



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ LEAD ACID ΓΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

---

ΤΟΥ

ΒΑΡΕΛΑ ΙΩΑΝΝΗ

**Επιβλέπων:** Καθηγητής

Δημήτρης Βλαχόπουλος

Ε.ΔΙ.Π

ΚΟΖΑΝΗ/ΙΟΥΝΙΟΣ/2023





HELLENIC DEMOCRACY  
UNIVERSITY OF WESTERN MACEDONIA  
SCHOOL OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL  
& COMPUTER ENGINEERING

# FABRICATION OF LEAD ACID BATTERY FOR AUTONOMOUS PV STATION

---

**VARELAS IOANNIS**

**SUPERVISOR:**

VLACHOPOULOS DIMITRIOS

KOZANI / JUNE / 2023





ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

## **ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ**

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο "Κατασκευή μπαταρίας lead acid για αυτόνομο φωτοβολταϊκό" καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Δημητρίου Βλαχόπουλου αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Ιωάννης Βαρελάς, Δημητρίου Βλαχόπουλου, 2023, Κοζάνη

Υπογραφή Φοιτητή: \_\_\_\_\_



# Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την κατασκευή μπαταρίας με πλάκες μολύβδου και ηλεκτρολύτη (διάλυμα θειικού οξέος με απιονισμένο νερό ) και την σύνδεση της σε αυτόνομο φωτοβολταϊκό . Θα περιγράψουμε τα μέρη και τα υλικά που χρησιμοποιηθήκαν για την κατασκευή της μπαταρίας και θα αναλύουμε τον τρόπο λειτουργίας της.

## Λέξεις Κλειδιά

Μπαταρία, Μόλυβδος, αυτόνομο φωτοβολταϊκό,

# **Abstract**

This work deals with the construction of a battery with lead plates and an electrolyte (sulphuric acid solution with deionized water) and its connection to an autonomous photovoltaic system. We will describe the parts and materials used to build the battery and analyze how it works..

## **Keywords**

Battery, Lead, autonomous Photovoltaic.



# Ευχαριστίες

Στη διάρκεια της πτυχιακής εργασίας συνέβαλλαν άνθρωποι, τους οποίους ευχαριστώ για την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξή τους.

Αρχικά θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη στήριξη και την υπομονή που έδειξαν σε όλη τη διάρκεια.

Επίσης να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής κ. Δημήτριο Βλαχόπουλο, για την βοήθεια την καθοδήγηση και την πολύ καλή συνεργασία στην διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας πτυχιακής.



---

# Περιεχόμενα

Περίληψη	7
Abstract	8
Ευχαριστίες	9
Περιεχόμενα	12
Κατάλογος Εικόνων	13
Κατάλογος Πινάκων	15
Πρόλογος	15
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	42
1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ	16
1.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΤΟΜΟΥ	18
Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο	18
2.1 ΕΙΔΗ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ	18
2.1.1 Αυτόνομο Φωτοβολταϊκό	19
Κεφάλαιο 3: Ανάλυση Θέματος	19
3.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ	20
Κεφάλαιο 4: Σχεδίαση Θέματος	21
4.1 ΕΝΟΤΗΤΑ	21
4.1.1 Συγκέντρωση υλικών	24
4.1.2 Ανάλυση χαρακτηριστικών	24
Κεφάλαιο 5: Υλοποίηση	24
5.1 ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΥΛΟΠΟΤΗΣΗΣ	25
Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα	26
Κεφάλαιο 7: Επίλογος	26
7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	42
7.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	44
Παραρτήματα	44
Βιβλιογραφία	44
Συντομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια	45
Απόδοση ξενόγλωσσων όρων	46



# Κατάλογος Εικόνων

<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 1</u>	28
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 2</u>	28
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 3</u>	29
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 4</u>	29
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 5</u>	30
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 6</u>	30
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 7</u>	31
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 8</u>	31
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 9</u>	32
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 10</u>	33
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 11</u>	33
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 12</u>	34
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 13</u>	34
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 14</u>	35
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 15</u>	35
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 16</u>	36
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 17</u>	36
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 18</u>	37
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 19</u>	37
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 20</u>	38
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 21</u>	38
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 22</u>	39

<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 23</u>	39
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 24</u>	40
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 25</u>	40
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 26</u>	41
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 27</u>	41
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 28</u>	42
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 29</u>	24
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 30</u>	25
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 31</u>	25
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 32</u>	44
<u>Συντακτικής ΕΙΚΟΝΑ 33</u>	32
<u>ΕΙΚΟΝΑ 34</u>	22

# Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΦΟΡΤΙΣΗ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΕΚΦΟΡΤΙΣΗ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ.



# Πρόλογος

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε κατά το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2022-2023 στο πλαίσιο του προγράμματος Σπουδών του τμήματος Ηλεκτρολόγων μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών της πολυτεχνικής σχολής του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Ο τόπος διεξαγωγής της εργασίας είναι το Τοπ. Διαμέρισμα Προμάχων της Περιφερειακής Ενότητας Πέλλας της Κεντρικής Μακεδονίας όπου είναι και ο τόπος διαμονής του φοιτητή Βαρελά Ιωάννη. Η εργασία εκπονήθηκε υπό την επίβλεψη του καθηγητού κ. Δημήτριου Βλαχόπουλου.



# Prologue

This work was prepared during the spring semester of the academic year 2022-2023 as part of the Study Program of the Department of Electrical and Computer Engineering of the Polytechnic School of the University of Western Macedonia.

The place of the work is Promahoi of Pella Prefecture of Central Macedonia where it is also the place of origin of the student Varelas Ioannis. The work was prepared under the supervision of Mr. Dimitrios Vlachopoulos.

# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Παρακάτω θα αναφερθούμε στο αντικείμενο της παρούσας εργασίας καθώς επίσης την οργάνωση του τόμου.

## 1.1 Κατασκευή μπαταρίας lead acid για αυτόνομο φωτοβολταϊκό

Αντικείμενο της εργασίας είναι η κατασκευή μπαταρίας οξέος με πλάκες από φύλλα μολύβδου , με σκοπό τη σύνδεση της σε αυτόνομο φωτοβολταϊκό για να καλύψει ενεργειακά τις ανάγκες μιας μικρής αποθήκης ( φωτισμός ,κάμερες, ψυγείο και λοιπές μικροσυσκευές ) .

## 1.2 Οργάνωση του τόμου

Η εργασία δομείται σε έξι κεφάλαια

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή επί του θέματος και παρουσιάζεται η δομή της εργασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελείται από το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο αναφέρονται ορισμοί και έννοιες σχετικά με την μπαταρία και τη λειτουργία της καθώς επίσης και την λειτουργία αυτόνομου φωτοβολταϊκού.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται περαιτέρω ανάλυση του θέματος και πιο συγκεκριμένα αναλύεται η μέθοδος κατασκευής της μπαταρίας και της σύνδεσης της με το αυτόνομο φωτοβολταϊκό.

Το τέταρτο κεφάλαιο ασχολείται με την σχεδίαση της μπαταρίας και των επιμέρους διαδικασιών για την δημιουργία της

Το πέμπτο κεφάλαιο περιγράφει την κατασκευή της μπαταρίας οξέος από μολύβδο

Στο έκτο κεφάλαιο αναφέρονται τα αποτελέσματα του πειράματος

Και τέλος στο 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναφέρουμε τα συμπεράσματά μας

# Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο

Παρακάτω θα αναφερθούμε στα είδη μπαταριών και θα εστιάσουμε στις μπαταρίες μολύβδου που αποτελούν και το θέμα της εργασίας μας.

## 2.1 Είδη μπαταριών

Υπάρχουν αρκετά είδη μπαταριών όπως, αλκαλικές μπαταρίες, μπαταρίες νικελίου, μπαταρίες νικελίου-σιδήρου, μπαταρίες ιόντων λίθου όμως αυτές που χρησιμοποιούνται για αυτόνομα συστήματα είναι οι μπαταρίες νικελίου-καδμίου και μπαταρίες μολύβδου οξέος.

Η μπαταρία μολύβδου-οξέος είναι ένας τύπος επαναφορτιζόμενης μπαταρίας που χρησιμοποιείται συνήθως για υψηλή τροφοδοσία. Είναι συνήθως μεγαλύτερου μεγέθους με ανθεκτική και βαριά κατασκευή, μπορούν να αποθηκεύσουν μεγάλη ποσότητα ενέργειας και χρησιμοποιούνται γενικά σε μετατροπείς και αυτοκίνητα. Οι μπαταρίες μολύβδου οξέος είναι πολύ δημοφιλείς, ακόμη και μετά τον ανταγωνισμό με τις μπαταρίες ιόντων λιθίου, η ζήτηση για μπαταρίες μολύβδου-οξέος αυξάνεται καθημερινά καθώς είναι φθηνότερες και ευκολότερες στη χρήση σε σύγκριση με τις μπαταρίες ιόντων λιθίου.

Οι συγκεκριμένες μπαταρίες χρησιμοποιούνται δυναμικά από την εφεύρεση τους το 1801. Η μπαταρία μολύβδου-οξέος παρέχει υψηλότερα ρεύματα κύματος παρόλο που έχει μικρές ποσότητες ενέργειας σε όγκο ενέργεια και βάρος. Χρησιμοποιούν υπεροξειδίο του μολύβδου και μολύβδο σπόγγου προκειμένου να μετατρέψουν τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Λόγω του μικρότερου αναλογικά κόστους τους καθώς επίσης και των αυξημένων επιπέδων τάσης κυψελών προτιμώνται σε υποσταθμούς και συστήματα ισχύος.

Η λειτουργία της μπαταρίας μολύβδου είναι απλή και κατασκευάζεται όπως θα αναλύσουμε παρακάτω με απλά υλικά. Οι μπαταρίες αυτές προσφέρουν αξιοπιστία και έχουν πολύ μεγάλο φάσμα χρήσης. Η συγκεκριμένη κατηγορία μπαταριών χρησιμοποιείται σε κάθε είδους όχημα. Τέλος οι μπαταρίες αυτές λόγω των υλικών που χρησιμοποιούν (μόλυβδος σε συνδυασμό με ηλεκτρολύτη) κοστίζουν πολύ λιγότερο από τις μπαταρίες νικελίου-καδμίου κι αυτός είναι και ο λόγος που χρησιμοποιούνται περισσότερο. Ωστόσο και αυτές οι μπαταρίες έχουν τα μειονεκτήματά τους. Ένα από αυτά είναι η περιορισμένη κυκλική ζωή των μπαταριών μολύβδου. Επίσης η μπαταρία αυτή χαρακτηρίζεται από περιορισμένη χωρητικότητα χρησιμοποίησης. Ακόμα ένα πλεονέκτημα της μπαταρίας μολύβδου είναι η αργή και αναποτελεσματική φόρτιση. Τέλος και αυτές οι μπαταρίες χαρακτηρίζονται για μεγάλο βάρος τους.

## 2.2.Αυτόνομο Φωτοβολταϊκό

Φωτοβολταϊκό είναι η συσκευή που μετατρέπει το φως του ηλίου σε συνεχές ρεύμα με στόχο τη διοχέτευση και αποθήκευση του σε συσσωρευτές (μπαταρίες). Τα φωτοβολταϊκά δημιουργούνται από διάφορα ημι-αγώγιμα υλικά που επιτρέπουν την ροή του ρεύματος προς μία μόνο κατεύθυνση. Τα πιο γνωστά ημι-αγώγιμα υλικά είναι το πυρίτιο , το γερμάνιο και το σελήνιο. Το πιο διαδεδομένο από αυτά είναι το πυρίτιο . Η βιομηχανία χρησιμοποιεί διάφορων ειδών συνδεσμολογίες για να μετατρέψει το ηλιακό φως σε συνεχές ρεύμα. Η πιο απλή μορφή είναι το πάνελ.

Ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό αποτελείται από φωτοβολταϊκά πάνελ ( ο αριθμός τους εξαρτάται από παράγοντες όπως ο χώρος , η ενεργειακή απόδοση που χρειάζεται ) μπαταρίες , αντιστροφέα ( το οποίο είναι απαραίτητο για τη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα), ρυθμιστή φόρτισης και μια εναλλακτική πηγή ενέργειας ( η οποία είναι απαραίτητη για της περιόδους όπου δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία για μεγάλο χρονικό διάστημα). Το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα δε χρειάζεται σύνδεση με πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας.

---

## Κεφάλαιο 3: Ανάλυση Θέματος

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στα υλικά από τα οποία απαρτίζεται η μπαταρία μας και το πώς θα πραγματοποιηθεί η κατασκευή της.

### 3.1 Στοιχεία Μπαταρίας

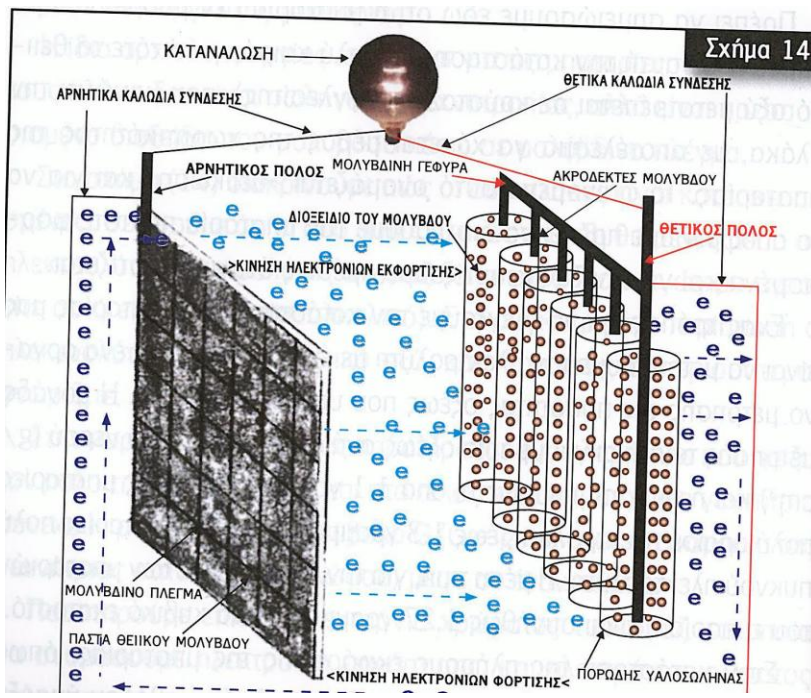
Στη παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με την κατασκευή μπαταρίας μολύβδου οξέος και τη σύνδεση της με αυτόνομο φωτοβολταϊκό. Αναφορικά με τις μπαταρίες μολύβδου-οξέος, τα πιο σημαντικά συστατικά είναι τα δοχεία και οι πλάκες. Το δοχείο είναι αυτό που συντελεί στην αποθήκευση της χημικής ενέργειας και οι πλάκες στη μετατροπή αυτής σε ηλεκτρική ενέργεια. Παρακάτω αναφέρουμε τα στοιχεία της μπαταρίας:

1. Δοχείο: Το δοχείο μπαταρίας μολύβδου-οξέος κατασκευάζεται από μολυβδόυχο ξύλο, γυαλί, συμπαγές καουτσούκ από ασφαλτικό σύνθετο, εβονίτη, κεραμικό υλικό ή χυτευμένο πλαστικό, και μπαίνει στην κορυφή για να μην εκφορτιστούν οι ηλεκτρολύτες. Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε έτοιμο δοχείο εμπορίου από παλιά μπαταρία.
2. Πλάκα: Η πλάκα μπαταρίας μολύβδου-οξέος έχει απλό σχεδιασμό και αποτελείται από καθαρό μόλυβδο (99,99%) και ενεργό υλικό.
3. Τερματικά μπαταρίας: Η μπαταρία έχει θετικό και αρνητικό πόλο. Ο θετικός ακροδέκτης έχει ελαφρώς μεγαλύτερη διάμετρο (περίπου 17,5 mm) και είναι στην κορυφή από τον αρνητικό ακροδέκτη που έχει διάμετρο 16 mm.
4. Διαχωριστές: Πρόκειται για μικρά φύλλα μη αγώγιμης ουσίας, ειδικά μονωτικά σακουλάκια, βρίσκονται μεταξύ των αρνητικών και θετικών για την προστασία του διαχωριστή μεταξύ τους.
5. Ενεργό συστατικό: Ένα ενεργό συστατικό είναι ένα συστατικό που συμβάλλει ενεργά στις διεργασίες χημικής αντίδρασης που συμβαίνουν στην μπαταρία κυρίως κατά το χρόνο φόρτισης και εκφόρτισης. Τα παρακάτω είναι τα ενεργά συστατικά:

Υπεροξειδίο του μολύβδου: Αυτό είναι ένα θετικό ενεργό συστατικό.

Αραιό θειικό οξύ: Χρησιμοποιείται κυρίως ως διάλυμα ηλεκτρολύτη.

Υπάρχει μια τεράστια χημική ουσία που εμπλέκεται στη διαδικασία φόρτισης και εκφόρτισης μιας μπαταρίας μολύβδου-οξέος. Τα αραιωμένα μόρια θειικού οξέος  $H_2SO_4$  χωρίζονται σε δύο μέρη όταν το οξύ διαλύεται. Θα δημιουργήσει αρνητικά ιόντα  $SO_4$ . Τα δύο ηλεκτρόδια συνδέονται, δηλαδή η άνοδος και η κάθοδος. Δύο ηλεκτρόδια συνδέονται ως πλάκες, δηλαδή η κάθοδος και η άνοδος. Η κάθοδος προσελκύει τα θετικά ιόντα, ενώ η άνοδος προσελκύει τα αρνητικά ιόντα. Η μπαταρία έχει δύο καταστάσεις χημικής αντίδρασης, φόρτισης και εκφόρτισης. (Εικ.34)



Σχήμα 14

ΕΙΚΟΝΑ 34, Πηγή: Μιχαήλ Καλογεράκης (Πως να κάνετε το σπίτι σας ενεργειακά αυτόνομο)

---

## 3.2 Κατασκευή Μπαταρίας

Η μπαταρία μολύβδου αποτελείται από πλάκες οι οποίες είναι κατασκευασμένες από μολύβδο και αποτελούν από αρνητικές και θετικές που της καθορίζουμε εμείς. Η πλάκα ουσιαστικά είναι ένα πλέγμα μολύβδου που έχει διαποτιστεί με μικρή ποσότητα θεικού οξέος, το οποίο ουσιαστικά είναι οξείδιο του μολύβδου πορτοκαλί χρώματος. Αυτό συντελεί στη μετατροπή του μολύβδου σε θεικό μολύβδο και το τελικό προϊόν που πρεσσάρεται πάνω στο πλέγμα είναι η λεγόμενη πάστα. Με αυτόν τον τρόπο οδηγούμαστε στη δημιουργία μεγάλης επιφάνειας από μικρό όγκο, αφού έτσι η πλάκα λειτουργεί σαν σφουγγάρι και έρχεται σε επαφή με μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρολύτη, διαφορετικά αν ήταν μασίφ ο ηλεκτρολύτης θα βάπτιζε μόνο την εξωτερική επιφάνεια. Ο θετικός πόλος της μπαταρίας δημιουργείται από τη θετική πλάκα της μπαταρίας η οποία κατασκευάζεται από διοξείδιο του μολύβδου το οποίο πρεσσάρεται πάνω σε ένα μολύβδινο πλέγμα. Στη συνέχεια τοποθετείται η μία πλάκα δίπλα στην άλλη και ανάμεσα τους παρεμβάλλεται ένα μονωτικό υλικό το οποίο πρέπει να διαποτίζεται από τον ηλεκτρολύτη και να επιτρέπει τη ροή των ιόντων. Συνήθως χρησιμοποιούνται υλικά από PVC και υφάσματα από ίνες γυαλιού. Στη συγκεκριμένη εργασία θα αποπειραθούμε να κατασκευάσουμε μια μπαταρία μολύβδου και στη συνέχεια να τη συνδέσουμε με το αυτόνομο φωτοβολταϊκό. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε πόσο χρόνο θέλει η μπαταρία για να φορτίσει, θα μετρήσουμε σε πόσο χρόνο εκφορτίζεται με φορτίο. Στη συνέχεια θα ξανά φορτίσουμε την μπαταρία και με μεγαλύτερο φορτίο θα ξανά μετρήσουμε πόσο χρόνο χρειάζεται για να αποφορτιστεί. Ως αυτόνομο φωτοβολταϊκό χρησιμοποιούμε ένα φωτοβολταϊκό πάνελ με ονομαστικά στοιχεία  $P_{max} 545W$   $V_{mp} 41.80V$   $I_{mp} 13.04A$ .

---

## Κεφάλαιο 4: Σχεδίαση Θέματος

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στους υπολογισμούς μας, την επιλογή υλικών καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά της μπαταρίας.

### 4.1 Χρονοδιάγραμμα Κατασκευής

#### 4.1.1 Συγκέντρωση υλικών

Για τη κατασκευή της μπαταρίας όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα χρειάστηκαν κάποια υλικά. Προμηθευτήκαμε δύο κατηγορίες φύλλων μολύβδου 1mm και 2mm, επιπλέον πήραμε έτοιμο ηλεκτρολύτη από το εμπόριο. Αναφορικά με τη μόνωση χρησιμοποιήσαμε σακουλάκια από παλιές μπαταρίες. Πήραμε inverter (αντιστροφέα) καθαρού ημίτονου 12 V DC, 2000W και ρυθμιστή φόρτισης τύπου MPPT 12/24/48 V DC, 40A και πάνελ με  $P_{max}$  545W  $V_{mp}$  41.80V  $I_{mp}$  13.04A.



συντακτης ΕΙΚΟΝΑ 29





συντακτής EIKONA 30



συντακτής EIKONA 31

#### 4.1.2 Ανάλυση χαρακτηριστικών

Η μπαταρία της παρούσας εργασίας αποτελείται από συνολικά έντεκα πλάκες ανά κελί, πέντε θετικές πάχους 2mm και έξι αρνητικές πάχους 1 mm. Σε περίπτωση που είχαμε περισσότερο χώρο θα χρησιμοποιούσαμε περισσότερες πλάκες ανά κελί και θα είχαμε περισσότερη χωρητικότητα. Οι αρνητικές πλάκες επιλέξαμε να είναι περισσότερες κατά μία από τις θετικές προκειμένου οι τελικές πλάκες και στις δύο πλευρές να είναι αρνητικές. Έτσι όλες οι θετικές πλάκες θα μπορούν να λειτουργήσουν εξίσου καλά και στις δύο πλευρές. Οι αρνητικές πλάκες μπορεί να είναι πιο λεπτές από τις θετικές για να υπάρχει μεγαλύτερη χωρητικότητα. Η μπαταρία της εργασίας μας έχει τάση φόρτισης 14,34 V DC, τα επίπεδα τάσης στα οποία εργάζεται η μπαταρία είναι 12 V DC. Η μπαταρία θεωρείται ότι έχει φορτίσει πλήρως όταν φτάσει από 13 μέχρι 14 V DC. Η συντήρηση της μπαταρίας μολύβδου γίνεται με τη συμπλήρωση απιονισμένου νερού ή θεικού οξέος. Η συμπλήρωση των υγρών πρέπει να γίνεται το πρωί μετά το τέλος της φόρτισης.

# Κεφάλαιο 5: Υλοποίηση

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η κατασκευή της συγκεκριμένης μπαταρίας μολύβδου για την σύνδεση με αυτόνομο φωτοβολταϊκό

## 5.1 Λεπτομέρειες υλοποίησης

Η συγκεκριμένη μπαταρία κατασκευάστηκε στο ερασιτεχνικό εργαστήριο της οικείας μου ( Εικ. 13-17).

Για την κατασκευή της χρειάστηκαν :

- 1) 0,62 τ.μ. φύλλο μολύβδου 2 mm για τον τεμαχισμό και διαμόρφωση των θετικών πλακών
- 2) 0,74 τ.μ. 1 mm αντίστοιχα για την διαμόρφωση των αρνητικών πλακών(Εικ. 11, 13).

Οι διαστάσεις κάθε πλάκας είναι: πλάτος 14,50 cm και ύψος 10,50 cm(Εικ .4, 6, 13).

Κάθε στοιχείο αποτελείται από πέντε πλάκες μολύβδου 2 mm και έξι πλάκες 1 mm.

Συνολικά υπάρχουν τριάντα πλάκες 2 mm και τριάντα έξι 1 mm για την κατασκευή έξι στοιχείων.

Για την μόνωσή τους χρησιμοποιήθηκαν ειδικά μονωτικά σακουλάκια(Εικ.6, 10, 18).

Η συγκόλληση των πλακών στο σημείο δημιουργίας του πόλου, έγινε με την θέρμανση – τήξη κασσιτέρου (καλάι), καθώς και το γεφύρωμα των στοιχείων μεταξύ τους.

Οι πόλοι έγιναν εξολοκλήρου από λιωμένο μολύβδο

Χρησιμοποιήθηκε έτοιμος ηλεκτρολύτης εμπορίου, καθώς η προμήθεια θεικού οξέος για την παρασκευή του, λόγω της μεγάλης τοξικότητας δεν ήταν εφικτή.

Αρχικά αγοράστηκε μεταχειρισμένη μπαταρία η οποία διαλύθηκε επιμελώς προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το δοχείο της για τη κατασκευή νέας η οποία είναι και το αντικείμενο της εργασίας μας(Εικ. 7, 8, 9, 12).

Στη συνέχεια το δοχείο και τα σακουλάκια καθαρίστηκαν και πλύθηκαν με απιονισμένο νερό για την αποφυγή τυχών αλάτων(Εικ. 6).

Ακολούθησε η κοπή του μολύβδου στις κατάλληλες διαστάσεις ώστε να εφαρμόζουν τα κομμάτια στα μονωτικά σακουλάκια(Εικ. 16.).

Η κοπή έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε στη μία μεριά να προεξέχει κομμάτι της πλάκας από το σακουλάκι 2cm ύψους και πλάτος 1cm ,για να υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης των θετικών πλακών μεταξύ τους καθώς επίσης και των αρνητικών αντίστοιχα . Η ένωση αυτών έγινε με τη χρησιμοποίηση φλόγιστρου προκειμένου να λιώσει ο κασσίτερος (καλάι) ώστε να γεφυρωθούν τα στοιχεία μεταξύ τους(Εικ, 17).

Όπου χρειάστηκε χρησιμοποιήθηκε και ηλεκτρικό κολλητήρι(Εικ. 14, 15. ) .

Αφού έγινε το γεφύρωμα μεταξύ των στοιχείων, αρνητικών και θετικών σε σειρά, ρίξαμε τον ηλεκτρολύτη.

Επόμενο στάδιο ήταν ο έλεγχος της λειτουργίας της μπαταρίας. Ύστερα ο σχεδιασμός και κοπή του Plexiglas για καπάκι και η δημιουργία οπών για τους πόλους και για τον εξαερισμό αναθυμιάσεων από τον ηλεκτρολύτη

Στη συνέχεια το δοχείο της μπαταρίας , σφραγίστηκε.(Εικ27).

Για τη δημιουργία των πόλων ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:

- 1) Δημιουργία καλουπιού κυλινδρικού από αλουμίνιο
- 2) Λιώσιμο του μολύβδου (σε μπρίκι με γκαζάκι και φλόγιστρο)
- 3) Ρίχνουμε στο καλούπι τον υγροποιημένο μολύβδο για τον σχηματισμό των πόλων.

Αφού δημιουργήθηκαν οι πόλοι η μπαταρία από τεχνικής άποψης ολοκληρώθηκε και συνδέθηκε για φόρτιση.



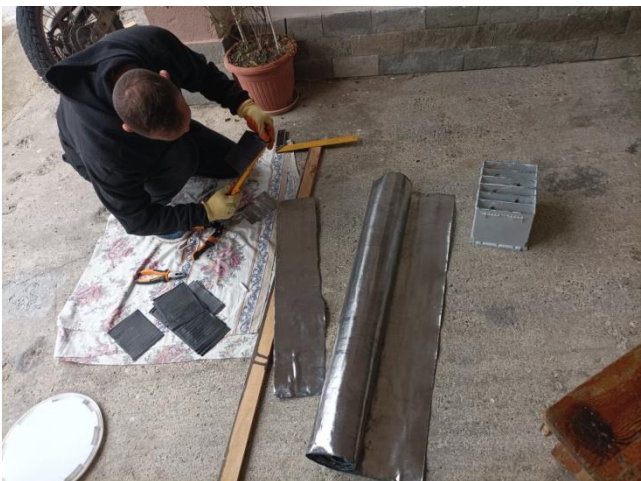
Συντακτης ΕΙΚΟΝΑ 1



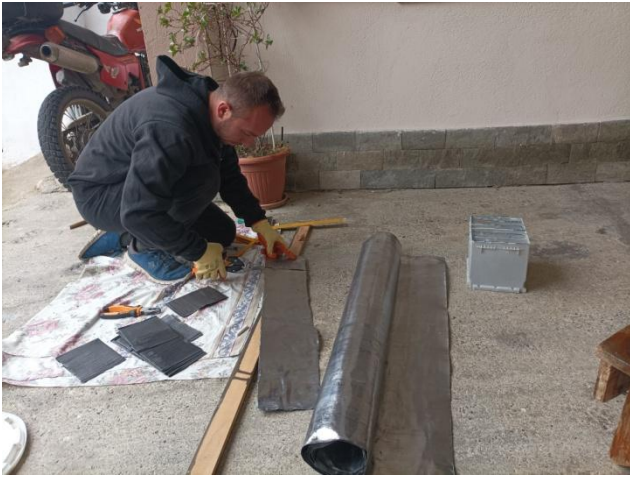
Συντακτης ΕΙΚΟΝΑ 2



Συντακτής ΕΙΚΟΝΑ 3



Συντακτής ΕΙΚΟΝΑ 4



Συντακτής ΕΙΚΟΝΑ 5



Συντακτής ΕΙΚΟΝΑ 6



Συντακτής ΕΙΚΟΝΑ 7



Συντακτής ΕΙΚΟΝΑ 8



Συντακτης EIKONA 9



συντακτης EIKONA 33

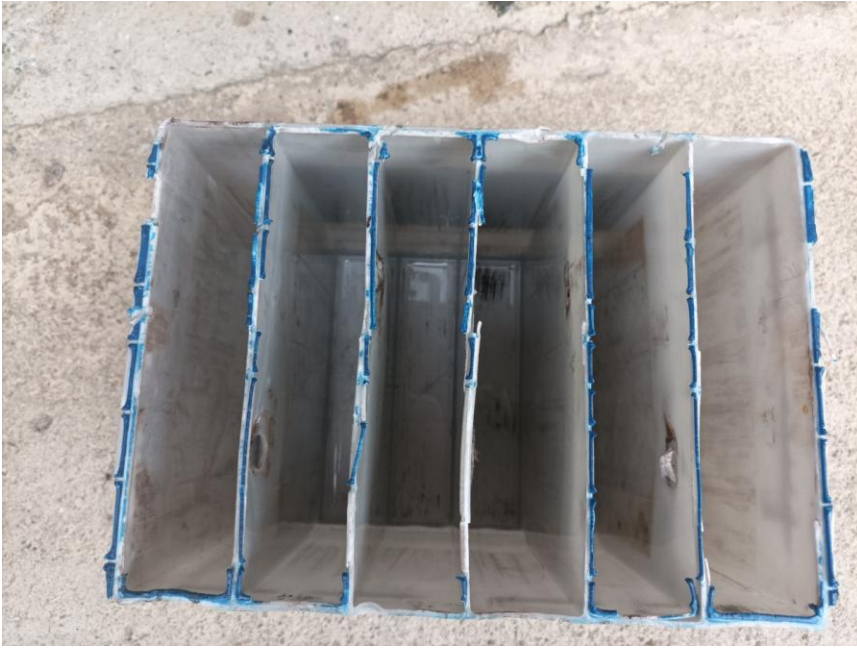


Συντακτης ΕΙΚΟΝΑ 10

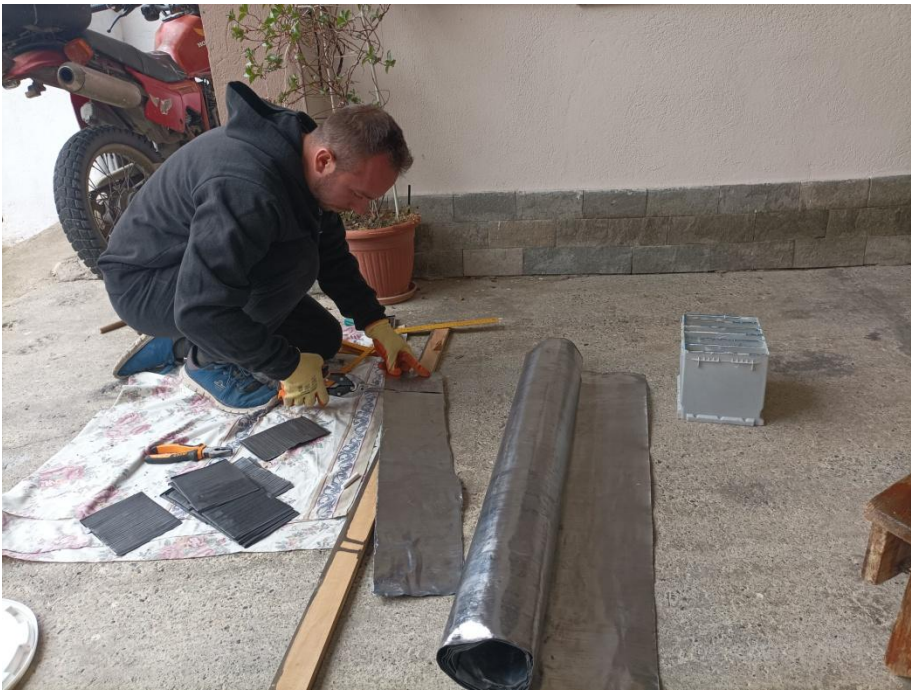


Συντακτης, ΕΙΚΟΝΑ 1





Συντακτης, ΕΙΚΟΝΑ 2



Συντακτης, ΕΙΚΟΝΑ 3



Συντακτης ΕΚΟΝΑ 4



Συντακτης ,ΕΙΚΟΝΑ 5



Συντακτης ,ΕΙΚΟΝΑ 6



Συντακτης ,ΕΙΚΟΝΑ 7



Συντακτης ,ΕΙΚΟΝΑ 8



συντακτης ,ΕΙΚΟΝΑ 9



συντακτης ,ΕΙΚΟΝΑ 10



συντακτης ΕΙΚΟΝΑ 11



Συντακτης, EIKONA 12



συντακτης, EIKONA 13



συντακτής ΕΙΚΟΝΑ 14



συντακτής ΕΙΚΟΝΑ 15

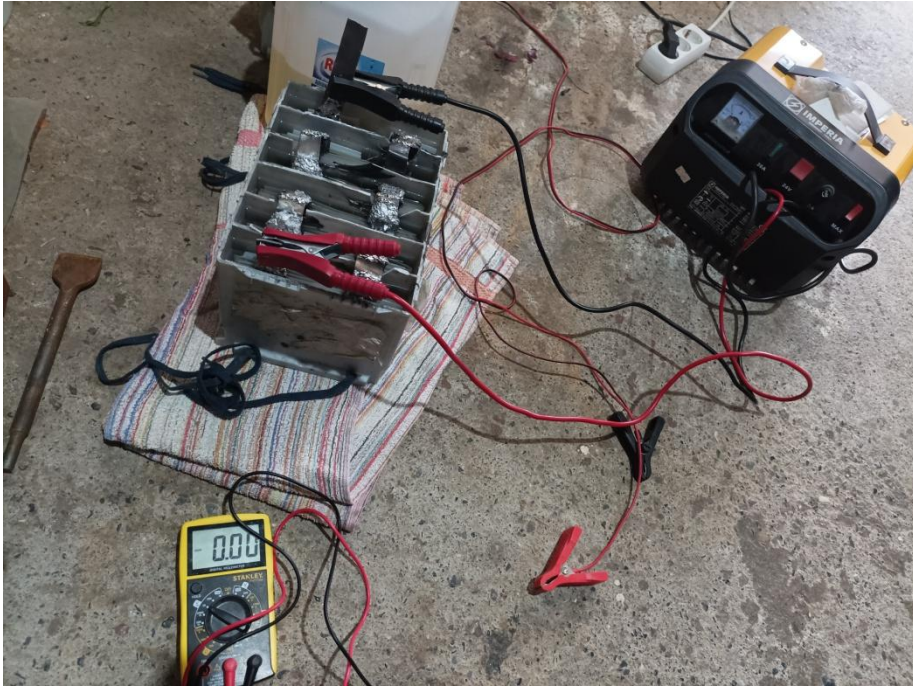


συντακτης ΕΙΚΟΝΑ 16



συντακτης ΕΙΚΟΝΑ 17





συντακτής ΕΙΚΟΝΑ 18

---

## Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύουμε τα αποτελέσματα της σύνδεσης της μπαταρίας μολύβδου με την αυτόνομη μονάδα.

### 6.1 Σύνδεση έτοιμης μπαταρίας μολύβδου με το αυτόνομο φωτοβολταϊκό

Αφού κατασκευάσαμε την μπαταρία όπως αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και τη φορτίσαμε, το επόμενο βήμα είναι να συνδεθεί στο αυτόνομο φωτοβολταϊκό (Εικ. 25,26). Η πρώτη φόρτιση έγινε με φορτιστή μπαταρίας για να καθορίσουμε τον θετικό και τον αρνητικό πόλο εφόσον ο μολύβδος δεν έχει πολικότητα από μόνος του. (Εικ.28). Η μπαταρία φόρτισε για περίπου 14 ώρες.

Στη συνέχεια παραθέτουμε τις μετρήσεις μας.

Η τάση φόρτισης ήταν σταθερή στα 14,40Vbc .

Η σύνδεση με το φωτοβολταϊκό έγινε όταν η μπαταρία ήταν πλήρης φορτισμένη διότι ο ρυθμιστής φόρτισης έπρεπε να δει τάση 12Vbc στα άκρα που συνδέετε η μπαταρία για να μπει σε λειτουργία. Η τάση φόρτισης ήταν η ίδια όπως και με τον φορτιστή , στα 14,4Vbc .

Πίνακας 1: Φόρτιση Μπαταρίας.

	Φόρτιση Πρώτη	Φόρτιση Δεύτερη
V DC	14,4	14,4

Πίνακας 2: Εκφόρτιση Μπαταρίας

	Εκφόρτιση Πρώτη	Εκφόρτιση Δεύτερη
V DC	11,3	11,2



συντακτής ΕΙΚΟΝΑ 32

---

# Κεφάλαιο 7: Επίλογος

## 7.1 Συμπεράσματα

Αυτό που παίρνουμε από την εργασία μας είναι ότι, η μπαταρία που κατασκευάσαμε με ελάχιστο κόστος και αρκετό χρόνο υλοποίησης, πρόκειται να έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από μια μπαταρία του εμπορίου που είναι ακριβότερη, για την ίδια χρήση σε αυτόνομο φωτοβολταϊκό

## 7.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Σε περίπτωση που θα θέλαμε μια μπαταρία μεγαλύτερη που να αντέχει περισσότερο από αυτή που κατασκευάσαμε, θα πρέπει καταρχήν να χρησιμοποιήσουμε μεγαλύτερη επιφάνεια. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε μεγαλύτερο αριθμό πλακών ανά κελί διατηρώντας πάλι την αναλογία του κατά έναν αριθμό μεγαλύτερο των αρνητικών πλακών από τις θετικές. Οπότε θα χρειαστούμε μεγαλύτερο κουτί / δοχείο που θα έχει μεγαλύτερα κελιά για να χωρέσουν περισσότερες πλάκες. Επίσης η χωρητικότητα της μπαταρίας μας εξαρτάται και από το πόσο συμπυκνωμένο ηλεκτρολύτη έχουμε, άρα θα πρέπει να φτιάξουμε ηλεκτρολύτη με  $1,30\text{g/cm}^3$ .

---

## Παραρτήματα

Στα παραρτήματα μπορεί να συμπεριληφθούν εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα ή/και οτιδήποτε άλλο πληροφοριακό υλικό το οποίο δεν είναι δυνατό να ενταχθεί οργανικά στο κυρίως μέρος της μελέτης π.χ. ερωτηματολόγια, κώδικας προγράμματος, φυλλάδια κατασκευαστών, σχήματα κωδικοποίησης κτλ.

# Βιβλιογραφία

Αναφορά σε ιστοσελίδα:

[1] [Lead–acid battery - Wikipedia](#)

Αναφορά σε βιβλίο:

[2] Μ.Καλογεράκης, Πώς να Κάνετε το Σπίτι σας Ενεργειακά Αυτόνομο (2016)



