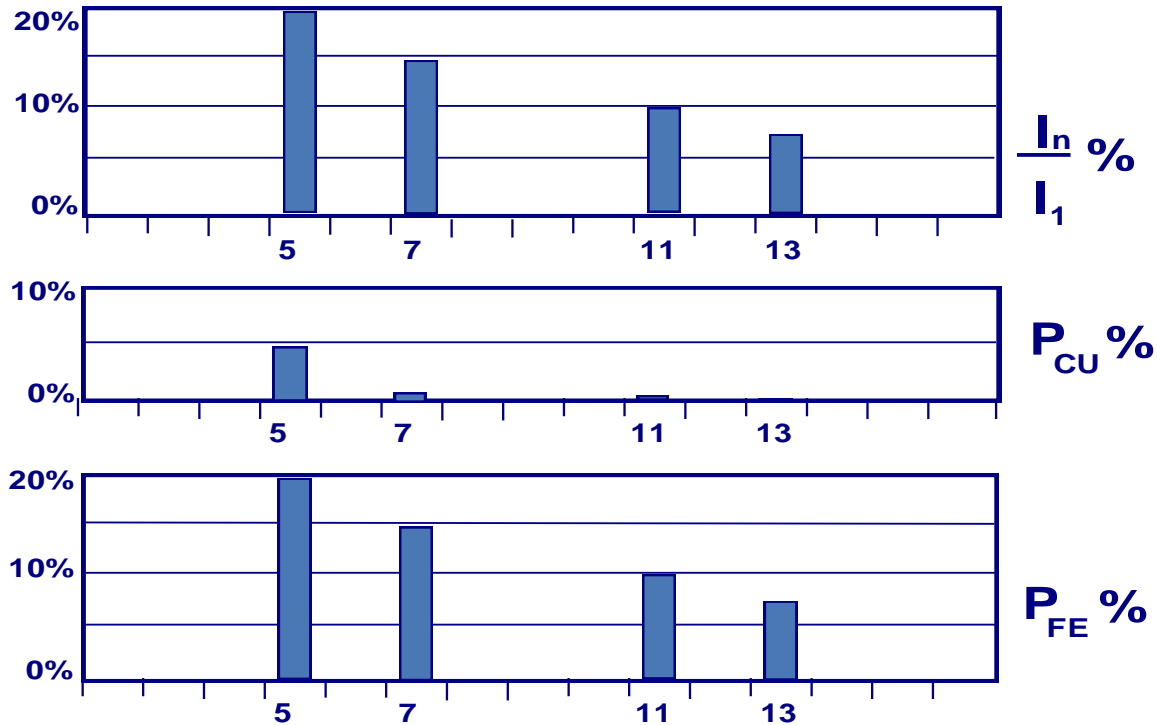
לתרומת הגל הבסיסי



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עונות לאמי שרובה לעזור לעזר

## השפעת ההרמוניות על הפסדי הנחושת והברזל







זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים למי שרצה לצבור לצמח

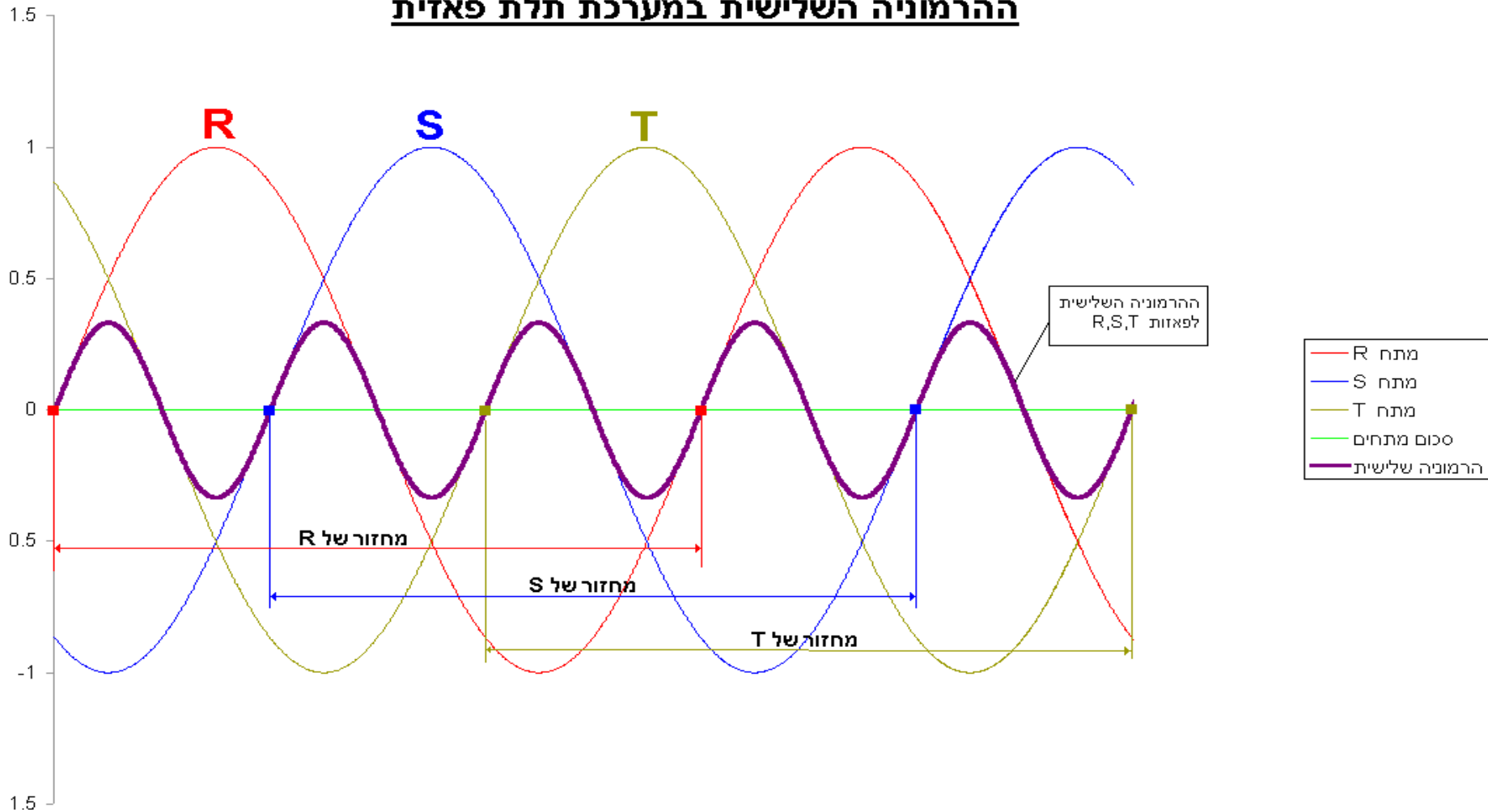
## תיאור התופעות לפי Std 519:

4. כהלים :  
ציוותים הרמוניים במתח משפיעים על החולק הדיאלקטרי של הבידוד .
- ציוותים הרמוניים בלרם אורמים :  
אפקט הקרום (skin effect) .  
אפקט הקרבה (proximity effect) .  
תופעות אלו אורמות לעליית ההתנגדות האפקטיבית של המוליך .



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
אולריס לאי שרובה לעלור לעלול

## ההרמוניה השלישית במערכת תלת פאזית





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולגריט פמי שרונה לצלור לצמנו

## תיאור התופעות לפי Std 519:

5. קבאים :
- א. צלולאים להיכנס לתהודה חשמלית עם הרשת .
  - ב. עצבת קבל יורדת עם עליית התדר ולכן צלול למעט כמקור לזרמי הרמוניות גבוהים .
  - ג. המשמעות של חימום והאדגת הצומס הדיאלקטרי של הקבל היא קיצור אורך חייו .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולצ'ים פמי שרונה לצולצ'ים פצמו

## תיאור התופעות לפי Std 519:

6. ציוד אלקטרוני :
  - א. ציוד המבוסס על מצבר אפס יתקשה לתפקד .
  - ב. העברת הפרעות דרך ספק המתח .
  - ג. העברת הפרעות באין צימוד אלקטרומאגנטי וסיבוס אותות בקרה .
7. מוני אנרליה :

חוסר סימטריה בין הפאלות אלוף לפאוצ בדיוק המדידה .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים פמי שרובה לצלור לצמנו

## תיאור התופעות לפי Std 519:

8. מפסקים ומחסרים :
  - א. האדגות הפסדי החוט מקטינה את יכולת הרכיב לשאת במצב יציב בלרם הנואמין לי .
  - ב. הפעלת האנות שלא לצורק .
  - ג. נתיכים מליבים לפני הלמן המתוכנן באלף החוט ההרמוני שהתפתח .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

אולריט אמי שרובה אצלור אצלמו

ת"ו 50160:

מהאק יואי 2010 פורסט אצכוון א EN 50160, תקן  
איכות חשמל של האיחוד האירופי המתאר, מאפיין  
ומאדיר את איכות המתח המסופק ברשת ציבורית  
והמהווה אצכוון לתקן לה מ-2007/3.

ה- EN 50160 ממתייחס למתח אספקה אצ 150 ק"ו  
בחלוקה למתח נמוך, בינוני ולבוה בהתאם להאדרת  
תחומי המתח'ט באירופה, השונות מהמואדר בחוק  
החשמל 1954 אצ תקנותיו ואצכווניו.

יודאש כי הערכים התקן הם סטטיסטיים אצ כל הנאלר  
מכק.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
צולרים לאמי שרובה לצלור לצמ

א.רקע המשק:

תקן אירופאי לה נבחן צ"י וצדת מומחים 26501  
אשר צ"י הוצדה הטכנית 265 ואומץ צ"י מכוון התקנים  
הישראלי מספר סינויים והתאמות אליהן נתייחס  
מהלך ההרצה .

לאחר איורו הוא נקרא ת"י 50160 והוא בתוקף כתקן  
וולנטרי החל מינואר 2011 .

מתכונתו הנוכחית התקן הישראלי מתייחס למתח  
גבוה ומעלה, קרי מ-1 ק"ו ומעלה בהתאם למתחים  
הנקובים בישראל .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
עולמית לאמי שרובה לעבור לעצמו

א.רקע המשק:

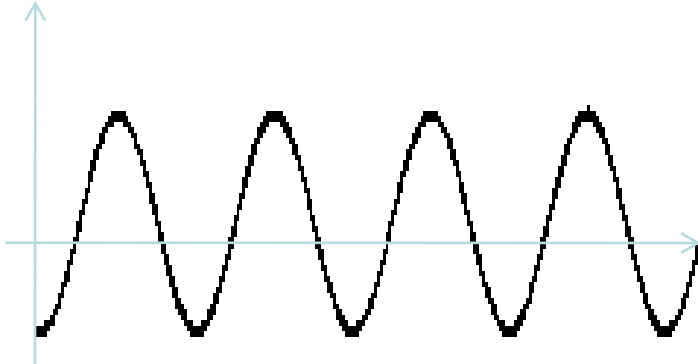
יודגש כי ת"י 50160 מתייחס אק ורק לאפיוני מתח  
האספקה ואינו מתייחס לאופי העומס (בחייבוק התקן  
האירופאי הלטה הדומיננטיות של ספקי החשמל)

כמדד להפרעות המרביות שהצרכן רשאי לערוס מבלי  
לפאוע בשכניו או ברשת האספקה. מומלץ לפאוע  
ההתאם לעדרת ת"י 61000.





# ד.מאפייני המתח בהתאם ל-EN50160 :



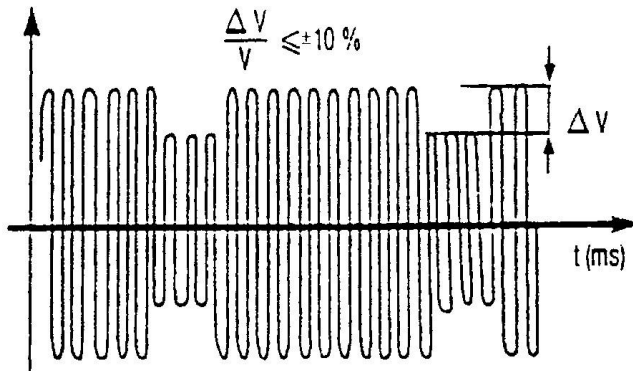
1.תדר (4.2.1) :

99.5% מהשנה  $50\text{Hz} \pm 1\%$

קרי  $49.5-50.5$  הרץ

ביתרת הלמן  $-6\%/+4\%$

קרי  $47-52$  הרץ



2.סינוי מתח האספקה (4.2.2) :

95% משבוע המדידה  $U_n \pm 10\%$

בארכי rms כל 10 דקות .

כל ארק rms במקטע של 10 דקות

עד  $+10\%/ -15\%$  .

מתח אבנה וצליון 99%, כל ארק

במקטע של 10 דקות עד  $\pm 15\%$  .



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
צוקרים אחי שרובה אצלור אצלמו

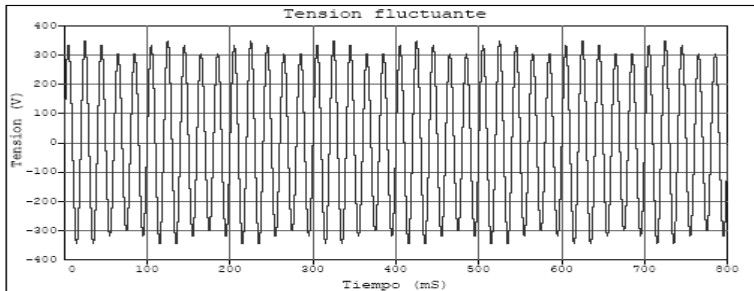
### 3. שינויי מתח מהירים (4.2.3):

נאראים בד"כ באין שינויי צומס מהירים, מיתואים  
ברשת ואו כשל (קצור חד או דו פאזי).  
באט המתח בעת האירוע צובר לתחום הערכים  $f$   
סקיצות/עליות מתח, האירועים מסוואים בהתאם  
ומתוארים בנספח B.



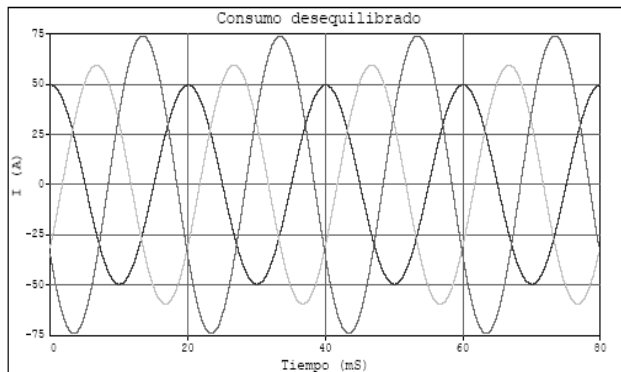
זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
עולרים לאמי שרובה לעלור לעל

## Flicker



4.2.3.2) כמת הבהוב :  
95% מהשבוז כמת הבהוב  
בטווח הארוך עד  $P_{It} \leq 1$

## Unbalances

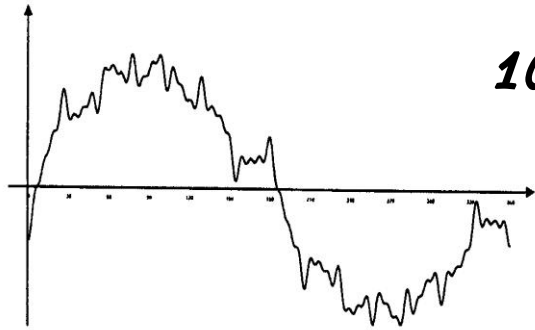


5.5 אי אילון כמתח  
האסקקה (4.2.4):  
95% מהשבוז במקבלי דאימה  
על 10 דקות ערכי המחלורים  
השליפיים לא יעברו 0-2%  
מהמחלור הכסיסי.  
התקן מתיוחס רק למחלורים השליפיים  
מאחר והם הדומיננטיים בהפרעות מולכות.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עונות לאמי שרובה לעזור לעצמו



6. מתח הרמוני (4.2.5) :

95% מהשקוץ במקבלי דאמה של 10 דקות הערך של כל הרמוניה יהיה נמוך מהנתון בטבלה שהינה עז ההרמוניה ה-25 .

הציוות ההרמוני הכולל במתח עז 8% מחושה עז ההרמוניה ה-40 .

7. מתח אינטר הרמוני (4.2.6) :

אין נתון מחייה אט כי ברור שהוא משפיע על עליה ברמת ההבהוה .



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עונותי לאמי שרובה לעזור לעצמי

8. הפרעות במתח האספקה (4.3.1) :  
אינן מפורטות כמותית ונספח B נותן הערכה  
לאירוטים בהתאם לעוצמתם. משכם וסיווג הציוד  
לפי IEC 1000-2-4 :

- Class 1 ציוד ראיש להפרעות (מצבדה ומחשבה עד 5%)
- Class 2 ציוד המתאים לאווירה תעשייתית בנקודת PCC (8%)
- Class 3 ציוד להתקנה באווירה תעשייתית רוצעת IPC (10%)

9. שקיפות/עליות מתח (4.3.2) :  
תופעות הנאכרות בד"כ במערכת האספקה.  
שתיהן בלתי צפויות וסיווגן הינו בהתאם  
לראישות הציוד ומיקום התקנתו.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריס לאמי שרובה לעלור לעלמ

## סיווג שקיפות המתח :

מתח (%)	משך ההפרעה (ms)				
	10-200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-60000
90-80	A1	A2	A3	A4	A5
80-70	B1	B2	B3	B4	B5
70-40	C1	C2	C3	C4	C5
40-5	D1	D2	D3	D4	D5
קטן מ-5	X1	X2	X3	X4	X5

Class 2 - אפשריים - A1, A2, B1, B2  
Class 3 - אפשריים - A1, A2, A3, A4, B1, B2, C1



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עונותי לאמי שרובה לעזור לעצמו

## סיווג עליות המתח :

מתח (%)	משך ההפרעה (ms)		
	10-500	500-5000	5000-60000
גדול מ-120	S1	S2	S3
110-120	T1	T2	T3

קד"כ תקלה באספקת המתח הנמוך או ברמת האקווא  
אורמת לעליות המתח שנעלמת עם סילוק התקלה .  
סיווג עליות המתח בהתאם ל-IEC 60364-4-44



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עונות לאמי שרובה לעזור לעצמו

## 10. תופעות מעבר (4.3.3):

נאכמות קד"כ כתוצאה מהופעת ברק או  
מיתוץ מהיר של עומס כבד .  
כבדי לעמוד בתופעות מתחיות היתר התקן  
ממליץ על התקנת אמצעי הגנה בהתאם  
לתקן IEC 60364-4-44 .





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עונדים למי שרוצה לעבור לעצמו

## ד.השואת EN50160 נוכחי לקודם במתח נמוך:

3/2007	7/2010	פרמטר
99.5% 100%	99.5% 100%	תדד (HZ)
50+ -1% +4 -6%	50+ -1% +4 -6%	
95% Un+ -10%	95% Un+ -10%	מתח נקוב (V)
קטן N - 1	קטן N - 1	כמת הבהוב Plt
עד 1000 בסנה	בהתאם לאופי הציווד	DIPS
עד כמה מאות בסנה	אין התייחסות	הפרעות קצרות
עד 50 בסנה	אין התייחסות	הפרעות ארוכות
עד 2%	עד 2%	אי אילון במתח(%)
8%	8%	ציוות הרמוני כולל (%)



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עונותי מאי שרובה לעבור לעצמו

## ד.השואת EN50160 נוכחי לת"י 50160 (מ"ד ומעלה) :

ת"י 50160	7/2010	כראטר
99.5% 50+ -1% 100% +4 -6%	99.5% 50+ -1% 100% +4 -6%	תדר (HZ)
95% מהשקוצ Un+ -10% (8 שעות השקוצ)	99% מהשקוצ Un+ -10% (96 דקות השקוצ)	מתח נקוב (V)
קטן מ-1	קטן מ-1	רמת ההבוק Plt
התאם לאופי הציוד	התאם לאופי הציוד	DIPS
אין התייחסות	אין התייחסות	הפרעות קצרות
אין התייחסות	אין התייחסות	הפרעות ארוכות
עד 2%	עד 2%	אי אילון במתח(%)
8%	8%	ציוות הרמוני כולל (%)



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עונות אמי שרובה לעזור לעצמו

ד. כויד ניתן למקד לזאת למאפייני הזרכן הישראלי :

ד.1. הזדרת רמת הזיוות ההרמוני הזרבית הזולזת  
המתח הזתאט לזאופי הזרכן דולמת טבלה 10.2  
התקן IEEE STD 519-1992 :

א. מתקנים רזישים כמו :  
התי חולפים, שדות תזופה עד 3% .

ה. זרכנים כלפים עד 5% .

ז. זרכנים תזשייתיים עד 8% (10%) .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוזרים לאי שרובה לעזור לעצמנו

ד.2. האדרת רמת הציוות ההכרמוןי המרבי ברמ ברמא  
לרשימות מקור ההסבר ברמא ברמא (PCC)  
רמא ברמא 10.3 ברמא IEEE STD 519-1992:

המרמ לרשימות המרמ הרמ רמ ברמ  
לרמ הרמא.

האדרת רמת הציוות המרמ ברמא הרמ  
לרמא ברמא הא ברמא:



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוזרים לאי שרובה לעזור לעצמנו

## כמות ציוות ההכרמוןי כולל בלרמ עפ"י קשיחות המקור :

יחס לרמיס	ע	ע	ע	ע	מ	TDD
	11	17	23	35	35	
פחות 20-N	4	2	1.5	0.6	0.3	5
קטן 50-N	7	3.5	2.5	1	0.5	8
קטן 100-N	10	4.5	4	1.5	0.7	12
קטן 1000-N	12	5.5	5	2	1	15
דף 1000-N	15	7	6	2.5	1.4	20

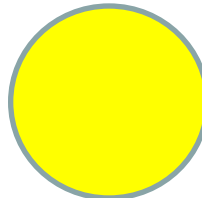
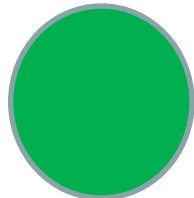
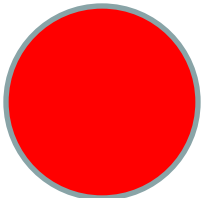


זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוזרים לאי שרובה לעזור לעצמו

3. אמות מידה לאיכות חשמל :

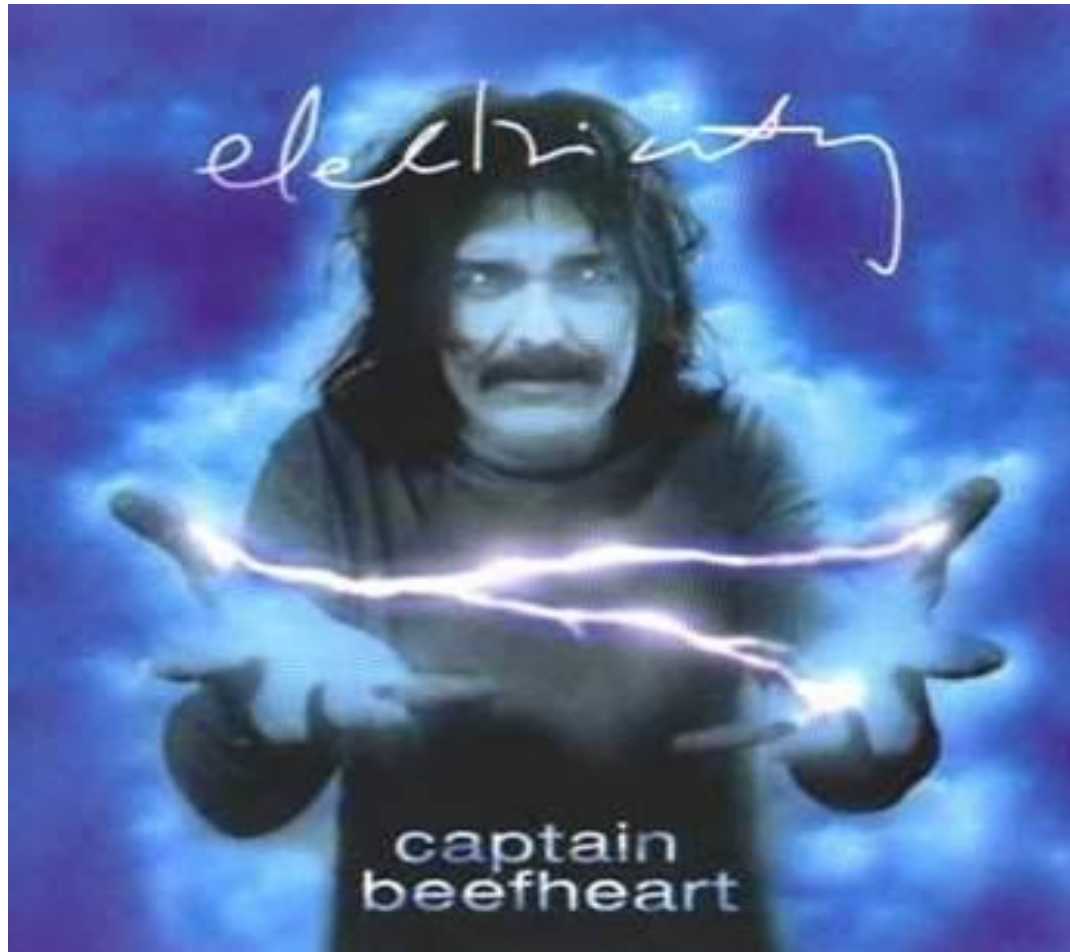
- 1.3. אמת מידה 41. איכות חשמל מיום 22/7/13.
- 2.3. אמת מידה 48. נלקים למכשירי חשמל במצב יציב מיום 6/2/12 .
- 3.3. אמת מידה 49. כיוצוי האין נלקים למכשירי חשמל מיום 1/6/03 .





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים אחי שרובה אצנור אצמנו





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

אולריט פמי שרובה לעלור לעצמו

# 1. בקדיקות איכות חשמל :

- א. רקע. - בוצע
  - ב. בעיות אופייניות (סוגי הפרעות) - בוצע.
  - ג. תיאוריה על קצה המזלע - בוצע.
  - ד. אפיון ההפרעות - בוצע.
  - ה. תקנים IEEE-519, ת"י 50160, IEC 61000-4-30 - בוצע.
  - ו. הפסקת קפה - בוצע.
  - ז. "סקר" איכות חשמל - דואמאות מהשטח.
  - ח. תיקון מקדם ההספק מבלי להליק.
  - ט. פתרונות מדף.
  - י. סיכום.
- קורס בודקים 13/05/2014





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

# 1. דו"ח איכות חשמל.

- א. רקע.
- ב. בעלי עניין.
- ג. סיפורי דוחות.
- ד. הצעה לדרישות מינימום מדו"ח.
- ה. כיצד מתמודדים (אם בכלל)?



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

א. רקע:

1. מטרת הדו"ח לספק למלאין תמונת מצב של המתקן, בהיבט של איכות החשמל באתר הנבדק.

2. באט יש חריגות, לפרט כיצד להתמודד איתן והאם הפציות, באמצען הולמאן הדו"ח אכן הי"ן באין איכות חשמל לקוויה.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

רקע-המשק:

3. בכ-30% מהמקרים איליתי כי מדובר בתפקוד לקוי של הציווד או כיוון שאוי.

4. במהלך ההרצאה נתמקד בעצמי העניין ונתמקד במספר "סיפורי דוחות" במאגזין הלמחן .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

הבעלי עניין:

1. מנהל מפעל/יזם:  
שאיפתו לצמצם עלויות ולכן  
קאט קיימת בעיה אליו להעביר  
אותה למתכנן או לספק האנרגיה.

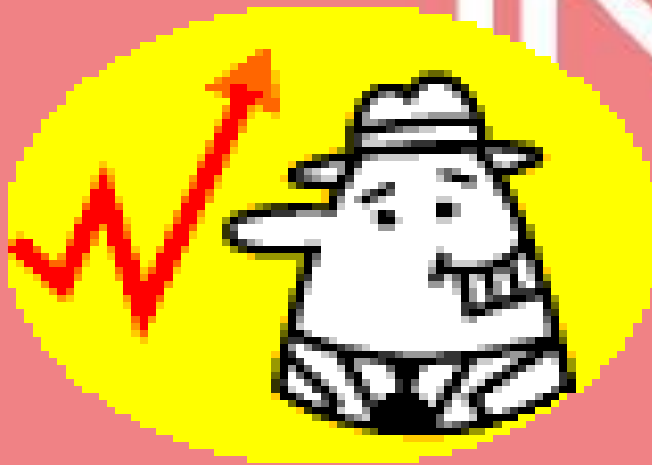




זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

בצלי עניין-המשק:  
2. מתכנן המתקן ויוצר החשמל:  
את קיימת בעיה, הרי שהיא לא באמתו.

יש לתת מענה אופטימאלי מבלי שיקשרו  
אותו "לפאפה".



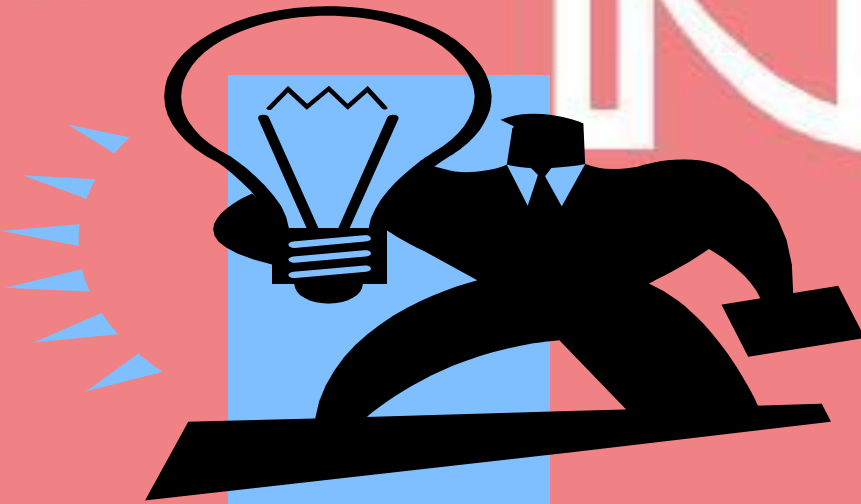


זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

בצפי אנליזת-המשק:

3. ספק האנרגיה:

אם קיימת בעיה, הכרי היא באסמח  
הצרכן, אורחי הטבע, ונדל"מ וכו'.

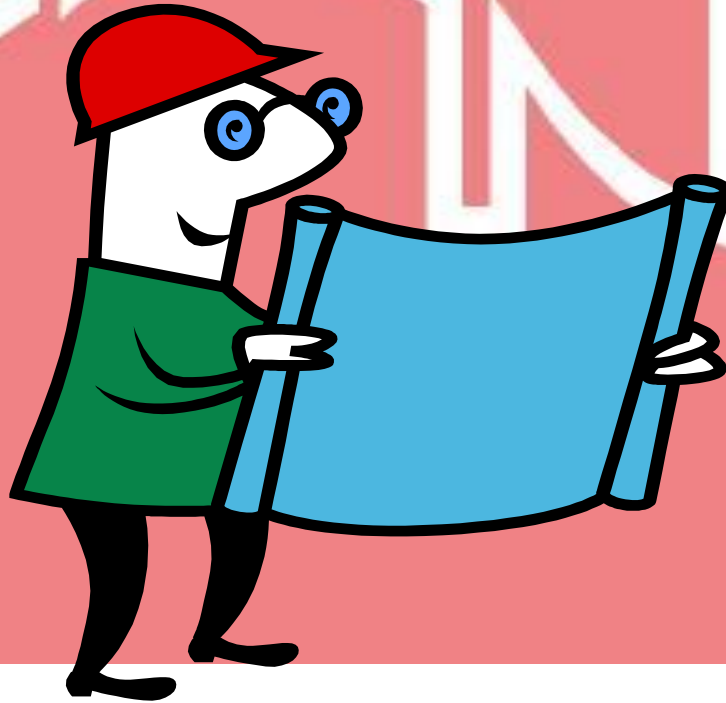




זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

הצפי עניין-המשק:

4. מהנדס האחלקה-אם אכן הפציה הינה  
כרמת הפעל, אלוי נדרש מצנה  
מניחום הוצאות.





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

d.סיפורי דו"חות:

דוגמא 1: קפיצות מתח בקניון "שומכר":

רקע:

1. בהמשך לסדרת הבדיקות שבצעתי בקניון בשישי שבת, תקופה בה כל צרכני החשמל הגדולים לא פעלו זיהיתי תופעת תהודה חשמלית ברשת.

ממצאים והמלצות:

2. ביום שישי בשעה 32:78 וביום שבת בשעות 22:65 ו-23:67 הייתה תופעה של תהודה חשמלית ברשת אשר נגרמה כתוצאה מהפרעת מתח באספקת החשמל, כתוצאה מכך הייתה עליה דרסטית בזרם.
3. הפרעה מסוג זה הינה הפרעה הנגרמת כתוצאה מהפרעה בצד המתח הגבוה של השנאי ותוצאותיה משפיעות על צד המתח הנמוך וגורמות נזקים חמורים במערכות רגישות.
4. ממליץ להתלונן בחברת החשמל.

בכבוד רב.

ז. זכרובסקי מהנדס חשמל.





זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

## ד.סיכורי דו"חות-המשק:

דוגמא 2: מפעל"צבע":

רקע:

1. לפי הזמנתך בצעתי ביום 18/12/03 בדיקת איכות חשמל והפרעה הרמונית במפעלכם.  
2. המדידה בוצעה בשלושת לוחות ההזנה במפסקים הראשיים במטרה לאתר גורמים המייצרים הפרעה חשמלית המזיקה לאיכות החשמל במפעל והגורמת כשלים במערכות רגישות, במידה ואין הפרעה מסוג זה לאתר את הסיבה לתקלות במערכות רגישות במפעל כמו שקילה ומדידה.

מאפייני ביצוע ומבצע:

3. הסקר והניתוח בוצעו עפ"י התקנים: IEEE 1159-1995, IEEE 519-1992, IEC 555-2, IEC 1000-4-7\2-2/2-4/3-5, IEC 50160, NEPA 70/70B, CEMBA. ודרישות הח"י.

4. הפענוח וההמלצות יבוצעו לפי CBEMA.

5. משרדי מספק את כל השירותים הדרושים להתמודד עם הבעיות הקיימות היום בתחום החשמל.

6. אני מהבודדים בענף החשמל העומד בכל הקריטריונים התקניים המפורטים בתקנים הנ"ל.

7. בניגוד לחברות מסחריות אני מסוגל לתכנן פתרון המבוסס על מגוון סוגי הציוד הקיימם בשוק ולאפשר בחירה לפחות בין שני ספקים שונים ולא להכתיב פתרון בלעדי לחברה.

8. אני מהבודדים שפתרו את בעיות איכות החשמל במפעלי פלסטיק, יציקות מתכת ובכלל בעיות שהוגדרו ע"י המתחרים כבלתי פתירות.

9. בנוסף לשירותי מדידות חשמליות ויעוץ אני גם מציע תכנון פתרונות מרמה מפעלית ועד לרמת המכונה הבודדת.

10. ברשותי מכשור מהמתקדם בעולם והיחיד בארץ המאפשר ביצוע סקר איכות בהתאם ל EN 50160.

ממצאים:

11. בלוחות 1 ו-2 נמצאה רמת עיוות במתח נמוכה מ-5% ולכן התמקדתי בלוח השלישי בו זיהיתי רמת עיוות גבוהה בזרם ובעלת אופייניים חריגים, יש חוסר אחידות בהפרעה ובנוסף זיהיתי תהודה בחלק מהמקרים.

מסקנות והמלצות:

12. קיימים ברשת מספר צרכנים תלת פאזיים לא ליניאריים הגורמים להפרעה, בנוסף אחד מהם מייצר הרמוניה שנייה לרשת דבר המעיד על תקלה במכשיר.

13. לאור זאת ממליץ על שתי דפאו"ת לפתרון הבעיה:

דפ"א א- להתאים פתרון מקומי לכל וסת תדר בשיתוף עם יצרן הווסתים.

דפ"א ב- לבצע סקר מקיף ומלא של יממה לפחות ועפ"י הממצאים לתכנן פתרון מקיף למפעל. בברכה.

ז.זוברובסקי-מהנדס בודק.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

ג. סיפורי דו"חות-המשך :

דוגמא 3: קניון ולפסקי:

1. כללי:

הסקר התקיים רצוף במשך כ-20 שעות בתאריכים 18-17/12/03, המסקנות וההמלצות מתייחסים לתוצאות הניסויים ולתצורת העומס בעת הניסוי.

2. הגדרת מדדים:

א. גל המתח עפ"י תקן G5/3 ,  $THD < 5\%$ .

ב. גל הזרם עפ"י המלצות STD 519 ,  $THD < 8\%$ .

3. הגדרת הבעיה:

לשנאי 1250 קו"א מחובר לוח קבלים של 175 קו"א ר, בלוח זה כשלו קבלים, מגענים ומנתקי המעגל של הדרגות השונות, התופעה חוזרת על עצמה.

4. מסקנות והמלצות:

א. רמת תכולת הרמוניות גל המתח בתחום הנמוך, תכולת הרמוניות גל הזרם הממוצעת קבילה ונמוכה, גמדד חריג מרבי אך לא הייתה חריגה בעיוותי גל המתח המרביים, מומלץ לבצע מעקב חוזר של 24 שעות לבדיקת הישגות התיפעה.

ב. כשל קבלים מתבטא בזרמי קצר גבוהים, הגורמים גם לכשל מגענים מנתקי מעגלים ונתיכים היא תופעה מוכרת, בפרט כאשר לוח הקבלים מותקן קרוב לשנאי.

ג. בכניסה לזוסת המהירות של המעלית מומלץ להתקין ריאקטור עפ"י המלצת יצרן הבקר.

ד. מומלץ לבדוק את רמת הזרמים על קווי האפס השונים.

בברכה.

ז. זוהרובסקי מהנדס יועץ.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

## d.סיפורי דו"חות-המשק:

דוגמא 4: תיקון מקדם הספק ב"זלג":

רקע:

1. הרמוניות במתח-במפעלכם לא נמדד עיוות הרמוני חריג במתח, עיוות הרמוני גורם לבזבז משמעותי בחשמל וכן יש לשאוף לערך קטן ככל האפשר, בנוסף גורמות ההרמוניות לנזק מצטבר לציוד.
  2. הרמוניות בורם-נמדד עיוות הרמוני של 8%, עיוות הרמוני גורם לבזבז משמעותי בחשמל וגרימת נזק מצטבר לציוד.
  3. יציבות רשת החשמל-אי יציבות רשת החשמל גורמת לפגיעה בתפוקת המכונות, גרימת נזק מצטבר להן ופוגעת באיכות המוצרים.
- ניתן לשפר יציבות הרשת ע"י חיבור מערכת לשיפור כופל ההספק בזמן אמת, אשר תקטין את קפיצות הזרם ותפחית את נפילות המתח ע"י מיתוג קבלים תוך מחזור רשת בודד.

המלצות:

4. סיכום ניתוח הרשת מצביע על אפשרות לפתרון הבעיות ע"י:
  - א. ניתוק לוח קבלים של שנאי 1 וחיבור מערכת לשיפור כופל ההספק מתוצרתנו בהספק של 440 קוא"ר.
  - ב. בשנאי 2 כתוצאה מהוספת קו ייצור נדרש להגדיל את המערכת לשיפור כופל ההספק בזמן אמת מתוצרתנו, המערכת המצויה היום הינה בהספק של 440 קוא"ר, בהסתמך על נתוני היצרן התוספת המיירבית היא 690 קוא"ר והמוזערית 410 קוא"ר, לכן ממליץ להשתמש במערכת של 900 קוא"ר הכוללת 7 קבוצות בהספק 120 קוא"ר וקבוצה נוספת של 60 קוא"ר.

בברכת חזק ואמץ.

ז.זיגלמן-מהנדס



זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

## ד.סיפורי דוחות-המשק:

בהמשך לבקשתך בתאריך 1/1/03 ביצעתי בדיקת מעקב אחר ההפרעה ברשת תוך כדי בדיקת אנלייזר בכל מקום חשוד שסומן על-ידי החשמלאי הראשי. להלן התוצאות לבדיקות:

THD ANALYSIS	V n.	V r.s.t	I r.s.t	Remark
4,6%	230,4 V	399,8 R.S. 401 S.T.	0,8 A	U.P.S. ראשי A3 אין הערות
1,4%	226 V	מעגל חד פאזי	לא ניתן לבדוק	מיקום: רשת
4,8%	230 V	חד פאזי	לא ניתן לבדוק	מיקום: A4
1,6%	ללא עומס	לא נבדק	לא נבדק	מיקום: 5A
6% H5-H7	236 V	לא נבדק	לא נבדק	Pub נבדק ללא תאורה ללא השפעת DIMMERS
6% H3 H5-H7	230 V	לא ניתן	לא ניתן	בדיקת U.P.S ראשי במדור

תוך ביצוע הבדיקה ערכי THD אשר נמדדו היו בלתי יציבים ואף עברו את גבול ה 7%. להערכתך, לציוד אלקטרוני רגיש, נתון זה יכול להיות בעייתי!  
ספק הכוח שלהם יכול להיפגע על-ידי פריצת בידוד ואי עמידה דיאלקטרית, לכן אנו ממליצים שלא לשמר את כל מערכת המחשוב מחוברת ל U.P.S אחד בלבד, רצוי להזמין מערכת חדשה אשר עומדת בתקן I.E.C ולהשתמש ב U.P.S הקיים לגיבוי בלבד, אך תחילה יש לתקן את U.P.S הקיים או לחליפין להתקין מסננים! להרמוניות H 7+5+3, ולבדוק לאחר מכן בדיקה חוזרת. יש להשתמש במכשירים התואמים את התקן IEC המגביל את

$$T.H.D = 5\%$$

משך הבדיקה באתר: 2 שעות.  
בברכה,

מ. זיגלבוים - מהנדס יועץ בודק.



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקרים למי שרוצה לצנוק לצמח

נטייה מקובלת בין החשמלאים כשלא ברור מקור הכסף  
לקבוע כי מדובר בהרמוניות, מניסיון העבר מסתבר  
שבכ-70% מהמקרים הם צודקים ואלהן דואמא - 30%:



הצילום באדיבות רונן פרי (קבלים  
לתיקון מקדם הספק בגופי תאורה).



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריט אחי שרונה לצנור לצמנו

הבניין משרדים הותקנו מערכות אחיסכון באנרגיה  
המוסקעת בתאורה, במהלך השנים התאלו מספר קבלים  
באופי התאורה שכלו ואלו לצפן ותחילת הצירה באופי  
התאורה .

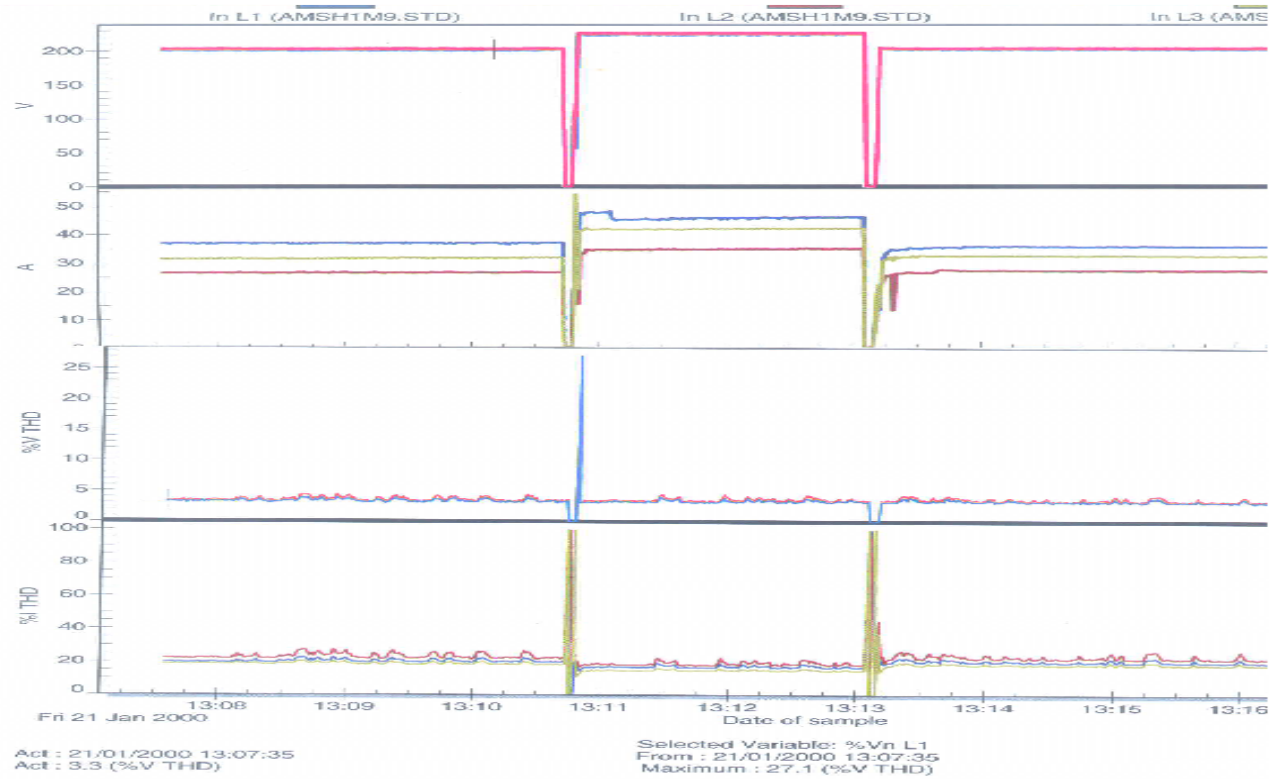
החשמלאי האתר קבע כי מערכות החיסכון מאבירות את  
הציוות ההכמוני האורט לכל הקבלים ואנו נדרשנו  
לבודק טענה לו .

לפס כק חיברנו נתחי רשת בהלנה ובמוצא של מערכת  
החיסכון והפעלנו אותה במצב חיסכון ובמצב צוקף .



**זוהר וינבוים - הנדסת חשמל**  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

*צולקרים למי שרוצה לעזור לעצמו*





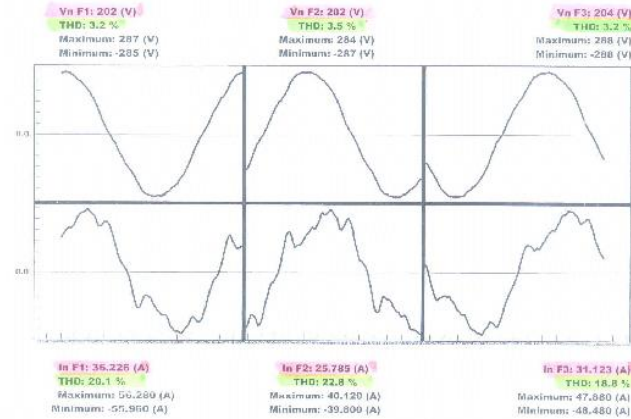
# זוהר וינבוים - הנדסת חשמל

בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

## עוצרים לאי שרונה לעצור לעצמו

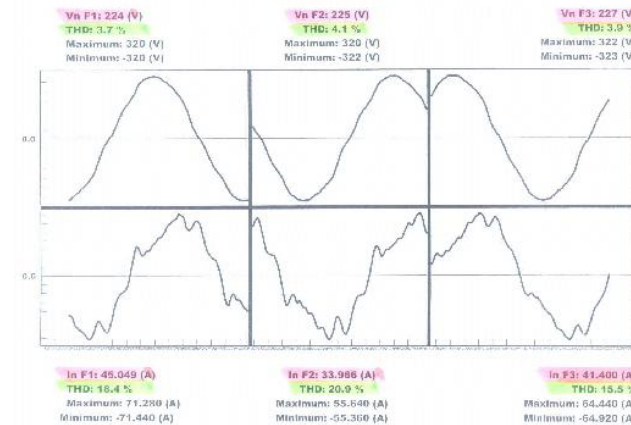
WAVE FORM (AMSH1M9.STD)

21/01/2000 13:09:58



WAVE FORM (AMSH1M9.STD)

21/01/2000 13:12:07







זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריט אחי שרונה לצוקר לצמנו

מהפכטריט שנמדדו צולפה כי רמת הציוות באתח  
ירדה מ-3.7% ל-3.2% ורמת הציוות בלרט עלתה  
מ-18.4% ב-45 אמפר ל-20.1% ב-36.2 אמפר .

אט נחשב את צוצמת הציוות בלרט נקבל, 8.28 אמפר  
במצב צוקר ו-7.27 אמפר במצב חיסכון .

למרות שב-3% רמת הציוות בלרט עלתה הרי שבפועל  
צוצמת הלרט ההרמוני פחתה במצב חיסכון .

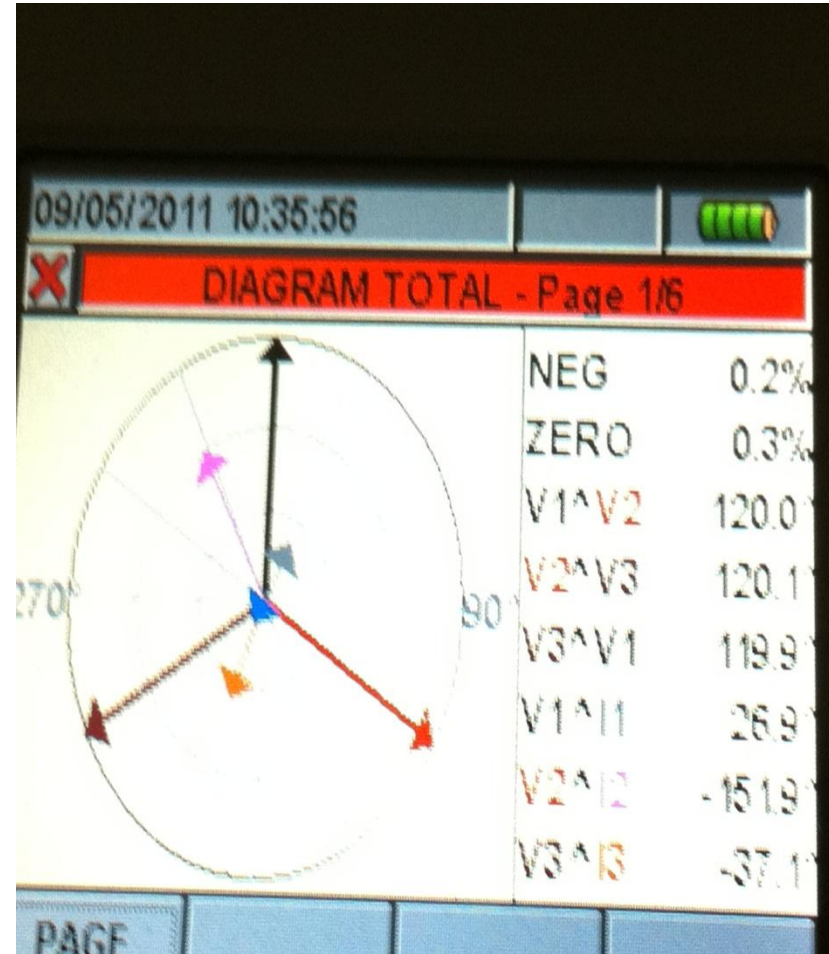
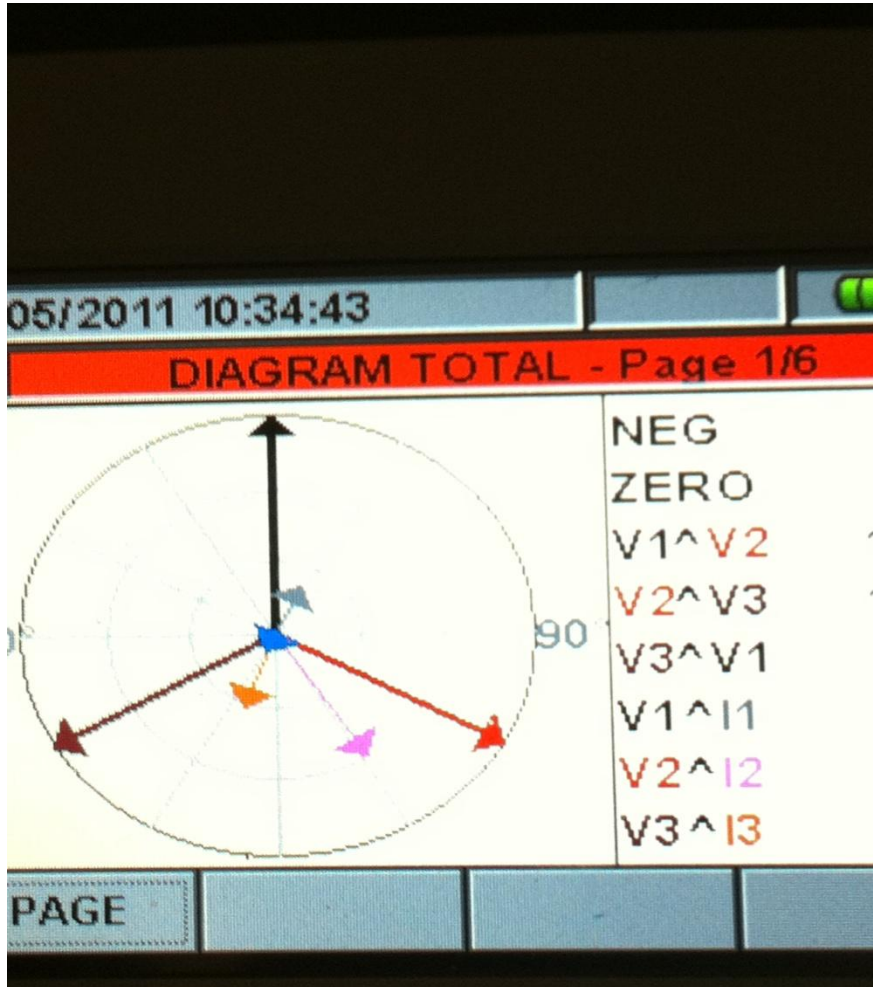
מכאן שלא ההרמוניות הן שטרמו לכשל הקבליט אלא  
בציה של פילור חוט ואיכות מוצר ירודה .



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים לאי שרובה לצורך לצמח

# החמלאי היה מוסרד מכיוון הלרט 12

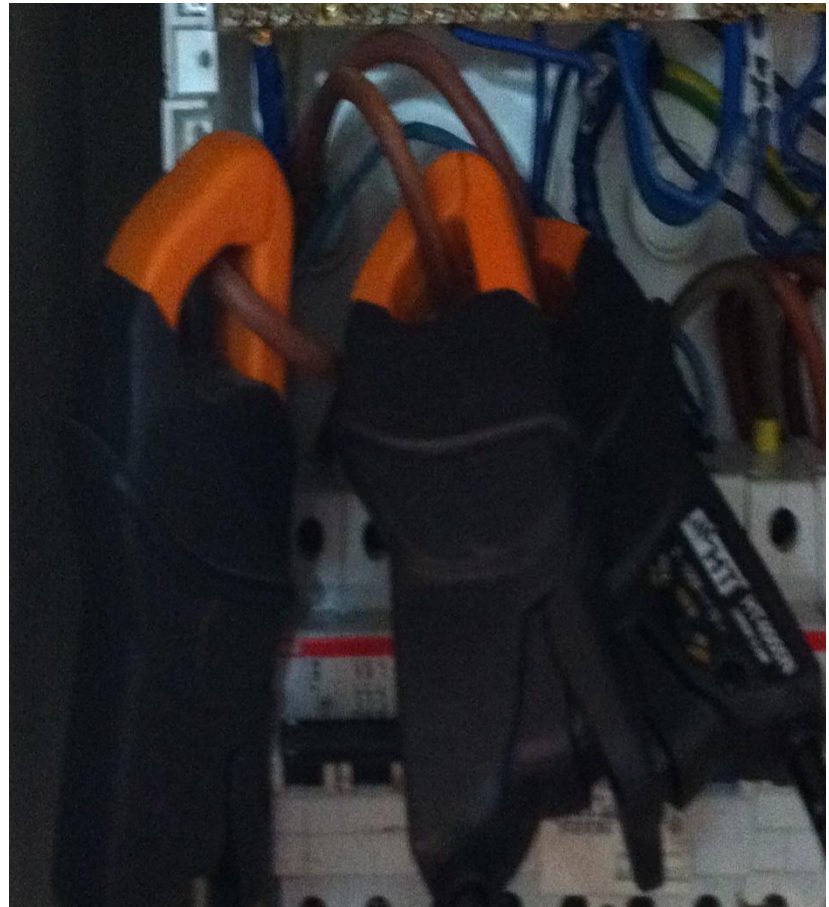




זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים לאי שרובה לצורך לצמח

# היבוק הפאזה נבצ מכיוון שאי של צבת מדידת הלחם





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים אחי שרובה אצלור אצלמו

דואמא אהטציית אקוח באין ניתוח ממציאת שדוי:

בפי"ח התלוננו כי מכונת הסי.טי מציבה שדיאות  
של מתח אספקה לא תקין .

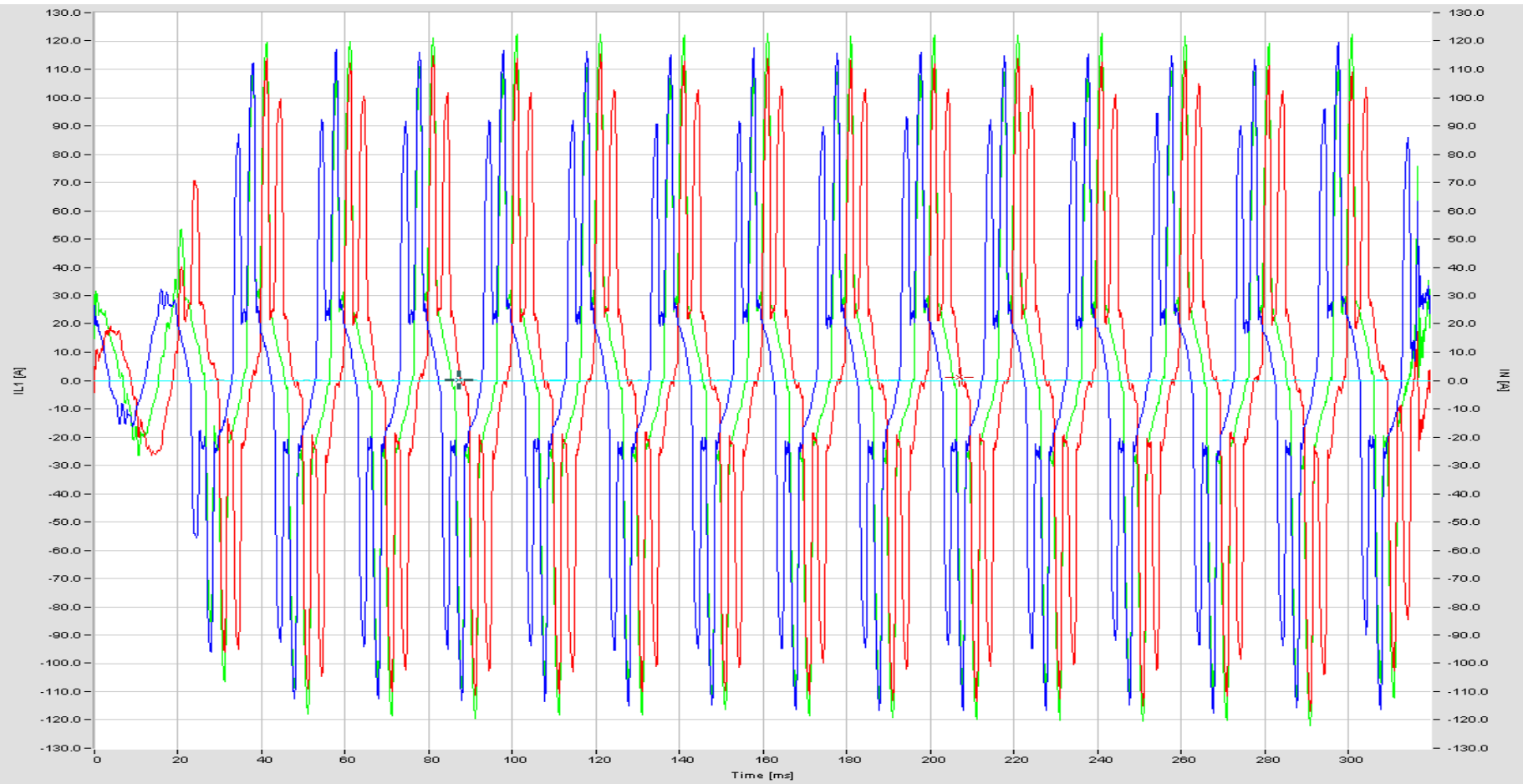
הבודק שבדק את המכונה מצא שפאלה T הינה  
הפוכה ככיוונה והדבר נובע מכשל רכיב הספק  
הכח .

.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים אחי שרובה אצנור אצנור





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צוהריט אחי שרובה אצטור אצטור

<u>מיקום הבדיקה : רנטגן קומה 2 הדסה עין כרם</u>	
<u>סיבות לבדיקה : בעיות במכונה</u>	
כפי שניתן לראות בגרפים אחד המכשירים ( ספק כוח לדעתי) בזמן הפעלה	
ממתג בצורה מאוד לא ליניארית ועם רמת הפרעות גבוהה במיוחד . המיתוג	
גורם לעיוות עוקב בשאר הפאזות במוצא השנאי .	
<u>תאור הממצאים</u>	
עיוות המתחיל במופע אחד בזרם וממשיך לשאר המופעים ( המופע הירוק הוא העיוות המתחיל) .	



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צוננים אחי שרובה אצלור אצלנו



ניתוח וקטורי של האירוע – המופע הירוק בזווית  
חריגה ביותר .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים אחי שרונה לצלור לצמנו

הפועל הסתבר שהחיהור לאטוטנפורמר  
הכניסה היה שדוי והמערבת קיבלה מתח נמוק  
מהנדרי, הכל פעם שמכונת סי.טי פעלה בחדר  
סמוק נכרם מפל מתח שהוריד את המתח שהיה  
נמוק מלכתחילה מתחת לסף ולכן הוצטו  
ההתראות .

הסיבה למקדמ ההספק הקיבולתי בפאלה T נבע  
מכך שספק המתח הצבוא היה מחובר אליה .





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

סיכום סיפורי הדו"חות:  
מסיפורי הדו"חות שחברו כי הדמיון ניתן  
לראות כי המשיכת קולמוס אפשר להציג פתרונות  
לבעיות שלא קיימות ולהיפך.

כך ניתן לתת מענה למאונן בעלי העניין כולל  
עורך הדו"ח.

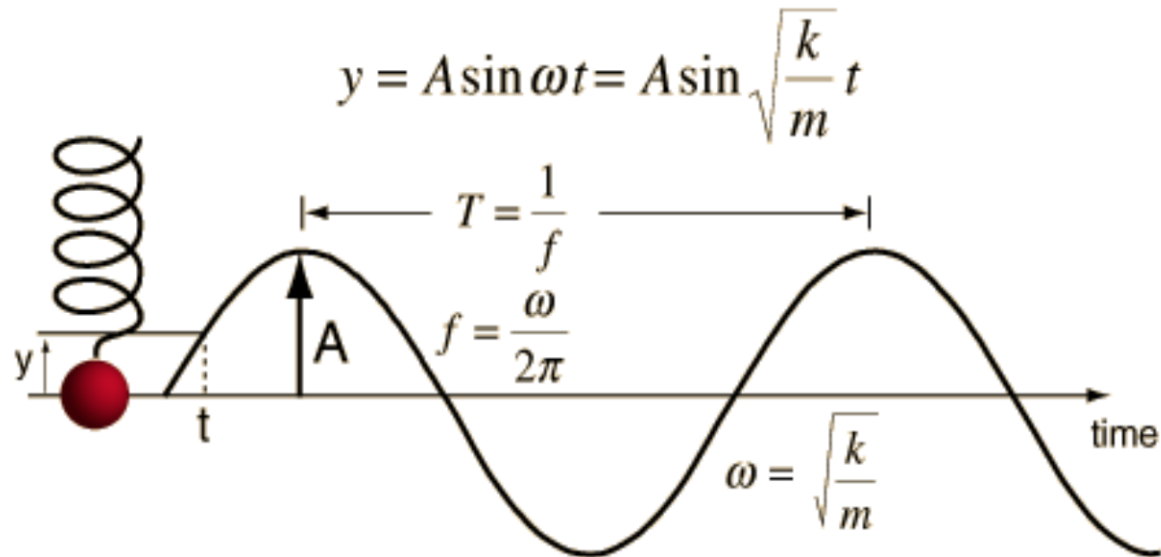
אכן יש לעבוד בתהליך מסודר/הוראת עבודה  
וכו' ולערוך את הדו"ח בצורה שיטתית הכוללת:  
רקע, ממצאים, מסקנות, המלצות.



זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים ויעוץ בנושא איכות חשמל

צולקרים פאמי שרובה אצלנו אצלנו

## מהי הגדרת תנועה סינוסואידית והרמונית? להלן הסבר פיסיקלי קצר ומהיר.





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולמים לאמי שרובה לצילום לצמח





זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

## 3. דרישות מינימום מדו"ח:

1. בסיפוקי הדו"חות בקשתי להראות כי ניתן  
במשיכת קולמוס אלפלד אחריית, איצור  
פאניקה ואי ודאות .

2. דו"ח איכות החשמל חייב להיות כלי  
אובייקטיבי אליהו בעיה וסיפוף בה .



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

## המשק דרישת מינימום מהדו"ח:

א.רקע:

- 1.מדוע נידרש סקר איכות החשמל, יש לפרט את מאוון התופעות והתקלות עליהן מאין הלקוח.
- 2.באילו ציוד מדידה משתמשים, כולל מספרו הסידורי, פירוט הצרכנים שפעלו והיכן התבצעה המדידה.
- 3.בהתאם לאילו תקנים (אם בכלל) בוצעו המדידה וניתוח הממצאים.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

ד.דרישות מ'נימוס-המשק:

ה.ממציאים:

1.הצאת כל פרמטרי הרשת החשמליים מהלשק  
המדודה:לרמ,מתח,הספק,מקדם הספק,תדיר,רמת  
ציוות הרמוןי ברמ ובמתח,קצב שינוי הספק  
מרב,הרמוןיות דומיננטיות וצורת האל שלהן.



ד. דרישות מינימום-המשק:

ד. מסקנות:

1. האם פרמטרי הרשת שנמדדו צומדים או חורגים מדרישות התקנים .
2. האם לווה ציוד בעייתי ?
3. במידה ולווה תופעות בעייתיות יש להמליץ באחריות מי אטפל בהן והאם נדרש פתרון ייחודי לבעיות שווה.



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

ד.דרישות מינימום-המשק:

ד.המאפצות:

המאפצה לפתרונות אפשריים בהיבט של  
עלות תוצאת.





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים למי שרובה לעזור לעצמו

## 1. תיקון מקדם ההספק מהלי אהליק :

1. מקדם הספק מתוקן בדרכ כלל הכדי להימנע מקנס המוטל על ידי ספק האנרטיה .
2. מקדם הספק מעל 0.92 אינו מקטין את צריכת האנרטיה, אלא הוא מאפשר לעשות את אותה עבודה בלרע נמוק יותר .
3. עבודה בלרע נמוק מאריכה את תוחלת מערכת ההולכה .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

אולריס לאמי שרובה לעלוך לעצמו

דואמא: בית הדפוס בעת ייצור חשמל עצמי:

1. ארבעה מדלי הדפסה מולנים מני שניאים  
ישיט בהספק 1600 קו"א.

2. בעת תקלה ברשת החשמל שפוש אנראטורים  
מלינים את המערכת בעלית כלי נחושת  
300 מ"מ"ר באורק שלכ- 100 מטר.

3. כל עצירה לא מתוכננת של מדלי הדפסה  
כרה קריעת נייר על כל המשתמץ מכך.

4. במקור הוחלט לנתק את הנקי הקבלי בעת  
עבודת האנראטורים, במצב לה ניתן היה

לעבוד

עם עדי שני מדלי הדפסה "בו למנית".



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים אחי שרונה לעזור לעצמו

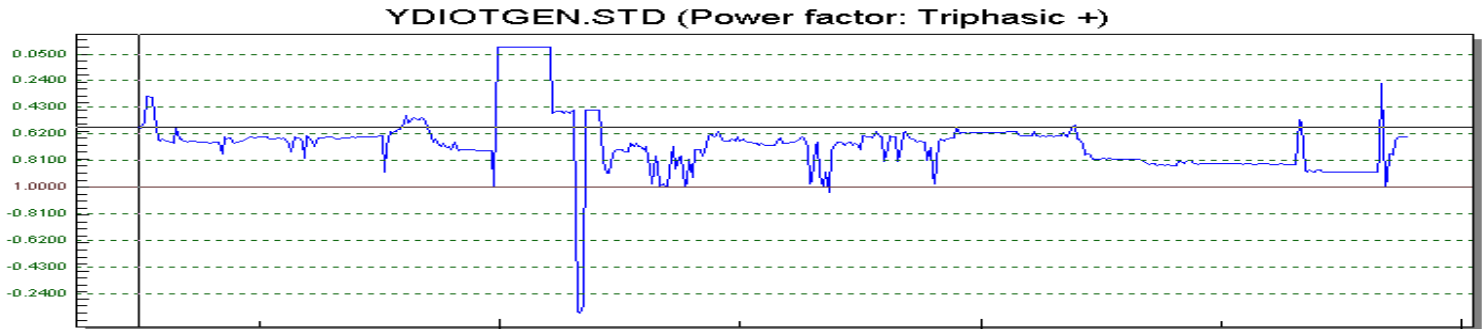
## תיאור הניסוי :

1. במחמת ייצור הייצור והאדמת מספר המאדלים שיצמדו בו למנית במצב אנרציה, הוחלט לחבר בנק קבלים סטטי המהווה מסנן פסיבי .
2. בנק לה תוכנו לעבוד בשתי נקודות עבודה, 0.96, מול אח"י ו-0.80 במצב אנרציה .
3. בעלרת המסנן הפסיבי הוצע הניסוי בשלוש נקודות עבודה 0.80:0.90:0.95 .



זוהר וינבויס - הנדסת חשמל  
 בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל  
 צולרים לאי שרונה לעזור לעמל

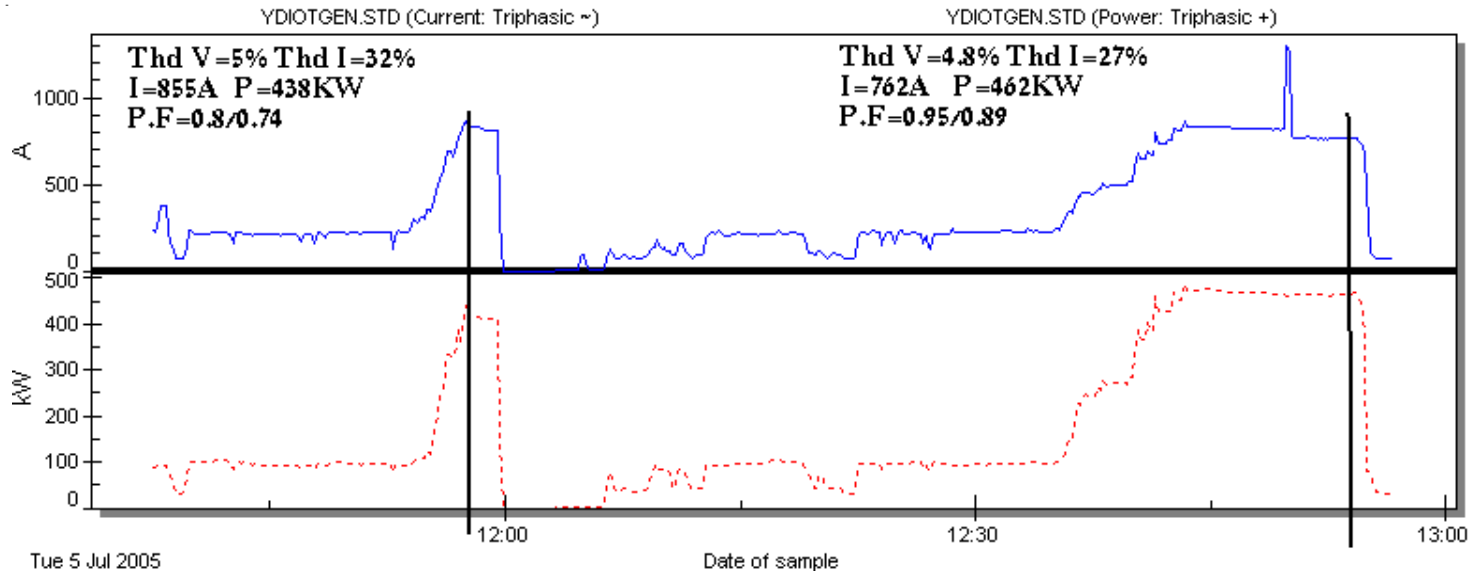
# התנהלות המערכת במהלך הניסוי:



T1

MULTIGRAPHIC

Act :  
Act :



Act : 05/07/2005 11:37:30  
Act : 232 (A)

From : 05/07/2005 11:37:30  
Maximum : 1307 (A)

To : 05/07/2005 12:56:40  
Minimum : 0 (A)

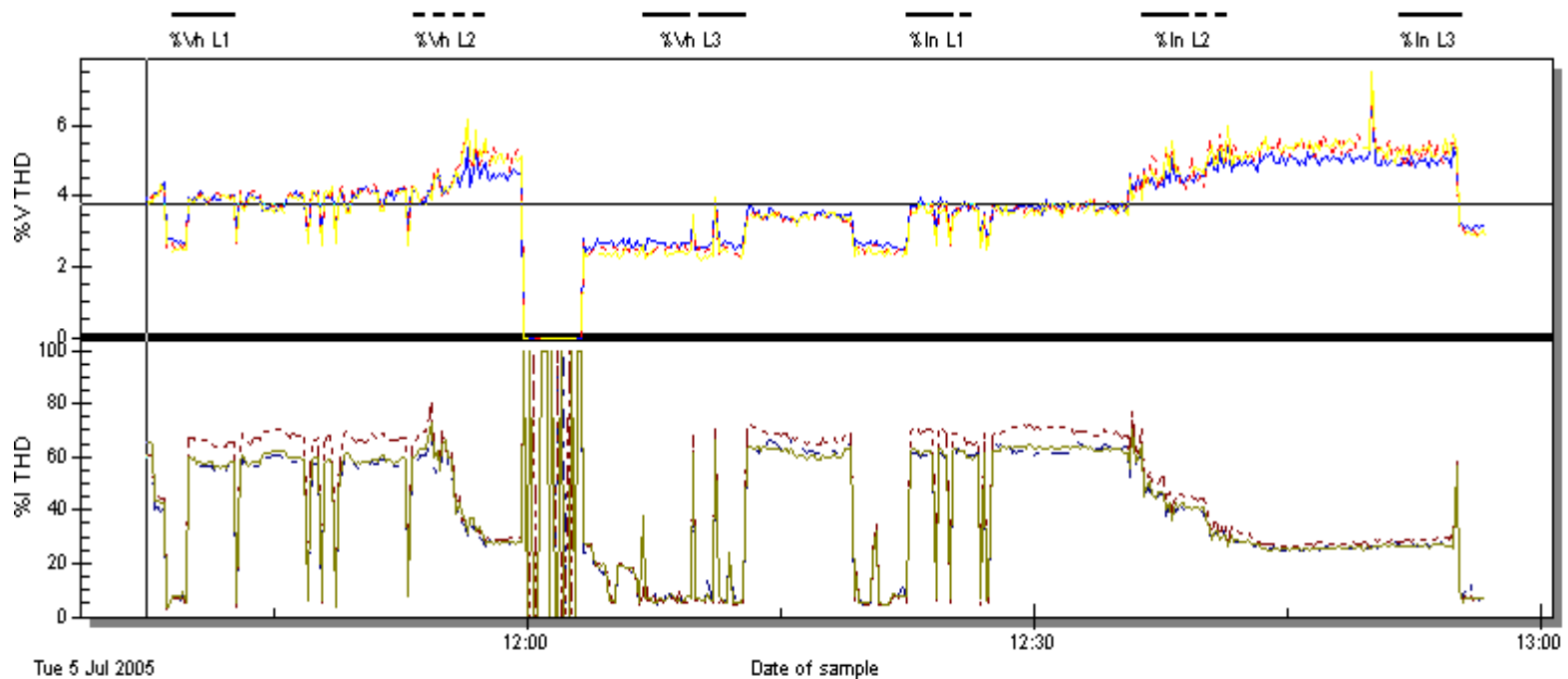


זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקרים לאמי שרובה לעצור לעצמו

# כמת הציוות ההכמותי במהלך הניסוי:

TOTAL HARMONIC DISTORSION (YDIOTGEN.STD)



Tue 5 Jul 2005

Date of sample

Act : 05/07/2005 11:37:30  
Act : 3.8 (%VTHD)

Selected Variable: %Vh L1  
From : 05/07/2005 11:37:30  
Maximum : 7.2 (%VTHD)

To : 05/07/2005 12:56:40  
Minimum : 0.0 (%VTHD)



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים מאי שרונה לעזור לעצמך

## השוני בערכי מקדם הספק והפרש מופע:

Date 05/07/2005 12:50:00		Period: 00:00:10			
	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase III	
Voltage [V]	224	224	224	224 ~	
Current [A]	1284	1253	1262	1266 ~	
Apparent Power [kVA]	287.616 ~	280.672 ~	282.688 ~	851	
Power [kW]	159	146	156	461	
Reactive P. L [kvar]	218	217	213	648	
Reactive P. C [kvar]	0	0	0	0	
Power factor	0.55	0.52	0.55	0.54	
Cos Phi	<b>0.92</b>	<b>0.90</b>	<b>0.92</b>		
Thd I (%)	<b>26.1</b>	<b>26.5</b>	<b>25.9</b>		
Thd V (%)	<b>7.2</b>	<b>7.2</b>	<b>7.5</b>		

Date 05/07/2005 12:50:10		Period: 00:00:10			
	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase III	
Voltage [V]	226	226	226	226 ~	
Current [A]	786	751	784	774 ~	
Apparent Power [kVA]	177.636 ~	169.726 ~	177.184 ~	525	
Power [kW]	158	148	158	464	
Reactive P. L [kvar]	64	65	63	192	
Reactive P. C [kvar]	0	0	0	0	
Power factor	0.88	0.87	0.88	0.88	
Cos Phi	<b>0.92</b>	<b>0.92</b>	<b>0.92</b>		
Thd I (%)	<b>26.6</b>	<b>28.9</b>	<b>26.6</b>		
Thd V (%)	<b>5</b>	<b>5.3</b>	<b>5.4</b>		



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

אולריט אחי שרובה אצלור אצמו

## ד. ממצאי הניסוי :

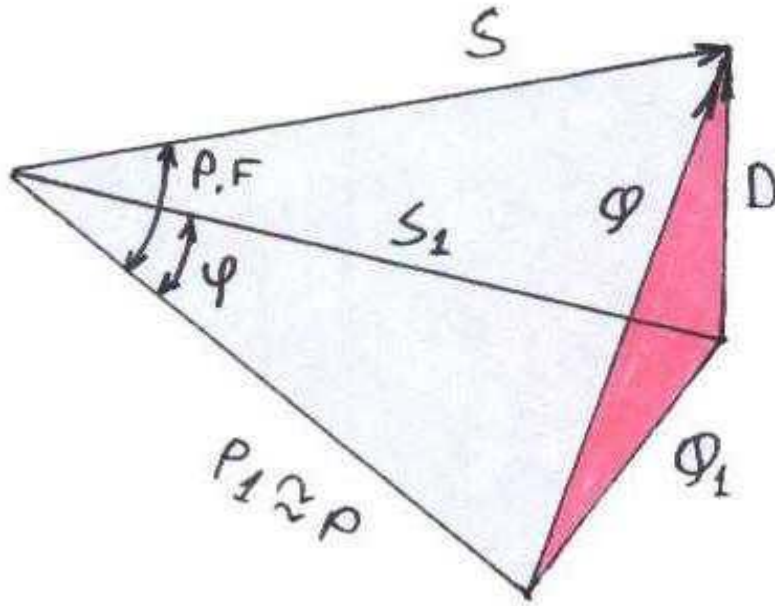
1. בנקודת אבודה 0.8 האנת המסק הראשי  
פעלה שלא לצורך .
2. העצמת יצר מקדם ההספק א- 0.9 הקטינה  
את הלרט ב-11%, רמת העיוות ההרמוני  
ירדה מ-60% לכ-20% .
3. ממצא הקדף בין ארכי מקדם ההספק והפרש  
המופע בתלות ברמת העיוות ההרמוני .



זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים מאי שרונה לעזור לעצמו

# תכונות הציוות ההרמוני להרצת מקדם ההספק: הקשר בין מקדם ההספק להפרש מופע.









מזרר הבריאות - הנדסת חשמל  
מרכז המידע והתמיכה לציבור

צולקרים למי שרובה לצוקר לצמנו

## הקשר בין מקדמ ההספק והפרס המופע-המשק :

1. מקדמ ההספק והפרס המופע יהיו שווים רק כאשר הציוות ההרמוני ישאל לאפס .
2. האברת הציוות ההרמוני מקטינה את מקדמ ההספק אך אינה פואעת בהפרס המופע .
3. יתכן מצב, שבו תוספת קיבול למתקן לא תשפר את מקדמ ההספק, אלא עלולה אף להרע אותו .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים אחי שרונה לצלור לצמח

משמעות ההפרש בין מקדמ ההספק והפרש המופע :

1. ההפרש בין מקדמ ההספק לזווית המופע פועל בתפקוד רוב הקרי הקבליים, המבוססים בפעולתם על מצב האם האל הבסיסי הנקודת אפס.
2. הדבר הולט באתרים בהם הצומס הציקרי הינם משני תדר הצובדים בהפרש מופע קרוב ל-1 אהא במקדמ הספק נמוך .
3. המשמעות היא כי מצרכות תיקון מקדמ ההספק אינן מבצעות את יצודן במניעת קנס לספק האנרטיה ולכרוע מכך-הן אינן מתפקדות כחסון פסיבי .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים אחי שרונה אצלור אצלמו

## אסיכום :

1. הפרש מופע מצל  $0.92$  אינו מונע קנס אספק החשמל באין מקדם הספק נמוך, לכן יש לוודא תיקון מקדם ההספק בעזרת מסנן פסיבי .
2. ברשת עם ציוות הרמוני אבולו יש להשתמש בקרי תיקון מקדם הספק מתאימים .
3. אין מניעה בעבודת אנראטורים מהדור הנוכחי במקדם הספק אבולו  $M - 0.92$  .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולקריט לאמי שרובה לצלוק לצמ1

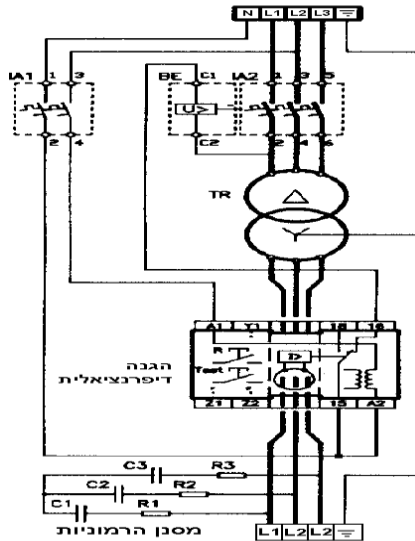
## פתרונות אפשריים:

- 1.הצדאת מספר הפולסים במצרכת ההמרה .
- 2.טיפול בלרמי האדמה .
- 3.הקטנת לווית ההצתה במתמרים לאמינימוס .
- 4.ניתוק קבלים מצל רמת סף ציוות הרמוני .
- 5.שימוש במסננים פסיביים או אקטיביים .



זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוזריים פמי סרובה פצלור פצלור



1. הפרדת קווים  
לרועשים, אדישים  
ורגישים.

2. סיכוך קווים.

3. הזנת מערכות חד-  
פאזיות ממתח שלוב,  
דוגמת TSA.



זוהר יינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוזרים לאי שרובה לעזור לעצמנו

## מענה להכרזת הפיטות :

### APPLICATIONS

The installation of filters FB3 can be made in series with a single-phase line or series with the neutral of a three-phase installation. Fig. 2 shows several applications of the FB3 a single-phase line and an three-phase line.

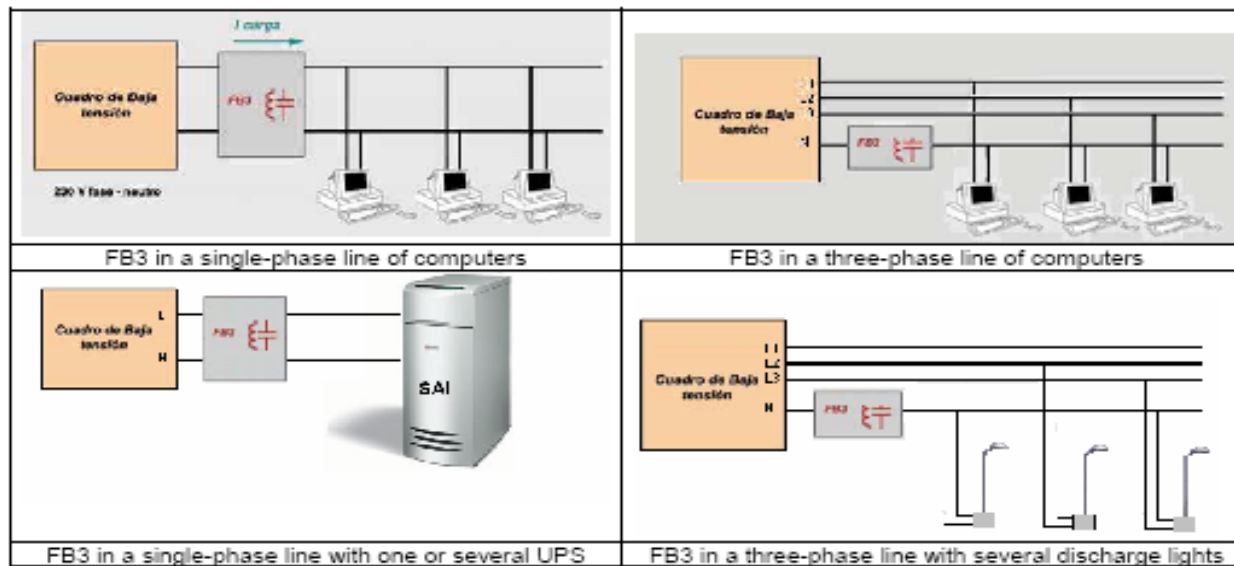


Fig 2. - Connection of filters FB3 to single-phase lines and three-phase lines



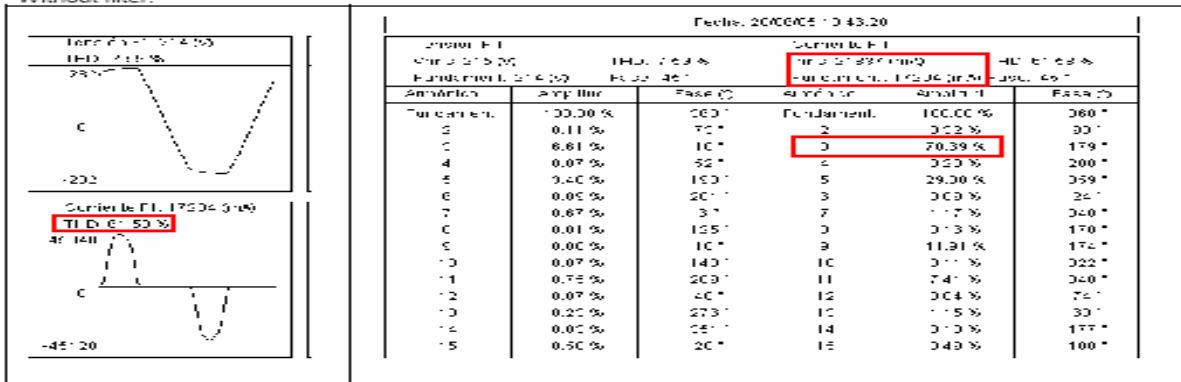
**זוהר יינבוים - הנדסת חשמל**  
 בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוצרים למי שרובה לעצור לעצור

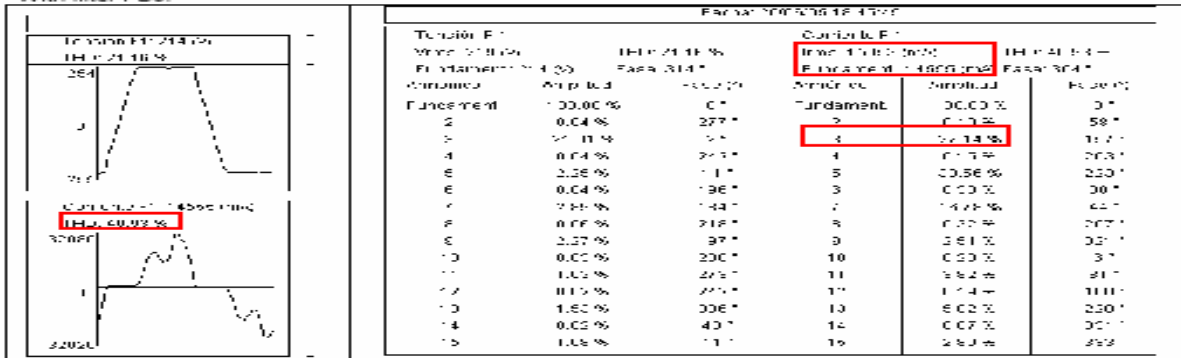
**REAL APPLICATION**

In this application was request to filter 3r harmonic generated by diverse single-phase loads like computers, UPS, etc. that originated heating of the neutral line and tripping of Herat leakage protections.

Without filter:



With filter FB3:







**זוהר יינבוים - הנדסת חשמל**  
 בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוזרים לאי שרובה לעזור לעצמנו

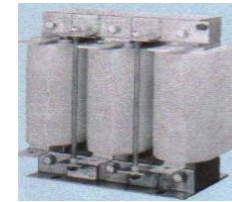
## המשק פתרונות :

### ד.מנקה לקבלים :



REACTORS FOR FILTERS  $p=7\%$   
 TYPES FOR 400 V ac MAINS

CÓDIGO CODE	TIPO TYPE	I (A)	PARA CONDENSADOR FOR CAPACITOR	kvar a 400 V kvar at 400 V	PÉRDIDAS LOSSES
6 66 011	R- 10-400	15	1,25 kvar / 460 V	10	50 W
6 66 012	R- 15-400	22	19 kvar / 460 V	15	57 W
6 66 013	R- 20-400	30	25 kvar / 460 V	20	76 W
6 66 014	R- 25-400	37	30 kvar / 460 V	25	90 W
6 66 023	RB- 30-400	45	37 kvar / 460 V	30	120 W
6 66 024	RB- 40-400	60	50 kvar / 460 V	40	145 W
6 66 025	RB- 50-400	75	62 kvar / 460 V	50	185 W
6 66 026	RB- 60-400	90	74 kvar / 460 V	60	205 W
6 66 027	RB- 80-400	120	100 kvar / 460 V	80	235 W
6 66 028	RB- 100-400	145	125 kvar / 460 V	100	250 W
6 66 029	RB- 120-400	175	150 kvar / 460 V	120	295 W



Código Code	Tipo Type	Para inductancia For reactors	kvar * (400 V)
6 66 051	CF 46/12,5	R - 10-400	10
6 66 052	CF 46/19	R - 15-400	15
6 66 053	CF 46/25	R - 20-400	20
6 66 054	CF 46/30	R - 25-400	25
6 66 055	CF 46/37	R - 30-400	30
6 66 056	CF 46/50	R - 40-400	40
6 66 057	CF 46/62	R - 50-400	50
6 66 058	CF 46/74	R - 60-400	60
6 66 059	CF 46/100	R - 80-400	80

Código Code	Tipo Type	Para inductancia For reactors	kvar * (230 V)
6 66 061	CF 26/ 6,3	R - 5-230	5
6 66 062	CF 26/ 12,5	R - 10-230	10
6 66 063	CF 26/ 18	R - 15-230	15
6 66 064	CF 26/ 25	R - 20-230	20
6 66 065	CF 26/ 30	R - 25-230	25
6 66 066	CF 26/ 37	R - 30-230	30
6 66 067	CF 26/ 48	R - 40-230	40
6 66 068	CF 26/ 60	R - 50-230	50

#### TECHNICAL CHARACTERISTICS

Working voltage (U <sub>n</sub> )	460 V
Frequency	50 or 60 Hz
Working temp.	-25 / +40 °C
Test volt. between terminals 2,15 U <sub>n</sub> -10 s	
Test volt. to earth	3 kV (10 s)
Dielectric losses	0,5 W / kvar
Enclosure steel sheet 1mm epoxy painted	
Protection	IP 42
Dimensions	See fig. 2 and table
Weight	See table
Standards:	VDE 0560, BS 1650, IEC 70/70 A, UNE-EN 60 831



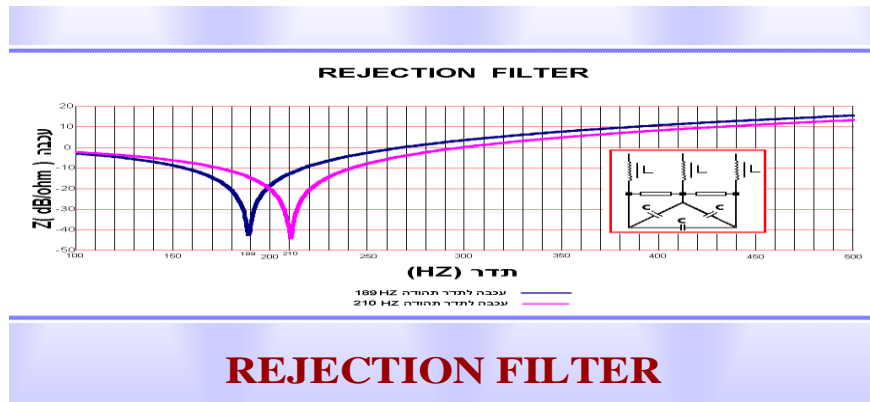
זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוצרים למי שרצה לעצור עצמו

חיבור משנק בטור לקבל :

הקבל והמשנק בנויים לתדור תהודה שאינו כפולה שלמה  
של תדור הרשת (189 או 210 הרץ).

המשנק מהווה מסנן לערכים ההרמוניים וצ"י כק מאפשר  
לתקן את מקדם ההספק מפלי להרצ את רמת הציוות.

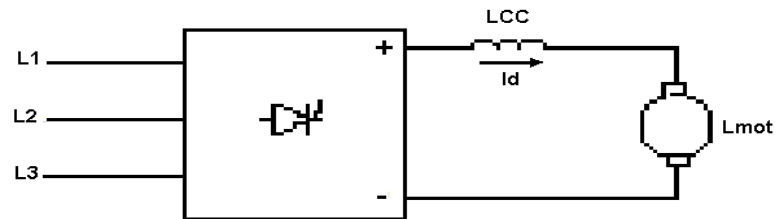




זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוצריט לאמי שרובה לעצור לעצמו

## משנק סוכרי :



זרם כניסה ללא LCC



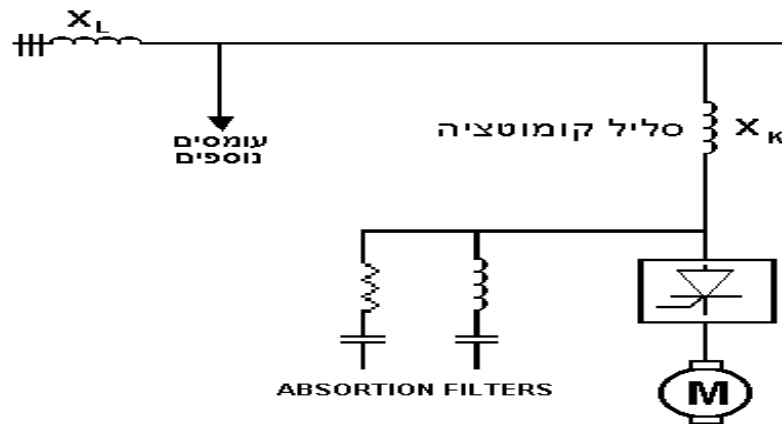
זרם כניסה עם LCC



זוהר וינבויים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

עוצרים לאי שקיפות לעצור לעצור

## סינון פסיבי :





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים למי שרובה לצורך לצמח

## 5. סיכום :

במצבת זו השתדלנו לתאר את מרב התופעות הנלרות מרמת ציוות הרמוני חריכה כפי שבאה לידי ביטוי בהתבסס על מחקר איכופאי משנת 2001 והניסיון שנצבר בארץ .

לאת בכדי להקל על יכולת האבחון באט התקלה הינה נלרת של איכות חשמל ירודה או ארט אחר (בלאי , תנאי סביבה וכדומה ) .

חשוב להבין כי תופעות של איכות חשמל ירודה כפי שפורטו לעיל מחייבות ביצוע מדידה לצורך אבחון והלדרת פתרון נכון ואילו ניתוח הממצאים ותפירת הפתרון חייב להתבצע בהתאם לתקנים .

והכי חשוב, לזה להבין שאין די ברכישת ציוד מדידה יקר שצומד בדרישות התקנים אלא יש להבין מה בדיוק מודדים .



זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

צולרים אחי שרונה אצלור אצלנו





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל

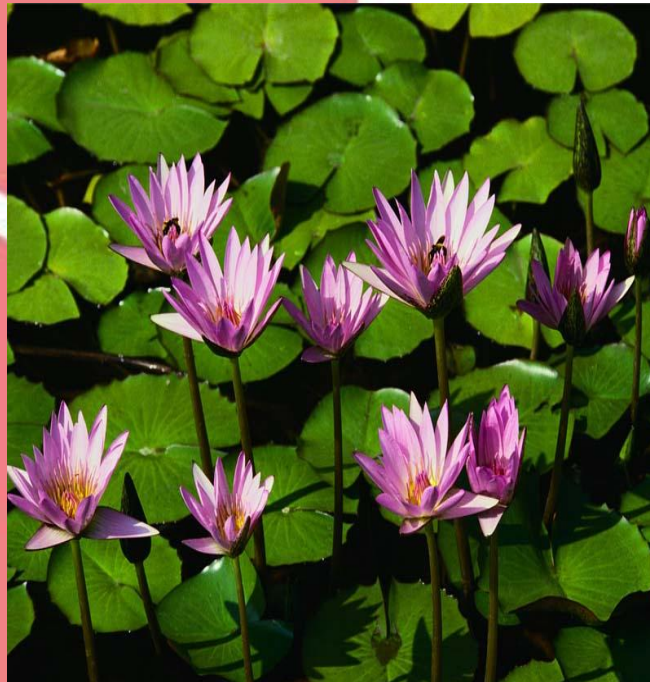
חברת וינבוים הנדסת חשמל,  
התמחתה במדידה וניתוח  
פרמטרי רשת החשמל, באתרים  
בהם היטה הקונבנציונאלית לא  
נתנה מענה וקביצוץ בדיקות בטיחות  
חשמל באתרי בניה ומנהוק.

<http://www.winboimengineering.com/>





זוהר וינבוים - הנדסת חשמל  
בדיקת מתקנים וייעוץ בנושא איכות חשמל



חן חן אף תשומת ליבכם!