



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**Εργασία 4
Solar tracking για φωτοβολταϊκό σύστημα
παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας**

**ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ
(ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ)**

Τετάρτη 9:00-11:00 Ομάδα Α

**Βαβαΐτη Κωνσταντίνα
18387257**

Αγάλεω, 11/04/2024

1. Σκοπός και περίληψη της άσκησης

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η υλοποίηση ενός solar tracking συστήματος για φωτοβολταϊκό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα σύστημα solar tracking προσαρμόζει τη θέση ενός ΦΒ πάνελ, έτσι ώστε αυτό να είναι πάντα ευθυγραμμισμένο κάθετα προς την ηλιακή ακτινοβολία μειώνοντας έτσι την ανάκλαση του φωτός και παγιδεύοντας μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ενέργειας.

Το σύστημα solar tracking περιλαμβάνει:

- ΦΒ Κυψέλες (πάνελ)
- Μονάδα PLC
- Μονάδες επεξεργασίας σήματος
- Αισθητήρες
- Ηλεκτρομηχανική μονάδα ελέγχου κίνησης
- Σύστημα τροφοδοσίας

Αρχή λειτουργίας

Οι αισθητήρες μετρούν ένα φυσικό μέγεθος που αντιστοιχεί στη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στο πάνελ. Κατόπιν επεξεργασίας τα σήματα αυτά οδηγούνται στο PLC. Το PLC τα συγκρίνει και παράγει μια αντίστοιχη έξοδο για την περιστροφή του κινητήρα. Τέλος, ο κινητήρας περιστρέφει το πάνελ, ώστε να το προσανατολίσει κάθετα προς τον ήλιο.

Παραδείγματα εισόδων στο σύστημα ελέγχου για τον υπολογισμό της γωνιακής θέσης:

1. Τιμή της παραγόμενης ισχύος των πάνελ
2. Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας

Η πειραματική διάταξη που θα αξιοποιηθεί περιλαμβάνει

- Αισθητήρα φωτός 4^{ων} σημείων
- ΦΒ πάνελ
- Σύστημα κίνησης διπλού άξονα
- Μονάδα ισχύος (κλεμοσειρά, relays, λοιπά ηλεκτρονικά)
- PLC

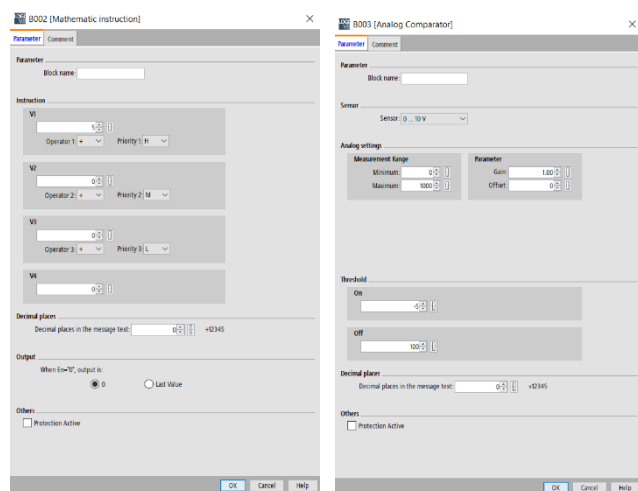
Ο σκοπός είναι να οδηγείται το πάνελ έτσι ώστε να τοποθετείται κάθετα στην ηλιακή ακτινοβολία σε κάθε χρονική στιγμή.

Τα εξαρτήματα της διάταξης του αισθητήρα 4^{ων} σημείων είναι:

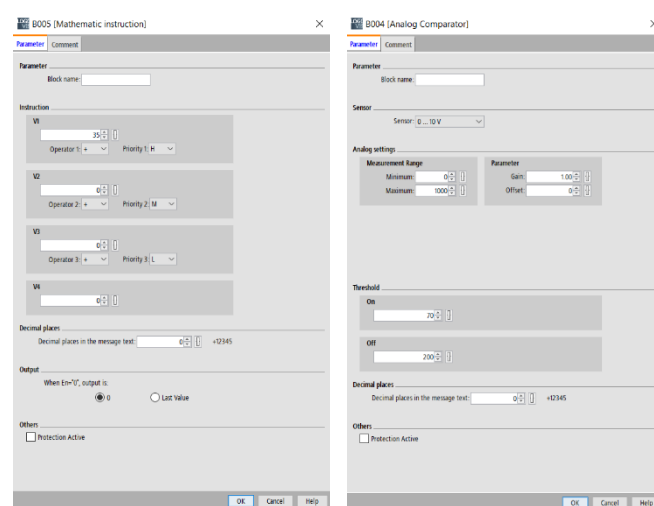
- Φωτοαντίσταση (Light dependent resistor – LDR) με τιμές ~50Ω (υπερβολικό φως) και >40MΩ (απόλυτο σκοτάδι)
- Διαιρέτης τάσης με χρήση κατάλληλων αντιστάσεων
- Εμπόδια για διαχωρισμό φωτός
- Ακροδέκτες παροχής τάσης και εξόδων προς το PLC

Προφανώς κάθε LDR όπως και κάθε αντίσταση δεν είναι απόλυτα ίδια οπότε πρέπει να γίνει μια διαδικασία αντιστάθμισης. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται πραγματικές μετρήσεις ψηφιοποιημένου σήματος (στάθμες 0-1000 για αντίστοιχες τάσεις 0-10V) στην κάθε αναλογική είσοδο από τον αντίστοιχο διαιρέτη τάσης για διάφορες περιπτώσεις φωτισμού έτσι ώστε να μπορέσει να πραγματοποιηθεί στην πορεία η διαδικασία της αντιστάθμισης.

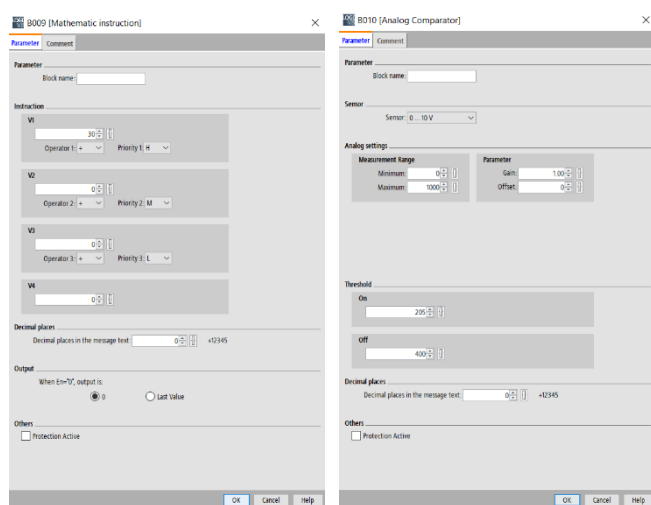
	Σχετικό σκοτάδι (οθόνη υπολογιστή)	Χαμηλός φωτισμός (μικρό φωτιστικό χώρου)	Φυσικός φωτισμός ημέρας	Έντονος φωτισμός	Πολύ έντονος φωτισμός (LED κινητού σε απόσταση 2cm)
AI1	15	190	375	580	870
AI2	8	115	265	570	890
AI3	10	155	345	630	960
AI4	10	170	355	580	870



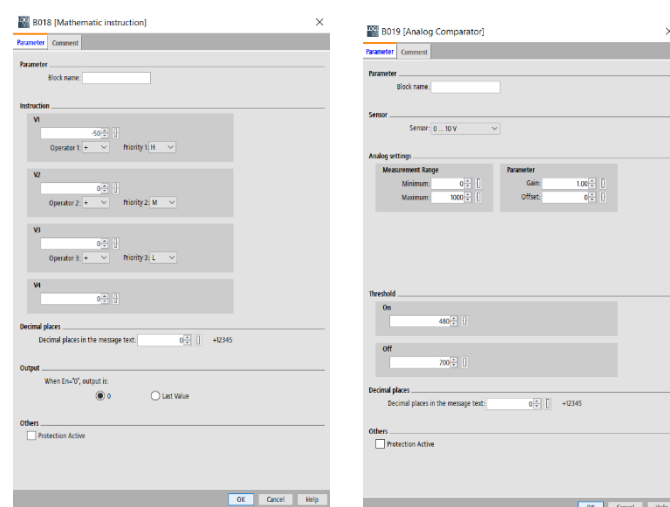
Εικόνα 2. Σχετικό Σκοτάδι AII



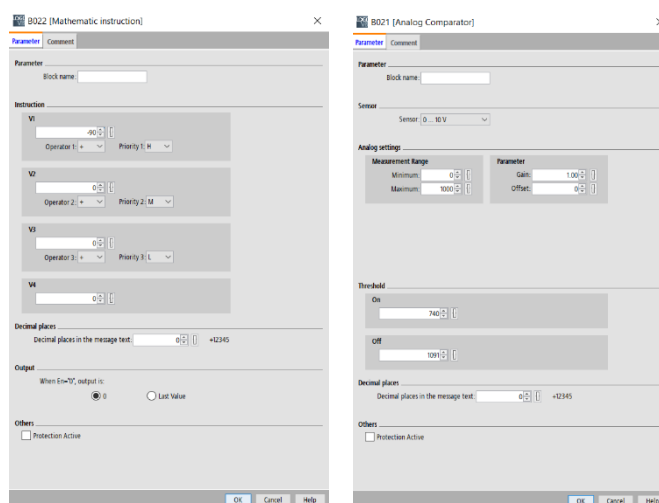
Εικόνα 3. Χαμηλός φωτισμός AII



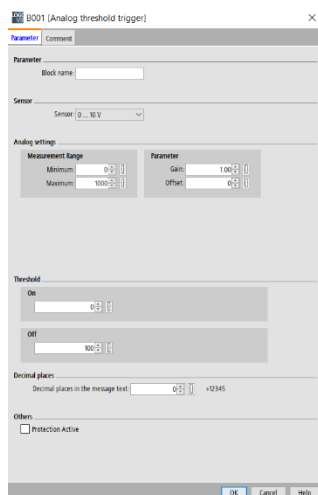
Εικόνα 4. Φυσικός φωτισμός AII



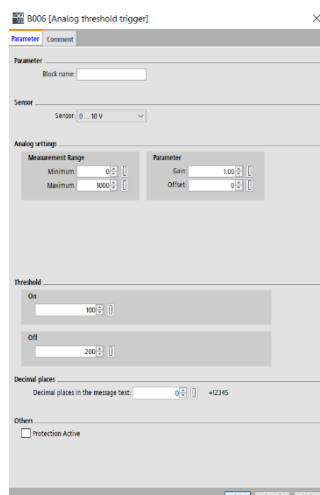
Εικόνα 5. Έντονος φωτισμός AII



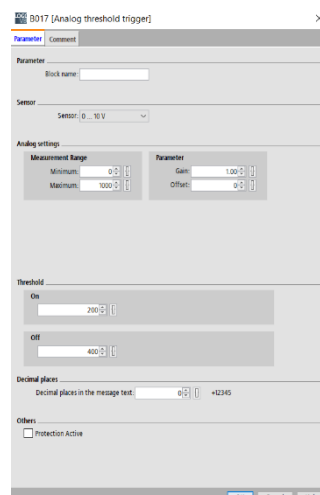
Εικόνα 6. Πολύ έντονος φωτισμός AII



Εικόνα 7. Σχετικό σκοτάδι AI2 και AI3



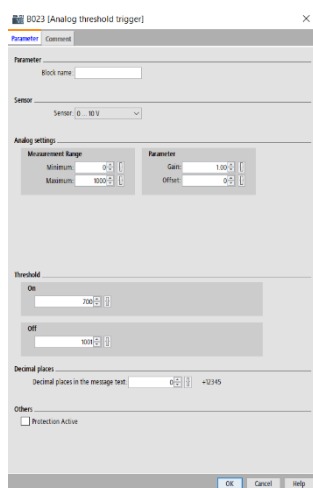
Εικόνα 8. Χαμηλός φωτισμός AI2 και AI3



Εικόνα 9. Φυσικός φωτισμός AI2 και AI3



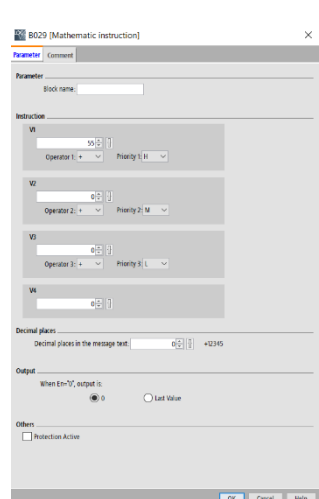
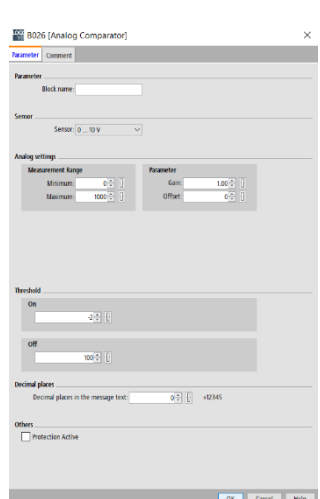
Εικόνα 10. Έντονος φωτισμός AI2 και AI3



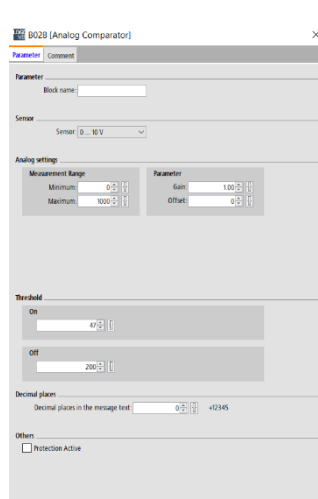
Εικόνα 11. Πολύ έντονος φωτισμός AI2 και AI3

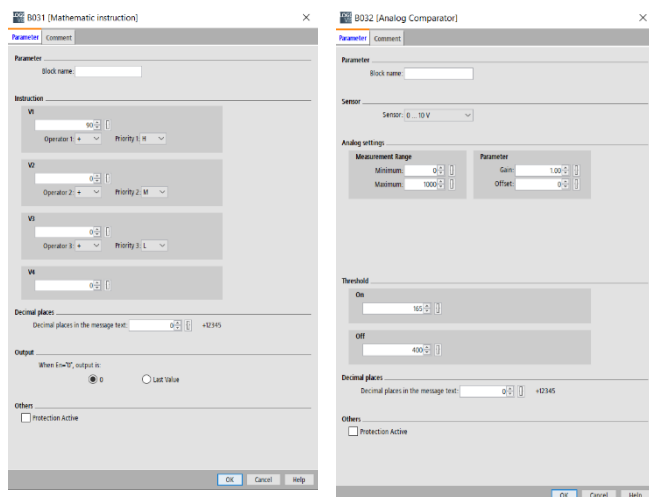


Εικόνα 12. Σχετικό σκοτάδι AI4

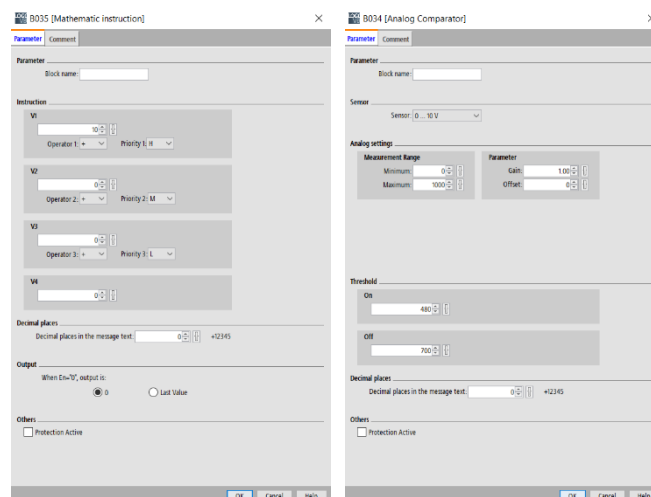


Εικόνα 13. Χαμηλός φωτισμός AI4

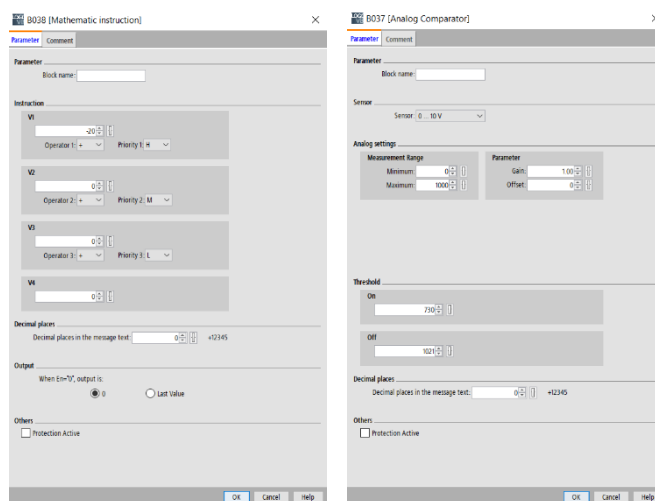




Εικόνα 14. Φυσικός φωτισμός AI4



Εικόνα 15. Έντονος φωτισμός AI4



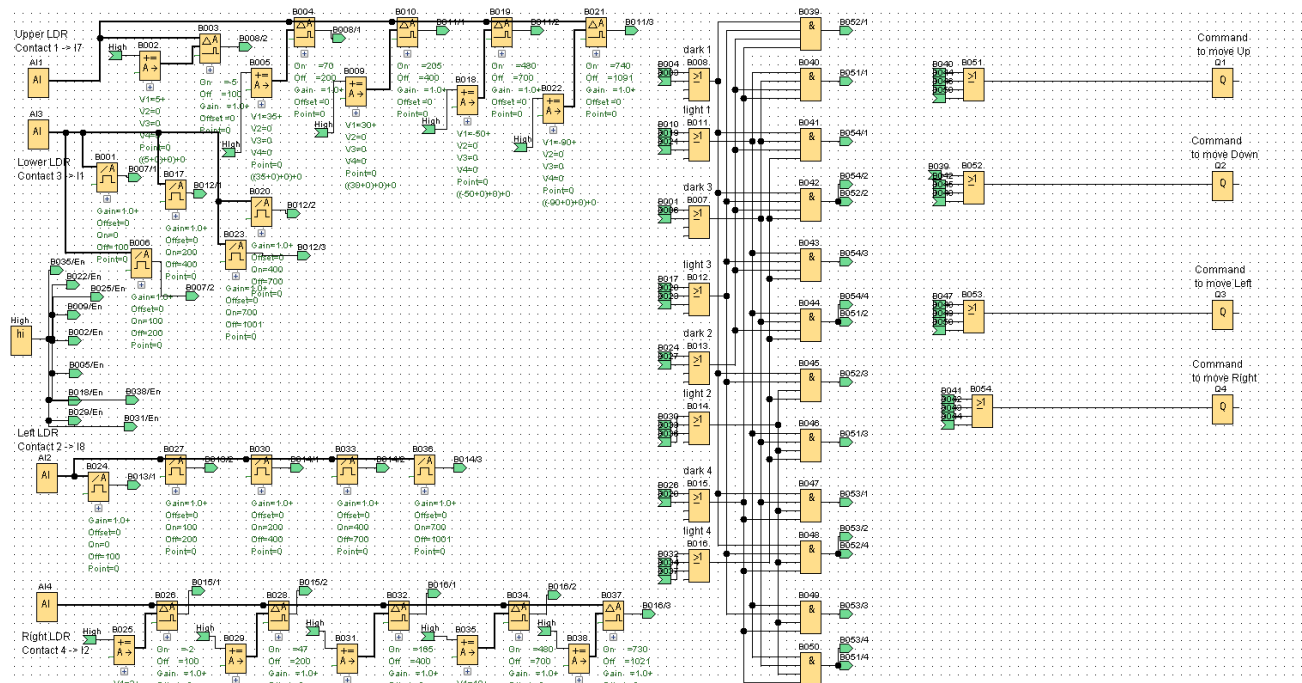
Εικόνα 16. Πολύ έντονος φωτισμός AI4

Όπως φαίνεται στις παραπάνω εικόνες, έγιναν κάποιες παραμετροποιήσεις στα όρια κάποιων βαθμίδων, καθώς υπήρχε overlapping, δηλαδή κάποιες βαθμίδες έπεφταν πάνω σε κάποιες άλλες. Αφού τελειώσαμε με την διαδικασία της αντιστάθμισης, μπορούμε να προχωρήσουμε στην υλοποίηση της λογικής κατά την οποία θα κινείται το φωτοβολταϊκό. Καθώς οι συνδυασμοί περιπτώσεων κίνησης που θα προκύψουν από τις 5 στάθμες θα είναι πάρα πολλές, θα συνδυάσουμε τις δύο πρώτες στάθμες μεταξύ τους και τις άλλες τρεις μεταξύ τους. Έτσι, δημιουργούμε δύο καινούργιες στάθμες μία για την κατάσταση του σκοταδιού και μία για την κατάσταση του φωτός. Για να το υλοποιήσουμε αυτό, θα χρησιμοποιήσουμε από μία πύλη οι για κάθε νέα στάθμη, στις οποίες θα συνδέσουμε τις εξόδους των παλιών βαθμίδων από τις οποίες προκύπτουν. Αφού το κάνουμε αυτό, δημιουργούμε έναν πίνακα αληθείας με όλους τους συνδυασμούς βαθμίδων που μπορούν να προκύψουν και τις εξόδους που θα έχουμε σε κάθε περίπτωση. Ο πίνακας αυτός παρουσιάζεται παρακάτω.

AI1		AI3		AI2		AI4		Q1	Q2	Q3	Q4
Σκοτάδι	Φως	Σκοτάδι	Φως	Σκοτάδι	Φως	Σκοτάδι	Φως				
1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0

Πίνακας 1. Πίνακας αληθείας

Αφού παρατηρήσουμε τον πίνακα, εντοπίζουμε πως 12 είναι η περιπτώσεις που μας δίνουν κάποια έξοδο, οπότε για να υλοποιήσουμε αυτή τη λογική θα χρειαστούμε 12 πύλες and, στον οποίων τις εισόδους θα συνδέσουμε σε κάθε περίπτωση τα bit που πρέπει να είναι 1. Καθώς υπάρχουν παραπάνω από μία περιπτώσεις όπου η κάθε έξοδος πρέπει να ενεργοποιηθεί, θα χρησιμοποιήσουμε μία πύλη or για κάθε έξοδο, στην οποία θα συνδέσουμε τις περιπτώσεις που αυτή πρέπει να ενεργοποιηθεί. Έτσι, το τελικό μας FBD παρουσιάζεται παρακάτω.



Εικόνα 17. FBD τελικού κυκλώματος

3. Σχολιασμός – Απαντήσεις σε ερωτήσεις

Μετά το πέρας αυτής της εργασίας, μπορούμε να πούμε πως η υλοποίηση του solar tracking συστήματος για φωτοβολταϊκό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στέφθηκε με επιτυχία, καθώς τα αποτελέσματα που έπρεπε να πάρουμε από τη διαδικασία προσομοίωσης του συστήματος σε κάθε συνθήκη που αναφέρθηκε παραπάνω συμπίπτουν με τα προβλεπόμενα. Παρόλα αυτά, το σύστημα που υλοποιήθηκε έχει κάποια μειονεκτήματα. Όπως είδαμε παραπάνω στον πίνακα αληθείας, σύμφωνα με τις βαθμίδες που φτιάξαμε υπάρχουν καταστάσεις που το σύστημά μας βρίσκει αδιέξοδα και για αυτό επιλέξαμε να μη δίνουμε σήμα σε καμία έξοδο σε αυτές τις περιπτώσεις. Συγκεκριμένα, μιλάμε για τις καταστάσεις κατά τις οποίες όλες οι επαφές βρίσκονται στην ίδια βαθμίδα φωτισμού ή τα ζεύγη των επαφών κάθε άξονα βρίσκονται στην ίδια βαθμίδα φωτισμού. Τα αδιέξοδα αυτά εμφανίζονται καθώς δεν ξέρουμε που βρίσκεται η πηγή φωτός μας για να στρέψουμε κατάλληλα το φωτοβολταϊκό ή δεν ξέρουμε καν αν υπάρχει πηγή φωτός στο χώρο. Στην περίπτωση που είναι όλες οι επαφές στη βαθμίδα του φωτός δεν υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα στη λύση που έχει δοθεί, δηλαδή να μην υπάρχει κίνηση του φωτοβολταϊκού, καθώς συνεχίζει σε αυτή την κατάσταση να λαμβάνει ενέργεια από όλες τις επαφές, ωστόσο σε μια λογική με περισσότερες βαθμίδες θα είχαμε ενδεχομένως καλύτερη απόδοση. Το πιο βασικό πρόβλημα προκύπτει στις άλλες περιπτώσεις όπου καμία επαφή δεν λαμβάνει φως ή καμία επαφή σε έναν άξονα δεν λαμβάνει φως. Το πρόβλημα αυτό θα μπορούσε ενδεχομένως να λυθεί αν κάναμε το φωτοβολταϊκό να κινηθεί στους άξονες που δεν υπάρχει φως στις επαφές του προς μια κατεύθυνση για κάποιο χρόνο, ο οποίος εξαρτάτε από το χρόνο απόκρισης των επαφών και αν τελικά δεν αλλάξει κατάσταση να επιστρέψει στην αρχική του. Έπειτα, αν δηλαδή δεν βρεθεί πηγή φωτός, θα κάνει το ίδιο και για την άλλη κατεύθυνση.