



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

Σχεδιασμός συστήματος αποθήκευσης ενέργειας σε μηχανικό ανελκυστήρα οδηγούμενο από αντιστροφέα ισχύος

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

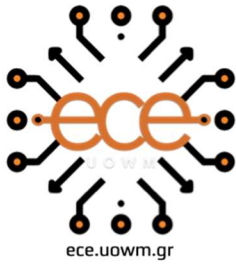
ΚΑΣΚΑΝΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ

Επιβλέπων: Βλαχόπουλος Δημήτρης

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Α.Π.Θ

ΚΟΖΑΝΗ/ΙΟΥΛΙΟΣ/2022

ΑΥΤΗ Η ΣΕΛΙΔΑ ΕΙΝΑΙ ΣΚΟΠΙΜΑ ΛΕΥΚΗ



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

Design of energy storage system in a mechanical elevator driven by a power inverter

THESIS

KASKANIS ALEXANDROS

SUPERVISOR: Vlahopoulos Dimitris

Electrical Engineer and Computer Engineer A.U.T

KOZANI/JULY/2022

ΑΥΤΗ Η ΣΕΛΙΔΑ ΕΙΝΑΙ ΣΚΟΠΙΜΑ ΛΕΥΚΗ



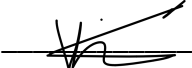
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

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 “Σχεδιασμός συστήματος αποθήκευσης ενέργειας σε μηχανικό ανελκυστήρα οδηγούμενο από αντιστροφέα ισχύος” 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. Βλαχόπουλου Δημήτρη 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) Κασκάνης Αλέξανδρος & Βλαχόπουλος Δημήτρης, 2022, Κοζάνη

Copyright (C) _____, _____, _____, _____

Υπογραφή Φοιτητή:  _____

ΑΥΤΗ Η ΣΕΛΙΔΑ ΕΙΝΑΙ ΣΚΟΠΙΜΑ ΛΕΥΚΗ

Περίληψη

Η χρήση του ανελκυστήρα είναι αναγκαία για πολλές εφαρμογές. Ωστόσο ελάχιστες αξιοποιούν την ανακύκλωση της ενέργειας που παράγεται μέσα από τις διαδικασίες της ανέλκυσης και της καθέλκυσης. Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την αξιοποίηση αυτών των διαδικασιών σε ένα μηχανικό ανελκυστήρα, ο οποίος σε συνεργασία με ένα αντιστροφέα αμφίδρομης ροής ισχύος (AFE) και ένα ρυθμιστή στροφών με αναγέννηση (VFD), δημιουργεί ένα μικροδίκτυο συνεχούς ρεύματος. Η αξιοποίηση της παραγόμενης ενέργειας γίνεται μέσω της αποθήκευσης και της ανατροφοδότησης άλλων πιθανών φορτίων της εγκατάστασης.

Λέξεις Κλειδιά

Ανελκυστήρα, ανακύκλωση, ενέργεια, ανέλκυση, καθέλκυση, μηχανικός ανελκυστήρας, αντιστροφέας αμφίδρομης ροής ισχύος, ρυθμιστής στροφών, μικροδίκτυο, συνεχές ρεύμα, παραγόμενη, αποθήκευση, φορτία, εγκατάσταση.

Abstract

The use of the elevator is necessary for many applications. However, few of them use the recycled energy produced through the processes of lifting and launching. This thesis deals with the utilization of these processes in a mechanical elevator, which in collaboration with a bidirectional flow inverter (AFE) and a Variable Voltage Variable Frequency (VVVF) lift drive, creates a DC microgrid. The utilization of the produced energy is done through the storage and the feedback of other possible loads of the installation.

Keywords

Elevator, recycled, energy, lifting, mechanical elevator, bidirectional flow inverter, Variable Voltage Variable Frequency, drive, DC microgrid, storage, loads.

Ευχαριστίες

ΚΟΖΑΝΗ/ΙΟΥΛΙΟΣ/2022

ΑΥΤΗ Η ΣΕΛΙΔΑ ΕΙΝΑΙ ΣΚΟΠΙΜΑ ΛΕΥΚΗ

Περιεχόμενα

Περίληψη	7
Abstract	8
Ευχαριστίες	9
Περιεχόμενα	11
Κατάλογος Εικόνων	13
Κατάλογος Πινάκων	14
Πρόλογος	15
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	16
1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ	16
1.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΤΟΜΟΥ	16
Κεφάλαιο 2: Λειτουργία ανελκυστήρων	17
2.1 ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ	17
2.1.1 Υδραυλικοί ανελκυστήρες	17
2.1.2 Μηχανικοί ανελκυστήρες	18
2.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	22
Κεφάλαιο 3: Ανάλυση εγκατάστασης	27
3.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ	27
3.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ DC	28
3.2.1 Ακτινική διαμόρφωση	28
3.3 ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ DC	29
3.2.3 Μονοπολικό σύστημα DC	30
3.4 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ ΑΜΦΙΔΡΟΜΗΣ ΡΟΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	31
3.4.1 AC Drive με PWM Regeneration	32
Κεφάλαιο 4: Μικροδίκτυο DC	34
ΕΝΟΤΗΤΑ 4: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ DC	34
Κεφάλαιο 5: Υλοποίηση	36
5.1 ΥΛΙΚΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ	36
5.1.1 Active Front End Inverter (AFE)	36

5.1.2 Ρυθμιστής στροφών	37
5.1.3 Κινητήρας ανελκυστήρα	38
5.1.4 Φίλτρο αρμονικών	39
5.1.5 Αντιστροφέας DC-AC	40
5.1.6 Σφόνδυλος	41
5.1.7 Μετατροπέας DC-DC	42
5.1.8 Σταθμός φόρτισης	43
5.1.9 Μικροδίκτυο DC	44
Κεφάλαιο 6: Εξοικονόμηση ενέργειας	45
6.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ	45
Κεφάλαιο 7: Επίλογος	48
7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	48
7.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	48
Βιβλιογραφία	49
Συντομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια	52
Απόδοση ξενόγλωσσων όρων	53

Κατάλογος Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ.	18
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΒΑΣΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ.	19
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΜΕ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.	20
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ GEARLESS ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ.	23
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ GEARED ΧΩΡΙΣ AC DRIVE ΚΑΙ GEARLESS ΜΕ AC DRIVE.	24
ΕΙΚΟΝΑ 6: ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ GEARED ΜΕ AC DRIVE ΚΑΙ GEARLESS ΜΕ AC DRIVE.	25
ΕΙΚΟΝΑ 7: BLOCK ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΝΟΣ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ DC.	27
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΑΚΤΙΝΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΝΟΣ DC ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ.	29
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟ DC.	30
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΚΥΚΛΩΜΑ ΙΣΧΥΟΣ AFE ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΦΙΛΤΡΟΥ L-C-L.	31
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.	32
ΕΙΚΟΝΑ 12: ΠΟΛΥΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ DC.	34
ΕΙΚΟΝΑ 13: ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΟΝΙΜΟΥ ΜΑΓΝΗΤΗ MGV20L.	39
ΕΙΚΟΝΑ 14: VICTRON ENERGY EASYSOLAR-II GX 3KVA.	41
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΣΦΟΝΔΥΛΟΥ.	42
ΕΙΚΟΝΑ 16: ZEKA LABS ISOLATED DC-DC CONVERTER 10KW.	43
ΕΙΚΟΝΑ 17: ΣΤΑΘΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ TERRA AC.	44
ΕΙΚΟΝΑ 18: ΠΟΛΥΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΔΥΟ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ.	45
ΕΙΚΟΝΑ 19: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΠΛΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΜΕ ΚΙΒΩΤΙΟ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.	46

Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΦΕ.	36
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΣΤΡΟΦΩΝ.	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ L-C-L ΦΙΛΤΡΟΥ.	39

Πρόλογος

Η παρούσα εργασία συγγράφηκε εν μέσω της ενεργειακής μετάβασης, από τα ορυκτά καύσιμα σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθεί, με νομοθετικές πράξεις, να δημιουργήσει μια πράσινη Ευρώπη από τις μετακινήσεις έως την θέρμανση. Η ενίσχυση της εγκατεστημένης ισχύος από ανανεώσιμες πηγές δεν είναι το μοναδικό κίνητρο, καθώς μόνο με αυτόν τον τρόπο δεν θα επιτευχθεί το μέγιστο αποτέλεσμα. Ένας ακόμα στόχος είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς έτσι μεγιστοποιείται η χρήση της παραγόμενης ενέργειας. Αυτή η εργασία βασίζεται στην έννοια της εξοικονόμησης και τάσσεται υπέρ του περιβάλλοντος ελαχιστοποιώντας τις εκπομπές ρύπων που μπορεί να παράγει με την χρήση του ένας ανελκυστήρας.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής

Η διπλωματική έχει ως αντικείμενο την αξιοποίηση της παραγόμενης ενέργειας από τους μηχανικούς ανελκυστήρες. Ο στόχος είναι η κατασκευή ενός μικροδικτύου το οποίο θα μπορεί να εναρμονίζει όλες τις συσκευές που συνεργάζονται έτσι ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας. Η ενέργεια που εξοικονομείται θα αποδίδεται σε ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας με σκοπό την παροχή ρεύματος σε έναν σταθμό φόρτισης.

1.2 Οργάνωση του τόμου

Η οργάνωση του τόμου της διπλωματικής ξεκινά με την ανάλυση των ειδών των ανελκυστήρων (μηχανικοί και υδραυλικοί), την επιλογή του κατάλληλου κινητήρα για τον αντίστοιχο ανελκυστήρα και την ανάλυση των καταναλώσεων κάθε μέθοδο που υλοποιείται. Επιπρόσθετα, πραγματοποιείται ανάλυση των μικροδικτύων συνεχούς ρεύματος, καθώς και της προσέγγισης της αρχιτεκτονικής και της πολικότητας που χρησιμοποιήθηκε. Ακόμα, γίνεται αναφορά στην λειτουργία των βασικών συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν στο μικροδίκτυο, των χαρακτηριστικών των συσκευών και η εξοικονόμηση που πραγματοποιείται, με αυτό το σύστημα, σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις.

Κεφάλαιο 2: Λειτουργία ανελκυστήρων

2.1 Ανελκυστήρες

Ο ανελκυστήρας, ως σύστημα, έχει την λειτουργία της κατακόρυφης ανέλκυσης και καθέλκυσης φορτίων ή ατόμων. Υπάρχουν πολλών ειδών ανελκυστήρες, ωστόσο ο σκοπός και η βασική τους ιδέα παραμένει ίδια. Τα κοινά μέρη του ανελκυστήρα είναι ο θάλαμος, οι πόρτες, το φρεάτιο, ο κινητήρας και ο πίνακας ελέγχου.

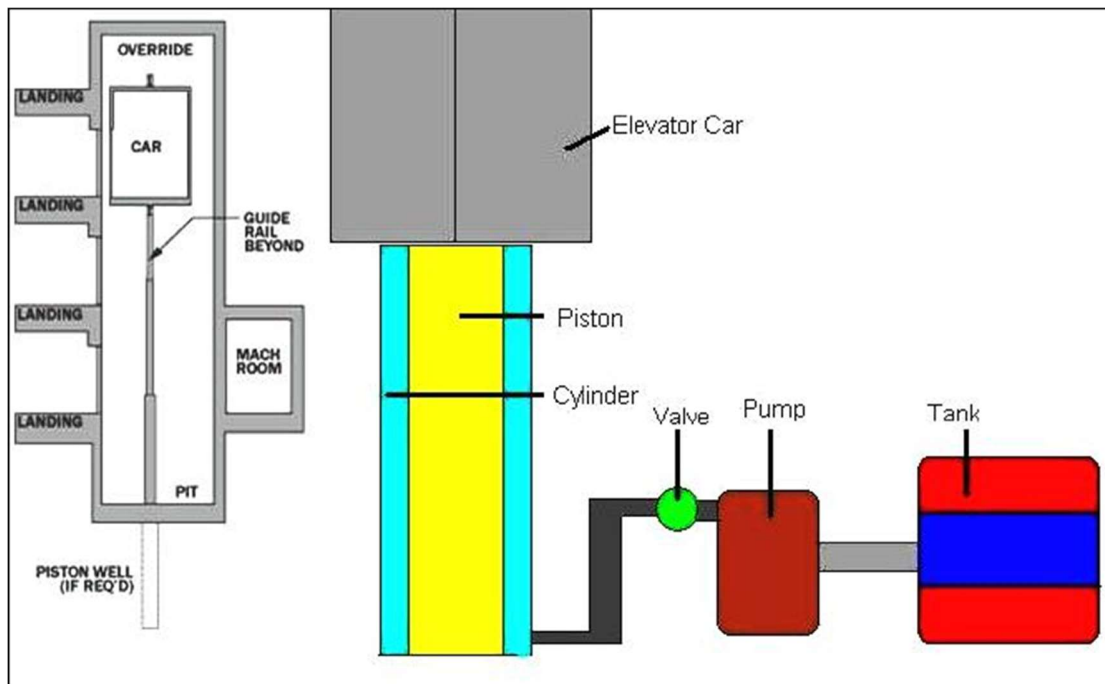
Στην ευρύτερη έννοια των ανελκυστήρων εντάσσονται δυο κατηγορίες, οι υδραυλικοί και οι μηχανικοί ανελκυστήρες. Οι μηχανικοί ανελκυστήρες κατηγοριοποιούνται στους μηχανικούς με κιβώτιο ταχυτήτων (Geared) και στους μηχανικούς χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων (Gearless).

Στην συνέχεια, θα ακολουθήσει μια σύντομη περιγραφή όσον αφορά τις δυο κατηγορίες ανελκυστήρων.

2.1.1 Υδραυλικοί ανελκυστήρες

Οι υδραυλικοί ανελκυστήρες είναι οι πιο συνηθισμένοι, όσον αφορά τις μικρές εφαρμογές, έως 6 με 7 ορόφους, καθώς αποτελούν την οικονομικότερη λύση για τέτοιου είδους κλίμακα.

Όπως φαίνεται και στην *Εικόνα 1*, οι υδραυλικοί ανελκυστήρες έχουν ως κύριο μέρος τον θάλαμο, ο οποίος ανυψώνεται με την χρήση του υδραυλικού κυλίνδρου. Ο υδραυλικός κύλινδρος περιέχει υδραυλικό υγρό, κυρίως λάδι, και σε συνεργασία με την αντλία και τις βαλβίδες ελέγχου παρέχουν αύξηση ή μείωση της ροής του υγρού έχοντας ως απώτερο σκοπό την επιμήκυνση ή την σμίκρυνση του υδραυλικού πιστονιού, το οποίο βρίσκεται στο εσωτερικό του υδραυλικού κυλίνδρου. Ο στόχος της βαλβίδας είναι η ομαλή μείωση του υγρού, επιστρέφοντας το υγρό στο κεντρικό δοχείο, προσφέροντας καλύτερη και πιο ευχάριστη διαδρομή στους επιβάτες του θαλάμου.

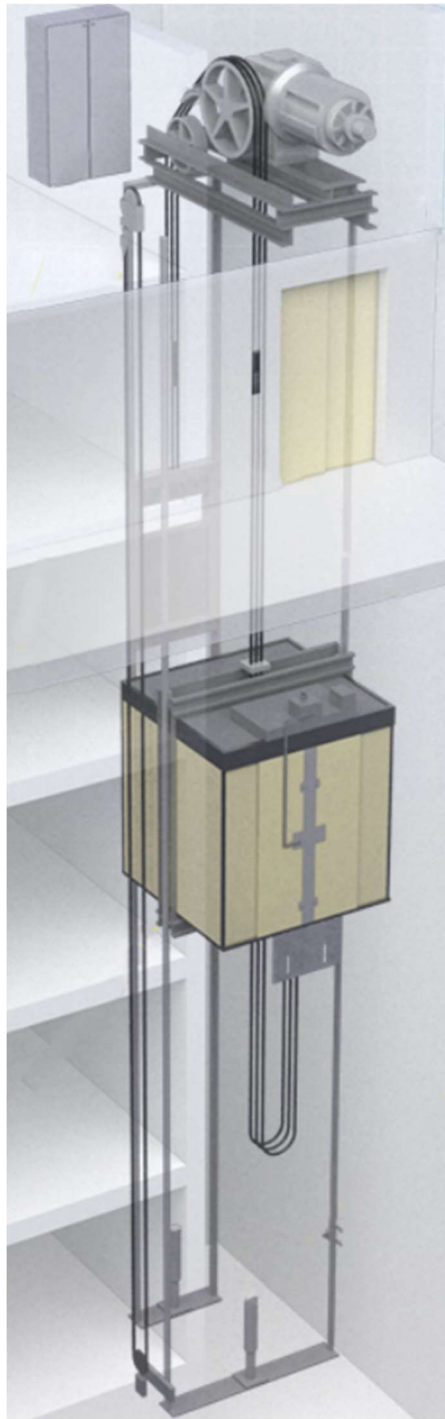


ΕΙΚΟΝΑ 1: ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ. [2]

2.1.2 Μηχανικοί ανελκυστήρες

Οι μηχανικοί ανελκυστήρες, πλέον είναι σε θέση να χρησιμοποιηθούν σε μικρή ή μεγάλη εφαρμογή, καθώς ο θάλαμος κατά την ανέλκυση μπορεί να φτάσει ταχύτητα μέχρι και 17 m/s. Ωστόσο, για λόγους ασφαλείας, όσο μεγαλώνει το ονομαστικό φορτίο τόσο μικραίνει και η ονομαστική ταχύτητα.

Ο μηχανικός ανελκυστήρας αποτελείται από τον θάλαμο, ο οποίος σε συνεργασία με το συρματόσχοινο και το αντίβαρο πραγματοποιούν την ανέλκυση και την κατέλκυση. Το αντίβαρο θα πρέπει να είναι το βάρος του θαλάμου συν το μισό του ωφέλιμου βάρους, ενώ το συρματόσχοινο θα πρέπει να καλύπτει τις προϋποθέσεις του ευρωπαϊκού πρότυπου EN 12385-5. Επιπλέον, όλο αυτό το σύστημα κινείται πάνω σε ράγες, καθώς έτσι οδηγείται ο θάλαμος στον κατακόρυφο άξονα. Την κίνηση στο σύστημα δίνει ο τροχός, σε συνεργασία με τα συρματόσχοινα, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την κίνηση του θαλάμου. Ο συγκεκριμένος τροχός ελέγχεται από τον κινητήρα, στην περίπτωση που το σύστημα υλοποιηθεί χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων ή από το κιβώτιο ταχυτήτων, στην περίπτωση που υπάρχει κιβώτιο ταχυτήτων.



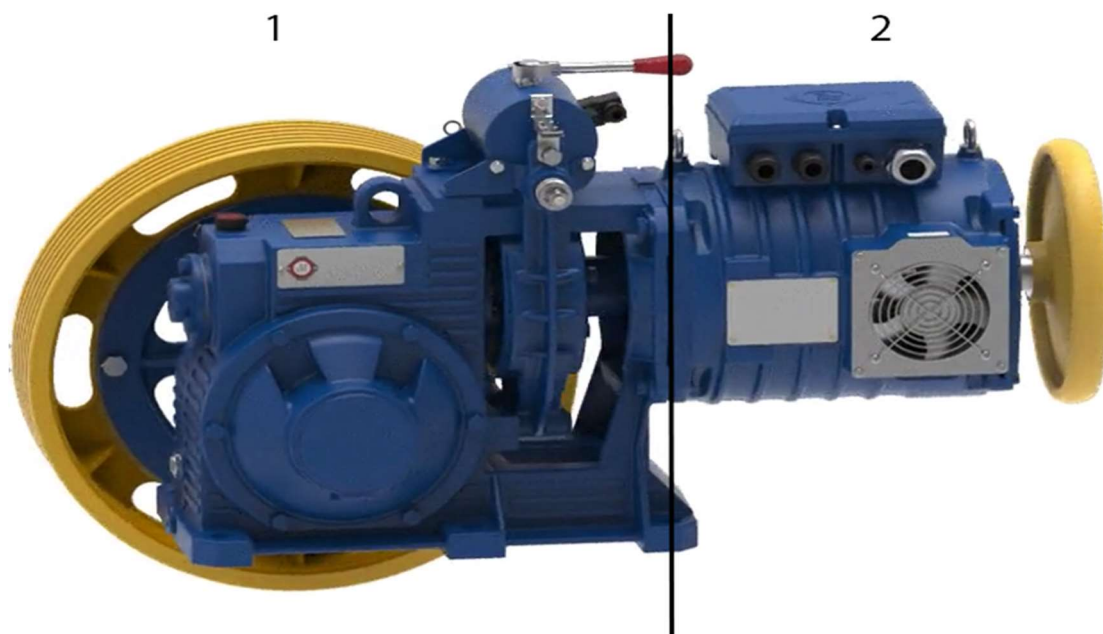
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΒΑΣΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ. [3]

Επιπρόσθετα, στην εγκατάσταση και συγκεκριμένα στο κατώτερο σημείο της, υπάρχει ο προσκρουστήρας, ο οποίος βοηθά στην πέδηση του θαλάμου σε περίπτωση που ο θάλαμος δεν επιβραδύνει.

Οι μηχανικοί ανελκυστήρες χωρίζονται σε υποκατηγορίες οι οποίες είναι αυτοί που έχουν κιβώτιο ταχυτήτων (Geared), αυτοί που δεν έχουν κιβώτιο ταχυτήτων (Gearless).

- Μηχανικός Ανελκυστήρας με κιβώτιο ταχυτήτων (Geared)

Ο συγκεκριμένος τύπος ανελκυστήρα βασίζεται στο κιβώτιο ταχυτήτων, το οποίο βοηθά στην μείωση της ταχύτητας. Το κιβώτιο, όπως φαίνεται στο τμήμα 1 της *Εικόνας 3*, συνδέεται με τον κινητήρα και στην συνέχεια η κίνηση αποδίδεται στον ατέρμονο κοχλία που περιστρέφεται στον οριζόντιο άξονα και είναι κάθετο σε έναν οδοντωτό τροχό. Ανάλογα με το σπείρωμά του και την ταχύτητα του κινητήρα και με την επιλογή του κατάλληλου συρματοσχοινίου, καθορίζεται η ταχύτητα του ανελκυστήρα όπως και η ροπή που θα αποδώσει ο κινητήρας. Με την περιστροφή του οδοντωτού τροχού και κατ' επέκταση της κοχλίας, ελέγχεται η κατεύθυνση του θαλάμου. Ακόμα υπάρχει ένα μηχανικό φρένο το οποίο βοηθάει στην χειροκίνητη ακινητοποίηση του κινητήρα.



ΕΙΚΟΝΑ 3: ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΜΕ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ. [4]

Στο τμήμα 2 της *Εικόνας 3*, είναι ένας επαγωγικός κινητήρας, ο οποίος μεταφέρει την κινητική ενέργεια στο κιβώτιο.

Αυτού του τύπου οι ανελκυστήρες χρησιμοποιούνται κυρίως για εφαρμογές μεσαίας κλίμακας, από 7 έως 20 ορόφους, και με ταχύτητες από 0,5m/s έως και 2,0m/s.

- Μηχανικός ανελκυστήρας χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων (Gearless)

Οι ανελκυστήρες χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων στο πρώιμο στάδιό τους πραγματοποιούσαν τον χειρισμό της ταχύτητας σε κινητήρες συνεχόμενου ρεύματος. Ο έλεγχος σε αυτούς τους κινητήρες γίνεται μέσω μιας γεννήτριας συνεχούς ρεύματος, μεταβάλλοντας το ρεύμα διέγερσης της γεννήτριας. Έτσι μεταβάλλεται η τάση στα τυλίγματα του κινητήρα και κατ' επέκταση οι στροφές του. Αυτό το σύστημα ονομάστηκε σετ Ward Leonard, ωστόσο λόγω του μεγάλου κόστους συντήρησης, η έρευνα στράφηκε γύρω από τους επαγωγικούς κινητήρες. Η εφαρμογή του ανελκυστήρα χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων υλοποιούνταν κυρίως σε μεγάλες εφαρμογές, με ονομαστική ταχύτητα από 2,5m/s έως 10m/s.

Έτσι η εξέλιξη του συστήματος έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει κάποιος μηχανικός χειρισμός ταχύτητας, καθώς όλα γίνονται με την χρήση των ηλεκτρονικών ισχύος και συγκεκριμένα με αντιστροφέα ισχύος (AC Drive). Οι ταχύτητες αυτές ευδοκιμούν και σε μικρές εφαρμογές, δηλαδή 2,5m/s και κάτω. Οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι σύγχρονοι μόνιμου μαγνήτη, οι οποίοι είναι ένας συνδυασμός από τους επαγωγικούς και τους brushless κινητήρες.

Κατασκευαστικά, ο σύγχρονος κινητήρας μόνιμου μαγνήτη έχει δρομέα, από μόνιμο μαγνήτη και ο στάτης, ο οποίος φέρει τα τυλίγματα. Η δομή του είναι παρόμοια με αυτή των κινητήρων συνεχούς ρεύματος, καθώς τα τυλίγματα είναι σχεδιασμένα και κατασκευασμένα να παράγουν εναλλασσόμενο ρεύμα. Όσον αφορά την λειτουργία του, τα τυλίγματα του στάτη παράγουν ένα στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο ημιτονοειδούς μορφής και ο δρομέας ακολουθεί το μαγνητικό πεδίο. Στις ονομαστικές στροφές του το στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο θα έχει την ίδια ταχύτητα με την ταχύτητα του δρομέα.

Ο κινητήρας είναι συνδεδεμένος με την τροχαλία χωρίς κάποιο μηχανισμό να παρεμβαίνει ενδιάμεσα, καθώς έτσι ελαχιστοποιούνται κατά πολύ οι απώλειες μετάδοσης από τα μηχανικά μέρη.

Οι σύγχρονοι κινητήρες μόνιμου μαγνήτη αποτελούν μονόδρομο για αυτήν τη χρήση σε σχέση με έναν επαγωγικό κινητήρα.

Ένας επαγωγικός κινητήρας έχει χαμηλή ροπή εκκίνησης με αποτέλεσμα να μην τον καθιστά χρήσιμο σε εφαρμογές που χρειάζονται μεγάλη ροπή εκκίνησης. Επιπρόσθετα, είναι δύσκολος ο έλεγχος της ταχύτητας, διότι η ταχύτητά του είναι σταθερή και τέλος ο συντελεστής ισχύος πέφτει σε κατάσταση χαμηλού φορτίου.

2.2 Επιλογή κινητήρα

Για το σύστημα της διπλωματικής εργασίας θα γίνει μια σύγκριση με βάση τις καταναλώσεις των ανελκυστήρων, επιλέγοντας τον πιο αποδοτικό.

Ως δεδομένα σε όλες τις περιπτώσεις έχουμε, ότι η εγκατάσταση αφορά κτίριο γραφείων το οποίο αποτελείται από 4 ορόφους, με ωφέλιμο βάρος στα 680 kg και ταχύτητα στο 1 m/s και το κόστος της kWh ορίζεται στα 23 λεπτά του ευρώ.

Όσον αφορά τις καταναλώσεις της εγκατάστασης υπάρχει φωτισμός καμπίνας, ο οποίος έχει επιλεχθεί να είναι LED και ο εξαερισμός του θαλάμου να σβήνει αυτόματα. Για τον υπολογισμό έχουμε επίσης ως δεδομένο ότι οι διαδρομές που εκτελεί ανά ώρα είναι 43.

Στην *Εικόνα 4*, το πρώτο σενάριο γίνεται με την χρήση υδραυλικού ανελκυστήρα και μηχανικού ανελκυστήρα χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων. Ο υδραυλικός ανελκυστήρας έχει ισχύ 7,5kW και ο κινητήρας χωρίς κιβώτιο είναι στα 4,2kW. Η κατανάλωσή ανά κύκλο είναι στις 58,6Wh και 61,1Wh αντίστοιχα. Ακόμα, στον μηχανικό ανελκυστήρα γίνεται η χρήση ενός AC Drive των 5,5kW, ο οποίος εκτός από την ομαλότερη και πιο αποδοτική λειτουργία του κινητήρα θα βοηθήσει και στην άντληση της περισσευούμενης ενέργειας, η οποία θα καταλήξει στο δίκτυο ή σε οποιοδήποτε χώρο αποθήκευσης ενέργειας.

Results

	Scenario 1 Annual		Scenario 2 Annual	
	Kilowatt Hour	Euros	Kilowatt Hours	Euros
Cab Exhaust Fan	69	€16	69	€16
Cab Lighting	39	€9	39	€9
Machine Room Cooling	3270	€752	225	€52
Elevator	3282	€755	1998	€460
Energy Consumption	6661	€1532	2331	€536
Number of Movements Per Hour / Day	43 / 512		43 / 512	
Potential Savings of Scenario 2 over 1 year			4330	€996
Potential Savings of Scenario 2 over 10 years			43300	€9960
Potential Savings of Scenario 2 over 20 years			86600	€19920

ΕΙΚΟΝΑ 4: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ GEARLESS ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ. [1]

Όπως φαίνεται στην *Εικόνα 4* το πρώτο σενάριο έχει τις μεγαλύτερες καταναλώσεις. Παρατηρούμε ότι η κατανάλωση είναι μεγαλύτερη στο μηχανοστάσιο η οποία οφείλεται στις μεγάλες θερμοκρασίες που αναπτύσσει η αντλία και το υδραυλικό υγρό, οπότε η εγκατάσταση απαιτεί ψύξη αυξάνοντας έτσι την συνολική κατανάλωση της εγκατάστασης. Συνεπώς, ο υδραυλικός σε σχέση με τον μηχανικό ανελκυστήρα καταναλώνει 4.330 kWh περισσότερο σε ένα χρόνο, σε βάθος δεκαετίας 43.300 kWh και τέλος σε βάθος εικοσαετίας 86.600 kWh. Όσον αφορά τα οικονομικά δεδομένα, η εξοικονόμηση που γίνεται είναι στα 996€ τον χρόνο στα 9.960€ στην δεκαετία και στα 19.920€ στην εικοσαετία.

Επιπρόσθετα, έγινε σύγκριση ενός μηχανικού ανελκυστήρα σύγχρονου μαγνήτη με ανάκτηση ενέργειας σε σχέση με έναν υδραυλικό κινητήρα με ανάκτηση ενέργειας. Η ανάκτηση σε αυτή την εγκατάσταση γίνεται μόνο κατά την κάθοδο και σε συνεργασία με ένα συσσωρευτή. Ο

συσσωρευτής αποτελείται από δύο μέρη. Το ένα περιέχει υδραυλικό υγρό και το άλλο αέριο, τα οποία διαχωρίζονται. Κατά την κάθοδο η ροή υγρού στρέφεται προς την πλευρά του συσσωρευτή, έχοντας ως σκοπό την αύξηση της πίεσης στο διαχωριστικό του συσσωρευτή με αποτέλεσμα το αέριο να συμπιέζεται, αποθηκεύοντας έτσι ενέργεια. Κατά την ανέλκυση ο συσσωρευτής θα έχει την δυνατότητα να υποβοηθήσει την διαδικασία αποδίδοντας την ενέργειά του στο σύστημα. Με αυτόν τον τρόπο ο υδραυλικός ανελκυστήρας, αποδείχθηκε ότι μπορεί να καταναλώνει έως και 23,1% λιγότερη ενέργεια. Συνεπώς, με βάση τα παραπάνω δεδομένα ο υδραυλικός κινητήρας με την αναγέννηση θα καταναλώνει 2.523kWh τον χρόνο. Σε σύγκριση με τον σύγχρονο κινητήρα σε βάθος χρόνου η εξοικονόμηση θα είναι 525kWh σε βάθος 10ετίας 5.258kWh και σε βάθος εικοσαετίας θα καταναλώνει 10.517kWh. Όσον αφορά τα οικονομικά δεδομένα, η εξοικονόμηση που γίνεται είναι στα 120€ τον χρόνο, στα 1.209€ στην δεκαετία και στα 2.418€ στην εικοσαετία.

Στην συνέχεια, η σύγκριση γίνεται ανάμεσα στους δύο μηχανικούς ανελκυστήρες, με κιβώτιο ταχυτήτων και χωρίς, ωστόσο ο μόνος κινητήρας που έχει AC Drive είναι αυτός που δεν έχει κιβώτιο. Ο κινητήρας με κιβώτιο είναι στα 8kW και η κατανάλωση ανά κύκλο είναι στις 146,4Wh.

Results

	Scenario 1 Annual		Scenario 2 Annual	
	Kilowatt Hour	Euros	Kilowatt Hours	Euros
Cab Exhaust Fan	69	€16	69	€16
Cab Lighting	39	€9	39	€9
Machine Room Cooling	663	€153	225	€52
Elevator	4785	€1101	1998	€460
Energy Consumption	5557	€1278	2331	€536
Number of Movements Per Hour / Day	43 / 512		43 / 512	
Potential Savings of Scenario 2 over 1 year			3226	€742
Potential Savings of Scenario 2 over 10 years			32260	€7420
Potential Savings of Scenario 2 over 20 years			64520	€14840

ΕΙΚΟΝΑ 5: ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ GEARED ΧΩΡΙΣ AC DRIVE ΚΑΙ GEARLESS ΜΕ AC DRIVE. [1]

Όπως φαίνεται στην *Εικόνα 5*, η διαφορά στην κατανάλωση εξακολουθεί να είναι μεγάλη, καθώς στην πρώτη περίπτωση, του κινητήρα με κιβώτιο, καταναλώνει σχεδόν τις διπλάσιες κιλοβατώρες σε σχέση με αυτόν που είναι χωρίς το κιβώτιο. Η κατανάλωση δεν είναι αυξημένη μόνο στο κομμάτι του κινητήρα αλλά και στο κομμάτι της ψύξης του μηχανοστασίου, καθώς η περισσευούμενη ενέργεια οδηγείται σε αντιστάσεις, οπότε οι αντιστάσεις παράγουν θερμότητα, η οποία καταλήγει στο μηχανοστάσιο. Σε βάθος χρόνου, η κατανάλωση της δεύτερης περίπτωσης έχει 3.226 kWh λιγότερες από την πρώτη περίπτωση, σε βάθος δεκαετίας έχει 32.260 kWh ενώ σε βάθος εικοσαετίας έχει 64.520 kWh. Όσον αφορά τα οικονομικά δεδομένα, η εξοικονόμηση που γίνεται είναι στα 742€ τον χρόνο, στα 7.420€ στην δεκαετία και στα 14.840€ στην εικοσαετία.

Results

	Scenario 1 Annual		Scenario 2 Annual	
	Kilowatt Hour	Euros	Kilowatt Hours	Euros
Cab Exhaust Fan	69	€16	69	€16
Cab Lighting	39	€9	39	€9
Machine Room Cooling	434	€100	225	€52
Elevator	2316	€533	1998	€460
Energy Consumption	2858	€657	2331	€536
Number of Movements Per Hour / Day	43 / 512		43 / 512	
Potential Savings of Scenario 2 over 1 year			527	€121
Potential Savings of Scenario 2 over 10 years			5270	€1210
Potential Savings of Scenario 2 over 20 years			10540	€2420

ΕΙΚΟΝΑ 6: ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ GEARED ME AC DRIVE ΚΑΙ GEARLESS ME AC DRIVE. [1]

Τέλος, η σύγκριση γίνεται ανάμεσα στους δυο κινητήρες που αναφέραμε στην *Εικόνα 6*, με την διαφορά ότι και το πρώτο σενάριο έχει AC Drive, ωστόσο χωρίς αναγέννηση. Στον κινητήρα με

κιβώτιο ταχυτήτων γίνεται χρήση AC Drive των 11kW και η κατανάλωσή του ανά κύκλο είναι στις 70,9Wh. Όπως δείχνουν τα δεδομένα στην Εικόνα 6 εξακολουθεί να υπερτερεί στην κατανάλωση ο κινητήρας με κιβώτιο ταχυτήτων. Ωστόσο, η κατανάλωση είναι ανεβασμένη και στο μηχανοστάσιο λόγω της αντίστασης σε σχέση με την δεύτερη περίπτωση. Αυτό έχει αποτέλεσμα, σε βάθος χρόνου η διαφορά να είναι στις 527 kWh, σε βάθος δεκαετίας φτάνει τις 5270 kWh, ενώ σε βάθος εικοσαετίας φτάνει τις 10540 kWh. Όσον αφορά τα οικονομικά δεδομένα, η εξοικονόμηση που γίνεται είναι στα 121€ τον χρόνο, στα 1.210€ στην δεκαετία και στα 2.420€ στην εικοσαετία.

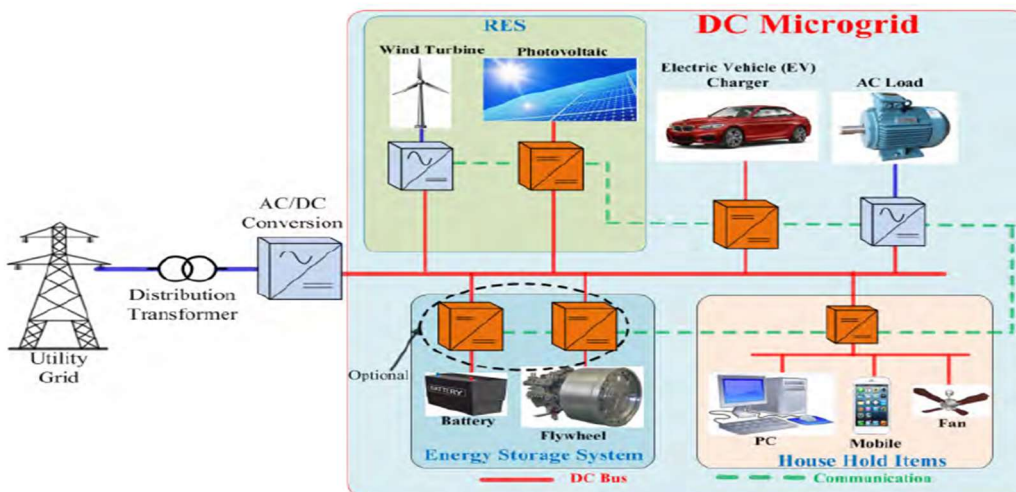
Όπως φαίνεται και στις παραπάνω περιπτώσεις ο ανελκυστήρας χωρίς κιβώτιο και συγκεκριμένα ο σύγχρονος κινητήρας μόνιμου μαγνήτη αποδίδει πολύ καλύτερα σε σχέση με τον υδραυλικό ή με τον μηχανικό και το κιβώτιο ταχυτήτων.

Κεφάλαιο 3: Ανάλυση εγκατάστασης

Η συγκεκριμένη εγκατάσταση θα είναι ένα μικροδίκτυο το οποίο θα διαμορφώσει ένα οικοσύστημα από συσκευές που θα επικοινωνούν μεταξύ τους. Στην συνέχεια θα γίνει μια μικρή ανάλυση της έννοιας του μικροδικτύου αλλά και το πως θα διαμορφωθεί με βάση την εγκατάσταση.

3.1 Ανάλυση Μικροδικτύου

Η έννοια της τεχνολογίας του μικροδικτύου, δηλώνει ένα σύστημα που έχει την δυνατότητα παραγωγής, αποθήκευσης και κατανάλωσης ενέργειας, καθιστώντας το έτοιμο στην αυτόνομη και μη λειτουργία. Η αυτόνομη και μη λειτουργία τους, βοηθάει το δίκτυο και τους συνδεδεμένους σε αυτό, στην βελτίωση της αξιοπιστίας και της ποιότητας ισχύος. Η τεχνολογία του μικροδικτύου δημιουργήθηκε, λόγω της αυξημένης ανάγκης παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμους πόρους, μειώνοντας έτσι τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και επιτρέποντας την εκμετάλλευση και την συγκομιδή των τοπικών πηγών ενέργειας.



ΕΙΚΟΝΑ 7: BLOCK ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΝΟΣ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ DC. [10]

Το σύστημα του μικροδικτύου αποτελείται από τρία υποσυστήματα, τη διανεμημένη παραγωγή, τις συσκευές αποθήκευσης ενέργειας και τα φορτία. Στην διανεμημένη παραγωγή εντάσσονται τα φωτοβολταϊκά, οι ανεμογεννήτριες κλπ, τα οποία εκμεταλλεύονται τους ήδη υπάρχοντες πόρους, όπως τον άνεμο, τον ήλιο κλπ. Με την σύνδεσή τους, στο μικροδίκτυο, βοηθούν στην παραγωγή πράσινης ενέργειας και μειώνουν τις απώλειες στο δίκτυο διανομής. Οι συσκευές αποθήκευσης ενέργειας, αποτελούνται από τις μπαταρίες, τους υπερπυκνωτές, τους σφόνδυλους κλπ, βοηθώντας στην αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από την διανεμημένη παραγωγή.

Επιπλέον, στο μικροδίκτυο συνδέονται και οι καταναλωτές, με την χρήση αντιστροφέα ισχύος, στους οποίους θα γίνει αναφορά στην συνέχεια.

3.2 Αρχιτεκτονική μικροδικτύου DC

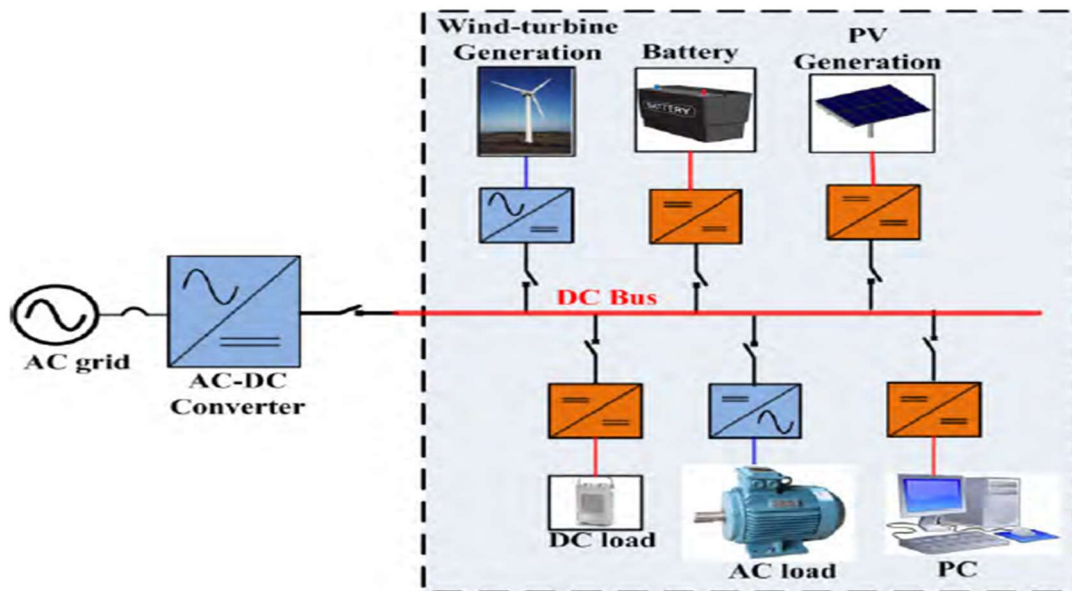
Η αρχιτεκτονική του DC μικροδικτύου εκτείνεται σε έξι διαφορετικές συνδεσμολογίες, καθώς το κάθε ένα από αυτά έχει τα δικά του θετικά και αρνητικά. Ωστόσο, η αναφορά θα γίνει για την συνδεσμολογία που υλοποιείται με μια πηγή και ευδοκμεί σε σύστημα μικρής κλίμακας.

3.2.1 Ακτινική διαμόρφωση

Η ακτινική διαμόρφωση ή δομή μονού διαύλου είναι η απλούστερη μορφή αρχιτεκτονικής, όσον αφορά τα μικροδίκτυα. Συγκεκριμένα, το σύστημα αποτελείται από ένα κεντρικό δίαυλο, ο οποίος θα διαρρέεται από συνεχή τάση. Στο μικροδίκτυο συνδέονται όλα τα υποσυστήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, καθώς μέσα από αυτό μπορεί να ρυθμιστεί η κατανάλωση και η παραγωγή του συστήματος. Ο σκοπός της σχεδίασης της αρχιτεκτονικής ενός μικροδικτύου είναι η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης και η ομαδοποίηση των γειτονικών κτιρίων σε ένα κοινό μικροδίκτυο.

Η σύνδεση των αποθηκευτικών μέσων στο μικροδίκτυο, θα γίνει παράλληλα με την χρήση ενός μετατροπέα συνεχούς τάσης, προσαρμόζοντας την τάση τους στο επίπεδο τάσης του κεντρικού

διαύλου. Η ροή της ενέργειας, των μέσων και του μικροδικτύου, θα είναι αμφίδρομη, διότι η ενέργεια θα αποθηκεύεται και στην συνέχεια θα την διοχετεύεται, είτε στον καταναλωτή (καθώς θα βρίσκεται σε κατάσταση εφεδρείας), είτε στο δίκτυο. Έτσι επιτυγχάνεται και ο στόχος της σταθερότητας του συνολικού συστήματος.



ΕΙΚΟΝΑ 8: ΑΚΤΙΝΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΝΟΣ DC ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ. [10]

Ένα από τα αρνητικά, της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής είναι ότι σε περίπτωση βλάβης στον κεντρικό αγωγό ή στον αντιστροφέα ισχύος αμφίδρομης ροής όλο το σύστημα βγαίνει εκτός λειτουργίας. Ωστόσο οι βλάβες αυτές είναι εύκολες ως προς την επίλυση.

Στην συγκεκριμένη διαμόρφωση μπορεί να ενταχθεί και η δομή πολλαπλού διαύλου, το οποίο δεν διαφέρει σε μεγάλο βαθμό από την παραπάνω αρχιτεκτονική. Η μόνη διαφορά, όσον αφορά τον κατασκευαστικό τομέα, είναι ότι συνδέονται παράλληλα πολλαπλά συστήματα ακτινικής διαμόρφωσης.

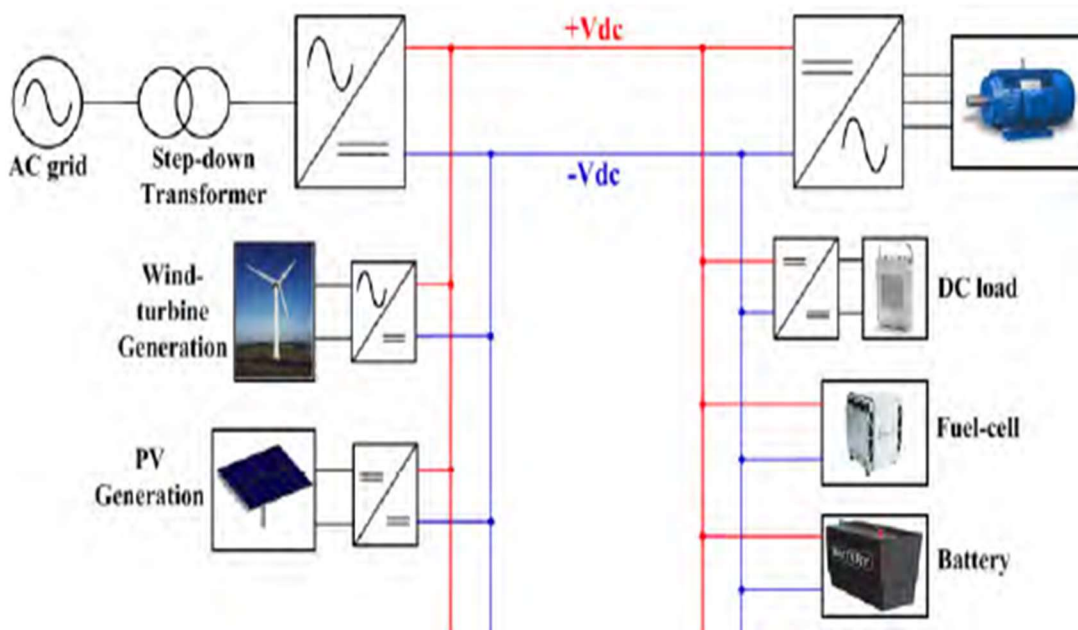
3.3 Πολικότητα μικροδικτύου DC

Η πολικότητα στα DC μικροδίκτυα δεν διαφέρει αρκετά από την πολικότητα στα AC δίκτυα, καθώς και τα DC μικροδίκτυα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες σύνδεσης, στα μονοπολικά και στα διπολικά. Η διαφορά στις δύο κατηγορίες είναι στα επίπεδα τάσης. Στην συνέχεια, θα υπάρξει μια αναφορά

στο μονοπολικό είδος, καθώς το σύστημα είναι μικρό και η πολυπλοκότητά του δεν απαιτεί κάτι περισσότερο.

3.2.3 Μονοπολικό σύστημα DC

Το μονοπολικό σύστημα DC, είναι βασισμένο πάνω σε ένα ζεύγος καλωδίων όπου το ένα είναι το θετικό και το άλλο είναι το αρνητικό. Σε αυτό το ζεύγος καλωδίων συνδέεται όλο το σύστημα του μικροδικτύου, οπότε υπάρχει ένα επίπεδο τάσης.



ΕΙΚΟΝΑ 9: ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟ DC. [10]

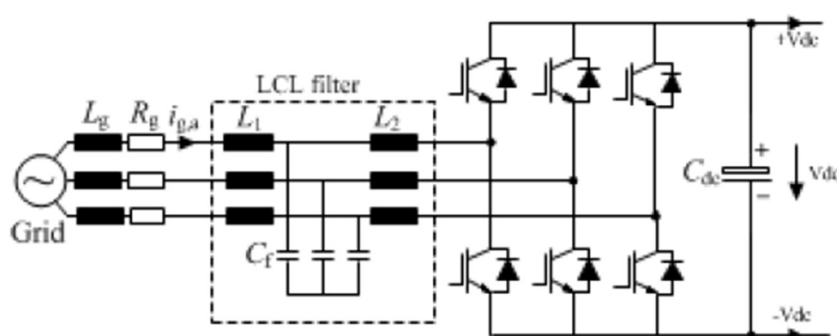
Η μετάδοση ενέργειας, στο συγκεκριμένο σύστημα, θα γίνει με χαμηλό επίπεδο τάσης, διότι το σύστημα που θα υλοποιηθεί, απευθύνεται στην εγκατάσταση μόνο του μηχανικού ανελκυστήρα και όχι όλου του κτιρίου. Η επιλογή του μονοπολικού συστήματος έγινε, λόγω της μικρής πολυπλοκότητας και των ελάχιστων συσκευών που συνδέονται στο μικροδίκτυο. Επιπλέον δεν αποτελεί απαγορευτική η απόσταση για την χρήση χαμηλού επιπέδου τάσης, καθώς ο αντιστροφείας ισχύος θα τοποθετηθεί στον ίδιο χώρο με τον κινητήρα του μηχανικού ανελκυστήρα. Το υψηλότερο επίπεδο τάσης σε μεγάλο ποσοστό αυξάνει τους κινδύνους ασφάλειας. Τέλος, με το

χαμηλό επίπεδο τάσης ελαχιστοποιούνται οι μετατροπείς DC-DC, οπότε κάνουν πιο οικονομική την εγκατάσταση.

Συνολικά, το μονοπολικό σύστημα DC αποτελεί ένα ασφαλές σύστημα χωρίς προβλήματα ασυμμετρίας. Ωστόσο παρά την πιθανότητα εμφάνισης σφάλματος, το οποίο μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την διακοπή της λειτουργίας του, η συγκεκριμένη πολικότητα αποτελεί μια καλή επιλογή καθώς τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν είναι ελάχιστα και γρήγορα επιλύσιμα.

3.4 Αντιστροφέας αμφίδρομης ροής ισχύος

Ο αντιστροφέας αμφίδρομης ροής ισχύος, μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές και το αντίστροφο, καθώς η ροή ισχύος είναι αμφίδρομη.



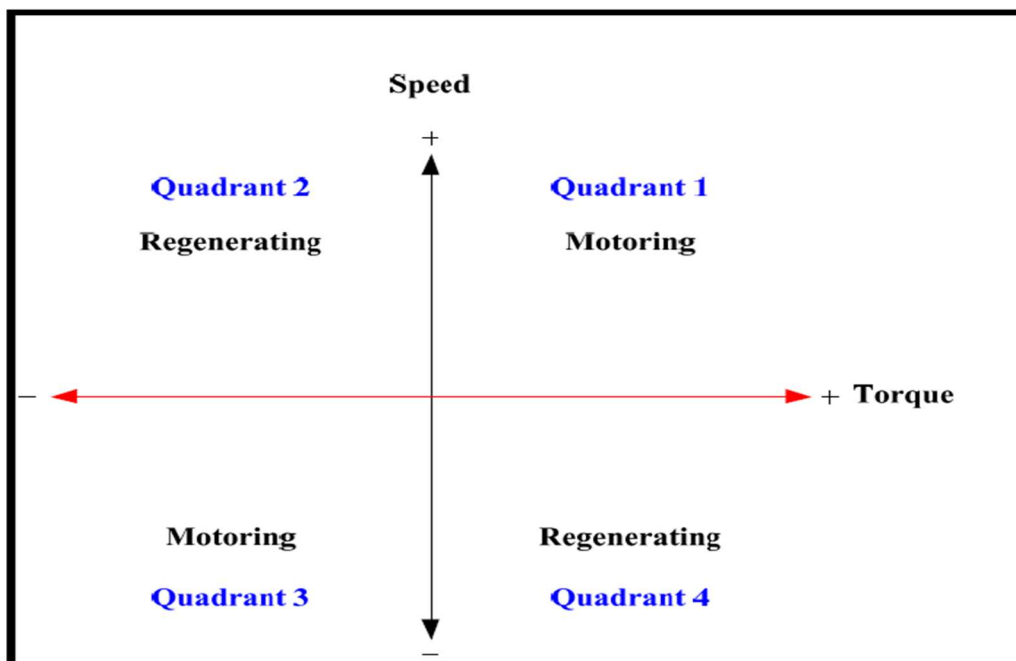
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΚΥΚΛΩΜΑ ΙΣΧΥΟΣ AFE ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΦΙΛΤΡΟΥ L-C-L. [10]

Αναλυτικότερα, στο παραπάνω κύκλωμα ισχύος υπάρχει ένα παθητικό φίλτρο, το οποίο είναι υπεύθυνο για τις αρμονικές και είναι τύπου L-C-L. Ο στόχος του φίλτρου είναι η αφαίρεση ρεύματος υψηλής συχνότητας και ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών από την πλευρά του δικτύου έως και 8%. Συνδέεται με μια τριφασική γέφυρα πλήρους ανόρθωσης με έξι ενεργούς διακόπτες IGBT. Ενεργοί ονομάζονται διότι η αλλαγή της κατάστασής τους γίνεται ηλεκτρονικά. Υπάρχει ένας διακόπτης για κάθε φάση και είναι υπεύθυνος για το τρίτο και τέταρτο τεταρτημόριο της

ημιτονοειδούς κυματομορφής. Ακόμα βοηθούν στην μείωση των αρμονικών, καθώς οι τιμές των αρμονικών φτάνουν έως 5%. Όσον αφορά την λειτουργία του, όταν ο κινητήρας έρχεται σε λειτουργία κατανάλωσης, η τάση φιλτράρεται από το φίλτρο L-C-L και στην συνέχεια εισέρχεται στην γέφυρα πλήρης ανόρθωσης όπου τα IGBT, θα μετατρέπουν την εναλλασσόμενη τάση σε συνεχή και στη συνέχεια θα καταλήξει στο δίαυλο DC. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή της επιστροφής ενέργειας στο δίκτυο, η λειτουργία του αντιστροφέα αντιστρέφεται, καθώς από τον δίαυλο DC η τάση οδηγείται στα ηλεκτρονικά ισχύος και η τάση από συνεχής γίνεται εναλλασσόμενη τετραγωνικού παλμού όπου με την βοήθεια του φίλτρου καταλήγει στο δίκτυο ως καθαρό ημίτονο.

3.4.1 AC Drive με PWM Regeneration

Ο AC drive είναι ένας ρυθμιστής στροφών, που στην συγκεκριμένη εφαρμογή θα βοηθήσει σε δύο κλάδους, τόσο στην ρύθμιση των στροφών του κινητήρα όσο και στην συγκομιδή της παραγόμενης ισχύος.



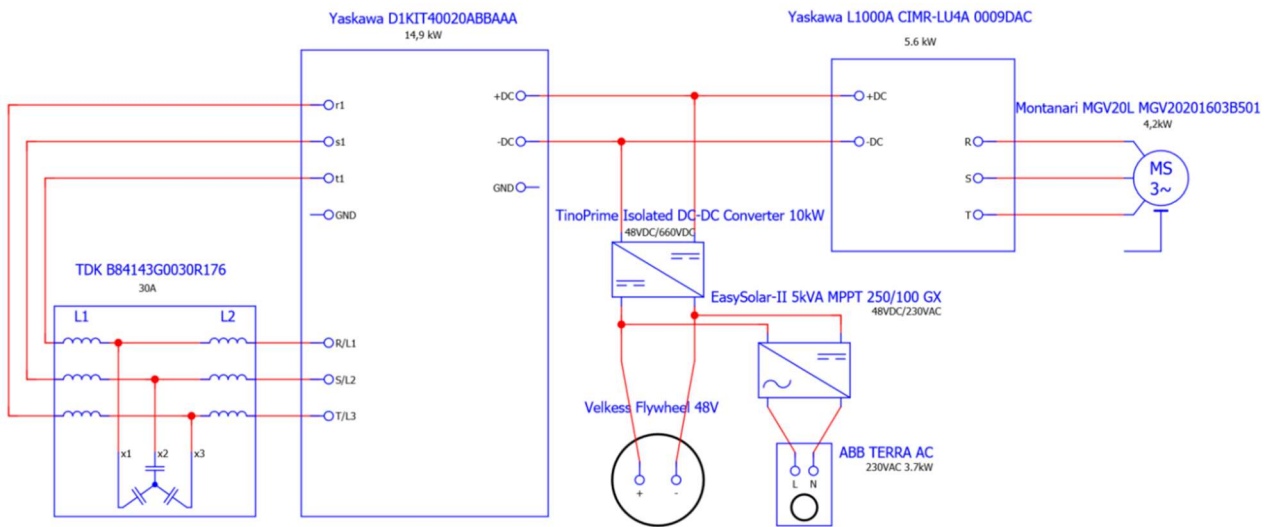
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ. [7]

Όπως φαίνεται στην γραφική παράσταση, η ισχύς συλλέγεται κατά την κάθοδο, με γεμάτο θάλαμο και κατά την άνοδο, με άδειο θάλαμο, στο 2ο και 4ο τεταρτημόριο αντίστοιχα. Στην αντίθετη περίπτωση που ο θάλαμος είναι άδειος, κατά την κάθοδο, ή όταν ο θάλαμος είναι γεμάτος, κατά την άνοδο, ο κινητήρας γίνεται καταναλωτής, δηλαδή στο 1 και 3 τεταρτημόριο.

Αναλυτικότερα, όσο ο θάλαμος είναι γεμάτος, υπερισχύει το βάρος του έναντι του αντίβαρου, με αποτέλεσμα ο κινητήρας να περιστρέφεται χωρίς να καταναλώνει ενέργεια δημιουργώντας μαγνητικό πεδίο. Έτσι ο κινητήρας λειτουργεί ως γεννήτρια με αποτέλεσμα το ρεύμα που παράγεται να καταλήγει στο ρυθμιστή. Η παραγόμενη ενέργεια οδηγείται, είτε σε μια αντίσταση με αποτέλεσμα να καταναλώνετε εκεί, είτε αποθηκεύεται σε σύστημα αποθήκευσης μέσω των ηλεκτρονικών ισχύος του ρυθμιστή. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται με τον θάλαμο άδειο, μόνο που εκεί υπερισχύει το βάρος από το αντίβαρο. Η ενέργεια που παράγεται, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί είτε για εσωτερική κατανάλωση στο κτίριο είτε να αποθηκευτεί σε σύστημα αποθήκευσης, είτε να επιστραφεί πίσω στο δίκτυο.

Κεφάλαιο 4: Μικροδίκτυο DC

Ενότητα 4: Σχεδιασμός Μικροδικτύου DC



ΕΙΚΟΝΑ 12: ΠΟΛΥΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ DC.

Όπως φαίνεται και στο πολυγραμμικό σχέδιο, το μικροδίκτυο αποτελείται από ένα παθητικό φίλτρο L-C-L, τον αντιστροφέα αμφίδρομης ισχύος (AFE), τον σφόνδυλος (flywheel), τον μετατροπέα DC-DC, τον αντιστροφέα ισχύος DC-AC, τον σταθμό φόρτισης, το AC drive και τον σύγχρονο κινητήρα μόνιμου μαγνήτη (PMSM).

Αναλυτικότερα, το φίλτρο που θα χρησιμοποιηθεί είναι χωρητικό και επαγωγικό φίλτρο, το οποίο έχει ως σκοπό να τροφοδοτεί τον AFE με ρεύμα σχεδόν γραμμικό, δηλαδή χωρίς αρμονικές. Έτσι στον αντιστροφέα θα εισέρχεται ρεύμα χωρίς παρεμβολές. Στην συνέχεια, ο AFE με την σειρά του, μέσω της γέφυρας, μετατρέπει το AC σε DC στο δικό του DC bus με πολύ χαμηλές αρμονικές οι οποίες κυμαίνονται έως 5% και τάση από 600 έως 730VDC. Πάνω στον δίαυλο συνδέονται 2 συσκευές. Πρώτη είναι το AC drive, το οποίο είναι υπεύθυνο για την παραγόμενη ισχύ του κινητήρα. Αυτή η ενέργεια θα διοχετεύεται στον σφόνδυλο μέσω της δεύτερης συσκευής που βρίσκεται στο μικροδίκτυο το οποίο είναι ένας μετατροπέας DC-DC, που θα μετατρέπει την τάση του μικροδικτύου στην τάση του σφονδύλου. Ο σφόνδυλος το μεγαλύτερο θετικό που έχει είναι ότι μπορεί να διοχετεύσει και να αποδώσει ενέργεια σε μεγάλη ποσότητα και μικρό χρονικό διάστημα, χωρίς να υπάρχει κάποιου είδους υπερθέρμανσης. Η χωρητικότητα του σφονδύλου είναι στα 15kWh. Αυτή η ενέργεια θα είναι διαθέσιμη στον αντιστροφέα ισχύος για την φορτιστή

ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου ή θα επιστρέφεται στο δίκτυο. Τέλος, υπάρχει ο σύγχρονος κινητήρας μόνιμου μαγνήτη, όπου θα δίνει την κίνηση στο σύστημα.

Κεφάλαιο 5: Υλοποίηση

5.1 Υλικά υλοποίησης

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει ανάλυση του μικροδικτύου και του φυσικού εξοπλισμού που έχει επιλεχθεί αναφέροντας τους λόγους που έγινε η επιλογή του κάθε υλικού, όπως και αναφορά των ονομαστικών στοιχείων του κάθε υλικού.

5.1.1 Active Front End Inverter (AFE)

Ο αντιστροφέας με αμφίδρομη ροή ισχύος που θα χρησιμοποιηθεί για αυτήν την εφαρμογή, είναι μια πολύ καλή λύση για αυτήν την εφαρμογή. Αυτός ο inverter είναι της εταιρίας YASKAWA της σειράς D1000. Η χρήση του γίνεται για εφαρμογές που μπορούν να κάνουν αναγέννηση ενέργειας μέσω πέδησης. Μια τέτοια εφαρμογή είναι και του ανελκυστήρα. Η YASKAWA έχει ακόμα 2 σειρές αντιστροφέων, την R1000 και U1000, ωστόσο τα βασικά μειονεκτήματα των σειρών αυτών είναι αρχικά ότι δεν υποστηρίζεται σε καμία από τις δύο η σύνδεση με πολλαπλούς AC Drives, καθώς ο U1000 αποτελεί ένα συνδυασμό του AFE και του ρυθμιστή στροφών ενώ ο R1000 μπορεί να συνδεθεί μόνο με ένα AC Drive.

Ο αντιστροφέας που επιλέχθηκε είναι ο 4A0020, στα 14,9kW (20HP) και είναι τριφασικός. Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα έχει εύρος τάσης στην είσοδο από 380VAC έως 480VAC και ονομαστική τάση εισόδου 30A. Όσο για την τάση εξόδου στον τριφασικό AFE υπάρχει εύρος από 600 έως 730VDC με ονομαστική να είναι αυτή των 660VDC και ονομαστική ένταση εξόδου στα 30A. Ο βαθμός απόδοσης σε πλήρες φορτίο είναι 0,99. Με βάση το τεχνικό εγχειρίδιο που παρέχει ο κατασκευαστής, αντιστροφή της τάσης γίνεται με την μέθοδο του ημιτονοειδούς Pulse Width Modulation.

Πίνακας 1: Ονομαστικά στοιχεία AFE. [10]

Item		Specification											
Model		4A0005	4A0010	4A0020	4A0030	4A0040	4A0060	4A0100	4A0130	4A0185	4A0270	4A0370	4A0630
Maximum Applicable Motor Capacity [HP]		5	10	20	30	40.0	60.0	100.0	150.0	200	300	400	750
Rating	Rated Output Capacity [HP] <1>	6.7	13.4	26.8	40	54.0	80.0	134.0	174.0	250	360	500	850
Rating	Rated Output Current (DC) [A]	8	15	30	45	61	91	152	197	280	409	561	955
	Rated Input Current (AC) [A]	8	16	30	43	58	86	145	210	300	410	560	1040
	Rated Output Voltage [V]	DC660 V											

<1> Rated output capacity is calculated with a rated input voltage of 440 V.

Σε περίπτωση που υπερβούν ή υπολείπονται αυτών των ορίων, τότε ο αντιστροφέας ενεργοποιεί την δικλείδα ασφαλείας του, σταματώντας την λειτουργία του και εμφανίζοντας σφάλμα στην οθόνη του.

Η επιλογή του συγκεκριμένου αντιστροφέα αποτελεί μια λύση για εφαρμογές μηχανικού ανελκυστήρα με σύγχρονο κινητήρα μόνιμου μαγνήτη, όχι μόνο μικρής αλλά και μεγάλης κλίμακας, καθώς στο σύστημα του μικροδικτύου δεν είναι αναγκαία η προσθήκη επιπλέον αντιστροφέα. Η σύνδεση γίνεται πάνω στο υπάρχον αντιστροφέα και παράλληλα στον AC Drive. Έτσι ελαχιστοποιείται το κόστος κατασκευής και ο χώρος εγκατάστασης. Ακόμα η διαχείριση της ενέργειας είναι πιο εύκολη, διότι όλα γίνονται από τον AFE, και συγκεκριμένα με το πρωτόκολλο επικοινωνίας RS485.

5.1.2 Ρυθμιστής στροφών

Ο ρυθμιστής στροφών είναι της ίδιας εταιρίας, καθώς η εταιρία προτείνει τον AFE σε συνδυασμό με τον συγκεκριμένο ρυθμιστή. Η σειρά που επιλέχθηκε είναι η L1000A AC Drive, ο οποίος είναι μια επιλογή από τις προτάσεις της εταιρίας. Η εταιρία τον εντάσσει στην κατηγορία με τους Drive για ανελκυστήρες και συγκεκριμένα σε αυτούς που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εμπορική χρήση και όχι βιομηχανική ή οικιακή.

Αυτός που θα χρησιμοποιηθεί είναι ο LU-40009, στα 5,6kW, ο οποίος είναι τριφασικός. Η τάση του στο εναλλασσόμενο κυμαίνεται από τα 380V έως τα 480V, ενώ στο συνεχόμενο κυμαίνεται από τα 510V έως τα 680V και ονομαστική ένταση εισόδου στα 12A. Όσον αφορά την τάση εξόδου είναι

εναλλασσόμενη και μπορεί να αποδώσει από τα 380V έως τα 480V, με ονομαστική ένταση στα 9,8A.

Πίνακας 2: Ονομαστικά στοιχεία ρυθμιστή στροφών. [11]

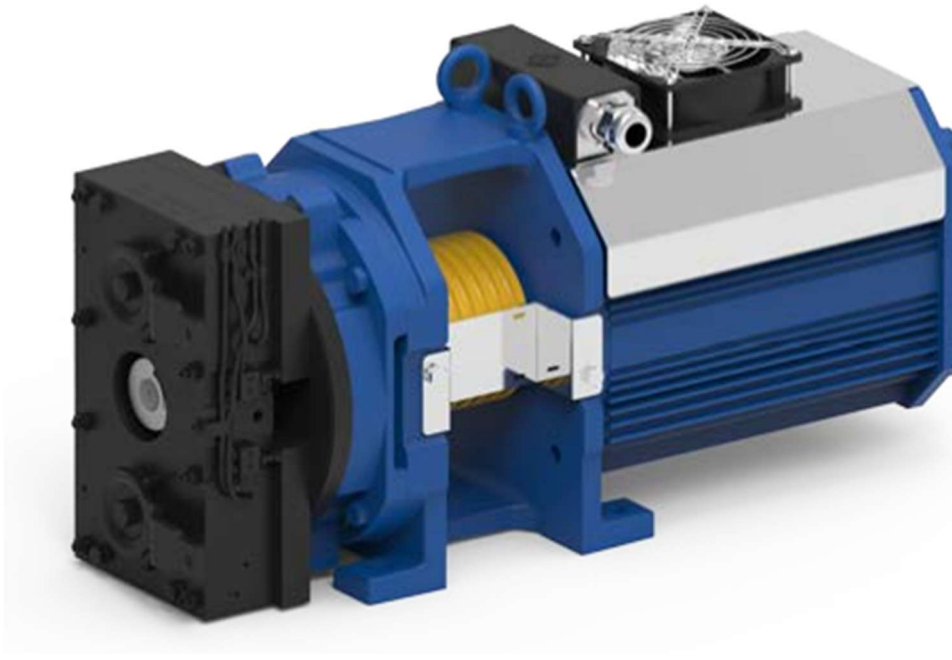
Item		Specification										
CIMR-LU4□		0005	0006	0007	0009	0015	0018	0024	0031	0039	0045	0060
Maximum Applicable Motor Capacity (HP)		2	3	5	7.5	10	15	20	25	25-30	25-30	40
Input	Input Current (A)	3.6	5.1	8.3	12	16	23	31	38	44	43	58
	Rated Voltage Rated Frequency	Three-phase 380 to 480 Vac 50/60 Hz 510 to 680 Vdc										
	Allowable Voltage Fluctuation	-15 to 10%										
	Allowable Frequency Fluctuation	±5%										
	Input Power (kVA)	4.1	5.8	9.5	14	18	26	35	43	46.6	39.3	53.0
Output	Rated Output Capacity (kVA)	3.5	4.1	6.3	9.8	12	17	22	27	30	34	48
	Rated Output Current (A)	3.5	4.1	6.3	9.8	12	17	22	27	39	45	60
	Overload Tolerance	150% of rated output current for 60 s										
	Carrier Frequency	User adjustable between 2 and 15 kHz										
	Maximum Output Voltage (V)	Three-phase 380 to 480 V (proportional to input voltage)										
	Maximum Output Speed (Hz)	200 Hz (user-adjustable)										

Ο έλεγχος του ρυθμιστή, με βάση τον κατασκευαστή, θα είναι κλειστού βρόγχου με διανυσματικό έλεγχο για κινητήρες μόνιμου μαγνήτη. Η αρχική ροπή εκκίνησης είναι 200% όταν ο κινητήρας είναι ακινητοποιημένος, δηλαδή στις 0 r/min, ο έλεγχος της ταχύτητας μπορεί να γίνει σε κλίμακα 1:1500 με ακρίβεια ±0.02% (σε συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας) και η ταχύτητα απόκρισης είναι στα 100Hz. Ο βαθμός απόδοσης του ρυθμιστή είναι 0,97.

Ο ρυθμιστής παρέχει προστασία ως προς τον κινητήρα με την χρήση θερμικού ρελέ, προστασία στιγμιαίας υπερέντασης, προστασία υπέρτασης και υπότασης. Σε περίπτωση που ενεργοποιηθεί μια από αυτές τις προστασίες, τότε θα σταματήσει η λειτουργία του ρυθμιστή και θα εμφανίσει σφάλμα στην οθόνη. Επίσης, έχει την δυνατότητα σειριακής επικοινωνίας με RS-485.

5.1.3 Κινητήρας ανελκυστήρα

Ο κινητήρας είναι της Montanari και η σειρά είναι η MGV20L. Αυτός ο κινητήρας είναι σύγχρονος μόνιμου μαγνήτη 20 πόλων και έχει ονομαστική ισχύ 5,3kW. Ο κινητήρας είναι τριφασικός και η ονομαστική τάση του είναι στα 360V. Σε αυτή την τάση το ωφέλιμο βάρος είναι στα 675kg και η ικανότητα ανέλκυσης μπορεί να αγγίξει μέχρι τα 1250kg, ενώ το μέγιστο στατικό βάρος είναι στα 3000kg. Η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση είναι η 1:1.






ΕΙΚΟΝΑ 13: ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΟΝΙΜΟΥ ΜΑΓΝΗΤΗ MGV20L. [5]

Ο κατασκευαστής προτείνει, σε αυτόν τον κινητήρα να χρησιμοποιηθεί τροχαλία 120mm και η ανέλκυση- καθέλκυση και όσον αφορά το πλήθος των συρματόσχοινων θα είναι 8 των 6,5mm το μέγιστο. Με αυτές τις προϋποθέσεις και με ταχύτητα 1m/s, η οποία είναι ικανοποιητική για μικρές αποστάσεις και οι ροπές το λεπτό αγγίζουν τις 159,2 και με συχνότητα 26,5Hz. Με αυτές τις προϋποθέσεις το ρεύμα που θα καταναλώνει ο κινητήρας θα είναι στα 12,5A. Τέλος, η τάση που αναπτύσσεται κατά την πέδηση είναι στα 207VDC.

5.1.4 Φίλτρο αρμονικών

Το φίλτρο αρμονικών είναι ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια του συστήματος από τη στιγμή που προσφέρει την μέγιστη ασφάλεια στο σύστημα, καθώς αυτό που κάνει είναι να ελαχιστοποιεί την παραμόρφωση στις κυματομορφές του ρεύματος και της τάσης εισόδου. Σε περίπτωση που το φίλτρο δεν υπάρχει στο σύστημα μπορεί να προκληθεί επιπλέον φθορά στον εξοπλισμό. Η επιλογή του φίλτρου γίνεται με βάση το ρεύμα που απορροφά ο αντιστροφέας αμφίδρομης ροής ισχύος.

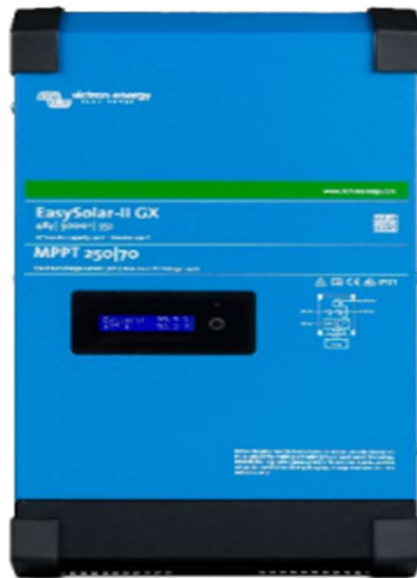
Πίνακας 3: Ονομαστικά στοιχεία L-C-L φίλτρου. [12]

I _R	Terminal cross section ³⁾	Power losses ¹⁾	R _{typ}	Approx. weight	Ordering code	Converter type CIMR-	Approvals ²⁾		
									
A	mm ²	W	mΩ	kg					
8	4	75	268	9	B84143G0008R176	Dx4A0005xxx	D	D	D
16	4	140	98	18	B84143G0016R176	Dx4A0010xxx	D	D	D
30	10	165	38	28	B84143G0030R176	Dx4A0020xxx	D	D	D
43	16	240	26	37	B84143G0043R176	Dx4A0030xxx	D	D	D
58	35	260	17	64	B84143G0058R176	Dx4A0040xxx	D	D	D

Η εταιρία που κατασκευάζει το φίλτρο που θα χρησιμοποιήσουμε σε αυτή την εφαρμογή είναι η TDK. Αυτό το φίλτρο προτείνεται από την εταιρία που κατασκευάζει τον AFE. Το φίλτρο έχει ως ονομαστική ένταση τα 30A και εσωτερική αντίσταση 98mΩ.

5.1.5 Αντιστροφέας DC-AC

Ο αντιστροφέας που θα χρησιμοποιηθεί είναι της εταιρίας Victron Energy για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για ένα σκοπό, αυτόν την σύνδεσης του φορτιστή για ηλεκτρικό αυτοκίνητο στον σφόνδυλο. Ο αντιστροφέας θα έχει ως είσοδο την ονομαστική τάση του σφονδύλου, δηλαδή τα 48VDC και θα την μετατρέπει σε μονοφασικό 230VAC και 50Hz. Η σειρά είναι η EasySolar II. Η τάση μπορεί να ρυθμιστεί από 38VDC έως 660VDC. Η μέγιστη ισχύ φτάνει τα 5,5kW και σε μη γραμμικά φορτία η συνεχή φόρτιση είναι τα 2,4kW. Από την πλευρά του φορτίου η τάση είναι στα 230VAC και 50Hz με απόκλιση ±2% και ±0,1% αντίστοιχα. Η μέγιστη ένταση είναι στα 32A. Η απόδοση του αντιστροφέα είναι 95%.



ΕΙΚΟΝΑ 14: VICTRON ENERGY EASYSOLAR-II GX 3KVA. [6]

Ο μετατροπέας θα συνδέεται από την πλευρά του AC, με τον σταθμό φόρτισης και στην πλευρά του συνεχούς θα συνδέεται με την μέθοδο αποθήκευσης που θα επιλεγεί. Ωστόσο, σε αυτή την εφαρμογή η πηγή συνεχούς ρεύματος θα είναι σφόνδυλος και ο καταναλωτής δεν θα είναι η συνολική εγκατάσταση, αλλά θα είναι ένας φορτιστής ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Η εσωτερική του κατανάλωση είναι στα 11W.

5.1.6 Σφόνδυλος

Η αποθήκευση της ενέργειας του συστήματος θα γίνεται στον σφόνδυλο. Ο σφόνδυλος αποτελούσε μια τεχνολογία, η οποία ήταν απαγορευτική για αποθήκευση ενέργειας, διότι το κόστος ήταν τεράστιο. Λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας, η τιμή του έχει γίνει πιο ανταγωνιστική, αντικαθιστώντας τις κλασικές μεθόδους αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρίες και υπερπυκνωτές). Σε αυτήν την εφαρμογή η εκμετάλλευσή του θα βοηθήσει στην μείωση του χώρου, καθώς έχει μεγάλη πυκνότητα ισχύος, δηλαδή η ισχύς που αποδίδεται είναι μεγάλη σε σχέση με τον όγκο του. Ακόμα έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και απαιτεί ελάχιστη συντήρηση. Ο σφόνδυλος που θα χρησιμοποιηθεί είναι της Velkess, ο οποίος κατασκευάζεται από υφάσματα και ίνες χαμηλού κόστους.



ΕΙΚΟΝΑ 15: ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΣΦΟΝΔΥΛΟΥ. [7]

Όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά, μπορεί να αποδώσει 3kW ισχύος και έχει χωρητικότητα 15kWh. Το βάθος εκφόρτισης είναι στο 100% και οι απώλειες κατά την περιστροφή στις 24 ώρες φτάνουν έως το 20%. Επιπλέον, σε περίπτωση μετακίνησης του σφονδύλου μεγαλύτερη των 15mm, ενώ βρίσκεται φορτισμένος, δίνεται η δικλείδα ασφαλείας, κατά την οποία ο σφόνδυλος αποφορτίζεται και αποσυνδέεται από το σύστημα. Έχει την δυνατότητα επικοινωνίας σειριακά και συγκεκριμένα RS-485.

5.1.7 Μετατροπέας DC-DC

Ο μετατροπέας που θα χρησιμοποιηθεί είναι της εταιρίας Zekelabs, ο οποίος θα επιτρέψει την σύνδεση του σφονδύλου στον κεντρικό δίαυλο του συνεχούς ρεύματος. Η σειρά είναι η TinoPrime 10kW και παρέχει στην μια πλευρά του συνεχούς ρεύματος, τάση από 0 έως 288VDC με μέγιστη τάση τα 45A και στην άλλη πλευρά, η τάση μπορεί να φτάσει έως 800VDC και ρεύμα έως 20A. Το σύστημα του μετατροπέα περιλαμβάνει ηλεκτρομαγνητικό φίλτρο με αποτέλεσμα να έχει βαθμό απόδοσης μεγαλύτερο από 95%. Όσον αφορά τις προστασίες υπάρχει γαλβανική απομόνωση, για

την αποφυγή καταστροφής του εξοπλισμού σε περίπτωση διαρροής και είναι ανθεκτικός σε σκόνη και νερό.



ΕΙΚΟΝΑ 16: ZEKALABS ISOLATED DC-DC CONVERTER 10KW. [8]

Η μεταφορά ενέργειας γίνεται αμφίδρομα, έχοντας την δυνατότητα της απόδοσης ή της απορρόφησης ενέργειας από το σύστημα, το οποίο θα αξιοποιηθεί με τον σφόνδυλο. Έχει την δυνατότητα επικοινωνίας σειριακά και συγκεκριμένα με RS-485.

5.1.8 Σταθμός φόρτισης

Ο σταθμός φόρτισης που θα χρησιμοποιηθεί στην εγκατάσταση είναι της εταιρίας ABB. Η τροφοδοσία του θα προέρχεται από τον αντιστροφέα DC-AC, ο οποίος θα τροφοδοτείται από τον σφόνδυλο. Η ισχύ που θα αποδοθεί στο όχημα καθορίζεται από την ισχύ που παρέχεται στον φορτιστή, στην ονομαστική τάση που είναι τα 230VAC. Άρα με την επιλογή του μονοφασικού φορτιστή θα αποδίδονται στο όχημα το μέγιστο του, δηλαδή 3,7kW.



ΕΙΚΟΝΑ 17: ΣΤΑΘΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ TERRA AC. [9]

Συνεπώς, η επιλογή είναι σταθμός με εναλλασσόμενο ρεύμα της σειράς Terra AC μονοφασικό με μέγιστη ισχύ 3,7kW και ένταση έως 16A. Ένα από τα προτερήματά του είναι ότι η φόρτισή του μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα με τις ανάγκες του μικροδικτύου καθώς προσφέρει την επιλογή του περιορισμού της έντασης εξόδου. Ο σταθμός έχει πρίζα τύπου 2, με βάση τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Όσο για την συνδεσιμότητα μπορεί να συνδεθεί στο μικροδίκτυο με την χρήση σειριακής επικοινωνίας RS-485. Η κατανάλωση σε λειτουργία αναμονής είναι στα 4W.

5.1.9 Μικροδίκτυο DC

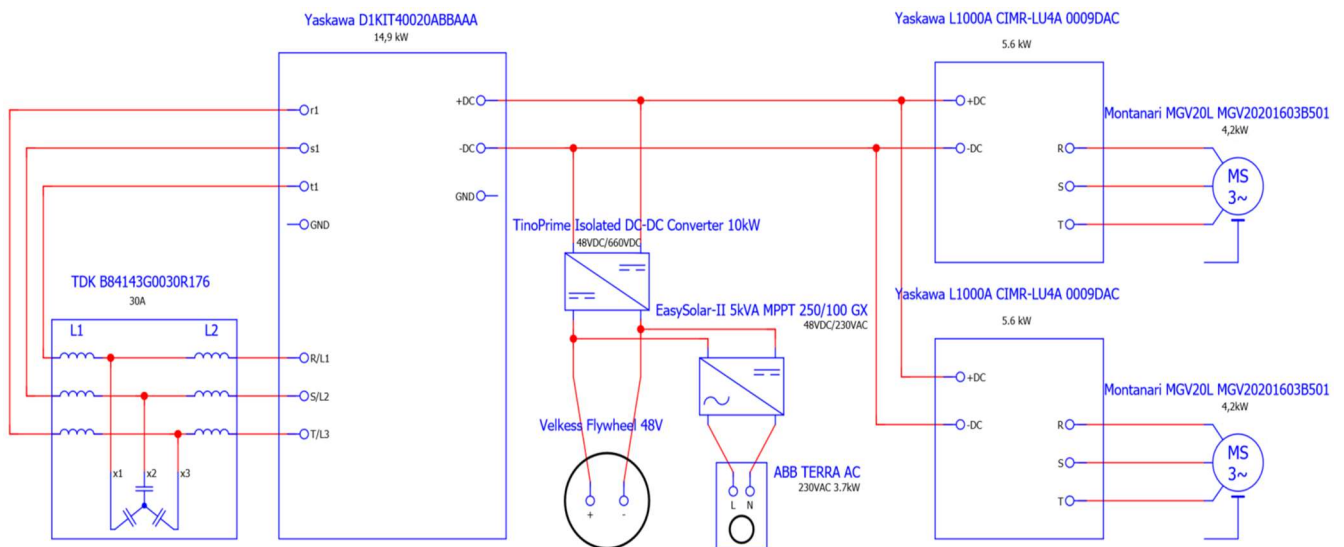
Συνολικά το σύστημα όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3 θα είναι ακτινικό και μονοπολικό, όσον αφορά τις συνδεσμολογίες. Ωστόσο προσοχή πρέπει να δοθεί ώστε το επίπεδο τάσης να είναι το κατάλληλο χωρίς μεγάλες αποκλίσεις, ώστε να προφυλαχθεί ο εξοπλισμός. Στην περίπτωση που δεν είναι στα ονομαστικά στοιχεία του, τότε καταπονείται περισσότερο και έτσι δεν θα μπορούν να αποδώσουν όλα στο μέγιστο. Ο κατασκευαστής του AFE και του ρυθμιστή στροφών αναφέρουν ότι οι ονομαστικές τιμές των προϊόντων τους είναι 660VDC και από 510VDC έως 680VDC αντίστοιχα. Οπότε η επιλογή της τάσης είναι στα 660VDC. Όσο για αντιστροφέα DC-AC θα συνδέεται στον σφόνδυλο.

Όσον αφορά την επικοινωνία, θα υλοποιηθεί μέσω σειριακής επικοινωνίας και συγκεκριμένα με RS-485, καθώς όλες οι συσκευές προσφέρουν αυτή την επιλογή.

Κεφάλαιο 6: Εξοικονόμηση ενέργειας

6.1 Εξοικονόμηση ενέργειας ανελκυστήρων

Η εξοικονόμηση της ενέργειας μπορεί να αξιοποιηθεί με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι η έγχυση της ενέργειας πίσω στο δίκτυο, με τον διαχειριστή του δικτύου να χρεώνει τις υπηρεσίες του και ο άλλος τρόπος είναι η αποθήκευση του σε ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας, ωστόσο με μεγαλύτερο αρχικό κόστος. Οι δύο αυτοί τρόποι έχουν τα θετικά τους και τα αρνητικά τους, ωστόσο τα θετικά του δεύτερου τρόπου υπερσχύουν, καθώς η αποθηκευμένη ενέργεια θα χρησιμοποιηθεί για αυτοκατανάλωση στο μικροδίκτυο. Έτσι σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετηθεί η μια περίπτωση αποθήκευσης ενέργειας αξιοποιώντας τις καλύτερες δυνατές τεχνολογίες που μας παρέχονται. Η εξοικονόμηση ενός ανελκυστήρα με την καλύτερη μέθοδο, όπως φαίνεται και στην υποενότητα 2.2, είναι η χρήση ενός σύγχρονου κινητήρα μόνιμου μαγνήτη σε συνεργασία με το μικροδίκτυο, που αναλύσαμε στο κεφάλαιο 4. Με αυτό το σύστημα η καλύτερη περίπτωση εξοικονόμησης ενέργειας ανέρχεται στις 4.330 kWh τον χρόνο.



ΕΙΚΟΝΑ 18: ΠΟΛΥΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΔΥΟ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ.

Η επιλογή του AFE έγινε με την προοπτική της αύξησης της ενέργειας, για την πιθανότητα που υπάρχουν περισσότεροι ανελκυστήρες. Στην περίπτωση της ύπαρξης ενός ακόμα ανελκυστήρα η μόνη αλλαγή που θα υπάρξει στο σύστημα είναι η προσθήκη ενός AC Drive παράλληλα στον ήδη

υπάρχον. Ωστόσο με την προσθήκη του επιπλέον ρυθμιστή φόρτισης θα υπάρξει μεγαλύτερη ανάγκη για ψύξη και με την προσθήκη του θαλάμου επιπλέον φορτία, άρα μεγαλώνουν οι καταναλώσεις.

Results

	Scenario 1 Annual		Scenario 2 Annual	
	Killowatt Hour	Euros	Kilowatt Hours	Euros
Cab Exhaust Fan	139	€32	139	€32
Cab Lighting	77	€18	77	€18
Machine Room Cooling	1327	€305	450	€103
Elevator	9570	€2201	3997	€919
Energy Consumption	11113	€2556	4662	€1072
Number of Movements Per Hour / Day	43 / 512		43 / 512	
Potential Savings of Scenario 2 over 1 year			6451	€1484
Potential Savings of Scenario 2 over 10 years			64510	€14840
Potential Savings of Scenario 2 over 20 years			129020	€29680

ΕΙΚΟΝΑ 19: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΠΛΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΜΕ ΚΙΒΩΤΙΟ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ. [1]

Με τα ίδια δεδομένα που λήφθηκαν στην υποενότητα 2.2, έγιναν οι μετρήσεις που εμφανίζονται στην *Εικόνα 19*. Όπως φαίνεται και στη συγκεκριμένη εικόνα, οι καταναλώσεις διπλασιάζονται. Τα οικονομικά δεδομένα αναφέρουν ότι σε ένα χρόνο η εξοικονόμηση ανέρχεται στα 1.484€, σε βάθος δεκαετίας στα 14.840€ και σε βάθος εικοσαετίας στα 29.680€.

Η επιλογή του επιπρόσθετου ανελκυστήρα θα γίνει με την προϋπόθεση ότι οι κύκλοι λειτουργίας τους είναι αντίθετοι. Στο σύστημα αυτό, στην ιδανική περίπτωση που δεν υπήρχαν μηχανικές απώλειες, η κατανάλωση θα ταυτιζόταν με την παραγωγή. Ωστόσο για τον λόγο που το σύστημα δεν είναι ιδανικό, το σύστημα το μόνο που προσφέρει είναι ο διπλασιασμός της παραγωγής. Με βάση τις μετρήσεις η εξοικονόμηση ανέρχεται στις 5.573kWh το έτος. Η τιμή της εξοικονόμησης αγγίζει αυτή της παραγωγής ενός φωτοβολταϊκού συστήματος με 4 kWp στην περιοχή της Κοζάνης.

Η παραγόμενη ενέργεια θα διοχετεύεται στον σφόνδυλο, μέσω του μετατροπέα DC-DC. Ο σφόνδυλος με την σειρά του θα αποδίδει την αποθηκευμένη ενέργεια στον αντιστροφέα DC-AC για την μετατροπή της από συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα. Αυτή η ενέργεια θα έχει τον αποκλειστικό σκοπό την τροφοδότηση του σταθμού φόρτισης. Συνεπώς με την εξοικονόμηση αυτή και με την κατανάλωση, του αντιστροφέα DC-AC και του φορτιστή, να φτάνει 34kWh ετησίως, δύο ηλεκτρικά αυτοκίνητα με μέσο όρο τα 275 πραγματικά χιλιόμετρα αυτονομία με μπαταρία των 50kWh, εκ των οποίων η ωφέλιμη αποθήκευση ενέργειας είναι οι 45kWh, μπορούν να διανύσουν 15.866 km, το κάθε όχημα, τον χρόνο. Αυτά τα χιλιόμετρα μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες φόρτισης των οχημάτων σχεδόν για ένα χρόνο, καθώς ο μέσος όρος χιλιομέτρων για έναν απαιτητικό οδηγό ανέρχεται κοντά στα 15.000 km ετησίως.

Στην περίπτωση που οι καταμετρημένοι 397.000 ανελκυστήρες της χώρας, έως το 2010, είναι μηχανικοί με κιβώτιο ταχυτήτων η εξοικονόμηση ανέρχεται στις 1.106GWh τον χρόνο. Για αυτήν την τιμή η παραγωγή από μια συστοιχία φωτοβολταϊκών αντιστοιχεί περίπου σε 800kWp.

Κεφάλαιο 7: Επίλογος

7.1 Συμπεράσματα

Συμπεραίνοντας, το μικροδίκτυο συνεχούς ρεύματος σε συνδυασμό με έναν σύγχρονο κινητήρα μόνιμου μαγνήτη αποτελεί μια λύση εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις σε σχέση με ένα συμβατικό ανελκυστήρα, της τάξεως του 20 με 58%. Η αρχιτεκτονική και η πολικότητα που ακολουθείται είναι ακτινική και μονοπολική αντίστοιχα, καθώς το σύστημα, ως προς την λειτουργία του, δεν έχει αρκετές απαιτήσεις, διότι οι συσκευές που συνδέονται σε αυτό είναι ο αντιστροφέας αμφίδρομης ροής ισχύος, ο ρυθμιστής στροφών και κατ' επέκταση ο σύγχρονος κινητήρας μόνιμου μαγνήτη, ο σφόνδυλος και ο σταθμός φόρτισης. Στην περίπτωση χρήσης περισσότερων ανελκυστήρων από έναν, στο ίδιο σύστημα, η ενέργεια που εξοικονομείται αυξάνεται.

7.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Οι μελλοντικές επεκτάσεις, του συστήματος, θα αποσκοπούν στην ενεργειακή επάρκεια του κτιρίου. Η αυτονομία θα γίνει με την χρήση φωτοβολταϊκών συστοιχιών ή μικρών ανεμογεννητριών, οι οποίες θα ενισχύσουν την παραγωγή έτσι ώστε η κατανάλωση να ταυτίζεται με την παραγωγή. Επιπλέον, η χρήση περισσότερου αποθηκευτικού χώρου ενέργειας, θα ελαττώσει την κατανάλωση ενέργειας τις ώρες που ο ήλιος δεν θα είναι ορατός, διότι η περισσευούμενη ενέργεια θα καταλήγει στους καταναλωτές.

Βιβλιογραφία

Αναφορά σε ιστοσελίδα:

[1] Energy calculator TKE:

<https://design.na.tkelevator.com/tools/energy-calculator>

[2] How does hydraulic elevator work?:

<https://www.tu-eshop.com/index.php?route=tublog/blog&id=20>

[3] Toshiba Elevators:

https://www.toshiba-elevator.co.jp/elv/infoeng/elevator_basics/rope/

[4] Montanari Group, Lift Gearbox M73 Range:

<https://www.montanarigiulio.com/en/product/gearboxes/lift-gearboxes/m73-m73s-m73h-m73b-m73al/>

[5] Montanari Group, Gearless MG20L:

<https://www.montanarigiulio.com/en/product/gearless-en/mgv20l/>

[6] Datasheet Victron energy EasySolar II:

<https://www.victronenergy.com/upload/documents/Datasheet-EasySolar-II-24V-48V-3kVA-48V-5kVA-MPPT-250-70-100-GX-EN.pdf>

[7] Velkess:

<http://velkess.com/flywheel.html>

[8] Zekalabs TinoPrime Isolated Converter 10kW, 800V:

<https://www.zekalabs.com/products/isolated-power-converters/dc-dc-10kw-800v>

[9] Technical Manual ABB Terra AC:

<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107680A8812&LanguageCode=el&DocumentPartId=&Action=Launch>

[10] Technical Manual Yaskawa D1000:

https://www.yaskawa.eu.com/Global%20Assets/Downloads/Technical_Documentation/Inverter_Drives/D1000/D1000_TM_EN_SIEP_C710656_06C_2_0.pdf

[11] Technical Manual Yaskawa L1000A:

https://www.yaskawa.eu.com/Global%20Assets/Downloads/Technical_Documentation/Inverter_Drives/L1000A/L1000A_TM_EN_SIEP_C710616_33H_7_0.pdf

[12] Datasheet TDK LCL Filters for converters and power electronics:

https://www.yaskawa.eu.com/Global%20Assets/Downloads/Technical_Documentation/Inverter_Drives/D1000/B84143GQ-RS176-7-7659.pdf

[13] JRC Photovoltaic Geographical Information System:

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

[14] Global Solar Atlas:

<https://globalsolaratlas.info/map?c=40.313305,21.656799,11&s=40.371136,21.755676&m=site&pv=small,180,34,4>

Αναφορά σε δημοσίευση σε επιστημονικό περιοδικό:

[15] Donald Vollrath, Magnetek Inc, Regenerative Elevator Drives: What, How and Why, (2010) 95-99.

[16] Boonyang Plangklang, Sittichai Kantawong, Study of Power Generation for Permanent Magnet Motor Elevator by Energy Regenerative Unit (EERU), (2014) 591-597.

[17] Yongming Zhang, Zhe Yan, Feng Yuan, Jiawei Yao, and Bao Ding, A Novel Reconstruction Approach to Elevator Energy Conservation Based on a DC Micro-Grid in High-Rise Buildings, (2018), 1-17.

[18] Kun-Yu Lin and Kuang-Yow Lian, Actual Measurement on Regenerative Elevator Drive and Energy Saving Benefits.

[19] Dinesh Kumar, Firuz Zare, Arindam Ghosh, DC Microgrid Technology: System Architectures, AC Grid Interfaces, Grounding Schemes, Power Quality, Communication Networks, Applications, and Standardizations Aspects, (2017), 12231-12256.

[20] Amirreza Naderipour, Hedayat Saboori, Hasan Mehrjerdi, Shahram Jadid, Zulkurnain Abdul-Malek, Sustainable and reliable hybrid AC/DC microgrid planning considering technology choice of equipment.

Αναφορά σε βιβλίο:

[21] ISR-University of Coimbra, Energy Efficient Elevator and Escalators, Portugal, 2010.

[22] Andrzej Sobczyk, Improvement of Hydraulic System Efficiency by means of Energy Recuperation, Krakow, 2011.

Συνομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια

κ.λπ.

Απόδοση ξενόγλωσσων όρων

Απόδοση

Χωρίς ψήκτρες

Ξενόγλωσσος όρος

brushless