

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ

Γεώργιος Α. Γκαμάνης
Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ, M.Sc.
SKYTECH® Δομικά Συστήματα Μεταλλικών Κατασκευών
Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
e-mail: gamanis@otenet.gr

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις 30 Μαΐου 2014 το Ευρωπαϊκό Γραφείο Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας ανακοίνωσε την απόφαση για χορήγηση του Ευρωπαϊκού Διπλώματος EP1925891 που αφορά σε ένα φωτοβολταϊκό σταθμό [1] (inventor: George A. Gamanis). Ο προαναφερθείς φωτοβολταϊκός σταθμός περιλαμβάνει τουλάχιστον δύο διατάξεις φωτοβολταϊκών στοιχείων, τουλάχιστον δύο επίπεδους φορείς, τουλάχιστον ένα χωροδικτύωμα και μια θεμελίωση η οποία φέρει ένα επίπεδο έδρασης. Οι διατάξεις φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι στερεωμένες στους επίπεδους φορείς, οι επίπεδοι φορείς συνδέονται σταθερά ή περιστροφικά στο χωροδικτύωμα, ενώ το χωροδικτύωμα περιστρέφεται, σε σχέση με την θεμελίωση, γύρω από ένα και μόνο ένα άξονα ο οποίος είναι κάθετος προς το επίπεδο έδρασης. Το χωροδικτύωμα σχηματίζεται από ημιοκτάεδρα ($\frac{1}{2}O$), τετράεδρα (T), κυβοκτάεδρα (CO), ημικυβοκτάεδρα ($\frac{1}{2}CO$) και επιπλέον περιλαμβάνει τουλάχιστον ένα οκτάεδρο (O).

Μερικά πλεονεκτήματα της παρούσας εφεύρεσης είναι ότι: α) παρέχει μια λύση υψηλής απόδοσης για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, μειώνοντας την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα· β) καθιστά δυνατή την πραγματοποίηση φωτοβολταϊκών σταθμών μεγάλης κλίμακας που αντέχουν σε υψηλές δράσεις ανέμου· γ) μειώνει το χρόνο απόσβεσης της όλης επένδυσης.

Λέξεις κλειδιά: Φωτοβολταϊκός σταθμός· αυτοπροσανατολιζόμενες κατά τον ήλιο διατάξεις φωτοβολταϊκών στοιχείων· χωροδικτυωτός σχηματισμός· πολύεδρα· γεωμετρική ακεραιότητα.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστό ότι η ετήσια απόδοση των φωτοβολταϊκών (Φ/Β) σταθμών που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια με τη χρήση διατάξεων φωτοβολταϊκών (Φ/Β) στοιχείων, αυξάνεται από 20 % έως 34 % [2] αν οι διατάξεις αυτές στερεωθούν σε φορείς που εκτελούν περιστροφική κίνηση γύρω από κατακόρυφο ή γύρω από κατακόρυφο και οριζόντιο άξονα, έτσι ώστε οι επιφάνειες των εν λόγω διατάξεων Φ/Β στοιχείων να είναι συνεχώς περίπου κάθετες προς τις ακτίνες του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημερήσιας πορείας του (tracking PV arrays).

Είναι επίσης γνωστό ότι στους παραπάνω Φ/Β σταθμούς ο προσδιορισμός της αζιμουθιακής γωνίας και της γωνίας ανύψωσης του ήλιου γίνεται με τη χρήση ενός λογισμικού, με βάση ένα αλγόριθμο προσδιορισμού της θέσης του ήλιου, σε συνάρτηση με το γεωγραφικό μήκος και πλάτος της θέσης του Φ/Β σταθμού, καθώς και την ημερομηνία και την ώρα.

Στους Φ/Β σταθμούς αυτού του είδους οι διατάξεις των Φ/Β στοιχείων είναι τοποθετημένες σε επίπεδους φορείς, π.χ. εσχάρες δοκών, ή επίπεδους χωροδικτυωτούς σχηματισμούς (space lattice configurations), οι οποίοι είναι στερεωμένοι σε συστήματα περιστροφής, κάθε ένα από τα οποία περιστρέφεται γύρω από μόνο ένα άξονα κάθετο προς το οριζόντιο επίπεδο έδρασης του σε ένα στήριγμα ή μια βάση, ή περιστρέφεται γύρω από δύο άξονες, έναν άξονα κάθετο προς το οριζόντιο επίπεδο έδρασης του και έναν άξονα παράλληλο προς το ίδιο επίπεδο. Οι περιστροφικές κινήσεις των εν λόγω συστημάτων πραγματοποιούνται με μηχανισμούς περιστροφής ή με μηχανισμούς περιστροφής και υδραυλικούς κυλίνδρους και η ταυτοποίηση θέσης τους επιτυγχάνεται μέσω ενός ή δύο κωδικοποιητών και με τη χρήση του προαναφερθέντος λογισμικού.

Οι προαναφερθέντες Φ/Β σταθμοί έχουν όμως τα παρακάτω μειονεκτήματα:

- Κάθε ένα από τα προαναφερθέντα συστήματα περιστροφής, περιστρέφει μόνο μία διάταξη Φ/Β στοιχείων που έχει σχετικά μικρή επιφάνεια, η οποία συνήθως είναι αρκετά μικρότερη των 50 m².
- Σε περίπτωση που κάθε ένα από τα προαναφερθέντα συστήματα περιστροφής περιστρέφεται γύρω από δύο άξονες και κατ' αυτό το τρόπο η αντίστοιχη διάταξη Φ/Β στοιχείων παρακολουθεί τόσο την αζιμουθιακή γωνία όσο και τη γωνία ανύψωσης του ήλιου, τότε η απόδοση της αντίστοιχης διάταξης Φ/Β είναι μέγιστη. Όμως και αυτού του είδους τα συστήματα περιστροφής δεν μπορούν να κατασκευαστούν οικονομικά σε μεγάλη κλίμακα. Τα μεγαλύτερα τέτοια γνωστά συστήματα περιστροφής κινούν μόνο μια διάταξη Φ/Β στοιχείων συνολικής επιφάνειας της τάξεως των 50 m² το καθένα και επειδή δεν αντέχουν σε υψηλές ταχύτητες ανέμου, μεγάλο ύψος χιονιού, τοπικές συγκεντρώσεις χιονιού ή πάγου, έχουν συστήματα αυτοπροστασίας, π.χ. σε ταχύτητες ανέμου πάνω από ένα όριο παίρνουν οριζόντια θέση για μείωση της ανεμοφόρτισης με αποτέλεσμα η κατασκευή τους να γίνεται ακριβότερη χωρίς ταυτόχρονα να μεγαλώνει η αξιοπιστία τους.

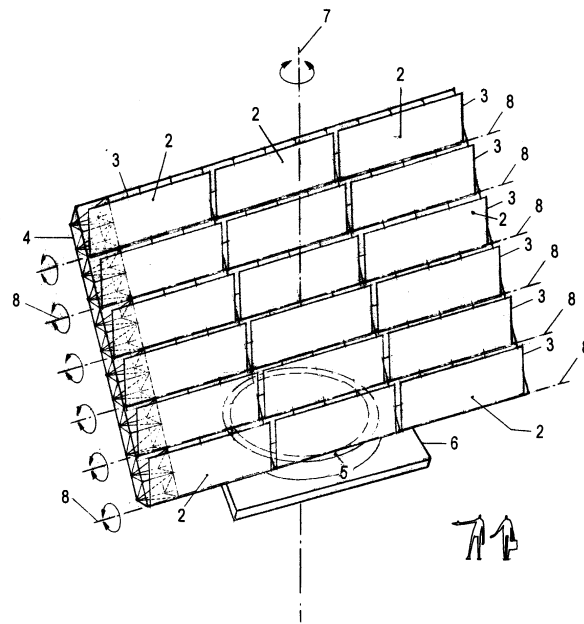
Ειδικότερα, στους Φ/Β σταθμούς που έχουν χωροδικτυωτούς σχηματισμούς (π.χ. σαν αυτόν που φαίνεται στο Σχ. 3), αυτοί οι χωροδικτυωτοί σχηματισμοί δεν έχουν γεωμετρική ακεραιότητα, αλλά αποκτούν γεωμετρική ακεραιότητα (γίνονται φορείς) μόνο όταν στηριχθούν (στερεωθούν) περιμετρικά και κατ' αυτόν τον τρόπο δεσμευτούν συγκεκριμένοι βαθμοί ελευθερίας. Αν οι σχηματισμοί αυτοί βρεθούν «ελεύθεροι» στο χώρο, στερεωμένοι, π.χ. από κεντρικά τους σημεία σε συστήματα περιστροφής, τότε αυτά τα συστήματα θα πρέπει να είναι αρκετά ισχυρά και ικανά να δεσμεύσουν συγκεκριμένους βαθμούς ελευθερίας, έτσι ώστε αυτοί οι σχηματισμοί να αποκτήσουν γεωμετρική ακεραιότητα και να γίνουν φορείς.

3. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΦΕΥΡΕΣΗΣ

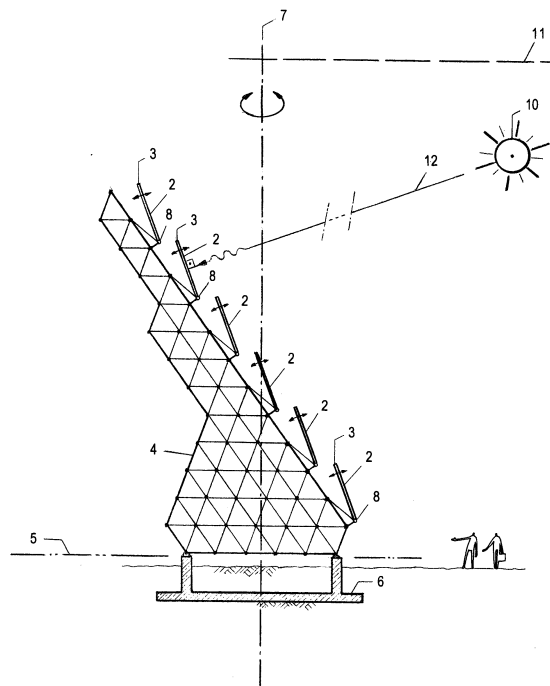
Αντικείμενο της παρούσας εφεύρεσης είναι αφενός η εξάλειψη των παραπάνω μειονεκτημάτων με οικονομικό τρόπο και αφετέρου η πραγματοποίηση ενός Φ/Β σταθμού ο οποίος περιλαμβάνει διατάξεις Φ/Β στοιχείων που εκτελούν μεταφορικές και περιστροφικές κινήσεις (αυτοπροσανατολιζόμενες κατά τον ήλιο διατάξεις Φ/Β στοιχείων). Οι διατάξεις αυτές είναι στερεωμένες ανά ομάδες σε φορείς των οποίων τα μεγέθη είναι τέτοια, ώστε η συνολική επιφάνεια Φ/Β στοιχείων ανά ομάδα να είναι τουλάχιστον κατά μία τάξη μεγέθους μεγαλύτερη από την επιφάνεια της διάταξης Φ/Β στοιχείων που κινούν τα μεγαλύτερα γνωστά συστήματα.

Αυτό επιτυγχάνεται με ένα Φ/Β σταθμό που έχει τουλάχιστον ένα χωροδικτύωμα (space lattice structure) το οποίο: περιλαμβάνει τουλάχιστον ένα ημιοκτάεδρο ($\frac{1}{2}\mathbf{O}$) και ένα τετράεδρο (\mathbf{T}) και επιπλέον περιλαμβάνει τουλάχιστον ένα οκτάεδρο (\mathbf{O}).

Τα Σχ. 1 και 2 δείχνουν μια ιδιαίτερη υλοποίηση σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Δίπλωμα EP1925891.

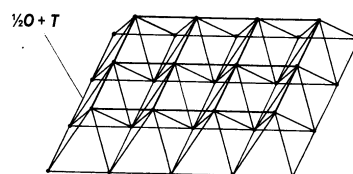


Σχ.1: Παράδειγμα υλοποίησης Φ/Β σταθμού σύμφωνα με το EP1925891



Σχ. 2: Όψη σε τομή Φ/Β σταθμού του Σχ. 1

Το Σχ. 3 δείχνει ένα χωροδικτυωτό σχηματισμό $\frac{1}{2}\mathbf{O} + \mathbf{T}$, ο οποίος είναι μέρος του χωροδικτυώματος του Σχ. 1. Το χωροδικτύωμα του Σχ. 1 επιπλέον περιλαμβάνει οκτάεδρα (\mathbf{O}), (βλ. Σχ. 4, 5, 6).



Σχ. 3: Χωροδικτυωτός σχηματισμός $\frac{1}{2}\mathbf{O} + \mathbf{T}$

Για τον σχηματισμό των χωροδικτυωμάτων η αλληλοσύνδεση των ράβδων γίνεται με οποιονδήποτε κατάλληλο τρόπο που είναι επιδεικτικός βιομηχανικής εφαρμογής και πάντοτε σύμφωνα με τους αναγνωρισμένους κανόνες της τεχνικής όπως για παράδειγμα τους Ευρωκώδικες.

Ειδικότερα, η αλληλοσύνδεση ράβδων που έχουν μεταλλικά σωληνωτά άκρα γίνεται με τη χρήση τυποποιημένων συστημάτων σύνδεσης, έτσι ώστε η βιομηχανική παραγωγή των ράβδων και των στοιχείων σύνδεσής τους να γίνεται με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Δύο τρόποι αλληλοσύνδεσης ράβδων είναι γνωστοί από τα Διπλώματα Ευρεσιτεχνίας EP1997972 [3] και GR1004187 [4].

Μερικά πλεονεκτήματα αυτής της εφεύρεσης είναι ότι:

- Καθιστά δυνατή την πραγματοποίηση Φ/Β σταθμών μεγάλης κλίμακας που αντέχουν σε υψηλές δράσεις ανέμου.
- Δίνει μια υψηλής απόδοσης λύση για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, μειώνει την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, κατά συνέπεια συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μιας χώρας.
- Λόγω της μεγαλύτερης απόστασης από το έδαφος των διατάξεων Φ/Β στοιχείων, αυτά ψύχονται καλύτερα από τον άνεμο, έχουν καθαρότερες επιφάνειες, κατά συνέπεια αυξάνεται η απόδοσή τους, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες.
- Επειδή τα Φ/Β στοιχεία έχουν σχετικά υψηλό κόστος, μια αύξηση της ετήσιας απόδοσής τους π.χ. κατά 30%, σαν αποτέλεσμα της παρούσας εφεύρεσης, σημαίνει υψηλή ετήσια απόδοση της αρχικής επένδυσης. Όσον αφορά τον χρόνο απόσβεσης της όλης επένδυσης, αυτός μειώνεται περίπου κατά 20%.
- Η αλληλοσύνδεση ράβδων γίνεται με τυποποιημένα συστήματα σύνδεσης, έτσι ώστε η βιομηχανική παραγωγή των ράβδων και των στοιχείων σύνδεσής τους να γίνεται με το ελάχιστο δυνατό κόστος.
- Επιτρέπει τον σχηματισμό πιο λειτουργικών Φ/Β σταθμών και αυτό με:
 - α) μεγιστοποίηση του βαθμού βιομηχανοποίησης της κατασκευής τους·
 - β) ελάχιστο αριθμό διαφορετικών δομικών στοιχείων.

4. ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΦΕΥΡΕΣΗΣ

Ορισμοί τεχνικών όρων:

Οκτάεδρο O .— Πολύεδρο που έχει οκτώ ίσες ισόπλευρες τριγωνικές έδρες, οι οποίες σχηματίζονται από αλληλοσυνδεδεμένες ράβδους που μπορούν να παραλάβουν κυρίως αξονικές δυνάμεις.

Τετράεδρο T .— Πολύεδρο που έχει τέσσερις ίσες ισόπλευρες τριγωνικές έδρες, οι οποίες σχηματίζονται από αλληλοσυνδεδεμένες ράβδους που μπορούν να παραλάβουν κυρίως αξονικές δυνάμεις.

Κυβοκτάεδρο CO .— Πολύεδρο που έχει οκτώ ίσες ισόπλευρες τριγωνικές και έξι ίσες τετραγωνικές έδρες, οι οποίες σχηματίζονται από ίσες αλληλοσυνδεδεμένες ράβδους που μπορούν να παραλάβουν κυρίως αξονικές δυνάμεις, έτσι ώστε σε κάθε κορυφή να υπάρχουν δύο τετραγωνικές και δύο τριγωνικές έδρες.

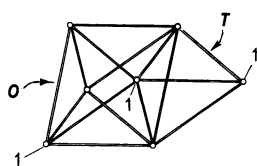
Ημιοκτάεδρο $\frac{1}{2}O$.— Ένα οποιοδήποτε από τα δύο ίσα πολύεδρα που σχηματίζονται από την τομή ενός επιπέδου κάθετου προς τον άξονα που διέρχεται από δύο απέναντι κορυφές ενός οκταέδρου.

Ημικυβοκτάεδρο $\frac{1}{2}CO$.— Ένα οποιοδήποτε από τα δύο ίσα πολύεδρα που σχηματίζονται από την τομή ενός επιπέδου κάθετου προς ένα άξονα που διέρχεται από τα κέντρα δύο απέναντι τετραγωνικών εδρών ενός κυβοκταέδρου και την ταυτόχρονη προσθήκη τεσσάρων ίσων ράβδων, οι οποίες μπορούν να παραλάβουν κυρίως αξονικές δυνάμεις, για τον σχηματισμό του τετραγώνου της τομής.

Χωροδικτυωτός φορέας.— Τρισδιάστατος φορέας σαν ολότητα, ο οποίος σχηματίζεται από αλληλοσυνδεδεμένες στα άκρα τους ράβδους που μπορούν να παραλάβουν κυρίως αξονικές δυνάμεις, ο σχηματισμός του οποίου έχει γεωμετρική ακεραιότητα και χαρακτηρίζεται από πλήρη διανυσματική ισορροπία.

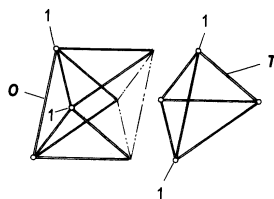
Χωροδικτύωμα.— Χωροδικτυωτός φορέας που σχηματίζεται από τη συναρμολόγηση έδρα προς έδρα οποιουδήποτε συνδυασμού οκταέδρων, τετραέδρων, κυβοκταέδρων, ημιοκταέδρων ή ημικυβοκταέδρων. Για παράδειγμα, χωροδικτύωμα τύπου $O + T$ είναι ένας συνδυασμός οκταέδρων και τετραέδρων τα οποία συνδέονται μεταξύ τους ή συναρμολογούνται έδρα προς έδρα.

Το Σχ. 4 δείχνει ένα οκτάεδρο O και ένα συνδεδεμένο μ' αυτό τετράεδρο T , τα οποία σχηματίζονται από ένα αριθμό ράβδων ίσου μήκους που αλληλοσυνδέονται αρθρωτά με οποιονδήποτε κατάλληλο τρόπο. Οι ράβδοι σχηματίζουν τις ακμές και οι σύνδεσμοι (node connectors) 1 τις κορυφές των πολυέδρων. Οι έδρες των πολυέδρων που σχηματίζονται κατ' αυτόν τον τρόπο είναι ιδεατές.



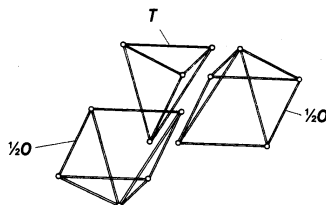
Σχ. 4: Οκτάεδρο O και τετράεδρο T

Στο Σχ. 5 το οκτάεδρο και το τετράεδρο είναι χωρισμένα το ένα από το άλλο για λόγους ξεκάθαρης απεικόνισης των μορφών τους. Στο Σχ. 5 τρεις από τις ράβδους έχουν δείχθει με διακεκομμένη αξονική γραμμή επειδή, όταν το οκτάεδρο O και το τετράεδρο T συναρμολογούνται όπως στο Σχ. 4, αυτές οι ράβδοι είναι κοινές στο O και στο T .



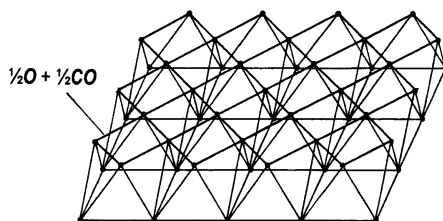
Σχ. 5: Οκτάεδρο O και τετράεδρο T χωρισμένα

Το Σχ. 6 δείχνει ένα τετράεδρο T και δύο ημιοκτάεδρα $\frac{1}{2}O$ όπως αυτά του Σχ. 3 χωρισμένα όμως το ένα από το άλλο για λόγους ξεκάθαρης απεικόνισης.



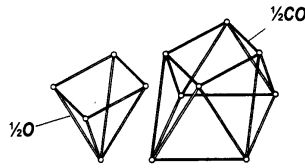
Σχ. 6: Τετράεδρο T και δύο ημιοκτάεδρα $\frac{1}{2}O$ χωρισμένα

Το Σχ. 7 δείχνει ένα χωροδικτυωτό σχηματισμό τύπου $\frac{1}{2}O + \frac{1}{2}CO$.



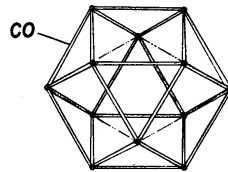
Σχ. 7: Χωροδικτυωτός σχηματισμός $\frac{1}{2}O + \frac{1}{2}CO$

Το Σχ. 8 δείχνει ένα ημιοκτάεδρο $\frac{1}{2}O$ και ένα ημικυβοκτάεδρο $\frac{1}{2}CO$ όπως αυτά του Σχ. 7 χωρισμένα όμως το ένα από το άλλο για λόγους ξεκάθαρης απεικόνισης.



Σχ. 8: Ημιοκτάεδρο $\frac{1}{2}O$ και ημικυβοκτάεδρο $\frac{1}{2}CO$ χωρισμένα

Το Σχ. 9 δείχνει ένα κυβοκτάεδρο CO .



Σχ. 9: Κυβοκτάεδρο

Αν θεωρήσουμε τον χωροδικτυωτό σχηματισμό του Σχ. 4 ως προς την γεωμετρική του ακεραιότητα, ο σχηματισμός αυτός έχει γεωμετρική ακεραιότητα και χαρακτηρίζεται από πλήρη διανυσματική ισορροπία. Γενικά, κάθε σχηματισμός που αποτελείται από οκτάεδρα O και τετραέδρα T και συναρμολογείται όπως στο Σχ. 4 θα έχει γεωμετρική ακεραιότητα και θα χαρακτηρίζεται από πλήρη διανυσματική ισορροπία. Επιπλέον, οι κύριοι άξονες όλων των οκταέδρων O θα είναι σε παραλληλία και οι έδρες των οκταέδρων O και τετραέδρων T θα έχουν κοινά επίπεδα και κατ' αυτόν τον τρόπο θα σχηματίζουν τις επίπεδες επιφάνειες του χωροδικτυωτού σχηματισμού.

Όταν λέμε ότι ένας χωροδικτυωτός σχηματισμός έχει γεωμετρική ακεραιότητα, αυτό σημαίνει ότι η διάταξη των σχετικών θέσεων των συνδέσμων (κόμβων) και των ράβδων του είναι σταθερή σε οποιαδήποτε δεδομένη χρονική στιγμή. Με άλλα λόγια, η γεωμετρία του σχηματισμού είναι σταθερή. Αυτό σημαίνει ότι: ο χωροδικτυωτός σχηματισμός δεν είναι μηχανισμός και ούτε οποιοδήποτε επιμέρους τμήμα του είναι μηχανισμός· ούτε ο σχηματισμός ή οποιοδήποτε επιμέρους τμήμα του είναι σε κατάσταση ουδέτερης ισορροπίας.

Ένα χωροδικτύωμα σύμφωνα με την παρούσα εφεύρεση, στο οποίο οι ράβδοι συνδέονται αρθρωτά στους συνδέσμους (κόμβους), χαρακτηρίζεται από το ότι ο σχηματισμός του έχει γεωμετρική ακεραιότητα ανεξάρτητα από τις συνθήκες στήριξης και φόρτισης. Έχουμε έτσι ένα χωροδικτύωμα το οποίο συμπεριφέρεται σαν στερεό σώμα.

Μια αναγκαία συνθήκη για την γεωμετρική ακεραιότητα του σχηματισμού ενός χωροδικτυώματος, είναι: $E = 3 \cdot V - 6$, όπου οι αριθμοί ράβδων και συνδέσμων συμβολίζονται με E και V αντίστοιχα, και $3 \cdot V - 6$ είναι ο ελάχιστος αριθμός ράβδων E που απαιτούνται για να σταθεροποιήσουν δεδομένο αριθμό συνδέσμων (κόμβων) V (Möbius theorem of rigidity) [5].

Παρακάτω περιγράφονται τρεις τρόποι για την πραγματοποίηση χωροδικτυωτών φορέων ή χωροδικτυωμάτων οι σχηματισμοί των οποίων έχουν γεωμετρική ακεραιότητα και χαρακτηρίζονται από πλήρη διανυσματική ισορροπία.

Ένας πρώτος τρόπος είναι να ξεκινήσει κανείς με ένα τρίγωνο το οποίο σχηματίζεται με τρεις ράβδους αρθρωτά συνδεδεμένες σε τρεις συνδέσμους, του οποίου ο σχηματισμός

έχει γεωμετρική ακεραιότητα και ικανοποιείται η προαναφερθείσα αναγκαία συνθήκη ($V = 3$, $E = 3$ και $3 \cdot V - 6 = 3 \times 3 - 6 = 3$), και κατόπιν να προσθέτει κάθε φορά τρεις επιπλέον ράβδους σε διαφορετικά επίπεδα για την τοποθέτηση κάθε νέου συνδέσμου (κόμβου).

Ένας δεύτερος τρόπος είναι να σχηματίσει κανείς ένα χωροδικτυωτό σχηματισμό ο οποίος αποτελείται από πολύεδρα οι σχηματισμοί των οποίων έχουν γεωμετρική ακεραιότητα και τα οποία χαρακτηρίζονται από πλήρη διανυσματική ισορροπία π.χ. οκτάεδρα O και τετράεδρα T .

Ένας τρίτος τρόπος είναι να σχηματίσει κανείς ένα χωροδικτυωτό σχηματισμό, ο οποίος αποτελείται από πολύεδρα οι σχηματισμοί των οποίων έχουν γεωμετρική ακεραιότητα, όπως το οκτάεδρο O και το τετράεδρο T και πολύεδρα των οποίων οι σχηματισμοί δεν έχουν γεωμετρική ακεραιότητα, όπως το ημιοκτάεδρο $\frac{1}{2}O$, το ημικυβοκτάεδρο $\frac{1}{2}CO$ ή το κυβοκτάεδρο CO , έτσι ώστε, αν θεωρήσουμε αυτόν τον χωροδικτυωτό σχηματισμό ως προς την γεωμετρική του ακεραιότητα, ο σχηματισμός να χαρακτηρίζεται από πλήρη διανυσματική ισορροπία.

Παρά το γεγονός ότι είναι δυνατόν να σχηματίσει κανείς με τον πρώτο τρόπο και με ένα ελάχιστο αριθμό διαφορετικών ράβδων χωροδικτυωτούς φορείς οι σχηματισμοί των οποίων έχουν γεωμετρική ακεραιότητα και η κατασκευή τους χαρακτηρίζεται από πλήρη διανυσματική ισορροπία, σύμφωνα με τον τρίτο τρόπο έχουμε πιο λειτουργικούς Φ/Β σταθμούς με μέγιστο βαθμό βιομηχανοποίησης της διεργασίας κατασκευής τους.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να γίνουν γνωστά τα τεχνικά οφέλη που έχουν επιτευχθεί σαν αποτέλεσμα του Ευρωπαϊκού Διπλώματος Ευρεσιτεχνίας EP1925891. Αυτά περιλαμβάνουν:

- Δυνατότητα πραγματοποίησης Φ/Β σταθμών που έχουν αυτοπροσανατολιζόμενες κατά τον ήλιο διατάξεις Φ/Β στοιχείων που είναι στερεωμένες σε χωροδικτυωτούς φορείς, έτσι ώστε η συνολική επιφάνεια Φ/Β στοιχείων ανά διάταξη να είναι τουλάχιστον μια τάξη μεγέθους μεγαλύτερη από την επιφάνεια που κινούν τα μεγαλύτερα γνωστά συστήματα.
- Επίλυση του προβλήματος έλλειψης γεωμετρικής ακεραιότητας σε Φ/Β σταθμούς αυτού του είδους, που έχουν χωροδικτυωτούς σχηματισμούς χωρίς γεωμετρική ακεραιότητα.
- Υλοποίηση Φ/Β σταθμών με ράβδους και συνδέσμους, όπου οι ράβδοι συνδέονται με τυποποιημένους συνδέσμους ή συστήματα σύνδεσης έτσι ώστε η κατασκευή τόσο των ράβδων όσο και των συνδέσμων να γίνεται με το ελάχιστο κόστος.
- Σχηματισμός πιο λειτουργικών Φ/Β σταθμών και αυτό με:
 - α) μεγιστοποίηση του βαθμού βιομηχανοποίησης της κατασκευής τους·
 - β) χρήση ενός ελάχιστου αριθμού διαφορετικών δομικών στοιχείων.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] http://worldwide.espacenet.com/searchResults?compact=false&ST=advanced&IN=gamanis&locale=en_EP&DB=EPODOC (ανακτήθηκε την 30.05.2014).
- [2] Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) “Planning and installing photovoltaic systems: A guide for installers, architects and engineers, 2nd ed., p.15”, Earthscan, London, 2008.
- [3] GAMANIS, GEORGE A. “European Patent No. 1997972”, *European Patent Office*, 2012.
- [4] ΓΚΑΜΑΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ “Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας υπ’ αριθμόν 1004187”, *Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας*, 2003.

[5] MÖBIUS, AUGUST F. “Lehrbuch der STATIK, Zweiter Theil, Viertes Kapitel”, Leipzig, 1837.

PHOTOVOLTAIC POWER STATION

George A. Gamanis
Civil Engineer (A^UTh), M.Sc.
SKYTECH[®] Metal Structural Systems
Thessaloniki, Greece
e-mail: gamanis@otenet.gr

ABSTRACT

On May 30, 2014 the European Patent Office communicated the decision to grant European patent EP1925891 concerning a photovoltaic power station (inventor: George A. Gamanis). It is an object of the present paper to indicate the technical effects which have been achieved as a result of the above European patent.

The above-mentioned photovoltaic power station comprises at least two arrays of photovoltaic cells, at least two flat structures, at least one space lattice structure, and at least one foundation having a bearing plane. The arrays of photovoltaic cells are fixed on the flat structures, the flat structures are firmly or rotationally connected to the space lattice structure, the space lattice structure rotates, with respect to the foundation, about just one axis which is perpendicular to the bearing plane. The space lattice structure is configured with framework members and node connectors, which are interconnected in a configuration which consisting of polyhedra. The framework members are pin-connected at their ends to the node connectors; and the polyhedra are selected from the set whose members are the semi-octahedron ($\frac{1}{2}O$), the tetrahedron (T), the octahedron (O), the cubeoctahedron (CO) and the semi-cubeoctahedron ($\frac{1}{2}CO$), said space lattice structure comprising at least one octahedron (O). The space lattice configuration according to this manner has structural integrity and is characterized by complete vector equilibrium.

Some advantages of the present invention are that it: a) provides a high efficiency solution for the exploitation of solar energy, thus decreasing the dependency on fossil fuels; b) makes possible the realization of large scale photovoltaic power stations capable of resisting high wind actions; c) decreases the return period of the total investment.

Keywords: *Photovoltaic power station; tracking photovoltaic arrays; space lattice configuration; polyhedra; structural integrity.*