

טכנולוגיות מתקדמות להפקת אנרגיה סולארית

עמית רוזנר

זרם נמוך יותר במעגל ופגיעה בתפוקת קולטים נוספים שאינם מוצלים כלל. אבדן האנרגיה הכולל תלוי במאפייני האתר, ומגיע במקרים רבים ל-5% עד 25% מפוטנציאל המערכת.

הצורך להימנע מהבדלים בין הקולטים מכתוב תכנון אחיד, שכן כל חריגה גוררת אבדן אנרגיה. על מתכנני השדות להקפיד לחבר בטור קולטים מאותו דגם ואותה סדרת ייצור, הפונים לאותו כיוון ובאותו שיפוע. טורי קולטים המחוברים במקביל חייבים למנות מספר זהה של קולטים. הנוקשות התכנונית מובילה במקרים רבים לניצול בלתי מלא של שטח הגג, ולקשיים בעת שנדרש להחליף או להוסיף קולטים למערכת.

חסרון נוסף של הגישה הריכוזית נובע מכך שהקולטים הסולאריים נטולי יכולת בקרה ואינם יכולים לזהות ולדווח על תקלה. גם הממיר המנטר את ההספק הכולל לא מסוגל להצביע על ירידה בתפוקה של קולטים בודדים, ובמקרה של תקלה אין מנוס מביקור טכנאי באתר ובדיקה ידנית של כל קולט וקולט.

הגישה המבוזרת

ממירים סולאריים המבוססים על הגישה הריכוזית נמצאים בשימוש התעשייה שנים רבות מאוד. עם זאת, בשל החסרונות הטבעיים בגישה זו ניכרת בשנתיים האחרונות מגמה הולכת וגוברת של שימוש בפתרונות חדשניים המבוססים על גישה מבוזרת לניהול ובקרה הקולטים הסולאריים.

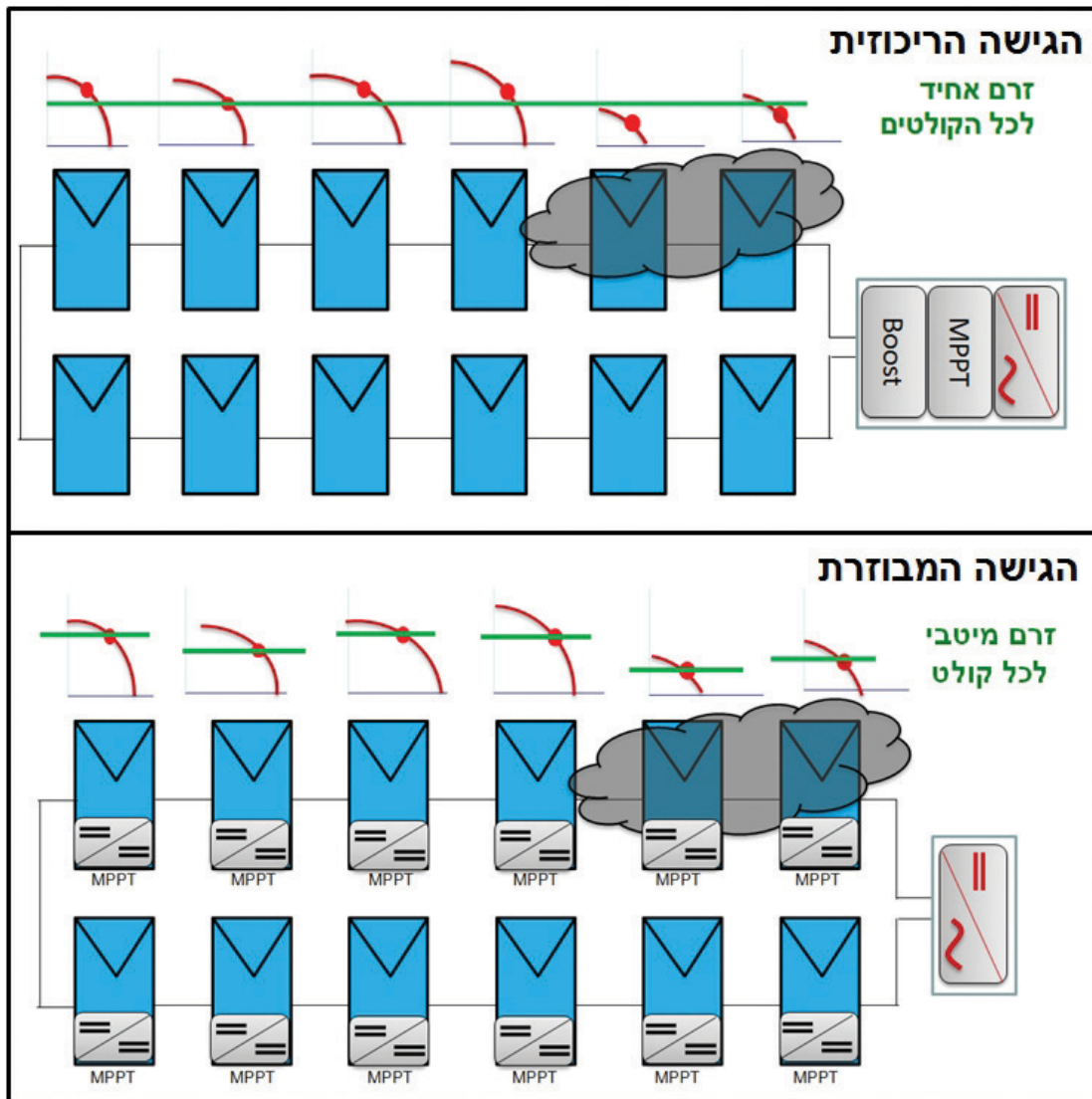
הגישה המבוזרת מבוססת על חיבור רכיב בקרה אלקטרוני הקרוי יחידת מיצוי הספק (power optimizer) לכל אחד מהקולטים הסולאריים. כל יחידת מיצוי הספק עוקבת באופן רציף אחר ביצועי הקולט הסולארי אליו היא מחוברת, ומתאימה לכל קולט באופן עצמאי את הזרם המאפשר לו להפיק את מירב ההספק, ללא תלות במגבלות יתר הקולטים. ניתוק התלות בין הקולטים מונע כל איבוד הספק בשל ההבדלים בין הקולטים. כך למשל קולטים החשופים להצללה ימצו את ההספק מהאור הדל העומד לרשותם על ידי פעולה בזרם נמוך, בעוד שכניהם הבלתי מוצלים ימשיכו לפעול בזרם גבוה ולספק את מירב האנרגיה ללא כל פגיעה. גם במערכות אלו נעשה שימוש בממיר לצורך חיבור המערכת לרשת החשמל, אך הממיר אינו נדרש לביצוע MPPT.

מערכות להפקת אנרגיה סולארית צוברות בשנים האחרונות פופולאריות הולכת וגוברת. על רקע העלייה במחירי הדלקים והמודעות הגוברת לאיכות הסביבה, האפשרות להפקת אנרגיה נקייה ממשאב בלתי מתכלה כמו השמש מקודמת על ידי מדינות רבות המשלבות מקורות מתחדשים בתמהיל האנרגיה. כדאיות השימוש באנרגיה סולארית תלויה בעלות המערכות ובניצילותן. במאמר זה נסקור את הטכנולוגיה המסורתית להמרת אנרגיה סולארית פוטו-וולטאית ונציג גישות פורצות דרך שפותחו בישראל ובעולם במטרה לשפר את ניצילות מערכות אלו.

מערכות סולאריות פוטו-וולטאיות מבוססות על המרת האנרגיה האצורה בקרני האור לזרם חשמלי ישר, באמצעות קולטי שמש ובהם חומרים מוליכים למחצה, כגון סיליקון גבישי. הקולטים מחוברים זה לזה בחיבור טורי על מנת להעלות את מתח המערכת, וניתן לחבר מספר טורי קולטים במקביל על מנת להעלות את הזרם ולהגיע להספק הכולל הרצוי. ממיר סולארי (מהפך זרם) משמש להמרת הזרם הישר לזרם חילופין אותו ניתן להזין ישירות לרשת החשמל.

הגישה הריכוזית

לכל קולט סולארי אופיין זרם/מתח ייחודי המשתנה תדיר בהתאם לטמפרטורה של הקולט ועוצמת אור השמש אליו הוא חשוף. האופיין קובע מה יהיה ההספק החשמלי שיפיק הקולט כתלות בזרם הזורם דרכו. במערכות סולאריות מסורתיות המבוססות על הטכנולוגיה הריכוזית, הממיר בוחר זרם יחיד התואם את ממוצע הקולטים, עבורו יתקבל ההספק המירבי במערכת. פעולת הבקרה שמבצע הממיר לשם כך נקראת MPPT (Maximum Power Point Tracking). גישה פשוטה זו מובילה לאבדן אנרגיה מובנה: זרם יחיד יזרום דרך כל הקולטים, על אף שלכל קולט נדרש בפעל זרם בעוצמה שונה על מנת להפיק את מלוא פוטנציאל ההספק הסולארי שלו. הגורמים להבדלים בין הקולטים המונחים זה לצד זה מגוונים – החל מפערים הנוצרים בתהליך הייצור של הקולט (3% - 5%), המשך באבק ולכלוך המצטברים במידה שונה על כל קולט, וכלה בקצב הזדקנות שונה של הקולטים לאורך השנים. הבעיה חמורה במיוחד במקרים בהם צל מכסה רק חלק מהקולטים, למשל קולטים הסמוכים לארובה או אנטנה. במקרה זה המשך הפקת אנרגיה מהקולטים המוצלים יחייב הזרמת



* ההספק המירבי של כל קולט מתקבל בזרם שונה המיוצג באמצעות הנקודה האדומה שעל גבי אופייין הזרם/מתח. בגישה הריכוזית הזרם הממוצע הנבחר על ידי הממיר אינו מתאים באופן מיטבי לכל אחד מהקולטים. בגישה המבוזרת יחידות מיצוי הספק מתאימות לכל קולט בנפרד את הזרם המיטבי עבורו המאפשר תפוקת אנרגיה מירבית.

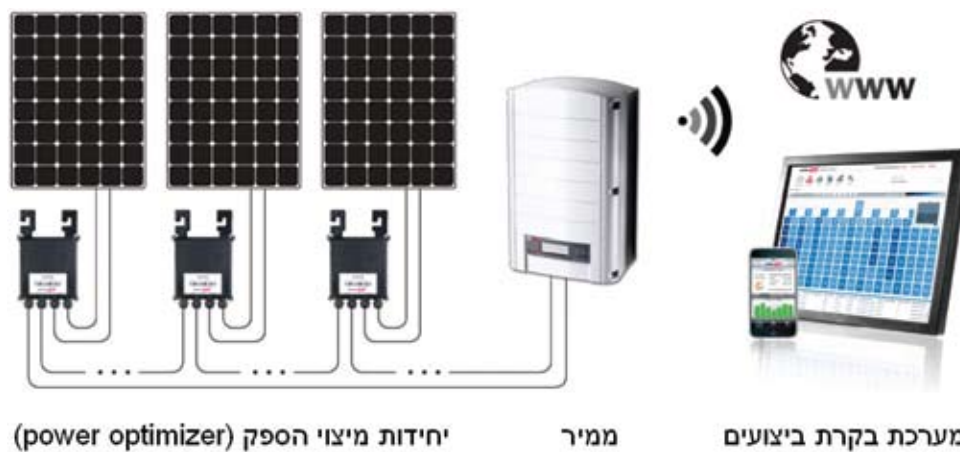
יתרון חשוב נוסף הוא השיפור בבטיחות המערכות הסולאריות על ידי ניתוק המתח החשמלי של כל אחד מהקולטים הסולאריים בעת התקנה, תחזוקה, וכיבוי אש. זאת בהשוואה למערכות הריכוזיות, בהן המתח הישיר על הגג נותר גבוה (מאות וולט) גם בעת ניתוק הממיר מרשת החשמל.

לסיכום, הגישה המבוזרת מציעה תפוקה אנרגיה גבוהה יותר, גמישות תכנונית, בקרה מרחוק, ושיפורי בטיחות. האתגר העיקרי העומד בפני החברות העוסקות בפיתוח יחידות למיצוי הספק הוא תכנון מערכות בעלויות ורמת אמינות דומות לאלו של מערכות המבוססות על הטכנולוגיה המסורתית.


גישה זו מאפשרת גמישות תכנונית רבה ושילוב קולטים מסוגים שונים המוצבים על שיפועים שונים של הגג, וכן חיבור מקבילי של טורי קולטים באורכים לא זהים. הדבר מאפשר ניצול מיטבי של השטח העומד לרשות בעל הגג להפקת אנרגיה מירבית, ומאפשר החלפת קולטים והרחבה עתידית פשוטה של קיבולת המערכת בעת הצורך. הטכנולוגיה המבוזרת מאפשרת ניטור מתמיד של תפוקת כל אחד מהקולטים הסולאריים, ושידור הנתונים בזמן אמת למערכת תוכנה לבקרת ביצועים מרוחקת. המידע המפורט על ביצועי כל אחד מהקולטים מסייע באיתור מוקדם של תקלות, אבחון פשוט מרחוק ללא צורך בביקור טכנאי בשטח, וטיפול מהיר בעיה.



* מערכת בקרת ביצועים מבוזרת: מפה וירטואלית של האתר בה מוצגים הקולטים הסולאריים ותפוקותיהם. המערכת מנטרת את ביצועי כל אחד מהקולטים, מתריעה ומאבחנת באופן אוטומטי ירידה בביצועי הקולטים. עקומות ההספק שבתמונה מנתחות דפוס הצללה המשפיע על שניים מהקולטים.



* מערכת סולארית מבוזרת: כל אחד מהקולטים הסולאריים מנוהל על ידי יחידת מיצוי הספק. היחידות מחוברות טורית זו לזו ולממיר מותנ. מערכת בקרת ביצועים מנטרת את ביצועי כל אחד מהקולטים באמצעות האינטרנט או הטלפון הנייד.



עמית רוזנר
 מנהל השיווק בחברת סולאראדג', המפתחת מערכות לייעול הפקת אנרגיה סולארית.
www.solaredge.co.il