

Ηλιακή ενέργεια σε απλά βήματα

Απλές, αυτόνομες ενεργειακές εγκαταστάσεις

Από τους Dr. Thomas Scherer και Jens Nickel



Τα μικρά ηλιακά συστήματα μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει τροφοδοσία από το δίκτυο. Ανεξάρτητα του εάν χρησιμοποιούμε έτοιμα συστήματα ή ανεξάρτητες μονάδες που προμηθευόμαστε μόνοι μας, η εγκατάσταση αυτόνομων ηλιακών συστημάτων δεν είναι και τόσο δύσκολη υπόθεση. Στην συνέχεια παραθέτουμε μετρικές συμβουλές οι οποίες μπορούν πιστεύουμε να μας εξασφαλίσουν ότι όλα θα δουλέψουν από την αρχή άψογα.

Η ηλιακή ενέργεια μαζί με την αιολική και την υδάτινη ενέργεια αποτελούν τις ανανεώσιμες ή "πράσινες" πηγές, τις οποίες δεν μπορεί κανείς να κατηγορήσει για δημιουργία εκπομπών CO₂ ή ραδιενεργών αποβλήτων. Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία -εν συντομία "PV" εκ του PhotoVoltaic- στην οποία τα ηλιακά κύτταρα παράγουν ηλεκτρισμό από το ηλιακό φως, έχει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Την στιγμή αυτή το ποσοστό της ηλεκτρικής ισχύος που παράγεται από PV είναι πάρα πολύ μικρό: 0,2 % στην Γερμανία [1] και πιθανόν το ίδιο περίπου και στην Μεγάλη Βρετανία, όπου μόλις το 2 % της συνολικά κατα-

ναλισκόμενης ηλεκτρικής ισχύος παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (κάποτε θα πρέπει στην Ελλάδα να σταματήσουμε να αυτομασιγωνόμαστε υποστηρίζοντας ότι σε όλα είμαστε τελευταίοι. Στην συγκεκριμένη περίπτωση είμαστε στο 8%). Δυστυχώς η απόδοση των ηλιακών κυττάρων δεν θα λέγαμε ότι εντυπωσιάζει, δεδομένου ότι ένα μικρό μόνον ποσοστό της φωτεινής ενέργειας μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό (σε ορισμένα πλάτη η απόδοση φθάνει το 1 KWatt ανά τετραγωνικό μέτρο). Τα πλέον διαδεδομένα κύτταρα (τα οποία κατασκευάζονται από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο) παρουσιάζουν απόδοση μεταξύ 14 και 17 τοις εκατό. Το θετικό

στην ιστορία είναι ότι τα μεγάλα εμπορικά συστήματα που απαρτίζονται από τέτοια κύτταρα είναι σε θέση να εξοικονομήσουν το ποσό CO₂ που παράγεται κατά την κατασκευή τους μέσα σε μόλις δύο χρόνια.

Έλλειψη πυριτίου

Σε καθαρά οικονομικούς όρους τα μεγέθη της παραγωγής ηλεκτρισμού από ηλιακή ενέργεια δεν είναι και τόσο υπερβολικά. Το κόστος μίας κιλοβατώρας ηλεκτρικού ρεύματος παραγόμενου από φωτοβολταϊκά μέσα υπολογίζεται κάπου μεταξύ 30 και 60 λεπτά, ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης, την αναμενόμενη χρήσιμη διάρκεια ζωής,

την ετήσια ηλιοφάνεια και διάφορες άλλες παραμέτρους. Το πυρίτιο δεν είναι ιδιαίτερα φθινό. Η εξαγωγή και κάθαρση του κύριου συστατικού είναι όχι μόνον σύνθετη αλλά και δαπανηρή, δεδομένου ότι το πυρίτιο θα πρέπει να είναι σχεδόν εξ ίσου καθαρό με αυτό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή ολοκληρωμένων. Ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες προσφέρουν φορολογική ελάφρυνση για καταναλωτές που προσφέρουν ενέργεια στο δίκτυο, με σκοπό την προώθηση της ηλιακής ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι οποιοσδήποτε κατέχει ή μετέχει σε ένα ηλιακό σύστημα παραγωγής ενέργειας μπορεί να το θεωρήσει ως επένδυση με φορολογικές απαλλαγές. Αυτό ισχύει και για την Ελλάδα. Ένας νόμος σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [1] στην Γερμανία [2] βοήθησε την εν λόγω χώρα να καταλάβει πριν από δύο χρόνια την πρώτη θέση στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας. Τα 957 MWatt που παρήγαγε η χώρα από ηλιακή ενέργεια, ήταν περισσότερα και από το διπλάσιο της παραγωγής των ΗΠΑ και της Ιαπωνίας μαζί [3]. Το αρνητικό της ιστορίας ήταν η έλλειψη μονάδων που παρουσιάστηκε και η αύξηση τιμών από κάποιους προμηθευτές έως και 30 τοις εκατό. Το πρόβλημα στην παραγωγή ήταν η ανάγκη για καθαρότερο πυρίτιο. Οι εποχές όπου οι μέτριες ανάγκες για ηλιακά κύτταρα μπορούσαν να καλυφθούν από τα περισσεύματα της βιομηχανίας ολοκληρωμένων, είχαν παρέλθει ανεπιστρεπτί. Η κατάσταση δεν πρόκειται να εξομαλυνθεί πριν το 2008 όπου οι εγκαταστάσεις παραγωγής θα είναι σε θέση να ικανοποιήσουν την ζήτηση σε πυρίτιο για ηλιακά συστήματα, ενώ θα αρχίσουν να αποτελούν σοβαρό ανταγωνισμό και οι νέες εναλλακτικές τεχνολογίες (δείτε το ένθετο "Τα βασικά περί ηλιακών κυττάρων").

Επιλογές εκτός δικτύου

Η υψηλή τιμή των ηλιακών μονάδων κατανέμεται τουλάχιστον δημοκρατικά και επιδρά στον ίδιο βαθμό σε όλους, είτε πρόκειται για κάποιον που θέλει να παράγει ηλεκτρική ισχύ για εμπορία είτε για αυτόν που θέλει να παράγει λίγο ρεύμα για να απολαύσει μία στοιχειώδη ανεξαρτησία από το δίκτυο. Κατασκευαστές, ιδιοκτήτες σκαφών, άτομα με εξοχικά τα οποία είναι μακριά από το δίκτυο της ΔΕΗ, και φανατικοί των νέων τεχνολογιών, θα πρέπει όλοι να βάλουν το χέρι βαθιά στην τσέπη εάν αποφασί-

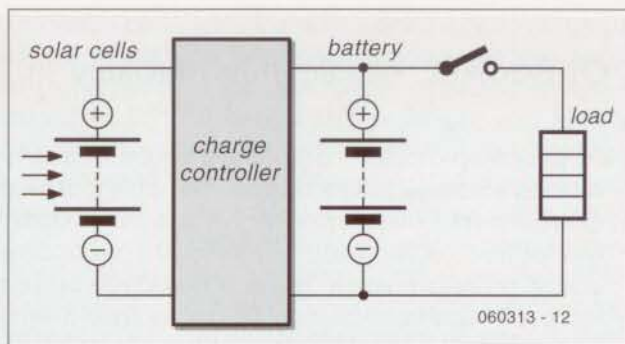
σουν να αυτονομηθούν σε ηλεκτρικό επίπεδο.

Από την άλλη έχουμε τα αυτόνομα ηλιακά συστήματα τα οποία εάν υποθέσουμε ότι δεν ξεφεύγουν από μία τυπική σύνθεση της τάξης των 10 Watt έως μερικές εκατοντάδες Watt, είναι αρκετά προσιτά. Τέτοια συστήματα μάλιστα, είναι ιδανικά και για ιδιοκατασκευές.

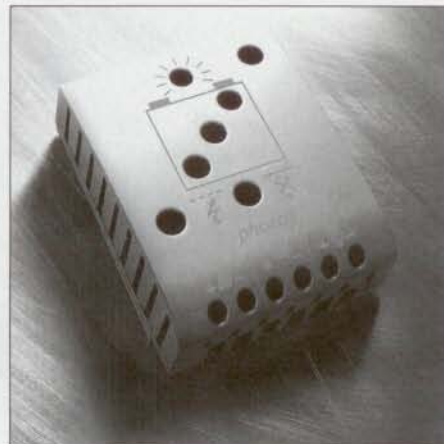
Στην περίπτωση του αυτόνομου συστήματος δεν πρόκειται να δρομολογήσουμε το περίσσειμα στο εθνικό δίκτυο, οπότε δεν μας απασχολεί η ασφάλεια ή η περιπλοκότητα του πως θα απομονώσουμε την εγκατάσταση μας από το δίκτυο. Για τον λόγο αυτό και το αντίστοιχο σχηματικό διάγραμμα (Σχήμα 1) γίνεται εξαιρετικά απλό. Η πηγή τάσης (γεννήτρια) είναι η ηλιακή μονάδα που βλέπουμε. Δεδομένου ότι η πραγματική τάση εξόδου της μονάδας εξαρτάται από ένα μεγάλο πλήθος παραγόντων (ιδιαίτερα την ηλιακή ένταση, την θερμοκρασία και την κατανάλωση), δεν είναι δυνατή η απ' ευθείας σύνδεση της μονάδας με κάποια μπαταρία. Για να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα, εισάγουμε μεταξύ της ηλιακής μονάδας και της μπαταρίας μία ηλεκτρονική διάταξη: πρόκειται για τον ρυθμιστή φόρτισης ο οποίος προσαρμόζει την διαθέσιμη ενέργεια στις ανάγκες της επαναφορτιζόμενης μπαταρίας (Σχήμα 2).

Εναλλασσόμενο και συνεχές

Για να έχουμε μέγιστη διάρκεια ζωής της ηλιακής εγκατάστασης, συνιστάται η χρήση ειδικών "ηλιακών μπαταριών" (Σχήμα 3). Οι εν λόγω μπαταρίες ελάχιστα διαφέρουν από τις επαναφορτιζόμενες μπαταρίες γέλης - μολύβδου τύπου "χωρίς συντήρηση" και "οποιασδήποτε θέσης" (κλειστού τύπου) που χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια σε συστήματα συναγερμού και άλλες εφαρμογές. Για το συγκεκριμένο έργο οι μπαταρίες αυτές είναι ιδανικές, αλλά έχουν δύο μειονεκτήματα. Το πρώτο είναι το τίμημα το οποίο πρέπει να καταβάλλουμε για τα χαρακτηριστικά της μικρής συντήρησης και χαμηλής αυτο-εκφόρτισης, το οποίο είναι αισθητά υψηλότερο από τις αντίστοιχες π.χ. μπαταρίες αυτοκινήτου. Το δεύτερο είναι το μικρότερο ποσό φορτίου που μπορούν να υποστηρίξουν. Ας μη λησμονούμε ότι μιλάμε για μπαταρί-



Σχήμα 1. Το σχηματικό διάγραμμα μιας αυτόνομης εγκατάστασης είναι εξαιρετικά απλό.



Σχήμα 2. Ο ρυθμιστής φόρτισης προσαρμόζει την διαθέσιμη ενέργεια στις απαιτήσεις της μπαταρίας (φωτογραφία: Phocos AG).

ες γέλης-μολύβδου στις οποίες η προστασία από υπερφόρτιση, υψηλό ρεύμα φόρτισης και βαθιά εκφόρτιση εξασφαλίζεται από το κύκλωμα του ρυθμιστή φόρτισης. Ένα επιπρόσθετο χαρακτηριστικό του ρυθμιστή φόρτισης είναι και η λειτουργία προσαρμογής των ηλιακών κυττάρων, ώστε να επιτυγχάνεται βέλτιστη απόδοση [4].

Οι βασικές λοιπόν αυτόνομες μονάδες δεν περιλαμβάνουν παρά τρία βασικά μέρη, τα οποία στοχεύουν στην επίτευξη της επιθυμητής ηλεκτρικής κάλυψης. Τα συστήματα χαμηλής ισχύος (μέχρι μερικές εκατοντάδες Watt) χρησιμοποιούν κατά κανόνα ηλιακές μονάδες 12 V, οι οποίες εάν είναι απαραίτητο μπορούν να συνδεθούν και παράλληλα (με χρήση διόδων προστασίας). Οι ρυθμιστές φόρτισης και οι μπαταρίες είναι βασικά σχεδιασμένες για λειτουργία στα 12 V. Στην περίπτωση όπου οι ανάγκες μας περιορίζονται σε μερικές λάμπες 12 V και κάποια ανάλογα παρελκόμενα, η πα-

Οι βασικές αρχές των ηλιακών κυττάρων

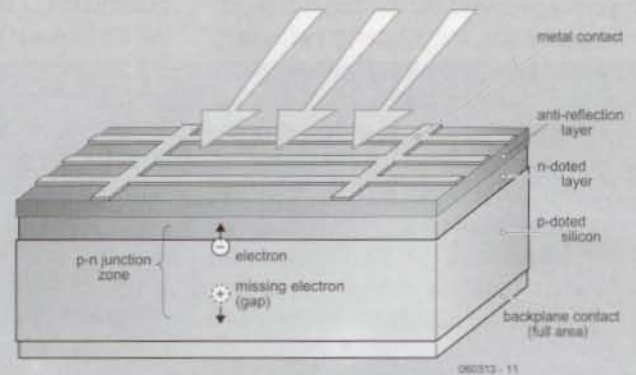
Το μικρότερο στοιχείο που παράγει ρεύμα σε ένα ηλιακό σύστημα καλείται ηλιακό κύτταρο (στοιχείο). Τα συγκεκριμένα κύτταρα κατασκευάζονται πάντοτε από δύο τουλάχιστον διαφορετικά υλικά, τα οποία συχνά διατάσσονται σε δύο λεπτά στρώματα που επικαθόνται το ένα στο άλλο. Όταν επάνω σε αυτά τα υλικά πέσει φως, το ένα λειτουργεί ως δότης ηλεκτρονίων και το άλλο ως δέκτης. Το κλειδί στην όλη διαδικασία είναι μία λεπτή περιοχή φραγής μεταξύ των δύο υλικών, η οποία επιτρέπει την ροή ηλεκτρικού ρεύματος προς μία μόνον κατεύθυνση οπότε και εμφανίζεται η ηλεκτρική τάση. Εάν τώρα προσαρμόσουμε ένα αγωγίμο ηλεκτρόδιο (όπως για παράδειγμα ένα μέταλλο) σε κάθε ένα από τα υλικά και συνδέσουμε τα ηλεκτρόδια σε κάποιο εξωτερικό φορτίο, τα ηλεκτρόνια που παράγονται θα κάνουν "τη δουλειά" πολύ αποτελεσματικά.

Τα ηλιακά κύτταρα που χρησιμοποιούνται συνηθέστερα είναι κατασκευασμένα από ένα λεπτό στρώμα μονού ή πολυκρυσταλλικού πυριτίου (τα πολυκρυσταλλικά κύτταρα όταν κοπούν και γυαλιστούν δίνουν μία τυπική εικόνα νιφάδων χιονιού). Το πυρίτιο έχει υψηλή καθαρότητα αλλά στην συνέχεια εμπλουτίζεται με μία πολύ μικρή ποσότητα από βόριο, το οποίο στην συνέχεια εξασφαλίζει μία εξαιρετικά υψηλή στάθμη ελέγχου των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών του ημιαγωγού. Την ίδια στιγμή το ανώτερο στρώμα εμπλουτίζεται με φωσφόρο [5]. Μέσα στο κύτταρο υπάρχει μία επαφή p-n όπως ακριβώς και στην διόδο. Τα φωτόνια από το φως που προσπίπτουν στο κύτταρο οδηγούν τα ηλεκτρόνια εκτός της καλούμενης "ζώνης σθένους" προς την ζώνη αγωγιμότητας, και με την διαδικασία αυτή η κίνηση του ηλεκτρονίου μέσα από την ζώνη μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα. Η τάση που μπορεί να εξαχθεί με τον τρόπο αυτό μεταξύ των (ασημένιων) επαφών προσαρμοσμένων στο επάνω και κάτω μέρος του κυττάρου, είναι στην περιοχή των 0,6 V. Το ρεύμα είναι ανάλογο της επιφάνειας του κυττάρου, της τρέχουσας έντασης του φωτός και του συντελεστή απόδοσης. Στα γεωγραφικά πλάτη της Ευρώπης, τα εμπορικά πολυκρυσταλλικά κύτταρα είναι σε θέση να παράσχουν μέχρι μερικά A. Η παράθεση των ηλιακών κυττάρων σε σειρές και η εν παραλλήλω σύνδεση των σειρών που προκύπτουν, οδηγεί σε μονάδες οι οποίες μπορούν να επιτύχουν αρκετά υψηλότερες τάσεις και ρεύματα.

Τα πολυκρυσταλλικά κύτταρα έχουν απόδοση μέχρι περίπου 17 % και τα μονοκρυσταλλικά μέχρι 22 % (τα μεγέθη αυτά μικραίνουν ελαφρά όταν συνενώνονται σε μονάδες). Βελτιωμένες αποδόσεις μπορούμε να επιτύχουμε εάν χρησιμοποιήσουμε κύτταρα γερμανίου, γαλλίου -αρσενιδίου, ή άλλων συνδυασμών. Τα κύτταρα βέβαια αυτά είναι αρκετά ακριβότερα, και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται μόνον σε ειδικές εφαρμογές.

Κύτταρα τύπου Tandem ή τριπλών επαφών είναι δυνατόν να αναπτυχθούν με την χρήση πολλαπλών στρωμάτων, το κάθε ένα από τα οποία είναι βελτιστοποιημένο για μέγιστη ευαισθησία σε ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος φωτεινής ακτινοβολίας. Πρόσφατα μάλιστα επετεύχθη η χρήση συγκεντρωτικών φακών οι οποίοι συλλέγουν ηλιακή ακτινοβολία σε μία μικρότερη επιφάνεια κυττάρων. Η εφαρμογή όλων αυτών των μεθόδων αναμένεται σύντομα να αυξήσει την παγκόσμια απόδοση στο ποσοστό ρεκόρ του 40 % [6]. Άλλες προσεγγίσεις εστιάζουν όχι τόσο στην αύξηση της απόδοσης, αλλά στην μείωση του κόστους. Σκοπός είναι να μειωθεί -ή και να καταργηθεί πλήρως- η ανάγκη χρήσης καθαρού πυριτίου. Μία τεχνική αφορά την χρήση των καλούμενων μονάδων CIS, όπως αυτές που παράγονται από την Γερμανική εταιρεία Würth [7]. (αν και ο όγκος παραγωγής δεν ανησυχεί διόλου τους κατασκευαστές ηλιακών κυττάρων πυριτίου). Τα ηλιακά κύτταρα λεπτού φιλμ κατασκευάζονται από άμορφο πυρίτιο και με αποδόσεις που φθάνουν το 10 % κατέχουν μία από τις καλύτερες θέσεις λόγω τιμής προς απόδοση. Τα συγκεκριμένα κύτταρα μπορούν κάλλιστα να προταθούν ως εναλλακτική λύση, αρκεί ο χρήστης να διαθέτει αρκετό χώρο για την εγκατάστασή τους. Υπάρχει επίσης και μία νέα γενιά ευαισθητοποιημένων μέσω επίστρωσης ηλιακών κυττάρων (dye-sensitized cells, DSC) που δεν διατίθενται ακόμη στην αγορά, και στα οποία σαν συλλέκτες φωτός λειτουργούν κάποια οργανικά υλικά (δείτε το άρθρο σχετικά με τις τεχνικές ηλιακών κυττάρων στο ίδιο τεύχος).

Κοιτώντας ακόμη παραπέρα, η εταιρεία BP και το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Καλιφόρνια ανακοίνωσαν την έναρξη ενός πενταετούς προγράμματος στο οποίο σκοπεύουν να αναπτύξουν ένα νέο τύπο ηλιακών κυττάρων, τις "νανοράβδους" (nanorods). Πρόκειται για κυλινδρικά "σύρματα" πυριτίου 100 φορές λεπτότερα από την ανθρώπινη τρίχα, τα οποία απορροφούν ηλιακή ενέργεια σε ολόκληρο το μήκος τους και η απόδοσή τους αναμένεται να φθάσει σε στάθμες μακράν καλύτερες από αυτές των συμβατικών ηλιακών κυττάρων [8,9].



ραπάνω διάταξη είναι μια χαρά. Σε αυτή την κλίμακα ισχύος μπορούμε επίσης να προμηθευτούμε ένα μικρό ψυγείο στα 12 V και λαμπτήρες αλογόνου χαμηλής τάσης από αυτούς που είναι σχεδιασμένοι για τροχόσπιτα. Στην αγορά διατίθενται ακόμη και τροφοδοτικά 12 V για φορητούς υπολογιστές, αλλά υπάρχουν πολλές ακόμη συσκευές τις οποίες δεν μπορούμε να προμηθευτούμε στα 12 V. Το κόστος επανασχεδίασης των εν λόγω συσκευών θα ήταν πολύ μεγάλο ή και εντελώς ασύμφορο.

Για τον περισσότερο κόσμο θα ήταν πολύ πιο πρακτικό να χρησιμοποιεί τυπικές συσκευές δικτύου, και πράγματι, υπάρχουν αυτόνομα συστήματα τα οποία είναι σε θέση να παράσχουν "κανονικό" εναλλασσόμενο ρεύμα στα 220 V. Εδώ είναι που εισάγεται στο σύστημα μας και ένα τέταρτο εξάρτημα, ο μετατροπέας εναλλασσόμενου. Οι βασικές απαιτήσεις εστιάζονται σε υψηλή απόδοση και μικρή κατανάλωση ρεύματος σε κατάσταση αναμονής. Τον τελευταίο καιρό έχουν κάνει την εμφάνιση τους στην αγορά ρυθμιστές φόρτισης με ενσωματωμένο μετατροπέα ισχύος, οι οποίοι απλοποιούν σημαντικά την σχεδίαση των συστημάτων και την καλωδίωση (Σχήμα 4). Με ένα ρυθμιστή φόρτισης αυτής της κατηγορίας, η εγκατάσταση ενός συστήματος AC 220 V είναι πλέον το ίδιο απλή με ενός συστήματος στα 12 V, μόνο που έχει μεγαλύτερο κόστος.

Μερικοί γρήγοροι υπολογισμοί

Διάφοροι κατασκευαστές διαθέτουν έτοιμα συστήματα τα οποία περιλαμβάνουν την μονάδα(ες), τον ρυθμιστή φόρτισης και τις μπαταρίες. Ο απλούστερος τρόπος για να προσεγγίσουμε το ζήτημα είναι να αποταθούμε σε κάποιους εξειδικευμένους αντιπροσώπους και να ακολουθήσουμε τις συμβουλές τους. Καλό βέβαια είναι πριν φθάσουμε εκεί να έχουμε κάνει κάποιους υπολογισμούς σχετικά με τις πραγματικές μας ανάγκες, έτσι ώστε να μην καταλήξουμε στην αγορά ενός συστήματος με υψηλότερες (ή και χαμηλότερες) προδιαγραφές. Λανθασμένα επίσης κριτήρια οικονομίας μπορεί να μας κοστίσουν πολύ ακριβά.

Το διαδίκτυο είναι σαφώς ο απόλυτος σύμμαχος των φανατικών της ηλιακής ενέργειας και σίγουρα συνηθίζεται για όποιον επιθυμεί να κάνει την δική του έρευνας αγοράς. Από την άλλη βέβαια,

εύκολα μπορεί κανείς να καταλήξει σε μία θάλασσα πληροφοριών απ' όπου δεν θα μπορεί να ξεχωρίσει το δένδρο από το δάσος. Παραθέτουμε λοιπόν μερικούς βασικούς κανόνες και υπολογισμούς που πιστεύουμε ότι απλοποιούν την σχεδίαση και προδιαγραφή του συστήματος που θέλουμε.

Η μέγιστη ισχύς που θα χρειαστούμε είναι το σύνολο όλων συσκευών που θέλουμε να υποστηρίξουμε ενεργοποιημένων ταυτόχρονα. Για τον φωτισμό ενός τροχόσπιτου ή ενός δωματίου θέλουμε 50 watt. Ακόμη και το πλέον οικονομικό ψυγείο θέλει τουλάχιστον 100 watt για τον κινητήρα του συμπιεστή. Εδώ βλέπουμε σημαντικές διαφορές μεταξύ 12 V και 220 V. Η υψηλή τάση απαιτεί την παρουσία μετατροπέα ο οποίος θα είναι σε θέση να αποδώσει ένα ρεύμα εκκίνησης μέχρι και δεκαπλάσιο του ονομαστικού ρεύματος λειτουργίας του κινητήρα του ψυγείου. Ορισμένοι μετατροπείς δεν είναι σε θέση να αποδώσουν τέτοια ρεύματα και απλώς διακόπτουν το



Σχήμα 3. Οι "ηλιακές μπαταρίες" σε αντίθεση με τις συμβατικές μπαταρίες μολύβδου-οξέως δεν έχουν απολύτως καμία ανάγκη συντήρησης, ενώ έχουν και μικρότερες τάσεις αυτο-εκφόρτισης. (φωτογραφία: Deutsche Exide GmbH).



Σχήμα 4. Ρυθμιστής φόρτισης με ενσωματωμένο μετατροπέα ο οποίος παράγει 220 V AC. Η εγκατάσταση είναι σχεδόν το ίδιο εύκολη με αυτή των συστημάτων 12 V DC (φωτογραφία: Fronius International GmbH).

κύκλωμα. Εάν λοιπόν δεν προσέξουμε ότι η λυχνία υπερφόρτωσης είναι ενεργοποιημένη, μέχρι το βραδάκι θα έχουν αλλοιωθεί όλες οι τροφές μας. Κάποια ειδικά ψυγεία αποτελούν ένα ικανοποιητικό συμβιβασμό μεταξύ καταναλισκόμενης ισχύος και ικανότητας ψύξης - αλλά αποφεύγουμε τα φθηνά μοντέλα που χρησιμοποιούν το φαινόμενο Peltier διότι η χαμηλή τους απόδοση είναι σίγουρο ότι θα μας αδειάσει τις μπαταρίες. Ένας καλός θάλαμος ψύξης με συμπιεστή αποτελεί ένα mini ψυγείο με ένα (πολύ ήσυχο) κινητήρα ο οποίος δεν καταναλώνει περισσότερο από 50 Watt.

Ενεργειακές ορέξεις

Σε γενικές γραμμές, δεν θα έχουμε όλα τα φώτα αναμμένα συνέχεια, ακόμη και εάν παίζουμε χαρτιά όλη τη νύχτα. Με 50 βατώρες (Wh) μπορούμε να διατηρήσουμε αναμμένη για πέντε ώρες μία λάμπα 10 W, και καλό είναι να μη λησμονούμε ότι οι λαμπτήρες αλογόνου καταναλώνουν τουλάχιστον το διπλάσιο από τους λαμπτήρες φθορισμού. Η προσθήκη ενός ψυγείου θα ανεβάσει εκθετικά τις ανάγκες μας σε ισχύ (και μαζί και το κόστος!). Ακόμη και τα καλύτερα ενεργειακά μοντέλα (με κατάλληλη μόνωση και φυσικά χωρίς καταψύκτη) μπορούν εύκολα να "ρουφήξουν" περισσότερες από 300 βατώρες σε μία καλοκαιρινή ημέρα. Μία αυτόνομη ηλιακή εγκατάσταση με αντίστοιχες προδιαγραφές ξεπερνά πολύ εύκολα τα 2000 ευρώ. Καταλληλότεροι και οικονομικότεροι είναι οι θάλαμοι ψύξης που αναφέραμε νωρίτερα, οι οποίοι όταν λειτουργούν με συμπιεστή και είναι σωστά εγκατεστημένοι μπορούν "να την βγάλουν" με 100 Wh την ημέρα.

Για να συνοψίσουμε λοιπόν, οι αυτόνομες εγκαταστάσεις χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Στην πρώτη έχουμε την βασική έκδοση με μέγιστη ισχύ 50 W σχεδιασμένη για κατανάλωση περίπου 50 Wh την ημέρα. Μία τέτοια εγκατάσταση είναι κατάλληλη για γενικό φωτισμό και για να φορτίζουμε την συσκευή MP3 ή τις μπαταρίες της κάμερας. Στην δεύτερη κατηγορία έχουμε και ένα θάλαμο ψύξης ο οποίος αρκείται σε μέγιστη ισχύ 100 W και μέση ημερήσια κατανάλωση 150 Wh. Εάν θέλουμε και τηλεόραση στις διακοπές μας, καλό θα ήταν να επιλέξουμε μία μικρή μονάδα LCD με οθόνη μερικών ιντσών, δεδομένου ότι αυτές είναι οικονομικές στην κατανάλωση. Οθόνες

με διαστάσεις μεγαλύτερες των 10 ιντσών θα προσθέσουν την τιμή τους πολλαπλασιασμένη αρκετές φορές στο κόστος του ηλιακού συστήματος...

Οι διαστάσεις του συστήματος

Η απόφαση του πόσο μεγάλη θα πρέπει να είναι μία ηλιακή μονάδα δεν είναι σε καμία περίπτωση εύκολη και δεν είναι δυνατό να έχει ακριβή απάντηση. Ένα σημαντικό ρόλο έχει η αναμενόμενη ηλιοφάνεια, όπως επίσης και το εάν θέλουμε εγγυημένη ισχύ ακόμη και όταν υπάρχει συννεφιά. Πέραν αυτών, θα πρέπει να ξεκαθαρίσουμε το πόση ενεργειακή ενέργεια θέλουμε να διατηρούμε στην επαναφορτιζόμενη μπαταρία.

Τα εμπορικά πακέτα ακολουθούν συνήθως μία φιλοσοφία στην βάση του "1-1-1". Αυτό σημαίνει ότι για 1 βατώρα την ημέρα, μία μπαταρία με χωρητικότητα 1 Αμπέρ-ωρίου και ηλιακά κύτταρα με μέγιστη ισχύ 1 Ah (στα 12 V) θα πρέπει να είναι επαρκής. Η μπαταρία μπορεί επίσης να μας εξυπηρετήσει και για μια-δυο μουντές ημέρες. Ο ρυθμιστής φόρτισης που συνοδεύει το πακέτο είναι συνήθως υψηλότερων προδιαγραφών, για να μας επιτρέψει να προσθέσουμε εκ των υστέρων επί πλέον κύτταρα ή μπαταρίες σύμφωνα με τις ανάγκες μας.

Για μία τυπική σύνθεση 50 W/50 Wh η επιλογή της κατάλληλης μονάδας και μπαταρίας είναι σχετικά απλή. Μία ηλιακή μονάδα με ονομαστική τιμή μέγιστης ισχύος (δηλαδή με μέγιστη απόδοση) 50 Watt και μία μπαταρία 50 Αμπερ-ώρα

είναι αρκετές. Ένα πλήρες πακέτο στο οποίο περιλαμβάνεται ρυθμιστής φόρτισης και μετατροπέας 230V κοστίζει μεταξύ 500 και 1000 ευρώ. Την μερίδα του λέοντος στο συνολικό κόστος αναλαμβάνουν τα ηλιακά κύτταρα, αλλά στο μέλλον η τιμή τους αναμένεται να πέσει. Η εναλλακτική επιλογή με ψυγείο (οι 150 Wh την ημέρα που αναφέραμε νωρίτερα) θα χρειαστεί μία μονάδα στα 150 W μέγιστο (ή δύο μονάδες στα 75 W) συν μία μπαταρία με ονομαστική χωρητικότητα μεταξύ 100 και 200 Ah, οπότε μπορούμε να υπολογίζουμε σε ένα κόστος μεταξύ 1500 και 2500 ευρώ.

Τελευταίες συμβουλές

Το τελικό κόστος του συστήματος εξαρτάται από την συγκεκριμένη μονάδα που επιλέγουμε στην κάθε εφαρμογή. Το εάν τα κύτταρα πυριτίου που θα προτιμήσουμε είναι (πολυ) κρυσταλλικά ή άμορφα, αυτό καθορίζει αντίστοιχα και τον λόγο τιμής προς απόδοση. Οι ρυθμιστές τάσης διατίθενται σε διάφορες τάσεις (και όχι μόνον 12 V) οπότε αυτός που θα επιλέξουμε θα πρέπει να είναι συμβατός με την περιοχή τάσεων των ηλιακών μονάδων που έχουμε ήδη -ή σκοπεύουμε να προμηθευτούμε. Εάν σκεπτόμαστε να χρησιμοποιήσουμε και ψυχρό θάλαμο, ο μετατροπέας εναλλασσομένου θα πρέπει να παράσχει τουλάχιστον 500 Watt ή -κατά προτίμηση- περισσότερα. Στην αγορά υπάρχουν πάρα πολλές επιλογές. Οι Conrad και Reichelt διαθέτουν και οι δύο έτοιμα πακέτα για μικρές ηλιακές εγκαταστάσεις. Διαθέτουν μάλιστα και

εξαρτήματα για πολύ μικρά συστήματα, όπως είναι μία λάμπα στον κήπο ή η αντλία του σιντριβανιού.

Τα απλούστερα και μικρότερα αυτόνομα συστήματα είναι αυτά που τροφοδοτούν τις φθηνές λάμπες για τον κήπο, όπου αποτελούνται από τρία μικρά ηλιακά κύτταρα, μία δίοδο, μία αντίσταση (=ρυθμιστής φόρτισης) και μία μπαταρία NiCd 1,2 V. Στην Ελλάδα, ένας τέτοιος βασικός συνδυασμός μπορεί να κρατήσει το LED αναμμένο για ολόκληρο το βράδυ. (060313)

Σύνδεσμοι στο διαδίκτυο

- [1] www.erneuerbare-energien.de
- [2] www.solarfoerderung.de
- [3] www.photon.de
- [4] www.elektor.gr Σεπτέμβριος 2005 "Απλά συστήματα ηλιακής ενέργειας"
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cell
- [6] www.spectrolab.com/com/news/news-detail.asp?id=172
- [7] www.wuerth-solar.de/website/frames.php?parLANG=EN&parKAT=233Additional material
- [8] www.eetimes.com:80/news/semi/showArticle.html?articleID=189602144
- [9] www.economist.com/science/tq/displayStory.cfm?story_id=2019909
- [10] www.nef.org.uk/greenenergy/solar.htm
- [11] www.pv-uk.org.uk
- [12] www.cat.org.uk