

# ניטור רשת חלוקה במתח גבוה

פרופ' מ. קריצ'בסקי, מהנדס א. ברשי

• ארון מדידה המותקן על עמוד החשמל הכולל נתח איכות החשמל מתקדם מתוצרת סייטק דגם PM175 המותאם במיוחד למבודדים החכמים, תצוגה מרוחקת לבטיחות מירבית ומודם סלולרי לקבלת המידע ובקרה בזמן אמת

לטכנולוגיה מספר יתרונות חשובים וביניהם:

• דיוק גבוה – המבודד מבוסס על נגד, דבר הנותן דיוק בכל תחומי התדר. באיור 3 ניתן לראות השוואה של הענות התדר של המבודד לעומת שנאי מדידה. תודות לכך מערכת המדידה לא מגיעה לרוויה או תהודה (רזוננס), דבר חשוב במיוחד בעת התפתחות תקלה. בנוסף, מכשיר ה-SATEC PM175 כולל כיוול רק מימדי (אמפליטודה, תדר וכו') עבור המבודדים, דבר המאפשר להשיג דיוק גבוה פי 4 מאשר דיוק המבודד בעצמו וחשוב במיוחד לניהול אנרגיה.

רשת חכמה (Smart Grid) היא רשת שמאפשרת לנו אספקת חשמל רב כיוונית (ולא רק מהיצרן לצרכן), קבלת מידע בזמן אמת וביצוע פעולות על בסיס המידע, על מנת לשפר את אמינות האספקה, איכות החשמל, הקטנת הפסדים וניהול ההיצע והביקוש. ניתן להשיג את היעדים הללו ע"י בקרת האנרגיות האקטיבית והריאקטיבית, זיהוי ואיתור מיקום תקלות, בקרת מתחים וזיהוי שימוש בלתי חוקי בחשמל. יותר ויותר משאבים מושקעים היום ברחבי העולם ברשת החכמה במגוון תחומים החל מתחנות כוח מבוקרות, תחנות משנה דיגיטליות (כולל תקשורת IEC 61850), שליטה ובקרה ברשת החלוקה בקווי המתח ובתחנות ההשנאה ועד לצרכן הסופי. המאמר יסקור את טכנולוגיה חדשנית לניטור רשת החלוקה במתח גבוה (22 קילו-וולט) אשר הותקנה ע"י חברת סייטק ברחבי העולם וכן בפרייקט פיילוט בארץ.



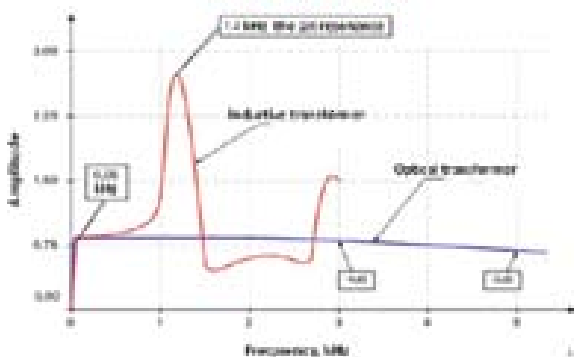
איור 1: מבודד חכם

## הטכנולוגיה

שיתוף פעולה בין חברת לינדסימארה"ב וחברת סייטק מירושלים הוביל לאספקת מערכת אשר כוללת את המרכיבים הבאים:

• מבודדים מתוחכמים הכוללים שנאי מתח ושנאי זרם אשר מחליפים את המבודדים הקיימים וניתנים להתקנה ללא חיתוך כבלים או ניתוק אספקת החשמל. באיור 1 ניתן לראות את המבודד וכן את אופן חיבור כבל החשמל.

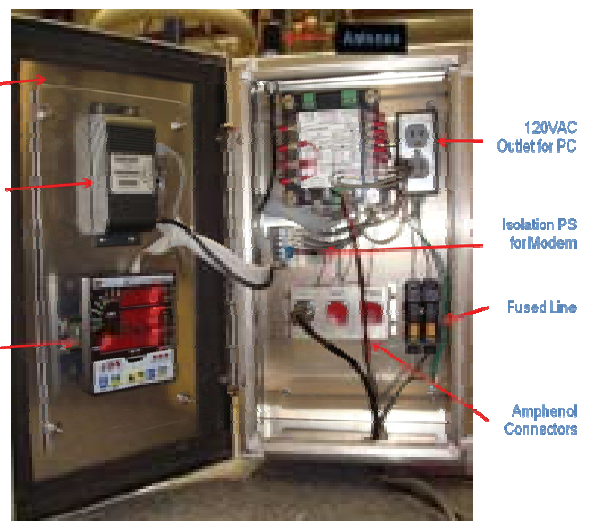
Amplitude-frequency response of voltage transformers (the results of simulation)



איור 3 – השוואת הענות התדר של שנאי מדידה לעומת מבודד חכם

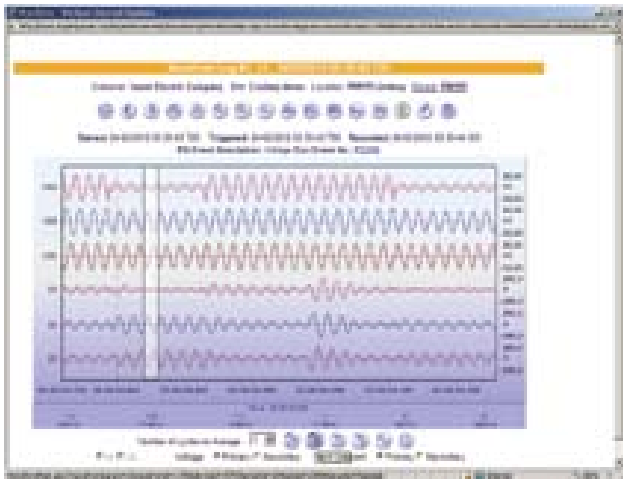


איור 4 – התקנה תחת מתח



איור 2: ארון מדידה

המערכת מאפשרת לעקוב אחרי איכות החשמל ותפקוד הרשת. כל נתוני המערכת מועברים למערכת ניהול המידע האינטרנטית ExpertPower, דבר המאפשר נוחות מקסימלית. איור 6 מציג את צורות הגל של שתי נפילות מתח סמוכות שנמדדו ע"י המערכת ואיור 7 מציג את חישוב ה-RMS (באמצעות חלון RMS Plot) באותן נפילות, בו המתח השלוב הגיע עד ל-6.8kV ברשת של 22kV.



איור 6 – צורות גל של נפילות מתח



איור 7 – RMS Plot של נפילות מתח

### סיכום

רשת החלוקה היא מרכיב משמעותי ברשת החשמל והשקעות בשידרוג מערכת הניהול שלה מניבות יתרונות רבים. חברות חשמל בארץ ובעולם מאמינות שעל ידי ניטור ובקרה ברשתות החלוקה ניתן להגיע לחיסכון רב בעלויות התפעול והתייעלות אנרגטית ע"י ניהול ביקושים נכון, הקטנת הפסדים ושב"ח, שיפור אמינות האספקה, שיפור איכות חשמל, איתור תקלות בזמן אמת ובקרה טובה על רמת המתח. ההשקעה ברשת החלוקה מאפשרת מידע מירבי אודות הרשת בעלויות נמוכות בהרבה מאשר מדידה אצל כל הצרכנים. היום יותר מתמיד נראה שהחזון בו גם הרשת בישראל תהיה רשת חכמה קרוב מתמיד.

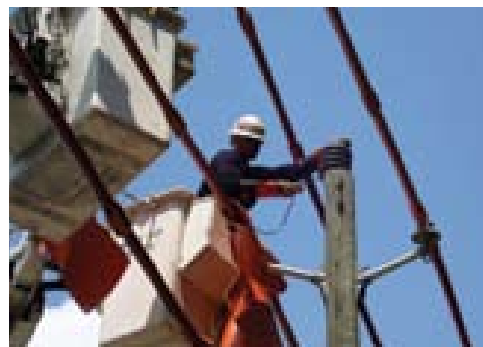
- התקנה ללא חיתוך כבלים או ניתוק חשמל – הופך את תהליך ההתקנה לפשוט וזול. איור 4 מראה את התקנת המערכת הראשונה ע"י חח"י אשר נמשכה פחות משלוש שעות. בארה"ב, בה מותקנות אלפי יחידות, משך התקנת מערכת פחות משעה.
- מדידה ורישום מדויקים של מעל 100 פרמטרים של אנרגיה, הרמוניות, איכות חשמל ואירועים נוספים, כולל צורות גל וחותמת זמן מדויקת
- פתרון אוניברסלי שמאפשר גם בקרה מרחוק
- תקשורת סלולרית לשליטה מרחוק, עם זיכרון פנימי לגיבוי ותצוגה מקומית

### היתרונות ללקוח

- הפתרון הטכנולוגי הזה נותן מענה למספר רחב של צרכים בחברת החשמל:
- ניהול ביקושים, ע"י ניהול אנרגיה יעיל
- שיפור אמינות האספקה
- זיהוי ואיתור תקלות ברשת בזמן אמת
- מדידה ושיפור איכות החשמל המסופק לצרכנים
- איתור ומניעת גניבות חשמל (שב"ח)
- בקרת אנרגיה ריאקטיבית ובקרת מתח באמצעות אנרגיה ריאקטיבית

### דוגמאות מהארץ ומהעולם

הטכנולוגיה הזאת מותקנת בהצלחה במספר חברות חשמל בארה"ב, לרבות כמה אלפי יחידות בצפון קרוליינה (איור 5). תודות למערכת המדידה, הכוללת את המבודדים החכמים, חברת החשמל איתרה בעיה מערכתית באופן ניהול האנרגיה הריאקטיבית. הבעיה גרמה להפסדים רבים והפתרון שלה חסך לחברת החשמל כסף רב.



איור 5 – התקנה בצפון קרוליינה

מערכת נוספת של החברה, מבוססת נתח איכות חשמל מתקדם יותר - דגם EM920 (בארץ נמכרת המהדורה האירופאית שלו – EM720), פורסמה בכתב העת T&D World (יולי 2012) משמשת לניהול אנרגיה ריאקטיבית ובקרת מתח. במקום השימוש המקובל בשינוי דרגות בשנאי לשליטה ברמת המתח, החברה ממתגת קבלים על מנת לקבוע את רמת המתח ולהקטין את ההפסדים ברשת. בישראל הותקנה בחודש דצמבר 2011 מערכת אחת לניסיון במתח גבוה (22 קילו-וולט) ופועלת בהצלחה רבה (איור 4).



**פרופ' מנדל קריצ'בסקי**

מהנדס חשמל מאוניברסיטת MPEI, מוסקוה (1968), בה המשיך ללימודי תואר שני וסיים בשנת 1971. לאחר עלייתו לארץ בשנת 1972 הצטרף לאוניברסיטת בן גוריון בנגב, שם התקדם עד למעמד של פרופסור. במסגרת המכון לחקר הנגב שבאוניברסיטה, פרופ' קריצ'בסקי הקים קבוצת פיתוח מכשירי חשמל ואלקטרוניקה ובשנת 1987 היה בין מייסדי חברת סייטק בה הוא עובד עד היום. במהלך הקריירה הארוכה רשם 11 פטנטים ופירסם עשרות מאמרים. בשנת 1976 זכה בפרס IR-100 המוענק ל-100 הפיתוחים הטובים בעולם בתחום ההנדסה על פיתוח ופטנט של מתנע ציתוסטרט "Citostart" ובשנה שעברה קיבל את פרס ההוקרה של התאגדות המהנדסים.



**מהנדס אמיר ברושי**

מהנדס חשמל ואלקטרוניקה (בהצטיינות) מהטכניון, ובעל תואר שני במנהל עסקים (MBA). בעל 25 שנות ניסיון, מתוכן כ-10 שנות ניסיון בפיתוח בתחומי זרם חזק ורשת חכמה וכ-15 שנות ניסיון במכירות, שיווק ופיתוח עסקי. שימש בתפקידי פיתוח בחברת אלספק ובחיל הקשר, ובתפקידי שיווק ופיתוח עסקי בחברות אלספק ופאוורסיינס. עובד בסייטק משנת 2010 בתפקיד סמנכ"ל לפיתוח עסקי.

**ביבליוגרפיה**

1. "American - Israeli Partnership for Smart Grid", Electricity 2010, Mr. E. R. Hoinowski
  2. "BGE Controls Volt/VARs", P. Frey et. al., Baltimore Gas and Electric, T&D World, July 2012, [http://tdworld.com/overhead\\_distribution/bge-controls-volt-vars-070112](http://tdworld.com/overhead_distribution/bge-controls-volt-vars-070112).
  3. "Current Voltage Monitor Insulator Specifications", Lindsey Manufacturing, 2007, <http://www.lindsey-usa.com/catalogs/CVMI/Lindsey-MulticoreSensor.pdf>
  4. "ExpertPower Brochure", SATEC Ltd., [http://www.satec-global.com/UserFiles/File/SATEC/files/ExpertPower\\_Brochure\\_2012.pdf](http://www.satec-global.com/UserFiles/File/SATEC/files/ExpertPower_Brochure_2012.pdf)
  5. "PM175 User Manual", SATEC Ltd., <http://www.satec-global.com/UserFiles/File/SATEC/files/Manuals/PM175/PM175.pdf>
- "PoleTop MV Sensors (PT/CT) datasheet", SATEC Ltd., July 2011, [http://satec-global.com/UserFiles/File/SATEC/files/Pole-Top%20Sensors%20Datasheet\\_July%202011.pdf](http://satec-global.com/UserFiles/File/SATEC/files/Pole-Top%20Sensors%20Datasheet_July%202011.pdf)

**אודות סייטק**

חברת סייטק בע"מ היא מהחברות המובילות בעולם בתחום ניהול אנרגיה ומדידת איכות חשמל. החברה שחוגגת חצי יובל בימים אלה משווקת את מוצריה במעל 60 מדינות באמצעות 100+ מפיצים וסניפים. מעל רבע מיליון מכשירי מדידה ואנלייזרים לאיכות חשמל מתוצרת החברה מותקנים בעולם. ההתמקדות של החברה אך ורק בתחום המדידה והמנייה מאפשרת לה להציע ללקוחותיה מגוון מוצרים רחב החל ממכשירי מדידה בסיסיים ועד למערכות מורכבות לבקרת תחנות משנה.