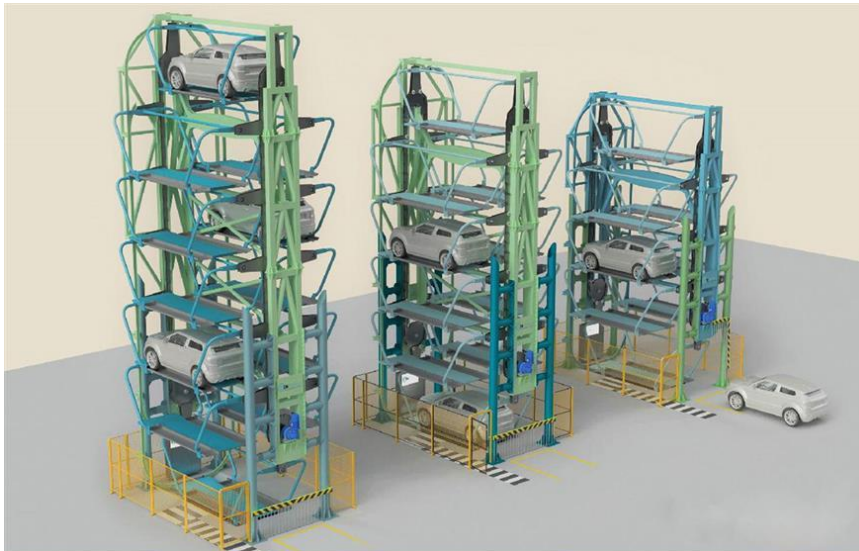




ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«Ανάπτυξη αυτοματοποιημένου μηχανικού
συστήματος στάθμευσης αυτοκίνητων»



Γαζάνη Άννα
517015

Κιοσκερίδης Ιορδάνης

Θεσσαλονίκη 2023

Τίτλος Δ.Ε. Ανάπτυξη αυτοματοποιημένου μηχανικού συστήματος στάθμευσης αυτοκινήτων

Κωδικός Δ.Ε. 21336

Όνοματεπώνυμο φοιτήτριας: Άννα Γαζάνη

Όνοματεπώνυμο εισηγητή: Ιορδάνης Κιοσκερίδης

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 3/10/2022

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 19/9/2023

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Γαζάνης Άννας που την εκπόνησε.. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

**Στους γονείς μου
Δημήτρη και Μαρία**

Πρόλογος

Η ταχεία αύξηση των οχημάτων τα τελευταία χρόνια έχει προκαλέσει έντονη κυκλοφοριακή συμφόρηση κυρίως στα αστικά κέντρα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι χώροι και οι εγκαταστάσεις στάθμευσης οχημάτων δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν τη ραγδαία αύξηση των αυτοκινήτων. Το μέλλον των έξυπνων συστημάτων στάθμευσης φαίνεται πολλά υποσχόμενο. Οι τεχνολογίες πίσω από τη λύση περιλαμβάνουν το IoT, την τεχνητή νοημοσύνη, τη μηχανική μάθηση και την επαυξημένη πραγματικότητα. Η αξιοποίηση αυτών των καινοτομιών μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση των προκλήσεων της αστικοποίησης και στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων στάθμευσης.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να παρουσιάσει ένα αυτοματοποιημένο μηχανικό σύστημα στάθμευσης, το οποίο σχεδιάζεται στο πλαίσιο ενός ερευνητικού προγράμματος που είναι σε εξέλιξη, συμβάλλοντας στην διαχείριση του προβλήματος οργάνωσης των χώρων και εξασφαλίζοντας μια ισορροπία στο οδικό δίκτυο. Το προτεινόμενο σύστημα βασίζεται στα PLC και επιτρέπει την αυτοματοποίηση των δεδομένων βελτιστοποιώντας την διαχείριση του διαθέσιμου χώρου για την καλύτερη οργάνωση μιας περιοχής. Το σύστημα στάθμευσης έχει υψηλής ποιότητας διαμόρφωση, έξυπνο έλεγχο, απλή λειτουργία, ευελιξία και ανθεκτικότητα και είναι οικονομικό και πρακτικό.

Η επιλογή για την μελέτη του συγκεκριμένου θέματος έγινε με σκοπό να παρουσιαστεί ένα σύστημα στάθμευσης το οποίο θα βελτιώσει το βιοτικό επίπεδο, θα μειώσει τους χρόνους μετακίνησης, θα δημιουργήσει ένα οικολογικό περιβάλλον και γενικότερα θα αλλάξει την καθημερινότητα των ανθρώπων ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις όπου παρατηρείται το ζήτημα της στάθμευσης.

Περίληψη

Η μελέτη που διεξήχθη μέσα στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας με θέμα «Ανάπτυξη αυτοματοποιημένου μηχανικού συστήματος στάθμευσης αυτοκινήτων», περιλαμβάνει την παρουσίαση ενός καινοτόμου συστήματος στάθμευσης οχημάτων.

Το παρόν σύγγραμμα χωρίζεται σε 5 κύριες θεματικές ενότητες: την παρουσίαση ενός συστήματος που θα προσφέρει λύση στο ζήτημα της στάθμευσης, τα μηχανικά και ηλεκτρολογικά συστήματα της κατασκευής, τον ηλεκτρολογικό πίνακα τριών φάσεων, τον προγραμματισμό σε γλώσσα Ladder και η προσομοίωση του μέσω του προγράμματος της SIEMENS και τα συμπεράσματα από την έρευνα μέσα στο πλαίσιο της εργασίας.

Στο κεφάλαιο 1^ο γίνεται μια μικρή ιστορική αναδρομή για την εμφάνιση των πρώτων αυτοκινήτων στο κόσμο και στην Ελλάδα βελτιώνοντας σε ένα μεγάλο ποσοστό το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων προκαλώντας όμως σοβαρά προβλήματα κυκλοφοριακής συμφόρησης λόγω της έλλειψης θέσεων στάθμευσης. Θα μελετήσουμε τις κύριες συνέπειες και θα προτείνουμε λύσεις για την μείωση του προβλήματος κυρίως στα αστικά κέντρα. Μια από τις λύσεις είναι και το αυτοματοποιημένο μηχανικό περιστροφικό σύστημα έξυπνης τεχνολογίας όπου θα γίνει μια μικρή αναφορά σε παρόμοιες κατασκευές που έγιναν στο κόσμο τα προηγούμενα χρόνια.

Στο κεφάλαιο 2^ο θα αναφερθούμε στο μηχανολογικό σχέδιο της κατασκευής και θα μελετήσουμε τα βασικά μέρη του συστήματος και τον τρόπο λειτουργίας τους. Θα εστιάσουμε στα είδη των αισθητηρίων που χρησιμοποιούνται για την παροχή της ασφαλούς εισόδου και εξόδου του οχήματος και του πελάτη στο χώρο.

Στο κεφάλαιο 3^ο δίνεται έμφαση στον ηλεκτρολογικό πίνακα τριών φάσεων και τα μέρη από τα οποία αποτελείται συμβάλλοντας για την τροφοδότηση και τον έλεγχο των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων όπως είναι οι κινητήρες και οι αισθητήρες.

Στο κεφάλαιο 4^ο θα γίνει ο προγραμματισμός του PLC σε γλώσσα Ladder και η προσομοίωση του με τη βοήθεια του προγράμματος TIA PORTAL V16. Θα παρουσιαστούν οι βασικοί έλεγχοι που πραγματοποιούνται για τη λειτουργία του συστήματος στάθμευσης.

Στο κεφάλαιο 5^ο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από την μελέτη πάνω στη κατασκευή του συστήματος και γίνεται αναφορά σε μελλοντικές ενέργειες που θα μπορούσαν να βελτιώσουν το ζήτημα της στάθμευσης και την εξυπηρέτηση των ανθρώπων.

Development of an automated mechanical car parking system

Anna Gazani

Abstract

The present study, carried out as part of a project on "Development of an automated mechanical car parking system", includes the presentation of an innovative vehicle parking system.

This project is divided into 5 main thematic sections: the presentation of a parking system that will offer a solution to the parking issue, the mechanical and electrical systems of the construction, the three-phase electrical panel, the programming in Ladder language and the simulation through the SIEMENS program and the conclusions from the research within the framework of the work.

In chapter 1 there is a small historical review of the appearance of the first cars in the world and in Greece, improving to a large extent the livelihood of the people, but causing serious problems of traffic congestion due to the lack of parking spaces. We will study the main consequences and propose solutions to reduce the problem mainly in urban centers. One of the solutions is the automated mechanical rotary system of smart technology where a small reference will be made to similar constructions made in the world in previous years.

In chapter 2 we will refer to the mechanical design of the construction and study the main parts of the system and their mode of operation. We will focus on the types of sensors used to provide safe vehicle and customer entry into the space.

In chapter 3 emphasis is placed on the three-phase electrical panel and the parts of which it is composed, contributing to the supply and control of electrical installations such as motors and sensors.

In chapter 4, PLC programming will be done in Ladder language and the simulation with the help of TIA PORTAL V16 program. The basic checks carried out for the operation of the parking system will be presented.

In chapter 5, the conclusions from the study on the construction of the system are presented and reference is made to future actions that could improve the issue of parking and the service of people.

Ευχαριστίες

Με την περάτωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνηση της. Πρώτα από όλα, στον επιβλέπων καθηγητή μου, κύριο Κιοσκερίδη Ιορδάνη για την συνεχή καθοδήγηση, τις εποικοδομητικές υποδείξεις του, τις ουσιώδεις συμβουλές του, καθώς επίσης και την αδιάκοπη ενθάρρυνση και συμπαράσταση που μου παρείχε από την αρχή μέχρι το τέλος. Η ολοκλήρωση της εργασίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την πολύτιμη υποστήριξη του κ. Αριστείδη Παπαθανασίου και τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για να μου δώσει εξηγήσεις πάνω στο κομμάτι των PLC και του προγράμματος προσομοίωσης.

Στις σπουδές μου ήταν καθοριστική η συμβολή των καθηγητών μου στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολούθησα, στους οποίους οφείλω να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες για την υποστήριξη και την βοήθεια τους στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Ευχαριστώ θερμά τους συμφοιτητές και φίλους μου που με υποστήριζαν και υπήρξαν συνοδοιπόροι σε αυτήν την προσπάθεια.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, οι οποίοι πίστεψαν σε εμένα και ήταν δίπλα μου από την πρώτη στιγμή δίνοντάς μου θάρρος, δύναμη και υπομονή για την πραγματοποίηση του στόχου μου.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	vii
Περιεχόμενα	viii
Κατάλογος Πινάκων	xi
Κατάλογος Εικόνων	xi
Κατάλογος Σχημάτων	xiii
Κεφάλαιο 1ο: Ένα καινοτόμο σύστημα στάθμευσης.....	1
1.1 Το αυτοκίνητο	1
1.2 Το πρόβλημα της στάθμευσης και οι βασικοί παράγοντες.....	2
1.2.1 Οι κύριες συνέπειες.....	3
1.2.2 Εναλλακτικές λύσεις	5
1.3 Χαρακτηριστικά της στάθμευσης.....	5
1.3.1 Οι συντελεστές που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της στάθμευσης	7
1.4 Κατηγοριοποίηση των χώρων στάθμευσης.....	8
1.4.1 Κατηγοριοποίηση ως προς το είδος.....	8
1.4.2 Κατηγοριοποίηση ως προς τη θέση στο οδικό δίκτυο	8
1.4.3 Κατηγοριοποίηση ως προς τη χρήση τους.....	9
1.4.4 Κατηγοριοποίηση ως προς τον έλεγχο της στάθμευσης.....	10
1.5 Έξυπνη πόλη	10
1.5.1 Έξυπνη μεταφορά και κινητικότητα	11
1.6 Η ιδέα ενός αυτόματου συστήματος στάθμευσης.....	11
1.7 Ιστορική αναδρομή	12
1.8 Τα καινοτόμα χαρακτηριστικά.....	14
1.8.1 Τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence).....	15
1.8.2 Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of things)	15
1.8.3 Big Data (BD).....	17
1.8.4 Πράσινη Ενέργεια.....	17
1.8.5 Φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων	18
1.9 Τα υποσυστήματα στο επίπεδο εφαρμογών	18
1.9.1 Εφαρμογή Application (Android & iOS) για την διεπαφή του οδηγού του οχήματος.....	18
1.9.2 Επεξεργασία, ανάλυση και αποθήκευση δεδομένων με την χρήση ενός κεντρικού διακομιστή (Server) 19	19

1.9.3	Διαδικτυακή πλατφόρμα για την διαχείριση των χώρων στάθμευσης.....	19
1.9.4	Τεχνητή νοημοσύνη για την αναπροσαρμογή των τιμών.....	20
Κεφάλαιο 2ο: Μηχανικά και ηλεκτρολογικά συστήματα		21
2.1	Η κυρίως δομή και λειτουργία.....	21
2.2	Ηλεκτρονικά εξαρτήματα	24
2.3	Τρόπος διασύνδεσης.....	25
2.4	Είδη αισθητήριων οργάνων.....	26
2.4.1	Αισθητήρας βάρους.....	26
2.4.2	Αισθητήρας ύψους και πλάτους.....	27
2.4.3	Αισθητήρας θέσης.....	28
2.4.4	Αισθητήρας κίνησης.....	29
2.4.5	Αισθητήρας θέσης της πλατφόρμας.....	30
2.4.6	Αισθητήρας ID πλατφόρμας.....	30
2.4.7	Αισθητήρας Πυρασφάλειας.....	31
2.4.8	Αισθητήρας Button Ασφαλείας.....	31
2.5	Κινητήρες.....	32
2.5.1	Πολικά και φασικά μέρη	33
2.6	Ηλεκτρικοί διακόπτες.....	35
2.6.1	Διακόπτες ορίων.....	35
2.7	Περιφερειακές συσκευές.....	35
Κεφάλαιο 3ο: Ηλεκτρολογικός πίνακας τριών φάσεων		37
3.1	Ανάπτυξη ηλεκτρολογικού πίνακα.....	37
3.2	Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC)	38
3.3	Ρελέ	40
3.4	Επιτηρητής φάσεων	41
3.5	Θερμικό υπερφόρτισης.....	42
3.6	Ρυθμιστής στροφών	43
3.7	Οθόνη ρυθμιστή στροφών	43
3.8	Ασφάλεια ηλεκτρονικό φρένο	44
3.9	Μικροαυτόματος.....	44
3.10	Τροφοδοτικό.....	45
Κεφάλαιο 4ο: Προγραμματισμός και προσομοίωση του συστήματος στάθμευσης.....		46
4.1	Περιβάλλον ανάπτυξης για τον προγραμματισμό του PLC.....	46

4.1.1	Περιγραφή βασικών επιλογών	46
4.2	Πίνακας ετικετών	47
4.3	Απεικόνιση PLC [CPU 1214C].....	49
4.4	Είσοδος του οχήματος.....	50
4.5	Κλήση πλατφόρμας	54
4.6	Κατεύθυνση της πλατφόρμας.....	56
4.7	Άνοιγμα και κλείσιμο πόρτας.....	58
4.8	Συναγερμός	61
4.9	Χειροκίνητος έλεγχος	64
4.10	Προσομοίωση.....	68
Κεφάλαιο 5^ο: Συμπεράσματα.....		77
5.1	Συμπεράσματα.....	77
5.2	Μελλοντικές βελτιώσεις του συστήματος.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		79

Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 :ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΉΞΥΠΙΝΗΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ.....	16
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	25

Κατάλογος Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1.1: ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΑΥΤΟΚΙΝΟΥΜΕΝΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΟΧΗΜΑ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ	1
ΕΙΚΟΝΑ 1.2: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ (PRICEFOX).....	3
ΕΙΚΟΝΑ 1.3:ΩΡΙΑΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ 2021 (PRICEFOX).....	4
ΕΙΚΟΝΑ 1.4: ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ (ΦΡΑΝΤΖΕΣΚΑΚΗΣ 2002) [6].....	9
ΕΙΚΟΝΑ 1.5: ΉΞΥΠΙΝΗ ΠΟΛΗ.....	11
ΕΙΚΟΝΑ 1.6: ΤΟ ΓΚΑΡΑΖ ΣΤΗΝ RUE DE RONTHIEU (ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΤΗΚΕ)	12
ΕΙΚΟΝΑ 1.7: ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ 48 ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΟΥ ΣΙΚΑΓΟ (WESTINGHOUSE ELECTRIC AND MANUFACTURING COMPANY, 1936)	13
ΕΙΚΟΝΑ 1.8: Η NASH MOTOR COMPANY ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΕ ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΚΙΝΓΚ ΑΠΟ ΓΥΑΛΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΚΘΕΣΗ CENTURY OF PROGRESS TO 1933).....	14
ΕΙΚΟΝΑ 1.9: ΣΥΣΤΗΜΑ ΉΞΥΠΙΝΗΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ ΜΕ ΙΟΥΤ	17
ΕΙΚΟΝΑ 2.1: ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ [25].....	22
ΕΙΚΟΝΑ 2.2: ΠΑΛΕΤΑ [26]	22
ΕΙΚΟΝΑ 2.3: ΓΡΑΝΑΖΙ [28]	23
ΕΙΚΟΝΑ 2.4: ΑΛΥΣΙΔΑ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ [29]	23
ΕΙΚΟΝΑ 2.5: ΡΟΥΜΕΛΑΝ ΤΡΟΧΟΥ [31]	24
ΕΙΚΟΝΑ 2.6: ΡΑΒΔΟΣ ΔΟΚΟΥ [32].....	24
ΕΙΚΟΝΑ 2.7: ΠΛΑΤΙΣΙΟ [26]	24
ΕΙΚΟΝΑ 2.8: ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΔΥΝΑΜΟΚΥΨΕΛΕΣ ΣΤΟΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΑΞΟΝΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ.....	27
ΕΙΚΟΝΑ 2.9: Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ	28
ΕΙΚΟΝΑ 2.10: ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ULTRASONIC ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ.....	29
ΕΙΚΟΝΑ 2.11: ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΜΟΤΙΟΝ DETECTION ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	29
ΕΙΚΟΝΑ 2.12: ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ.....	30
ΕΙΚΟΝΑ 2.13: ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ RFID	31
ΕΙΚΟΝΑ 2.14: BUTTON ΕΠΑΦΗΣ.....	31
ΕΙΚΟΝΑ 2.15: ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	33
ΕΙΚΟΝΑ 2.16: ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ.....	33
ΕΙΚΟΝΑ 2.17: ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΑΣΤΕΡΑ	34
ΕΙΚΟΝΑ 2.18: ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΡΙΓΩΝΟ	34
ΕΙΚΟΝΑ 2.19: ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΜΠΑΡΑ ΕΛΕΓΧΟΥ MOTORLINE KBM6.....	36
ΕΙΚΟΝΑ 3.1: PLC SIEMENS S7-1200 1214C.....	40
ΕΙΚΟΝΑ 3.2: SIEMENS 3RT2026-1AP00.	41
ΕΙΚΟΝΑ 3.3: SIEMENS 160-690V AC 2CO: 3UG4614-1BR20.....	42
ΕΙΚΟΝΑ 3.4: SIEMENS 3RU2136-4GB0	42
ΕΙΚΟΝΑ 3.5:SIEMENS SINAMICS G120C 6SL3210-1KE22-6AF1.....	43
ΕΙΚΟΝΑ 3.6: SIEMENS 6SL3255-0AA00-4CA1.....	44

EIKONA 3.7: SIEMENS SINAMICS BRAKING RESISTOR R=300HM 6SL3201-0BE23-8AA0.....	44
EIKONA 3.8: ABB 40A S203-K40.....	45
EIKONA 3.9: SIEMENS 6EP1437-2BA20	45
EIKONA 4.1:PLC TAGS.....	48
EIKONA 4.2: ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥ PLC ΜΕ ΤΗΝ ΘΘΟΝΗ ΗΜΙ	49
EIKONA 4.3: ΕΙΣΟΔΟΙ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΙ ΤΟΥ PLC	49
EIKONA 4.4: ΕΚΚΙΝΗΣΗ	50
EIKONA 4.5: ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ "START"	50
EIKONA 4.6: ΔΙΑΚΟΠΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	51
EIKONA 4.7: ΕΙΣΟΔΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΜΠΑΡΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	51
EIKONA 4.8: ΑΝΟΙΧΤΗ ΜΠΑΡΑ ΕΙΣΟΔΟΥ	51
EIKONA 4.9: ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΤΗΣ ΜΠΑΡΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ.....	52
EIKONA 4.10: ΞΕΟΔΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΜΠΑΡΑ ΕΞΟΔΟΥ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	52
EIKONA 4.11: ΑΝΟΙΧΤΗ ΜΠΑΡΑ ΕΞΟΔΟΥ	52
EIKONA 4.12: ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΤΗΣ ΜΠΑΡΑΣ ΕΞΟΔΟΥ.....	53
EIKONA 4.13: ΈΛΕΓΧΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	53
EIKONA 4.14: ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΟΝ 1 ^ο ΟΡΟΦΟ	54
EIKONA 4.15: ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΟΝ 2 ^ο ΟΡΟΦΟ	55
EIKONA 4.16: ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΟΝ 3 ^ο ΟΡΟΦΟ	55
EIKONA 4.17: ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΟΝ 4 ^ο ΟΡΟΦΟ	56
EIKONA 4.18: ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΟΤΕΡ ΚΑΤΩ (1 ^ο ΟΡΟΦΟΣ).....	56
EIKONA 4.19: ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΟΤΕΡ ΠΑΝΩ (ΑΠΟ 1 ^ο ΟΡΟΦΟ ΣΤΟΝ 2 ^ο ΟΡΟΦΟ).....	57
EIKONA 4.20: ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΟΤΕΡ ΚΑΤΩ (ΑΠΟ 3 ^ο Η 4 ^ο ΟΡΟΦΟ ΣΤΟΝ 2 ^ο ΟΡΟΦΟ).....	57
EIKONA 4.21: ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΟΤΕΡ ΠΑΝΩ (ΑΠΟ 1 ^ο ΟΡΟΦΟ Η 2 ^ο ΟΡΟΦΟ ΣΤΟΝ 3 ^ο ΟΡΟΦΟ).....	57
EIKONA 4.22: ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΟΤΕΡ ΚΑΤΩ (ΑΠΟ ΤΟΝ 4 ^ο ΟΡΟΦΟ ΣΤΟΝ 3 ^ο ΟΡΟΦΟ).....	58
EIKONA 4.23: ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΟΤΕΡ ΠΑΝΩ (ΑΠΟ ΟΠΟΙΟΝΔΗΠΟΤΕ ΟΡΟΦΟ ΣΤΟΝ 4 ^ο ΟΡΟΦΟ)....	58
EIKONA 4.24: ΕΝΤΟΛΗ "ΝΑ ΑΝΟΙΞΕΙ Η ΠΟΡΤΑ ΣΤΟΝ 1 ^ο ΟΡΟΦΟ"	58
EIKONA 4.25: ΑΝΟΙΓΕΙ Η 1 ^η ΠΟΡΤΑ.....	59
EIKONA 4.26: ΕΝΤΟΛΗ "ΝΑ ΑΝΟΙΞΕΙ Η ΠΟΡΤΑ ΣΤΟΝ 2 ^ο ΟΡΟΦΟ"	59
EIKONA 4.27: ΑΝΟΙΓΕΙ Η 2 ^η ΠΟΡΤΑ	59
EIKONA 4.28: ΕΝΤΟΛΗ "ΝΑ ΑΝΟΙΞΕΙ Η ΠΟΡΤΑ ΣΤΟΝ 3 ^ο ΟΡΟΦΟ"	60
EIKONA 4.29: ΑΝΟΙΓΕΙ Η 3 ^η ΠΟΡΤΑ.....	60
EIKONA 4.30: ΕΝΤΟΛΗ "ΝΑ ΑΝΟΙΞΕΙ Η ΠΟΡΤΑ ΣΤΟΝ 4 ^ο ΟΡΟΦΟ"	60
EIKONA 4.31: ΑΝΟΙΓΕΙ Η 4 ^η ΠΟΡΤΑ.....	61
EIKONA 4.32: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΕΜΠΟΔΙΟΥ ΠΟΡΤΑΣ	61
EIKONA 4.33: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΕΜΠΟΔΙΟΥ ΜΠΑΡΑΣ	61
EIKONA 4.34: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΥΠΕΡΦΟΡΤΩΣΗΣ.....	62
EIKONA 4.35: ΈΝΔΕΙΞΗ "ALARM"	62
EIKONA 4.36: ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ALARM (ΠΟΡΤΑΣ, ΜΠΑΡΑΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΦΟΡΤΩΣΗΣ).....	63
EIKONA 4.37: ΈΝΔΕΙΞΗ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ	63
EIKONA 4.38: ΈΝΔΕΙΞΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΧΩΡΟΥ	63
EIKONA 4.39: ΈΝΔΕΙΞΗ ΜΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΧΩΡΟΥ	64
EIKONA 4.40: ΈΛΕΓΧΟΣ ΜΠΑΡΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΜΕ ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟ Η ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΤΡΟΠΟ.....	64
EIKONA 4.41: ΈΛΕΓΧΟΣ ΜΠΑΡΑΣ ΕΞΟΔΟΥ ΜΕ ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟ Η ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΤΡΟΠΟ.....	65
EIKONA 4.42: ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ "ΠΑΝΩ".....	65
EIKONA 4.43: ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ "ΚΑΤΩ"	66
EIKONA 4.44: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ 1 ^{ης} ΠΟΡΤΑΣ.....	66

ΕΙΚΟΝΑ 4.45: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ 2 ^{ΗΣ} ΠΟΡΤΑΣ.....	67
ΕΙΚΟΝΑ 4.46: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ 3 ^{ΗΣ} ΠΟΡΤΑΣ.....	67
ΕΙΚΟΝΑ 4.47: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ 4 ^{ΗΣ} ΠΟΡΤΑΣ.....	67
ΕΙΚΟΝΑ 4.48: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ RUN PLC	68
ΕΙΚΟΝΑ 4.49: ΟΘΟΝΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	68
ΕΙΚΟΝΑ 4.50: ΟΘΟΝΗ ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	69
ΕΙΚΟΝΑ 4.51: ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ.....	69
ΕΙΚΟΝΑ 4.52: ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ.....	70
ΕΙΚΟΝΑ 4.53: ΕΙΣΟΔΟΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ.....	70
ΕΙΚΟΝΑ 4.54: ΚΛΗΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΣΤΟΝ 1 ^Ο ΟΡΟΦΟ	71
ΕΙΚΟΝΑ 4.55: ΑΝΟΙΓΜΑ 1 ^{ΗΣ} ΠΟΡΤΑΣ.....	71
ΕΙΚΟΝΑ 4.56: ΚΙΝΗΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΠΑΝΩ.....	72
ΕΙΚΟΝΑ 4.57: ΑΝΟΙΓΜΑ 3 ^{ΗΣ} ΠΟΡΤΑΣ.....	72
ΕΙΚΟΝΑ 4.58: ΚΙΝΗΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ	73
ΕΙΚΟΝΑ 4.59: ΈΝΔΕΙΞΗ ΕΜΠΟΔΙΟΥ ΜΠΑΡΑΣ ΚΑΙ ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	73
ΕΙΚΟΝΑ 4.60: RESET ALARM	74
ΕΙΚΟΝΑ 4.61: ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	74
ΕΙΚΟΝΑ 4.62: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΜΠΑΡΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΠΑΝΩ	75
ΕΙΚΟΝΑ 4.63: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΜΠΑΡΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΤΩ.....	75
ΕΙΚΟΝΑ 4.64: ΑΝΟΙΓΜΑ ΤΗΣ 2 ^{ΗΣ} ΠΟΡΤΑΣ.....	76
ΕΙΚΟΝΑ 4.65: ΚΙΝΗΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΠΑΝΩ.....	76

Κατάλογος Σχημάτων

ΣΧΗΜΑ 2.1: INTERFACE.....	25
---------------------------	----

Κεφάλαιο 1ο: Ένα καινοτόμο σύστημα στάθμευσης

1.1 Το αυτοκίνητο

Τον 19^ο αιώνα έγινε η αφετηρία της σύγκρουσης μεταξύ των συγκοινωνιακών υποδομών και του πολεοδομικού σχεδιασμού. Το αυτοκίνητο σήμερα είναι περίπου εκατόν είκοσι ετών και αποτελεί μια ιδιότυπη καινοτομία που έθεσε τις βάσεις για την βιομηχανική ανάπτυξη, την οικονομική εξέλιξη και την κοινωνική πρόοδο. Η ταχύτερη, η αυτόνομη και η ελεύθερη μετακίνηση στο χώρο χάρη στο αυτοκίνητο ελαχιστοποίησε τις μετακινήσεις με τα λεωφορεία, τρένα, τραμ και ποδήλατα. Επομένως είναι ένα από τα πιο καταναλωτικά προϊόντα που άλλαξε ριζικά και διευκόλυνε την μετακίνηση των ανθρώπων γίνοντας άμεσα αποδεκτό στην κοινωνία. Κατασκευάστηκε για να αντικαταστήσει τις άμαξες με τα άλογα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα πρώτα αυτοκίνητα είχαν υψηλό κόστος και δεν ήταν τόσο αξιόπιστα καθώς εμφάνιζαν πάρα πολλές βλάβες.

Ο μηχανολόγος μηχανικός Nicolas Joseph Cougnot κατασκεύασε το πρώτο ατμοκίνητο όχημα το 1769 στην Γαλλία. Το όχημα που σχεδιάστηκε ήταν ένα πολύ ογκώδες με δύο τροχούς κάρο και με ένα τρίτο τροχό μπροστά για την στήριξη ενός χάλκινου λέβητα για τον μηχανισμό της κίνησης. Επιπλέον έπρεπε να ακινητοποιούνται κάθε δέκα έως δεκαπέντε λεπτά για να ενισχύει την δύναμη του ατμού. Ο λέβητας ατμού και η μηχανή ήταν ξεχωριστά μέρη από το υπόλοιπο του οχήματος. Η τροφοδοσία του οχήματος γινόταν με τις μηχανές ατμού με το κάψιμο των καυσίμων που θέρμαιναν το ύδωρ σε έναν λέβητα δημιουργώντας ατμό ο οποίος ωθούσε τα έμβολα που γύριζαν το στροφαλοφόρο άξονα, ο οποίος γύριζε τις ρόδες [1, 2].



Εικόνα 1.1: Το πρώτο αυτοκινούμενο μηχανικό όχημα στον κόσμο

Μετά από ένα χρόνο ο Siegfried Marcus εφηύρε ένα αυτοκίνητο με μηχανή εσωτερικής καύσης και πραγματοποίησε διαδρομή 19,3 χλμ με μέση ταχύτητα 6,4 χλμ/ώρα και ισχύ 0,5 ίππους. Μια μηχανή εσωτερικής καύσης είναι ένας κινητήρας στον οποίο μέσα γίνεται η καύση του καυσίμου. Αργότερα τα αυτοκίνητα εξελίχτηκαν και μπορούσαν να καλύψουν σε μικρότερο χρόνο μεγαλύτερες αποστάσεις [3].

Στην Ελλάδα, το 1894 εμφανίστηκε η πρώτη «αυτοκίνητη άμαξα» από τον Νικόλαο Κοντογιαννάκη στην Αθήνα. Υποστηρίζεται ότι ήταν μάρκας Peugeot, διθέσιο και με μονοκύλινδρη μηχανή δύο ίππων, τρίτροχο. Κυκλοφόρησε μόνο είκοσι ημέρες επειδή ήταν ελαττωματικό και δεν υπήρχε μηχανικός να το επισκευάσει. Το 1896 έρχεται από την Γαλλία το επόμενο αυτοκίνητο, ένα Decauville 4 ίππων, από τον Κωνσταντίνο Χρηστομάνο. Παρομοίως, υπήρχαν μηχανολογικά

προβλήματα που δεν μπορούσαν να επιδιορθούν. Από το 1900 και για περίπου επτά έτη κυκλοφορούσε στην Αθήνα ένα επταθέσιο ηλεκτροκίνητο όχημα γερμανικής κατασκευής το οποίο όμως μπορούσε να διανύσει ελάχιστα χιλιόμετρα. Το 1901 έγινε η εμφάνιση του πρώτου αυτοκινήτου-ταξί με οδηγό τον Αλέξανδρο Μπαχάουερ, ο οποίος ήταν και ο πρώτος με άδεια σοφέρ στην Ελλάδα. Το 1907 κυκλοφορούσαν επτά αυτοκίνητα στους δρόμους της Αθήνας και το 1912 συνολικά 65 σε όλη την Ελλάδα. Μέχρι το 1909 δεν είχε κανένα αυτοκίνητο αριθμό κυκλοφορίας. Το πρώτο αριθμό τον πήρε ένα Lorraine Dietrich του Στέφανου Ράλλη [4]. Η διάδοση των αυτοκινήτων ήταν αρκετά περιορισμένη λόγω του υψηλού κόστους αγοράς, της συντήρησης τους και των καυσίμων. Επιπλέον η έλλειψη εξειδικευμένων μηχανικών για την επισκευή τυχόν βλαβών, η έλλειψη κατάλληλων ανταλλακτικών καθώς και το ακατάλληλο οδικό δίκτυο αποθάρρυναν την χρήση των αυτοκινήτων.

Με το πέρασμα του χρόνου η κατασκευή των αυτοκινήτων έχει βελτιωθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό προσφέροντας ομαλή και ασφαλή κίνηση, άνετα και ευρύχωρα καθίσματα με ζώνες ασφαλείας, συστήματα κλιματισμού, στερεοφωνικό, αερόσακους σε περίπτωση ατυχήματος, αρκετό αποθηκευτικό χώρο και άλλες ανέσεις που διευκολύνουν την μετακίνηση των ανθρώπων. Το αυτοκίνητο έχει αλλάξει τον κόσμο και έχει πρωταγωνιστικό ρόλο στην ζωή των ανθρώπων. Πλέον υπάρχει τεράστια ποικιλία οχημάτων όπως mini, cabrio, coupe, 4x4, οικογενειακά με αποτέλεσμα να μπορεί ο καθένας να επιλέξει αυτό που του ταιριάζει και να καλύψει τις ανάγκες του. Σήμερα, στο προσκήνιο της αυτοκινητιστικής βιομηχανίας βρίσκονται τα ηλεκτροκίνητα οχήματα προσφέροντας καλύτερες αποδόσεις, μακροπρόθεσμα μεγαλύτερη οικονομία και προστασία του περιβάλλοντος ενώ ταυτόχρονα έχει ήδη ξεκινήσει η εμφάνιση αυτόνομων αυτοκινήτων. Στο μέλλον αναμένουμε να δούμε αυτοκίνητα που κινούνται με περιορισμένη παρέμβαση του οδηγού αξιοποιώντας στο έπακρον τις δυνατότητες της τεχνολογίας με σκοπό την ασφάλεια και την ελαχιστοποίηση των ατυχημάτων. Προβλέπονται οχήματα στα οποία ο οδηγός θα είναι απλώς ένας επιβάτης χωρίς να έχει κάποια επαφή με την οδήγηση [5].

1.2 Το πρόβλημα της στάθμευσης και οι βασικοί παράγοντες

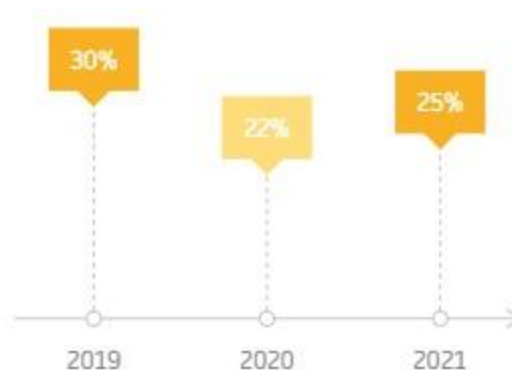
Με την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση των αυτοκινήτων, έχουν εμφανιστεί σοβαρά προβλήματα στην κυκλοφορία λόγω της αύξησης του αριθμού δείκτη ιδιοκτησίας I.X. Τα μεγάλα αστικά κέντρα δεν είναι κατάλληλα σχεδιασμένα για να εξυπηρετούν των απρόσμενο αριθμό οχημάτων. Το ζήτημα της στάθμευσης καθίσταται εμφανές λόγω της αυξανόμενης χρήσης οχημάτων παρόλο του σταθερού αριθμού των θέσεων πάρκινγκ στα κέντρα των πόλεων. Η προσφορά χώρων στάθμευσης είναι μικρή σε σχέση με τα αυτοκίνητα που κυκλοφορούν καθημερινά με αποτέλεσμα η στάθμευση των οχημάτων να γίνεται μείζον πρόβλημα στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Οι βασικοί παράγοντες που προκαλούν το πρόβλημα της στάθμευσης σύμφωνα με τον Φραντζεσκάκης είναι οι εξής [6] :

1. Μικρή ποσότητα προσφοράς χώρων στάθμευσης. Υπάρχουν περιπτώσεις που οι χώροι οι οποίοι είναι διαθέσιμοι για στάθμευση είναι πολύ λιγότεροι από ότι η κυκλοφορία των αυτοκινήτων σε μια μεγάλη έκταση περιοχής.
2. Λάθος εκμετάλλευση των χώρων στάθμευσης. Συγκεκριμένα κάποιοι χώροι στάθμευσης μπορεί να υπολειτουργούν, λόγω της κακής χωροταξικής τους διάταξης ή λόγω του υψηλού κόστους στάθμευσης. Η διαδικασία αυτή έχει και διαχειριστικά προβλήματα, καθώς οι ιδιώτες ή ο κρατικός φορέας που εκμεταλλεύονται ένα χώρο στάθμευσης πολλές φορές με το υψηλό κόστος δεν προτρέπει τους οδηγούς να σταθμεύουν σε αυτόν.

3. Η λανθασμένη χωροταξική διάταξη των θέσεων στάθμευσης σχετίζεται με τον σχεδιασμό ενός χώρου στάθμευσης. Εάν η διάταξη των θέσεων στάθμευσης σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές κατηγορίες οχημάτων και όχι αναμειγνύοντας διαφορετικούς τύπους, αυτό μπορεί να οδηγήσει στην καλύτερη και αποτελεσματικότερη διαχείριση του διαθέσιμου χώρου.
4. Η απουσία πολιτικής και κοινωνικής παρακίνησης για ύπαρξη ή δημιουργία εναλλακτικών τρόπων μεταφοράς που θα μειώσουν το πρόβλημα κυκλοφορίας, μεγεθύνει το πρόβλημα της στάθμευσης λόγω της εκτεταμένης χρήσης των αυτοκινήτων. Αυτό είναι ένα πρόβλημα που η επίλυση του μπορεί να προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, καθώς θα αποσυμφορήσει τις περιοχές και θα επιλύσει το κυκλοφοριακό πρόβλημα.
5. Μια ακόμα παράμετρος που επηρεάζει είναι η απουσία υπόγειων χώρων στάθμευσης στις περισσότερες οικοδομές.

1.2.1 Οι κύριες συνέπειες

Η στάθμευση και η κυκλοφορία είναι οι σημαντικότεροι παράμετροι για την ομαλή λειτουργία μιας πόλης. Η ανεπάρκεια κατανομημένων θέσεων στάθμευσης έχει συμβάλει στην παράνομη στάθμευση σε πεζοδρόμια, διασταυρώσεις, στάσεις λεωφορείων, χώρους για οχήματα αναπήρων και σε άλλα σημεία όπου είναι απαγορευτικό το παρκάρισμα. Καθημερινά παρατηρείται κυκλοφοριακή συμφόρηση λόγω της έλλειψης χώρου από την παράνομη στάθμευση αφαιρώντας ζωτικό χώρο στους δρόμους. Αυτό συνδέεται άμεσα με την αύξηση των καθυστερήσεων και των χρόνων διαδρομής. Δεν είναι λίγες οι φορές που οι άνθρωποι αντιμετωπίζουν προβλήματα μετακίνησης και φτάνουν στον προορισμό τους μετά από πολύ χρόνο με τις ασφυκτικές καταστάσεις στο οδικό δίκτυο. Επιπλέον χάνεται πολύτιμος χρόνος κατά την διαδικασία αναζήτησης θέσης στάθμευσης κυρίως σε ώρες αιχμής στα μεγάλα αστικά κέντρα συμβάλλοντας παράλληλα και στο πρόβλημα της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Η κατάσταση αυτή προκαλεί αρνητικά συναισθήματα στους οδηγούς αλλά και στους επιβαίνοντες λόγω της ταλαιπωρίας που βιώνουν για να εξασφαλίσουν μια κοντινή θέση πάρκινγκ. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Θεσσαλονίκη από τον Pricefox με στοιχεία από την TomTom το 2021 η μέση διάρκεια διαδρομής αυξήθηκε κατά 2 λεπτά. Το επίπεδο συμφόρησης ήταν στο 25% κάτι που σημαίνει ότι οι χρόνοι μετακίνησης αυξήθηκαν 25% από την κανονική διάρκεια μετακίνησης.



Εικόνα 1.2: Στατιστικά της κυκλοφοριακής συμφόρησης (Pricefox)

Ο Δεκέμβριος του 2021 θεωρήθηκε ο μήνας με την περισσότερη κυκλοφοριακή συμφόρηση που σημειώθηκε με ποσοστό 40%. Σύμφωνα με την έρευνα, η μεγαλύτερη κυκλοφοριακή συμφόρηση παρατηρείται τις Δευτέρες από τις 08:00 – 09:00 με ποσοστό 39% και παραμένει τις καθημερινές από

τις 08:00 έως τις 18:00 στο 30%. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε αναλυτικά τα ποσοστά κυκλοφοριακής συμφόρησης που σημειώθηκαν σε ωριαίο επίπεδο κατά την διάρκεια του 2021 [7].

	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
12:00 AM	10%	1%	1%	1%	2%	3%	5%
	4%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
02:00 AM	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
04:00 AM	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
06:00 AM	0%	5%	5%	5%	5%	5%	0%
	0%	25%	22%	22%	23%	21%	2%
08:00 AM	1%	39%	37%	38%	38%	35%	6%
	3%	31%	31%	32%	32%	29%	13%
10:00 AM	7%	27%	28%	28%	29%	29%	19%
	11%	29%	30%	30%	31%	33%	26%
12:00 PM	15%	31%	31%	31%	33%	35%	30%
	15%	31%	32%	32%	34%	37%	29%
02:00 PM	11%	31%	33%	33%	34%	38%	25%
	7%	34%	34%	34%	34%	39%	18%
04:00 PM	6%	32%	31%	33%	32%	35%	13%
	9%	33%	34%	35%	37%	37%	13%
06:00 PM	15%	30%	32%	32%	36%	35%	14%
	16%	25%	29%	26%	32%	31%	17%
08:00 PM	17%	20%	25%	24%	26%	27%	21%
	14%	15%	19%	20%	22%	24%	19%
10:00 PM	8%	7%	7%	9%	9%	12%	15%
	4%	3%	4%	4%	5%	7%	12%

Εικόνα 1.3:Ωριαία στατιστικά κυκλοφοριακής συμφόρησης κατά την διάρκεια του 2021 (Pricefox)

Επομένως, η κατάσταση αυτή αποτελεί κόστος χρόνου και καυσίμων για τους οδηγούς καθώς και επιβάρυνση στο περιβάλλον λόγω των βλαβερών αερίων που εκπέμπονται. Ο οδηγός για την αναζήτηση κενής θέσης στάθμευσης χρειάζεται έξτρα χρόνο σε σχέση με την διάρκεια της διαδρομής για τον προορισμό του με αποτέλεσμα να καταναλώσει περισσότερη ποσότητα καυσίμου. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την υψηλή τιμή των καυσίμων που παρατηρείται την τελευταία περίοδο στην χώρα μας έχει μεγάλη οικονομική επίπτωση στους πολίτες. Συνεπώς η ολοένα και περισσότερη κατανάλωση των καυσίμων προκαλεί ατμοσφαιρική ρύπανση βλάπτοντας την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον. Πολλές ασθένειες που ταλαιπωρούν τους ανθρώπους όπως είναι τα διάφορα είδη καρκίνου και το άσθμα, προέρχονται από την μόλυνση του περιβάλλοντος [8]. Σε παγκόσμιο επίπεδο οι ρύποι που απελευθερώνονται τείνουν να καταστρέψουν την χλωρίδα και την πανίδα του πλανήτη.

Η σοβαρότητα του προβλήματος της στάθμευσης έχει επηρεάσει και τα μέσα μαζική μεταφοράς καθώς πολλές φορές η διέλευσή τους γίνεται δύσκολη ως και αδύνατη λόγω των παράνομων παρκαρισμένων οχημάτων στους δρόμους και στις στάσεις δημόσιας συγκοινωνίας. Η κατάσταση αυτή επιβαρύνει την κυκλοφορία και δημιουργεί σύγχυση σε πολλούς ανθρώπους που χρησιμοποιούν τα μέσα συγκοινωνίας για τις μετακινήσεις τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποθαρρύνονται όλο και περισσότερο οι πολίτες στην χρήση των αστικών μέσων μεταφοράς και να ενισχύεται η χρήση του αυτοκινήτου αυξάνοντας έτσι την ανάγκη για χώρους στάθμευσης. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί η μείωση της κυκλοφοριακής ικανότητας των ειδικών οχημάτων όπως τα πυροσβεστικά και τα ασθενοφόρα εξαιτίας της κυκλοφοριακής συμφόρησης.

Ιδιαίτερα κρίσιμη παρουσιάζεται η παράνομη στάθμευση σε σημεία διέλευσης πεζών όπως τα πεζοδρόμια, οι διαβάσεις, οι ποδηλατοδρόμοι, οι ράμπες και οι χώροι στάθμευσης για ανθρώπους με αναπηρία. Δεν είναι λίγες οι φορές που η μετακίνηση των πολιτών εμποδίζεται λόγω της έλλειψης χώρου θίγοντας το ζήτημα της ασφαλούς και ανεμπόδιστης κυκλοφορίας. Ο περιορισμός μετακίνησης ατόμων με ιδιαίτερα κινητικά προβλήματα και ο εγκλωβισμός τους στον χώρο είναι ένα σύνηθες φαινόμενο κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα. Σε αυτές τις περιπτώσεις το όχημα μετατρέπεται σε

«εμπόδιο» παραμελώντας τα δικαιώματα των πεζών περιορίζοντας την ελευθερία μετακίνησης τους. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται και στους ειδικούς χώρους στάθμευσης για ΑμΕΑ οι οποίοι είναι για την διευκόλυνση τους στις καθημερινές μετακινήσεις τους. Επιπλέον, μια αξιοσημείωτη συνέπεια της παράνομης στάθμευσης σε κρίσιμα σημεία όπως οι κόμβοι και οι διασταυρώσεις είναι η έλλειψη ορατότητας από πεζούς και οδηγούς. Τα σταθμευμένα οχήματα σε αυτά τα σημεία εμποδίζουν το οδικό δίκτυο προκαλώντας ατυχήματα θέτοντας την ασφάλεια των ανθρώπων σε κίνδυνο.

1.2.2 Εναλλακτικές λύσεις

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το ζήτημα της στάθμευσης χρήζει άμεση αντιμετώπιση για την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων. Στόχος είναι η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και της καθυστέρησης στην καθημερινότητα των πολιτών, η ασφάλεια των οδηγών και των πεζών και η σωστή διαχείριση των χώρων στάθμευσης.

Η σωστή διαχείριση των υπάρχοντων θέσεων στάθμευσης κυρίως σε κεντρικά σημεία πόλεων, θα βοηθήσει στην ομαλή λειτουργία της κυκλοφορίας και την εξυπηρέτηση των πολιτών όσο το δυνατόν καλύτερα. Συγκεκριμένα, η ενημέρωση για το κόστος και τη διαθεσιμότητα στους ιδιωτικούς χώρους στάθμευσης ευνοεί τις άσκοπες μετακινήσεις στους δρόμους. Οι τακτικοί έλεγχοι για την παράνομη στάθμευση επί της οδού και σε σημεία που είναι απαγορευτική θα βοηθήσει στον περιορισμό των παραβάσεων. Επιπλέον η χρήση θέσεων στάθμευσης για τους μόνιμους κατοίκους που μένουν σε περιοχή με έντονη κίνηση καθώς και εργαζομένους στις συγκεκριμένες περιοχές θα διευκόλυνε στην οργάνωση και στην μείωση της κυκλοφορικής συμφόρησης [9]. Αξιοσημείωτη είναι και η διαθεσιμότητα ειδικά διαμορφωμένων χώρων για άτομα με κινητικά προβλήματα.

Είναι γνωστό ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των πολιτών χρησιμοποιούν καθημερινά το Ι.Χ για τις μετακινήσεις τους. Ο περιορισμός των ιδιωτικών οχημάτων και η χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών θα διευκολύνει την κίνηση και θα μειώσει την εκπομπή καυσαερίων στο περιβάλλον. Επιπλέον με αυτό τον τρόπο θα υπάρχουν περισσότερες ελεύθερες θέσεις στάθμευσης στα αστικά κέντρα. Λιγότερα αυτοκίνητα στο οδικό δίκτυο σημαίνει μείωση στην ανάγκη για παράνομη στάθμευση και περισσότερη ασφάλεια σε πεζούς και οδηγούς.

Άμεση είναι η ανάγκη σύγχρονων διαμορφωμένων χώρων στάθμευσης για την διαχείριση του συνεχώς αυξανόμενου όγκου οχημάτων. Η εκμετάλλευση των υπόγειων χώρων θα ανακουφίσει την σύγχρονη κοινωνία και συμβάλλει στην αύξηση των θέσεων πάρκινγκ. Λόγω της κατασκευής τους κάτω από την επιφάνεια, είναι απομονωμένα από τις διάφορες κλιματικές μεταβολές και τα άσχημα καιρικά φαινόμενα παρέχοντας ασφάλεια στα οχήματα. Ο σχεδιασμός αυτόματων συστημάτων στάθμευσης σε υπέργειους ή υπόγειους χώρους είναι μια λύση για το ζήτημα της στάθμευσης. Οι εγκαταστάσεις θα επιτρέψουν την ευελιξία και την εξοικονόμηση χώρου προσφέροντας την δυνατότητα στάθμευσης εκατοντάδων οχημάτων. Η αρχιτεκτονική του επιτρέπει την ελαχιστοποίηση των αποστάσεων και τον υπερδιπλασιασμό των θέσεων αξιοποιώντας περισσότερο μέρος του χώρου.

1.3 Χαρακτηριστικά της στάθμευσης

Σύμφωνα με τον Φραντζεσκάκη, γίνεται αναφορά στα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της στάθμευσης [6]:

Η προσφορά των θέσεων στάθμευσης P (Parking Supply):

Ο αριθμός των νόμιμων θέσεων στάθμευσης σε έναν χώρο ή περιοχή χαρακτηρίζεται ως «Χωρητικότητα στάθμευσης». Μπορεί να χαρακτηριστεί ως Δημόσια (Public) αν είναι διαθέσιμη για

τον ευρύτερο κοινό ή Ιδιωτική αν απευθύνεται σε ανθρώπους για την εξυπηρέτηση τους όπως είναι οι μόνιμοι κάτοικοι και οι εργαζόμενοι μιας περιοχής.

Η ζήτηση των θέσεων στάθμευσης Z (Parking demand) :

Ο αριθμός των οχημάτων που επιθυμούν να κατοχυρώσουν θέσεις σε έναν χώρο στάθμευσης ή σε μία περιοχή. Χρονικά μπορούμε να ταξινομήσουμε τη ζήτηση σε δύο κατηγορίες, μικρής διάρκειας και μεγάλης διάρκειας. Η περίοδος της μικρής χρονικής διάρκειας είναι περίπου από μία έως δύο ώρες και συνήθως αναφέρετε σε ανθρώπους που αναζητούν στάθμευση για να εξυπηρετηθούν (πελάτες, επισκέπτες). Η περίοδος της μεγάλης χρονικής διάρκειας είναι περίπου μεγαλύτερη από δύο ή τρεις ώρες και αναφέρεται κυρίως σε εργαζόμενους και κατοίκους μιας περιοχής.

Το ισοζύγιο στάθμευσης :

Χαρακτηρίζεται η διαφορά μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης και διακρίνεται σε δύο κατηγορίες:

1. Έλλειψη θέσεων στάθμευσης P-Z ($P > Z$)
2. Περίσσεια θέσεων στάθμευσης Z-P ($Z > P$)

Ο χρόνος στάθμευσης T :

Ο συνολικός χρόνος για την στάθμευση των οχημάτων σε μια χρονική περίοδο t (οχήματα/ώρες).

Η αρχική συσσώρευση A₀ :

Το σύνολο των οχημάτων που σταθμεύουν σε μια αρχική χρονική στιγμή t₀.

Ο όγκος στάθμευσης M (Parking volume) :

Το σύνολο των οχημάτων που στάθμευσαν σε έναν χώρο στάθμευσης ή σε μια περιοχή για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, συνήθως ενός εικοσιτετράωρου.

Η προσφορά στάθμευσης S (Parking supply-vehicle hours) :

Ο διατεθειμένος χρόνος για την στάθμευση σε έναν χώρο ή περιοχή στάθμευσης με αριθμό P θέσεων σε t χρόνο.

Η συσσώρευση στάθμευσης A (Parking accumulation) :

Ο αριθμός των οχημάτων που σταθμεύουν για μια χρονική στιγμή t.

Η μέγιστη συσσώρευση A_{max} :

Η μέγιστη τιμή της συσσώρευσης σε μια χρονική περίοδο t ($A_{max} < P$).

Η διάρκεια στάθμευσης D (Parking duration) :

Η χρονική διάρκεια στάθμευσης για ένα όχημα σε ένα συγκεκριμένο χώρο.

Η μέση διάρκεια στάθμευσης D :

Η μέση διάρκεια στάθμευσης όλων των οχημάτων σε έναν χώρο σε μια περίοδο t.

Ο συνολικός δείκτης στάθμευσης E (Parking turnover) :

Εκφράζει τον μέσο αριθμό οχημάτων που ήταν σταθμευμένα σε κάθε θέση για μια χρονική περίοδο.

Τα τέλη της στάθμευσης (Parking fee) :

Το συνολικό ποσό που πληρώνεται για την στάθμευση ενός οχήματος για ένα χρονικό διάστημα.

Απόσταση βαδίσματος (Walking distance) :

Η απόσταση του ατόμου για την πεζή μεταβίβαση από το σημείο στάθμευσης στον προορισμό του.

1.3.1 Οι συντελεστές που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της στάθμευσης

Σε κάθε μέρος υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την στάθμευση των οχημάτων. Συνήθως διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Είναι πολύ σημαντική η γνώση των παραγόντων ώστε να γίνει η σωστή μελέτη για τον σχεδιασμό ενός χώρου στάθμευσης. Σύμφωνα με τον Φραντζεσκάκη γίνεται η αναφορά και παρακάτω η ανάλυση των παραγόντων και είναι οι ακόλουθοι [6]:

- 1. Τα πληθυσμιακά χαρακτηριστικά**
- 2. Ο τρόπος ζωής**
- 3. Η πυκνότητα δόμησης της περιοχής**
- 4. Οι εναλλακτικοί τρόποι μεταφοράς**
- 5. Η θέση του χώρου στάθμευσης**
- 6. Η χωρητικότητα του χώρου στάθμευσης**

1. Τα πληθυσμιακά χαρακτηριστικά

Ο δείκτης ιδιοκτησίας αυτοκινήτων επηρεάζει τα χαρακτηριστικά της στάθμευσης. Σε αυτό τον τομέα καθοριστικό ρόλο έχει και η οικονομική κατάσταση του πληθυσμού για την αγορά ενός οχήματος. Στην Ελλάδα παρατηρείται ότι από το 2014 και μετά αυξήθηκαν οι πωλήσεις αυτοκινήτων σε σχέση με την τριετία 2010-2013. Συχνά παρατηρείται το φαινόμενο να υπάρχουν 2 ή 3 αυτοκίνητα στην ίδια οικογένεια για την κάλυψη των αναγκών όλων των μελών της. Σύμφωνα με τον Φλωρόπουλο στα μεγάλα αστικά κέντρα ο δείκτης ιδιοκτησίας αυτοκινήτων είναι πολύ μεγαλύτερος σε σχέση με τις περιφερειακές περιοχές της Ελλάδας. Σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες όπως για παράδειγμα η Ιταλία υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ μεγάλων και περιφερειακών πόλεων στον δείκτη ιδιοκτησίας αυτοκινήτων [10].

2. Ο τρόπος ζωής

Σε κάθε περιοχή, οι κάτοικοι προσαρμόζουν τις μετακινήσεις τους με βάση τις συνήθειες τους. Το ωράριο εργασίας και οι ανάγκες των ανθρώπων καθορίζουν το μέγεθος της ζήτησης και την χρονική κατανομή. Επιπλέον αξίζει να εντάξουμε και την συμβολή των κλιματολογικών συνθηκών. Οι άνθρωποι σε καλές καιρικές συνθήκες έχουν την διάθεση για βάδισμα με αποτέλεσμα να αποφεύγουν τις μετακινήσεις με το αυτοκίνητο, ενώ σε αντίθετη περίπτωση η χρήση του οχήματος είναι μονόδρομος. Προφανώς κάθε περιοχή έχει διαφορετικό τρόπο ζωής και διαφορεική ζήτηση για στάθμευση.

3. Η πυκνότητα δόμησης της περιοχής

Στις αραιοκατοικημένες περιοχές η μετακίνηση των ανθρώπων γίνεται τις περισσότερες φορές με ιδιωτικά οχήματα λόγω της έλλειψης τακτικής συγκοινωνίας. Σύμφωνα με τον Φραντζεσκάκη σε αυτές τις περιοχές κατοικούν ευκατάστατοι άνθρωποι και το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την δημιουργία χώρων στάθμευσης σε αυλές σπιτιών ή πυλωτές [6].

4. Οι εναλλακτικοί τρόποι μεταφοράς

Οι εναλλακτικοί τρόποι μετακίνησης περιλαμβάνουν τα μέσα μαζικής μεταφοράς (λεωφορεία, μετρό, τραμ κλπ.), τα ταξί, την ομαδική χρήση επιβατικών οχημάτων, την πεζή μετακίνηση κτλ. Με αυτό τον τρόπο περιορίζεται η ζήτηση της στάθμευσης κυρίως στις μεγαλουπόλεις που αντιμετωπίζουν προβλήματα σε αυτό τον τομέα.

5. Η θέση του χώρου στάθμευσης

Ένας χώρος στάθμευσης θα πρέπει να βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από τις υπηρεσίες και γενικότερα από τους προορισμούς των ανθρώπων ώστε να μπορούν να εξυπηρετηθούν ευκολότερα και γρηγορότερα. Σε περίπτωση αραιοκατοικημένων περιοχών συνήθως εφαρμόζεται το σύστημα park and ride όπου κατασκευάζεται ένας χώρος στάθμευσης κοντά σε στάση που έχουν πρόσβαση τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς ώστε ο οδηγός να μπορεί να παρκάρει το όχημα του και μετέπειτα να συνεχίζει την διαδρομή του με κάποιο δημόσιο μεταφορικό μέσο για να καταλήξει στον προορισμό του [11].

6. Η χωρητικότητα του χώρου στάθμευσης

Για την αποφυγή κυκλοφοριακών προβλημάτων, είναι σημαντικό να δώσουμε βάση στην προσπελασιμότητα και στην χωρητικότητα ενός χώρου στάθμευσης. Κυρίως στις ώρες αιχμής όπου παρατηρείτε αυξημένη κίνηση στο οδικό δίκτυο και μεγάλη ζήτηση για πάρκινγκ, οι χώροι στάθμευσης οφείλουν να είναι σχεδιασμένοι για την εξυπηρέτηση των πολιτών. Ο εσωτερικός χώρος πρέπει να είναι διαμορφωμένος με θέσεις στάθμευσης κατάλληλες για όλα τα μεγέθη των οχημάτων που πρόκειται να σταθμεύσουν, ώστε να μην δημιουργούνται καθυστερήσεις.

1.4 Κατηγοριοποίηση των χώρων στάθμευσης

Για τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό ενός χώρου στάθμευσης υπάρχουν μερικοί παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν. Η ταξινόμηση των χώρων στάθμευσης αποτελεί σημαντικό παράγοντα καθώς η κάθε κατηγορία παρουσιάζει διαφορετικά χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με τον Φρατζεσκάκη γίνεται η διάκριση των χώρων στάθμευσης στις ακόλουθες κατηγορίες [6]:

- 1. Ως προς το είδος των οχημάτων που σταθμεύουν (I.X, ταξί, λεωφορεία, μοτοσικλέτες, φορτηγά κλπ).**
- 2. Ως προς τις θέσεις τους στο οδικό δίκτυο (χώρους στάθμευσης στην οδό ή παρά το κράσπεδο και εκτός οδού).**
- 3. Ως προς την χρήση τους και την ομάδα των χρηστών (ιδιωτική ή δημόσια).**
- 4. Ως προς τον έλεγχο της στάθμευσης.**

1.4.1 Κατηγοριοποίηση ως προς το είδος

Για την διαμόρφωση ενός χώρου στάθμευσης, η ταξινόμηση των οχημάτων με βάση το είδος είναι σημαντική. Ανάλογα με τις διαστάσεις του κάθε οχήματος πρέπει να σχεδιαστούν κατάλληλοι γεωμετρικά χώροι στάθμευσης που να εξυπηρετούν κάθε είδος οχήματος. Η ταξινόμηση των οχημάτων και ο χωροταξικός σχεδιασμός πρέπει να έχει ως σκοπό την σωστή εκμετάλλευση και διαχείριση του χώρου. Όπως κατανοούμε, δεν μπορεί για παράδειγμα μία θέση ειδικά διαμορφωμένη για I.X να καταλαμβάνεται από μία μοτοσικλέτα ή μία θέση για πούλμαν από όχημα I.X. Τέτοιες καταστάσεις οδηγούν στην χαοτική στάθμευση και στην κατάχρηση του διαθέσιμου χώρου. Η διάταξη και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θέσεων στάθμευσης προκύπτουν από τα χαρακτηριστικά μεγέθη των οχημάτων τα οποία αντιπροσωπεύουν τους κοινούς τύπους ευρωπαϊκών μεταφορικών μέσων και επομένως είναι κατάλληλα για να χρησιμοποιηθούν στην Ελλάδα.

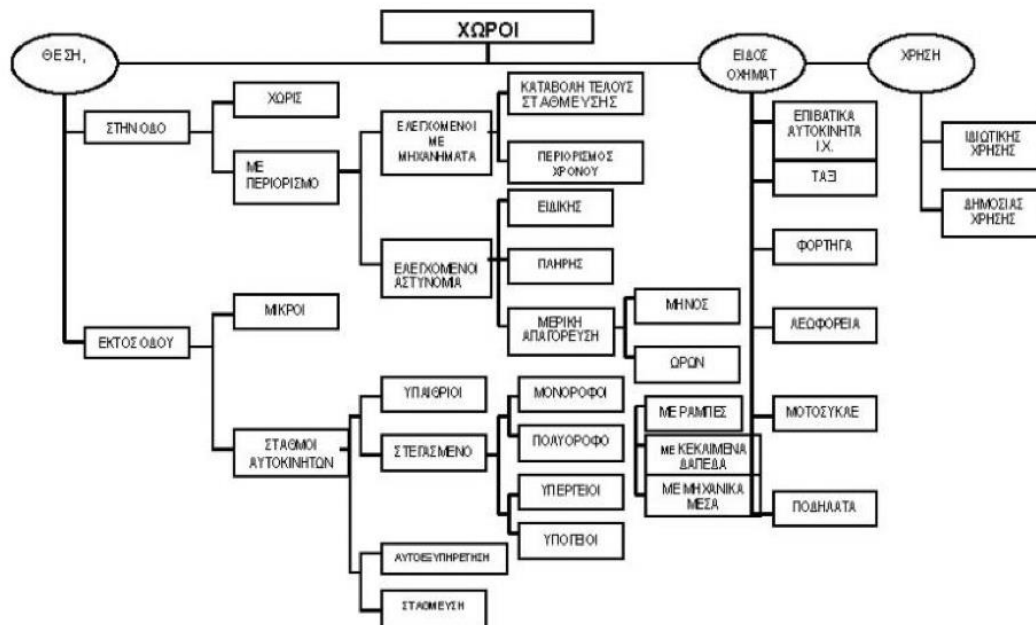
1.4.2 Κατηγοριοποίηση ως προς τη θέση στο οδικό δίκτυο

Για την ταξινόμηση των χώρων στάθμευσης με βάση τη θέση τους στο οδικό δίκτυο, έχουμε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά τους χώρους που βρίσκονται παρά την οδό και η δεύτερη αυτούς που βρίσκονται εκτός οδού. Οι χώροι στάθμευσης παρά την οδό διακρίνονται σε χώρους χωρίς περιορισμό και σε χώρους με περιορισμό. Στην πρώτη περίπτωση η στάθμευση μπορεί να γίνει χωρίς

Ένα καινοτόμο σύστημα στάθμευσης

κάποιο έλεγχο ενώ στην δεύτερη υπάρχει η δυνατότητα αστυνομικής επίβλεψης, η χρήση παρκόμετρων ή και ενδείξεις απαγορευτικών ή περιοριστικών πινακίδων.

Στην δεύτερη κατηγορία, οι χώροι στάθμευσης εκτός οδού μπορούν να υποδιαιρεθούν σε στεγασμένους, υπαίθριους και υπόγειους σταθμούς αυτοκινήτων. Με βάση την ελληνική νομοθεσία, ως στεγασμένος χώρος ορίζεται κάθε χώρος κλειστός ή μερικώς ανοιχτός με ωφέλιμη επιφάνεια άνω των 100 τμ η οποία περιβάλλεται από τις εσωτερικές επιφάνειες των τοιχωμάτων. Στον ωφέλιμο χώρο δεν περιλαμβάνονται οι χώροι που αφορούν γραφεία, WC ή τις ράμπες [12]. Η επόμενη υποκατηγορία είναι ο υπαίθριος χώρος στάθμευσης, ο οποίος σύμφωνα με τον Φραντζεσκάκη βρίσκεται σε ακάλυπτο χώρο είτε αυτός είναι ιδιωτικός είτε μισθωμένος. Για τον υπολογισμό της χωρητικότητας του θεωρούμε ότι ένα αυτοκίνητο απαιτεί στο περίπου 20 τμ. Αξιοσημείωτος είναι ο υπόγειος χώρος στάθμευσης, του οποίου το επίπεδο στάθμευσης ξεπερνά τα 1,3 μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Παρακάτω απεικονίζεται ένα σχεδιάγραμμα με την ταξινόμηση των χώρων στάθμευσης σύμφωνα με τον Φραντζεσκάκη. [6]



Εικόνα 1.4: Κατηγοριοποίηση των χώρων στάθμευσης (Φραντζεσκάκης 2002) [6]

1.4.3 Κατηγοριοποίηση ως προς τη χρήση τους

Ο κάθε χρήστης επιλέγει την στάθμευση του οχήματος του με διαφορετική λειτουργία. Υπάρχουν κάποιες θέσεις στάθμευσης που βρίσκονται σε χώρο δημόσιας εκμετάλλευσης και είναι διαθέσιμες για όλους τους οδηγούς με σκοπό την εξυπηρέτηση των ανθρώπων στις υπηρεσίες των αστικών κέντρων. Συνηθίζεται τέτοιου είδους χώροι στάθμευσης να είναι δημόσιοι ή ιδιωτικοί με σκοπό την αποκόμιση εισόδων έχοντας ένα αντίτιμο με βάση το χρονικό διάστημα παραμονής στον χώρο στάθμευσης.

Υπάρχουν οι χώροι στάθμευσης που είναι διαμορφωμένοι για την αποκλειστική χρήση εργαζομένων ή πελατών μιας επιχείρησης. Συνήθως η είσοδος σε αυτούς τους χώρους είναι ελεύθερη ανεξαρτήτως του χρόνου παραμονής. Συχνά παρατηρείται, σε πολυκαταστήματα, μεγάλα εμπορικά κέντρα, σούπερ μάρκετ κλπ.

Κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα γίνεται η χρήση κτιριακών εγκαταστάσεων για προσωπική στάθμευση. Μόνο οι μόνιμοι κάτοικοι μπορούν να σταθμεύσουν τα οχήματα τους σε αυτούς τους χώρους. Συνήθως είναι σε μορφή πυλωτής ή μπορεί να είναι και μεμονωμένα γκαράζ προστατευμένα.

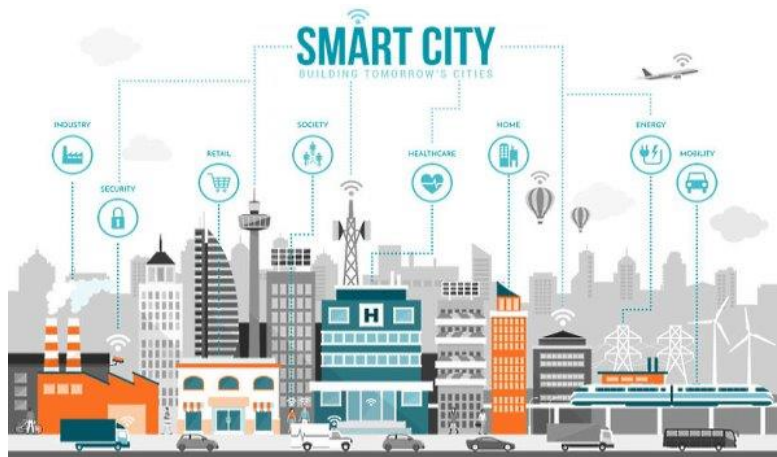
1.4.4 Κατηγοριοποίηση ως προς τον έλεγχο της στάθμευσης

Στους χώρους στάθμευσης υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί και έλεγχοι προκειμένου να γίνεται με σωστό τρόπο η χρήση τους. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται μέθοδοι ελέγχου ώστε να μπορέσει να μειωθεί η κυκλοφορική συμφόρηση και τα ατυχήματα στο οδικό δίκτυο.

- 1 Στους ιδιωτικούς χώρους στάθμευσης γίνεται η χρήση των ηλεκτρονικών παρκόμετρων που επικυρώνουν πρώτα την συναλλαγή και έπειτα επιτρέπουν την πρόσβαση του οδηγού στον χώρο.
- 2 Οι κρατικές αστυνομικές αρχές (τροχαία) κάνει ελέγχους κυρίως στους χώρους στάθμευσης που ελέγχονται από κρατικούς φορείς και γίνεται η επιβολή προστίμου στην περίπτωση παράνομης στάθμευσης με σκοπό την συμμόρφωση του οδηγού με τους κανόνες της στάθμευσης.
- 3 Έλεγχο από εταιρικούς φορείς στους χώρους στάθμευσης.

1.5 Έξυπνη πόλη

Η ιδέα μιας έξυπνης πόλης είναι μια σειρά από διαδικασίες με σκοπό την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας και της βιωσιμότητας ώστε οι πόλεις να μπορούν να ανταποκριθούν άμεσα στις νέες προκλήσεις. Χρησιμοποιούν αυτόματα δίκτυα και εφαρμογές για τον έλεγχο των λειτουργιών μέσα σε μια πόλη. Οι «έξυπνες πόλεις» δημιουργούνται από τον συνδυασμό της σύγχρονης σκέψης για την πόλη και την αστική ανάπτυξη. Σκοπός του είναι ο επαναπροσδιορισμός της πόλης μέσα από τεχνολογίες επικοινωνίας για τη καλύτερη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας και της διευκόλυνσης των πολιτών στη χρήση των δημόσιων υπηρεσιών για τη καλύτερη ποιότητα ζωής στις πόλεις. Για την υλοποίηση εφαρμογών στις έξυπνες πόλεις, γίνεται η χρήση μια ιδιαίτερης τεχνολογίας δικτύων παρέχοντας αυτονομία για την συλλογή διάφορων μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο. Αυτές οι μετρήσεις θα επεξεργάζονται και θα μεταφέρονται στους πολίτες για ενημέρωση ή για την εκτέλεση κάποιας λειτουργίας. Μερικά παραδείγματα εφαρμογών είναι για την διαχείριση του οδικού δικτύου και των χώρων στάθμευσης, η καλύτερη παρακολούθηση των περιβαλλοντικών θεμάτων, η οργάνωση των υποδομών και έργων, η παροχή βιώσιμων και απλών λύσεων για την ορθολογική διαχείριση του νερού [13]. Συνοψίζοντας, η έννοια της «Έξυπνης Πόλης» δεν είναι στατική αλλά είναι μια δυναμική και συνεχής εξέλιξη διάφορων διαδικασιών για την βελτιστοποίηση του τρόπου ζωής των πολιτών μέσα από την ενσωμάτωση και τη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών.



Εικόνα 1.5: Έξυπνη Πόλη

1.5.1 Έξυπνη μεταφορά και κινητικότητα

Μια λύση για την κυκλοφορική συμφόρηση είναι η έξυπνη κινητικότητα με την εφαρμογή ευφών συστημάτων και τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών. Η αποτελεσματική μεταφορά και η κινητικότητα είναι απαραίτητη για την σωστή λειτουργία μιας πόλης. Μια έξυπνη πόλη οφείλει να παρέχει εύκολη προσβασιμότητα στους κατοίκους και τους επισκέπτες της. Τα πλεονεκτήματα από την υλοποίηση έξυπνων συστημάτων μεταφορών είναι τα εξής [14]:

- Μείωση της κυκλοφορικής κίνησης.
- Βελτίωση της οδικής ασφάλειας μέσω ευφυή συστημάτων μεταφορών για την πρόληψη ατυχημάτων.
- Έλεγχο της κυκλοφορικής κίνησης.

Μια βασική παράμετρος για την έξυπνη μεταφορά είναι η επικοινωνία και η διασύνδεση μεταξύ των επιμέρους συνιστωσών του μεταφορικού συστήματος [15]. Η υποδομή, όπως για παράδειγμα οι φωτεινοί σηματοδότες, σταθμοί μέσων μαζικής μεταφοράς, καθώς και τα οχήματα όπως τα αυτοκίνητα, τα τρένα, τα λεωφορεία επικοινωνούν μεταξύ τους και ανταλλάσσουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.

1.6 Η ιδέα ενός αυτόματου συστήματος στάθμευσης

Η ανάγκη για την κάλυψη του ζητήματος της στάθμευσης στην καθημερινότητα των ανθρώπων οδήγησε σε ένα καινοτόμο αυτοματοποιημένο μηχανικό σύστημα στάθμευσης που υπερδιπλασιάζει την διαθεσιμότητα των θέσεων σε έναν χώρο και μειώνει τις αποστάσεις μεταξύ των αυτοκινήτων. Το σύστημα αυτόματης στάθμευσης αναλαμβάνει την στάθμευση των οχημάτων σε μια θέση σε ελάχιστο χρόνο χωρίς καθυστερήσεις απαλύνοντας τους ανθρώπους από το άγχος και τον εκνευρισμό. Τα οχήματα τοποθετούνται σε μια θέση χωρίς την παραμικρή ανθρώπινη παρέμβαση. Όλα πραγματοποιούνται με αυτοματισμούς και ελέγχονται από ηλεκτρονικό υπολογιστή για την μεταφορά και τοποθέτηση του οχήματος στην κατάλληλη θέση στάθμευσης. Αποτελεί ένα σύγχρονο και ασφαλή σύστημα που χρησιμοποιεί μηχανικό σύστημα για την μεταφορά των αυτοκινήτων από και προς τις θέσεις στάθμευσης. Μπορεί να κατασκευαστεί σε υπόγειους, υπέργειους χώρους διαθέτοντας περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τους συμβατικούς και διαδεδομένους χώρους στάθμευσης. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα είναι τα εξής [16]:

1. Φιλικό προς το περιβάλλον καθώς εκπέμπονται λιγότεροι ρύποι και θόρυβος από τα αυτοκίνητα.

2. Το κόστος συντήρησης είναι χαμηλό καθώς η κατασκευή μπορεί να γίνει από ατσάλι αντί για μπετόν.
3. Προσφέρει ασφάλεια χάρη στην τελευταία τεχνολογία που χρησιμοποιείται.
4. Στον ίδιο χώρο μπορούν να σταθμεύσουν τουλάχιστον 50% περισσότερα οχήματα, με αποτέλεσμα να έχουμε μειωμένο όγκο κατασκευής.
5. Μείωση της πιθανότητας ατυχήματος, κλοπής ή ζημιάς.
6. Εύκολη χρήση μηχανημάτων έκδοσης εισιτηρίων.
7. Μειωμένο εργατικό κόστος.

1.7 Ιστορική αναδρομή

Η ανάπτυξη της αυτοκινητοβιομηχανίας στις αρχές του 20^{ου} αιώνα δημιούργησε την ανάγκη για την στάθμευση όλων αυτών των οχημάτων που κυκλοφορούσαν στους δρόμους. Η εφαρμογή του πρώτου συστήματος αυτόματης στάθμευσης πραγματοποιήθηκε στο Παρίσι της Γαλλίας το 1905 στο Garage Rue de Ponthieu από τον αρχιτέκτονα Auguste Perret (1874-1954) [17]. Μεταξύ του 1891 και 1914 έγινε η εμφάνιση των πρώτων οχημάτων κάνοντας απαραίτητη την ανάγκη δημιουργίας ενός εναέριου πάρκινγκ το οποίο θα εξυπηρετούσε τον όγκο των αυτοκινήτων. Αποτελούσε ένα πρωτοφανή πολυώροφο σύστημα κατασκευασμένο από ακατέργαστο οπλισμένο σκυρόδεμα με εσωτερικό ανελκυστήρα αυτοκινήτων, ένα μηχανικό πικάπ και κυλιόμενες γέφυρες. Για το συγκεκριμένο καινοτόμο έργο, ο Auguste Perret ερευνά τις επιδράσεις σκυρόδεμα χαρακτηρίζοντας αυτό το πάρκινγκ ως «την πρώτη προσπάθεια στον κόσμο για αισθητικό σκυρόδεμα [18]. Αποτελείται από γυάλινες στέγες συμπεριλαμβανομένου και ενός εντυπωσιακού γεωμετρικού βιτρό στο κέντρο. Στο εσωτερικό η φέρουσα κατάσταση από σκυρόδεμα μπορεί να υποστηρίξει αυτοκίνητα και κινούμενους γερανούς. Το σύστημα αυτό μπορούσε να μεταφέρει τα αυτοκίνητα στα ανώτερα επίπεδα της κατασκευής για την στάθμευση τους, δυστυχώς όμως καταδαφίστηκε το 1970.



Εικόνα 1.6: Το γκαράζ στην Rue de Ponthieu (κατεδαφίστηκε)

Κατά την διάρκεια της δεκαετίας του 1920, ήρθε στο προσκήνιο ένα καινοτόμο κατακόρυφο σύστημα και ονομάστηκε σύστημα paternoster. Θα μπορούσε κάποιος να το παρομοιάσει με μια ρόδα του

Ένα καινοτόμο σύστημα στάθμευσης

λούνα παρκ για οχήματα καθώς είχε την δυνατότητα να προσφέρει οκτώ θέσεις στάθμευσης σε έναν χώρο που συνήθως στάθμευαν δύο. Το κάθε αυτοκίνητο είναι σταθμευμένο σε ένα στερεωμένο κρεμαστό “κλουβί”. Τα κλουβιά περιστρέφονται μέχρι το επόμενο κλουβί να βρεθεί στο κάτω μέρος ώστε να τοποθετηθεί το επόμενο όχημα. Το σύστημα τροφοδοτείται από υδραυλικές αντλίες ή από ηλεκτρικούς κινητήρες. Είναι φιλικό προς το περιβάλλον γιατί τα οχήματα δεν μπαίνουν στην διαδικασία κίνησης για την αναζήτηση κενής θέσης στάθμευσης. Η πρώτη εμφάνιση του συστήματος paternoster ήταν στο Λος Άντζελες, στη Νέα Υόρκη και στο Σικάγο. Το paternoster εφευρέθηκε από τον Westinghouse το 1923 και βρίσκεται στο Σικάγο στην οδό Monroe ανάμεσα σε State και Dearborn. Το σύστημα αυτό είναι τώρα διαδεδομένο σε όλη την Ιαπωνία [19].

Το 1932 κατασκευάζεται από την Nash Motor Company το πρώτο όμοιου τύπου πάρκινγκ αλλά εγκλεισμένο σε γυαλί. Το συγκεκριμένο κατασκευάστηκε για την παγκόσμια έκθεση Century of Progress.



Εικόνα 1.7: Σύστημα στάθμευσης 48 αυτοκινήτων στο κέντρο του Σικάγο (Westinghouse Electric and Manufacturing Company, 1936)



Εικόνα 1.8: Η Nash Motor Company κατασκεύασε το πρώτο σύστημα πάρκινγκ από γυαλί για την παγκόσμια έκθεση Century of Progress το 1933)

Το 1951 στην Ουάσιγκτον εμφανίστηκε το πρώτο πάρκινγκ στάθμευσης χωρίς οδηγό. Περίπου στα τέλη της δεκαετίας του 1940-1950 έγιναν διαδεδομένα τα αυτόματα συστήματα στάθμευσης στις ΗΠΑ. Ακόμη και σήμερα μερικά από αυτά τα συστήματα λειτουργούν. Παρόλα αυτά, μειώθηκε η χρήση των αυτόματων συστημάτων λόγω αρκετών μηχανικών βλαβών που εμφανίζονταν και του χρόνου αναμονής των οδηγών για την παραλαβή των οχημάτων τους. Το 1961 στο Woolwich στο Ηνωμένο Βασίλειο εμφανίστηκε η αυτόματη στάθμευση αλλά αναδείχθηκε δύσκολη η λειτουργία του. Κατά την διάρκεια της δεκαετίας του 1990 υπήρχαν περίπου 25 έργα για αυτόματα συστήματα στάθμευσης αυτοκινήτων στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής που θα κατοχύρωναν περίπου 6.000 θέσεις. Στην Ευρώπη, στην Ασία και στην κεντρική Αμερική τα αυτόματα συστήματα έκαναν την εμφάνισή τους από την δεκαετία του 1970. Στην Ιαπωνία κατά την διάρκεια της δεκαετίας του 1990 περίπου 40.000 θέσεις στάθμευσης είχαν δημιουργηθεί ανά έτος [19].

1.8 Τα καινοτόμα χαρακτηριστικά

Η καινοτομία ενός αυτόματου συστήματος στάθμευσης έχει ως στόχο τον πολλαπλασιασμό των θέσεων στάθμευσης ενσωματώνοντας διάφορες σύγχρονες τεχνολογίες στον κλάδο της πληροφορικής. Τα ηλεκτρικά κυκλώματα, οι αισθητήρες, η μηχανολογική κατασκευή, το software και το hardware είναι μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά αυτού του συστήματος. Ένα τέτοιο σύστημα είναι ικανό να απλοποιήσει την διαδικασία εύρεσης χώρου στάθμευσης εξοικονομώντας χώρο και χρόνο ενώ παράλληλα συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος από τους βλαβερούς ρύπους που εκπέμπονται. Συγκεκριμένα, στο σύστημα αυτόματης στάθμευσης θα υπάρχει η δυνατότητα σε μια θέση να μπορούν να σταθμεύσουν 4 οχήματα. Η στάθμευση του αυτοκινήτου γίνεται γρήγορα, εύκολα και με ασφάλεια. Κυρίως στα αστικά κέντρα όπου παρατηρείται το πρόβλημα της στάθμευσης, οι εγκαταστάσεις του συστήματος μπορεί να είναι ακόμα και σε μικρά οικοπέδα. Με αυτό τον τρόπο διαμορφώνονται smart cities, προβάλλοντας ένα νέο πρότυπο που βελτιώνει το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων. Τα καινοτόμα χαρακτηριστικά που περιλαμβάνονται σε ένα αυτοματοποιημένο σύστημα στάθμευσης είναι τα εξής:

1.8.1 Τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence)

Η τεχνητή νοημοσύνη καθιστά τις μηχανές ικανές να αποκτούν γνωστικές λειτουργίες ενός ανθρώπου για την επίτευξη ενός στόχου. Είναι ένα υπολογιστικό σύστημα που εκτελεί γνωστικές λειτουργίες οι οποίες έχουν προκαθοριστεί από τον προγραμματιστή. Επιπλέον έχει την ικανότητα να επεξεργάζεται και να αποθηκεύει πλήθος δεδομένων και πληροφοριών. Μια αξιοσημείωτη εφαρμογή των νέων τεχνολογιών της τεχνητής νοημοσύνης είναι στο χώρο της στάθμευσης με την χρήση συγκεκριμένου λογισμικού, εφαρμογών και ειδικής πολιτικής κινητικότητας για τον έλεγχο των διαθέσιμων χώρων στάθμευσης. Επιπλέον γίνεται η διαχείριση των ειδικά σχεδιασμένων χώρων στάθμευσης (πχ θέσεις για άτομα με ειδικές ανάγκες) ή θέσεις για ηλεκτροκίνητα οχήματα, μοτοποδήλατα. Με αυτές τις εφαρμογές επιτυγχάνεται η αποφυγή της πολύωρης περιπλάνησης του οχήματος με αποτέλεσμα να γίνεται εξοικονόμηση χρόνου και δαπάνης. Ο οδηγός επιλέγει την θέση που αντιστοιχεί στο είδος και τις διαστάσεις του οχήματος του και ελέγχει ταυτόχρονα την διαθεσιμότητα. Για τα αυτόματα συστήματα στάθμευσης θα εφαρμοστούν αλγόριθμοι για να πραγματοποιηθεί η προσαρμογή των τιμών σύμφωνα με την προσφορά και την ζήτηση. Επιπλέον θα υπάρχουν αλγόριθμοι για την βελτιστοποίηση του κόστους και του χρόνου. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι εξασφαλίζεται η ιδιωτικότητα των δεδομένων των πολιτών και η ασφάλεια τους.

1.8.2 Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of things)

Το διαδίκτυο των πραγμάτων προσφέρει την αναζήτηση και την κράτηση χώρου στάθμευσης. Ένα σύστημα καθοδήγησης στάθμευσης παρέχει στον οδηγό την κατεύθυνση προς το σημείο στάθμευσης. Σύμφωνα με μια έκθεση ανάλυσης IoT, θα υπάρξει τεράστια αύξηση στην ζήτηση προϊόντων και υπηρεσιών έξυπνης στάθμευσης το 2023 ξεπερνώντας τα 3.8 δισεκατομμύρια δολάρια [20]. Η τεχνολογία του διαδικτύου των πραγμάτων αποτελεί το βασικό συστατικό της πλατφόρμας παρακολούθησης των αυτοκινήτων. Σύμφωνα με τον Καραγιάννη 2015, το σύστημα έξυπνης στάθμευσης αποκτά πληροφορίες σχετικά με τις διαθέσιμες θέσεις, σε μια περιοχή. Η διαδικασία αυτή διεξάγεται σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας αισθητήρες χαμηλού κόστους και αυτοματοποιημένα πληρωμών επιτρέποντας τους οδηγούς να κάνουν κράτηση για στάθμευση [21]. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η έξυπνη στάθμευση με την χρήση IoT είναι τα εξής [20]:

1. Αίσθηση και πρόβλεψη της πληρότητας του χώρου των αυτοκινήτων σε πραγματικό χρόνο.
2. Καθοδήγηση των οδηγών στο διαθέσιμο σημείο στάθμευσης.
3. Βελτιστοποίηση χρήσης χώρου στάθμευσης.
4. Απλοποίηση της εμπειρίας στάθμευσης.
5. Αξιοποιώντας το IoT υπάρχει βοήθεια στην ελεύθερη ροή της κυκλοφορίας.

Στον πίνακα που ακολουθεί αποτυπώνονται οι διαφορές μεταξύ ενός συμβατικού συστήματος στάθμευσης και ενός συστήματος διαχείρισης έξυπνης στάθμευσης.

Συμβατικό Σύστημα Στάθμευσης	Σύστημα Διαχείρισης Έξυπνης Στάθμευσης
Δεν υπάρχει αξιόπιστη χρήση των διαθέσιμων θέσεων στάθμευσης.	Παρέχει βέλτιστη χρήση όλων των διαθέσιμων χώρων στάθμευσης.
Δεν υπάρχει σωστή παρακολούθηση των εσόδων.	Παροχή αποτελεσματικής παρακολούθησης των εσόδων.

Αυξημένη κυκλοφοριακή συμφόρηση στο χώρο του παρκινγκ.	Μειωμένη κυκλοφοριακή συμφόρηση στο χώρο του παρκινγκ λόγω της εκτροπής κυκλοφορίας στον χώρο.
Αυξημένος χρόνος αναζήτησης θέσης στάθμευσης.	Μειωμένος χρόνος αναζήτησης θέσης στάθμευσης.
Υψηλή κατανάλωση καυσίμων κατά τη διάρκεια αναζήτησης κενής θέσης στάθμευσης.	Χαμηλή κατανάλωση καυσίμων κατά τη διάρκεια αναζήτησης κενής θέσης στάθμευσης.
Απουσία ανίχνευσης χώρου στάθμευσης σε πραγματικό χρόνο.	Παροχή ανίχνευσης χώρου στάθμευσης σε πραγματικό χρόνο.

Πίνακας 1.1 : Διαφορές Συμβατικού Συστήματος Στάθμευσης και Συστήματος Διαχείρισης Έξυπνης Στάθμευσης.

Υπάρχουν πολλοί τύποι έξυπνων αισθητηρίων που συμβάλουν στη σωστή λειτουργία της διαδικασίας της στάθμευσης. Χρησιμοποιούνται αισθητήρες για την ανίχνευση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου όταν παρατηρούνται αλλαγές στο μαγνητικό πεδίο όπως για παράδειγμα όταν βρίσκεται κάποιο μεταλλικό αντικείμενο κοντά στην περιοχή. Υπάρχουν υπέρυθροι αισθητήρες για την ανίχνευση της μεταβολής της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Ανάλογα με το είδος των αισθητηρίων IoT γίνεται και η εγκατάστασή τους στο χώρο. Για παράδειγμα ο αισθητήρας ραντάρ λέιζερ συνηθίζεται να τοποθετείται σε κολόνα περίπου 30-80 εκατοστών και οι κάμερες σε σημείο με συγκεκριμένη απόσταση και γωνία ώστε να αποφευχθεί το τυφλό σημείο. Οι αισθητήρες για την ανίχνευση κάλυψης χώρου/ ελεύθερου χώρου είναι εύκολοι στην εγκατάσταση και τοποθετούνται στο έδαφος κολλημένες ή στερεωμένες με βίδες και πολλές φορές δεν χρειάζονται καμία συντήρηση. Επομένως το έξυπνο σύστημα στάθμευσης με την χρήση IoT έχει την ικανότητα να επικοινωνεί με την πύλη μέσω του χώρου για την μετάδοση των πληροφοριών στο διαδίκτυο. Οι αισθητήρες GPS ή OBD μπορούν να συμβάλουν στη συγκέντρωση στοιχείων τοποθεσίας από οχήματα και στη παρακολούθηση της πληρότητας ή της διαθεσιμότητας του χώρου στάθμευσης. Τα δεδομένα διαβιβάζονται στην CSA, επεξεργασμένα, και έπειτα στέλνονται στον διακομιστή του δικτύου [20].

Η μετάδοση πληροφοριών χαμηλής κατανάλωσης σε μεγάλες αποστάσεις για τις εφαρμογές IoT επιτυγχάνεται με την τεχνολογία LoRa. Είναι μια τεχνολογία μετάδοσης WAN για την επίτευξη της ασύρματης επικοινωνίας δικτύων. Οι αισθητήρες υιοθετούν την πύλη και το πρωτόκολλο LPWAN με αποτέλεσμα την μεγιστοποίηση του χρόνου αυτόματης λειτουργίας του συστήματος και την ελαχιστοποίηση της καταναλώσιμης ενέργειας [22]. Όπως κατανοούμε, αυτό έχει ως επακόλουθο την αύξηση της διάρκειας ζωής της μπαταρίας.

Σε ένα σύστημα έξυπνης στάθμευσης με IoT έχουμε τον αισθητήρα για την ανίχνευση οχήματος στον συγκεκριμένο χώρο, ένα μικροχειριστήριο για την διαχείριση και επεξεργασία των πληροφοριών και μια πλατφόρμα cloud επαναφορά των πληροφοριών. Αρχικά πραγματοποιείτε ο εντοπισμός των ελεύθερων θέσεων στάθμευσης με την βοήθεια της μηχανικής όρασης, της μηχανικής τεχνολογίας, της ανίχνευση απόστασης και την παρουσία ραδιοσυχνότητας/ μαγνητικών επιτυγχάνοντας μεγάλη ακρίβεια, ανίχνευση ευρείας γωνίας στάθμευσης, παρακολούθηση θέσεων στάθμευσης και εξοικονόμηση ενέργειας. Κάθε θέση στάθμευσης έχει αισθητήρα για τον προσδιορισμό της παρουσίας ή της απουσίας οχήματος. Ρυθμίζονται αυτόματα για να εκχωρήσουν σε κάθε μονάδα μια ξεχωριστή διεύθυνση MAC. Κατά την ανίχνευση ενός οχήματος, ο ενσωματωμένος δέκτης LoRa αποστέλλει πακέτο ενός συνοπτικού μηνύματος πληροφορώντας για την αλλαγή της κατάστασης σε οποιαδήποτε πύλη ασύρματου δικτύου κοντά στην περιοχή. Το Gateway είναι υπεύθυνο για την μετάδοση πακέτων

Ένα καινοτόμο σύστημα στάθμευσης

στην εφαρμογή υπηρεσίας cloud. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει η ενημέρωση της ιστοσελίδας σε πραγματικό χρόνο με τις διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης [20].



Εικόνα 1.9: Σύστημα έξυπνης στάθμευσης με IoT

Οι ανιχνευτές οχημάτων που βασίζονται στο Διαδίκτυο των πραγμάτων απευθύνονται κυρίως για τη διαχείριση και οργάνωση μεγάλων επιχειρήσεων. Τα επόμενα χρόνια αναμένουμε η τεχνολογία στάθμευσης να εξαπλωθεί μεταξύ των οδηγών αυτοκινήτων και να αξιοποιηθεί για τη διαχείριση των καθημερινών μετακινήσεων και την ελαχιστοποίηση των προβλημάτων που προκαλούνται από το ζήτημα της στάθμευσης.

1.8.3 Big Data (BD)

Τα τελευταία χρόνια γίνεται απαραίτητη όλο και περισσότερο η ανάγκη για αποθήκευση μεγάλου όγκου πληροφοριών. Σε κάθε σύστημα στάθμευσης περιέχετε και μια συλλογή στοιχείων που μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο από τον οργανισμό που διαχειρίζεται τους χώρους στάθμευσης όσο και από τρίτους φορείς με σκοπό να εξάγουν εύχρηστες πληροφορίες που θα βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων. Σήμερα, στο τομέα της στάθμευσης χρησιμοποιούνται ειδικές πλατφόρμες λογισμικού αξιοποιώντας εργαλεία Big Data για την αποθήκευση και ερμηνεία των δεδομένων με αποτέλεσμα την λειτουργική βελτιστοποίηση και μέγιστη κερδοφορία. Το γεγονός ότι οι πόλεις αρχίζουν να εκμεταλλεύονται τις λύσεις που προσφέρει η χρήση των Big Data δείχνει την ανάπτυξη της βιωσιμότητας και την οικοδόμηση των Έξυπνων Πόλεων βασισμένοι στην τεχνολογία και επικοινωνία. Οι χώροι στάθμευσης σε πανεπιστήμια, αεροδρόμια, εμπορικά κέντρα εμπιστεύονται αυτή την πλατφόρμα λογισμικού βελτιστοποιώντας την διαχείριση της στάθμευσης σε περιοχές με υψηλή κυκλοφορία με αποτέλεσμα την μείωση κυκλοφοριακής συμφόρησης και εκπομπών βλαβερών ρύπων. Η συλλογή πληροφοριών συμβάλλει στον εντοπισμό της συμπεριφοράς των χρηστών οδηγώντας στην προσφορά προσαρμοσμένων λύσεων στις ανάγκες και προτιμήσεις τους.

1.8.4 Πράσινη Ενέργεια

Σημαντική είναι η πρόοδος στο χώρο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας τη τελευταία δεκαετία στη χώρα μας. Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας συμβάλλει στη μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας οδηγώντας στην αύξηση παραγωγής φωτοβολταϊκών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συστήματα αυτόματης στάθμευσης θα διαθέτουν φωτοβολταϊκά πάνελ για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε περίπτωση διακοπής ρεύματος. Από τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας θα υπάρξει σημαντική εξοικονόμηση σε λειτουργικά κόστη, μείωση απορριμμάτων και άρα τη συρρίκνωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος [23]. Επιπλέον υπάρχουν πολλές λύσεις υψηλής τεχνολογίας για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης όπου οι περισσότερες επικεντρώνονται στους αυτοματισμούς. Τα αυτόματα συστήματα ελέγχου ενέργειας πραγματοποιούν αυτόματες ρυθμίσεις ανάλογα με την κατάσταση βελτιώνοντας την άνεση των επισκεπτών και των εργαζομένων.

Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η σωστή λειτουργία του παρκινγκ κάθε χρονική στιγμή, εξασφαλίζοντας την ασφάλεια των πολιτών.

1.8.5 Φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Οι εγκαταστάσεις του χώρου στάθμευσης πρέπει να είναι έτοιμες για το μέλλον της ηλεκτρονικής παρέχοντας τις κατάλληλες υποδομές φόρτισης για ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Οι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα ενθαρρύνουν τους πελάτες να επισκέπτονται τον χώρο στάθμευσης. Για την φόρτιση των αυτοκινήτων υπάρχουν δύο είδη φόρτισης: Η αργή φόρτιση σε AC ρεύμα και η ταχυφόρτιση σε DC ρεύμα. Με την AC φόρτιση, γίνεται η μετατροπή σε DC μέσα στο αυτοκίνητο ώστε να επιτευχθεί η τροφοδοσία της μπαταρίας, ενώ όταν γίνεται η φόρτιση με DC ρεύμα τροφοδοτείτε απευθείας η μπαταρία με δυνατότητα για υψηλότερες ταχύτητες φόρτισης. Στην AC φόρτιση η ισχύς κυμαίνεται από 2KW έως 22KW αλλά συνήθως τα περισσότερα οχήματα φορτίζουν έως 11KW λόγω περιορισμού του OBC (on board charger). Στην DC φόρτιση είναι συνήθως από 20KW έως 350KW [24].

1.9 Τα υποσυστήματα στο επίπεδο εφαρμογών

Το αυτόματο σύστημα στάθμευσης είναι ένα υλικολογισμικό σύνολο που εξασφαλίζει την αυτονομία, την ευκολία και την ασφάλεια στη διαδικασία του παρκαρίσματος. Δίνει λύσεις στο πρόβλημα της στάθμευσης και της κυκλοφοριακής συμφόρησης στις μεγαλουπόλεις χάρη στη δυνατότητα πολλαπλασιασμού των θέσεων στάθμευσης. Διευκολύνει τον χρήστη στην κράτηση θέσης στάθμευσης μέσω εφαρμογής προσφέροντας δεδομένα που υπάρχουν σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα βασίζεται κυρίως σε αυτόματες λειτουργίες όπως την είσοδο-έξοδο των οχημάτων και επιλογή διαθέσιμων θέσεων στάθμευσης.

Ο ρόλος του λογισμικού στο σύστημα αυτόματου πάρκινγκ είναι αξιοσημείωτος καθώς αποτελεί τον συνδετικό κρίκο μεταξύ της μηχανολογικής κατασκευής και των τελικών χρηστών. Υπάρχουν κάποια επιμέρους συστήματα που συντελούν ένα αυτοματοποιημένο σύστημα τα οποία θα μελετήσουμε παρακάτω.

1.9.1 Εφαρμογή Application (Android & iOS) για την διεπαφή του οδηγού του οχήματος

Μέσω της εφαρμογής μπορεί να γίνει γνωστή η διαθεσιμότητα των χώρων στάθμευσης σε χάρτη καθώς και ζώντανή ενημέρωση για τους οδηγούς. Υπάρχει η δυνατότητα για έλεγχο της τιμής για μια συγκεκριμένη ημερομηνία, ώρα και περιοχή. Ο οδηγός μπορεί να αναζητήσει θέση στάθμευσης για μια περιοχή που θα καθορίσει ο ίδιος ανάλογα με την απόσταση που θα επιλέξει ενώ ταυτόχρονα υπάρχει λειτουργία πλοήγησης στο σημείο πάρκινγκ με χρήση προεπιλεγμένης εφαρμογής επιλογής στο κινητό όπως για παράδειγμα Google Maps. Μια πολύ χρήσιμη λειτουργία αποτελεί η online κράτηση και πληρωμή θέσης στάθμευσης με την χρήση χρεωστικής, πιστωτικής ή ενναλακτικών τρόπων πληρωμής. Η χρήση της τεχνολογίας push notifications ενημερώνει με αυτόματο τρόπο τον οδηγό για τις κενές θέσεις στάθμευσης που βρίσκονται κοντά στην περιοχή του. Επιπλέον γίνεται ενημέρωση για τις τυχόν προσφορές που ισχύουν εκείνο το χρονικό διάστημα σε συγκεκριμένους χώρους στάθμευσης. Όλες οι λειτουργίες που σχετίζονται με την ταυτοποίηση και τη χρήση προσωπικών δεδομένων είναι πλήρως κρυπτογραφημένες.

1.9.2 Επεξεργασία, ανάλυση και αποθήκευση δεδομένων με την χρήση ενός κεντρικού διακομιστή (Server)

Με την χρήση του κεντρικού διακομιστή θα γίνεται η διαχείριση των χρήσιμων δεδομένων. Κάθε θέση στάθμευσης που θα είναι συνδεδεμένη σε ένα δίκτυο (WAN) θα παρέχει πληροφορίες στον Server ο οποίος θα τις επεξεργάζεται και θα τις αποθηκεύει. Σημαντικό ρόλο σε αυτή την επικοινωνία έχει η τεχνολογία του Internet of Things με την οποία επιτυγχάνεται η σύνδεση των θέσεων στάθμευσης με το διαδίκτυο και η μεταφορά δεδομένων. Στον χώρο θα γίνει εγκατάσταση από συστήματα αισθητηρίων και καμερών με την χρήση ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Επομένως με αυτό τον τρόπο θα γίνονται γνωστές οι διαθέσιμες και οι κατειλημμένες θέσεις που υπάρχουν στον χώρο. Κάθε χρονική στιγμή θα υπάρχουν online δεδομένα για το φόρτο της κίνησης. Θα υπάρχει η δυνατότητα συλλογής δεδομένων για τα οχήματα που είναι σταθμευμένα όπως ο τύπος, ο αριθμός πινακίδας, οι διαστάσεις και άλλες πληροφορίες. Επιπλέον θα μπορούμε να έχουμε πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο στάθμευσης όπως είναι η θερμοκρασία.

Σημαντική είναι η επικοινωνία του εγκατεστημένου συστήματος με τον κεντρικό διακομιστή Web Server αλλά και η αυτονομία του συστήματος. Επιπλέον πρέπει να γίνεται η συλλογή των δεδομένων και των πληροφοριών από τις θέσεις στάθμευσης. Για τη διεκπεραίωση αυτών των αναγκών ενός συστήματος θα χρειαστεί να γίνει εγκατάσταση συγκεκριμένων υλικών.

1. Κάμερες: Η χρήση κατάλληλου συστήματος από κάμερες θα έχει την δυνατότητα να αντλεί σημαντικές πληροφορίες για τα οχήματα που βρίσκονται στους χώρους στάθμευσης. Θα μπορούν να αναγνωρίζουν την πινακίδα και δεδομένα από την προέλευση του αυτοκινήτου. Στην συνέχεια, οι πληροφορίες θα συλλέγονται και θα γίνεται η κατάλληλη επεξεργασία σε υπολογιστική μονάδα που θα υπάρχει σε κάθε χώρο στάθμευσης. Όταν ολοκληρωθεί το στάδιο της επεξεργασίας, τα δεδομένα θα στέλνονται στο κεντρικό διακομιστή.
2. Αισθητήρες: Η αισθητήρες είναι απαραίτητοι σε ένα σύστημα στάθμευσης για την αναγνώριση πληροφοριών όπως είναι το βάρος και οι διαστάσεις ενός οχήματος. Με αυτό τον τρόπο θα μπορούμε να κάνουμε έλεγχο για την θέση στάθμευσης που αρμόζει σε κάθε αυτοκίνητο σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του.
3. PLC (Programmable Logic Controllers) IoT μονάδα: Σε αυτή την μονάδα θα γίνεται η συλλογή των πληροφοριών από τα αισθητήρια. Το PLC θα είναι μόνιμα σε σύνδεση στο διαδίκτυο και θα περιέχει κάρτα δικτύου, μνήμη και επεξεργαστή. Οι πληροφορίες του PLC θα υπάρχουν στις cloud υπηρεσίες του κατασκευαστή και μέσω κατάλληλου API θα είναι διαθέσιμες στον κεντρικό διακομιστή. Επομένως, όλοι οι σταθμοί στάθμευσης θα είναι συνδεδεμένοι με τον κεντρικό server. Επιπλέον η επικοινωνία του PLC με τον κεντρικό server θα πρέπει να είναι αμφίδρομη.

1.9.3 Διαδικτυακή πλατφόρμα για την διαχείριση των χώρων στάθμευσης.

Σε ένα σύστημα στάθμευσης, οι τεχνικοί και οι μηχανικοί οφείλουν να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες που αφορούν την μηχανική λειτουργία των χώρων πάρκινγκ. Το ρόλο της ενημέρωσης για τεχνικά προβλήματα που τυχόν προκύψουν θα τον αναλάβει μια διαδικτυακή σύγχρονη πλατφόρμα στην οποία θα έχουν πρόσβαση μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες. Με αυτό τον τρόπο, οι μηχανικοί θα πληροφορούνται άμεσα ώστε να πραγματοποιείτε όσο το δυνατόν γρηγορότερα η συντήρηση και η υποστήριξη μιας μηχανικής βλάβης. Η δυνατότητα της πλατφόρμας είναι να συμβάλλει στην επίλυση τεχνικών προβλημάτων που εμφανίζονται και στην εύρυθμη λειτουργία του χώρου στάθμευσης. Επιπρόσθετα, θα προσφέρει λειτουργίες για την οργάνωση και συντήρηση των συνδεδεμένων σταθμών αλλά και τη δυνατότητα εξάπλωσης του δικτύου με προσθήκη και άλλων

σταθμών. Επίσης το δίκτυο θα μπορεί να υποστηρίζει την εισαγωγή και άλλων τύπων στάθμευσης. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την διαμόρφωση μιας ενιαίας βάσης δεδομένων με δεδομένα για την ολοκληρωτική εικόνα που θα παρουσιάζουν τα αστικά κέντρα σε σχέση με τη ζήτηση και τη προσφορά θέσεων στάθμευσης. Η κεντρική βάση του Server μπορεί να ανακτά μέσω API (Application programming interface) τις πληροφορίες που θα περιέχονται στην πλατφόρμα.

1.9.4 Τεχνητή νοημοσύνη για την αναπροσαρμογή των τιμών.

Η χρήση κατάλληλων αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης σε συνδυασμό με τις πληροφορίες που βρίσκονται στη κεντρική βάση δεδομένων θα μπορούν να μας ενημερώσουν για την ζήτηση σε κάθε σύστημα στάθμευσης. Αυτή η λειτουργία αποσκοπεί στην αναπροσαρμογή των τιμών σε κάθε χώρο. Κατά την διάρκεια μιας χρονικής περιόδου, το κεντρικό σύστημα θα είναι σε θέση να ξέρει ποιοι χώροι στάθμευσης έχουν χαμηλότερη ή υψηλότερη ζήτηση και ανάλογα να αυξομειώνονται οι τιμές για την μεγιστοποίηση των εσόδων. Με αυτόματο τρόπο θα γίνονται οι προβλέψεις της ζήτησης και θα εμφανίζονται στην πλατφόρμα web. Πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα θα έχουν οργανισμοί και διοικητικά στελέχη και θα μπορούν με αυτό τον τρόπο να καθορίσουν την τιμολογιακή τους πολιτική.

Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη με τη συμβολή αλγορίθμων θα δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να εξοικονομήσουν χρόνο και κόστος μέσα από την παρουσίαση βέλτιστης διαδρομής ανάλογα με την τοποθεσία που βρίσκεται ο οδηγός εκείνη τη χρονική στιγμή.

Κεφάλαιο 2ο: Μηχανικά και ηλεκτρολογικά συστήματα

2.1 Η κυρίως δομή και λειτουργία

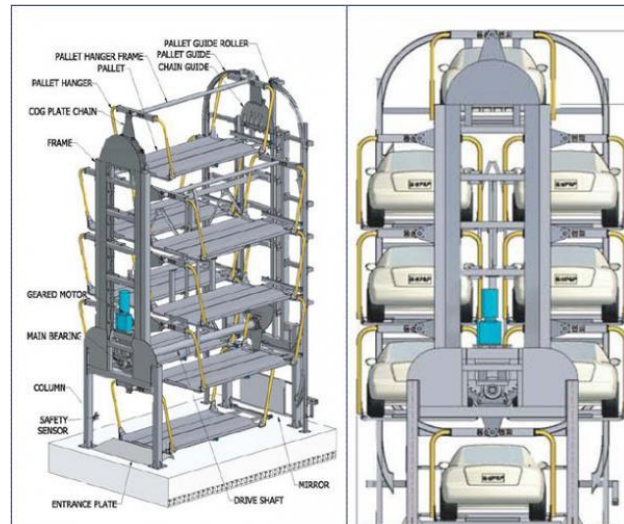
Το κυρίως κτίριο θα μπορεί να φιλοξενήσει τέσσερα οχήματα στον χώρο όπου έως σήμερα στάθμευε ένα. Ο χειρισμός είναι απλός, με τον οδηγό να σταθμεύει και να αφήνει το όχημα του στο σύστημα στο επίπεδο του εδάφους. Μόλις ο οδηγός εγκαταλείπει την ενσωματωμένη περιοχή ασφαλείας, το όχημα σταθμεύει αυτόματα με την βοήθεια του συστήματος που περιστρέφεται σηκώνοντάς το μακριά από την κάτω κεντρική θέση. Το σύστημα αφήνει ένα κενό χώρο παρκινγκ στο ισόγειο για να σταθμεύσει το επόμενο αυτοκίνητο. Το σύστημα κατακόρυφης στάθμευσης οχημάτων έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιεί τη μέγιστη κατακόρυφη περιοχή στην μικρότερη διαθέσιμη επιφάνεια εδάφους. Οι θέσεις πάρκινγκ αποτελούνται από μια αναρτώμενη πλατφόρμα συνδεδεμένη με δυο αλυσίδες σε κάθε άκρο για την διεκπεραίωση της κίνησης. Υπάρχουν δύο τροχαλίες οι οποίες καθοδηγούν κάθε αλυσίδα και η μια συνδέεται με τον άξονα του μειωτήρα.

Κατά την προσέλευση του οδηγού στον χώρο στάθμευσης υπάρχει η ελεύθερη θέση μπροστά και καθώς πλησιάζει ο πελάτης την μπάρα ασφαλείας μπροστά από την θέση ενεργοποιούνται αυτόματα οι οδηγίες σε μαγνητοσκοπημένο ήχο. Εκείνη την στιγμή πραγματοποιείται το check in, ανάβει το πράσινο φως και ανυψώνεται η μπάρα ασφαλείας. Ο οδηγός με την βοήθεια καθοδήγησης οπτικοακουστικών σημάτων κινείται στην σωστή θέση και ακινητοποιεί το όχημα του. Κλειδώνει το αυτοκίνητο και είναι έτοιμος να αποχωρήσει από τον χώρο στάθμευσης έχοντας αφήσει με ασφάλεια το όχημα του χωρίς να είναι απαραίτητο να παραδώσει κλειδιά.

Κατά την αναχώρηση του οδηγού από το πάρκινγκ, αρχικά πραγματοποιεί το check out και ενεργοποιούνται άμεσα ηχητικές οδηγίες. Το σύστημα περιστρέφει αυτόματα την πλατφόρμα και φέρνει μπροστά στον πελάτη το όχημα του για να πραγματοποιηθεί η παραλαβή. Στη συνέχεια η μπάρα ασφαλείας ανυψώνεται, ανάβει το πράσινο φως και ο οδηγός μπορεί με ασφάλεια να μπει στο όχημα του. Χρησιμοποιώντας την όπισθεν, ο οδηγός απομακρύνεται από την θέση πάρκινγκ και κινείται προς την έξοδο.

Σε αυτό το μηχανολογικό σχέδιο περιέχονται τα ακόλουθα βασικά μέρη:

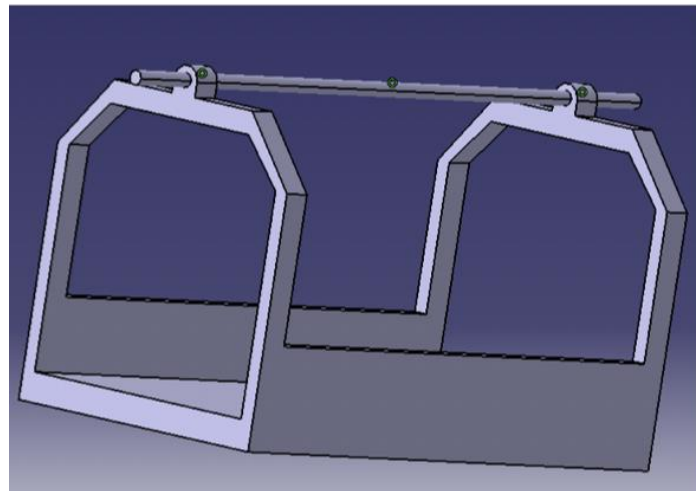
1. Παλέτα
2. Γρανάζι
3. Αλυσίδα κυλίνδρων
4. Ρουμελάν τροχού
5. Ράβδος δοκού
6. Πλαίσιο



Εικόνα 2.1: Αυτόματο μηχανικό σύστημα στάθμευσης [25]

4 Παλέτα

Η κύρια λειτουργία της παλέτας στο σύστημα στάθμευσης είναι να συγκρατεί το όχημα στη θέση του. Πρέπει να μπορεί να αντέχει το φορτίο του αυτοκινήτου και να είναι σταθερό ενώ το σύστημα είναι εν κίνηση. Είναι κατασκευασμένο από μαλακό χάλυβα και διαμορφώνεται στη διαδικασία κατασκευής.



Εικόνα 2.2: Παλέτα [26]

2 Γρανάζι

Ο οδοντωτός τροχός ή γρανάζι είναι ένα περιστρεφόμενο μηχανικό εξάρτημα με «κομμένα δόντια» ή γρανάζια ή ακόμα και γρανάζια που εμπλέκονται με αλυσίδα, τροχιά ή άλλο διάτρητο ή οδοντικό υλικό. Ο ορισμός «γρανάζι» χαρακτηρίζει γενικά κάθε τροχό στον οποίο οι ακτινικές προεξοχές εμπλέκονται με μια αλυσίδα που διαπερνά από πάνω [25]. Τα γρανάζια εμπλέκονται με ένα άλλο οδοντωτό μέρος ώστε να μεταδίδουν ροπή. Οι οδοντικοί τροχοί είναι διαφόρων σχεδίων, με τη μέγιστη απόδοση να διεκδικείται για καθένα από τον δημιουργό του. Συνήθως τα γρανάζια δεν έχουν φλάντζα αλλά υπάρχουν και ορισμένα γρανάζια που χρησιμοποιούνται με ιμάντες χρονισμού και έχουν φλάντζες με σκοπό να κρατούν τον ιμάντα χρονισμού στο κέντρο. Η χρήση τους είναι αξιοσημείωτη καθώς έχουν την ικανότητα να μεταβάλλουν τη ροπή, τη ταχύτητα και την κατεύθυνση μιας πηγής ισχύος. Μπορούν να λειτουργήσουν με υψηλή ταχύτητα και υπάρχουν ορισμένες μορφές

αλυσίδας που είναι κατασκευασμένες έτσι ώστε να είναι αθόρυβες σε υψηλές ταχύτητες. Το γρανάζι μπορεί να χαρακτηριστεί και ως μια απλή μηχανή λόγω της αλλαγής στην ροπή δημιουργώντας ένα μηχανικό πλεονέκτημα. Στα δύο δικτυωτά γρανάζια, τα «δόντια» έχουν όλα το ίδιο σχήμα. Δύο ή περισσότερα γρανάζια πλέξης τα οποία λειτουργούν σε μια σειρά ονομάζονται κιβώτιο ταχυτήτων.



Εικόνα 2.3: Γρανάζι [28]

3 Αλυσίδα κυλίνδρων

Με την βοήθεια της αλυσίδας κυλίνδρων γίνεται η σύνδεση μεταξύ κιβωτίου ταχυτήτων και οδοντωτών τροχών. Γενικά η αλυσίδα κυλίνδρων είναι ο τύπος αλυσίδας που χρησιμοποιείται πιο συχνά για την μετάδοση μηχανικής ισχύος σε πολλά βιομηχανικά, οικιακά μηχανήματα συμπεριλαμβανομένων των μηχανών συρμάτων και σωλήνων, πιεστηρίων, εκτύπωσης, ποδηλάτων και αυτοκινήτων. Αποτελείται από κοντούς κυλίνδρους που συγκρατούνται μεταξύ τους με πλευρικούς συνδέσμους και οδηγείται από το γρανάζι [25]. Είναι ένα αξιόπιστο και αποτελεσματικό μέσο για την μετάδοση της ισχύος.



Εικόνα 2.4: Αλυσίδα κυλίνδρων [29]

4 Ρουμελάν τροχού

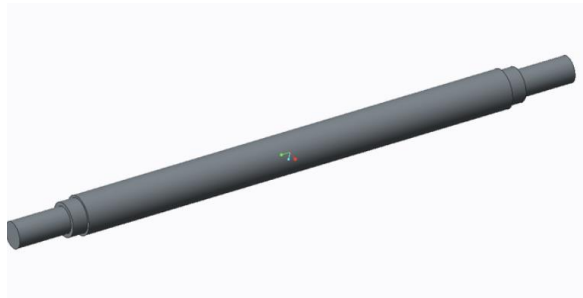
Τα ρουμελάν τροχού μπορούν να χαρακτηρισθούν ως μικρές μεταλλικές σφαίρες που συμβάλλουν στην μείωση της τριβής μεταξύ αξόνων σε διάφορες εφαρμογές. Πολλές φορές τοποθετούνται σε σειρά για να απορροφήσουν το βάρος που υπάρχει σε ένα κινούμενο μέρος με σκοπό τη μείωση της τριβής στα συγκροτήματα των αξόνων. Τα ρουλεμάν αποτελούνται από τέσσερα εξαρτήματα [26]: εξωτερικός δακτύλιος, εσωτερικός δακτύλιος, σφαίρες ή κυλιόμενα σώματα και κλώβο κυλίσεως. Οι σφαίρες ή αλλιώς τα κυλιόμενα σώματα υπάρχουν ανάμεσα στον εξωτερικό και εσωτερικό δακτύλιο και συνδέονται με τον κλώβο κυλίσεως ο οποίος είναι υπεύθυνος για την συντήρηση. Ένα επιπλέον μέρος του ρουμελάν είναι η φλάντζα, που καλύπτει τα κυλιόμενα σώματα και εμποδίζει την είσοδο υπολειμμάτων στο μηχανισμό.



Εικόνα 2.5: Ρουμελάν τροχού [31]

5 Ράβδος Δοκού

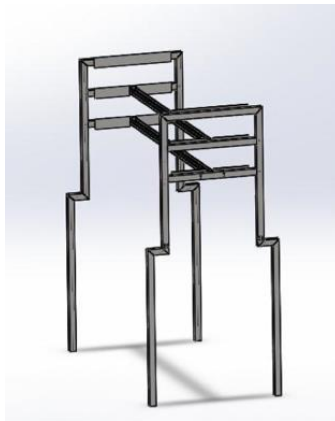
Η ράβδος δοκού χρησιμοποιείται για τη σύνδεση μεταξύ των οδοντωτών τροχών επιτρέποντας στο σύστημα να περιστρέφεται. Επιπλέον είναι συνδεδεμένο με το κιβώτιο ταχυτήτων.



Εικόνα 2.6: Ράβδος δοκού [32]

6 Πλαίσιο

Το πλαίσιο είναι το δομικό μέρος που συγκρατεί το συνολικό περιστροφικό σύστημα. Το συγκρότημα της παλέτας, η αλυσίδα μετάδοσης κίνησης και ο οδοντωτός τροχός εγκαθίστανται πάνω στο πλαίσιο.



Εικόνα 2.7: Πλαίσιο [26]

2.2 Ηλεκτρονικά εξαρτήματα

Τα ηλεκτρονικά συστήματα ενός αυτόματου μηχανικού συστήματος στάθμευσης συνεργάζονται μεταξύ τους για να εξασφαλίσουν την ομαλή και αποτελεσματική στάθμευση των οχημάτων και την κίνηση της περιστρεφόμενης πλατφόρμας διατηρώντας παράλληλα την ασφάλεια λειτουργίας. Τα κύρια εξαρτήματα που περιλαμβάνονται στο σύστημα είναι οι αισθητήρες, οι κινητήρες, ηλεκτρικοί διακόπτες, και οι περιφερειακές συσκευές. Οι αισθητήρες έχουν την ικανότητα να ανιχνεύσουν την παρουσία των οχημάτων και της πλατφόρμας στο σύστημα. Οι κινητήρες τροφοδοτούν την

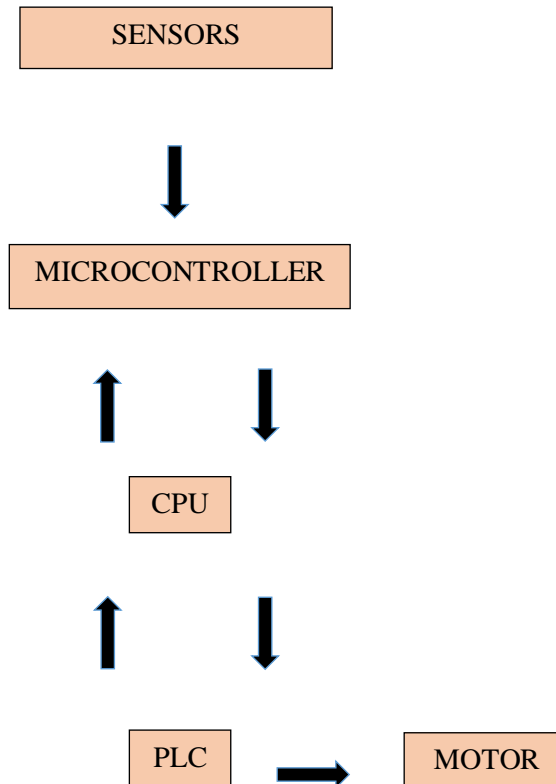
περιστροφή της πλατφόρμας και μετακινούν τα οχήματα στα διάφορα επίπεδα του συστήματος. Τα τροφοδοτικά παρέχουν το απαραίτητο ρεύμα για την λειτουργία της κατασκευής. Υπάρχουν διακόπτες και περιφερειακές συσκευές για την διασφάλιση της ασφάλειας των ανθρώπων και των οχημάτων. Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας με τα απαραίτητα υλικά και τις λειτουργίες του για την υλοποίηση του συνολικού συστήματος, τα οποία θα αναλυθούν σε αυτό και στο επόμενο κεφάλαιο:

ΥΛΙΚΟ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
Αισθητήρια	Θα υπάρχουν στους χώρους του συστήματος για να κάνουν τους απαραίτητους ελέγχους και θα δίνουν «ανταπόκριση» στην PLC μονάδα.
Κεντρική μονάδα επεξεργασίας	Ρυθμίζει και ελέγχει την σωστή λειτουργία του συστήματος, επεξεργάζεται τις πληροφορίες και τις διαμοιράζεται με το κεντρικό server.
PLC	Πραγματοποιεί τους ελέγχους στους αισθητήρες και δίνει εντολή στα ηλεκτρομοτέρ να κινούνται.
Ηλεκτρολογικός Πίνακας τροφοδοσίας τριφασικός	Τροφοδοτεί την κεντρική μονάδα επεξεργασίας.
Ταχυφορτιστές	Φόρτιση των ηλεκτρικά κινούμενων αυτοκινήτων.
Φωτοβολταϊκά Πάνελ και Συσσωρευτές Βαθιάς εκφόρτισης	Θα γίνει εγκατάσταση στην οροφή της κατασκευής για την παροχή ενέργειας σε περίπτωση διακοπής της τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας σε χώρους με σύστημα φωτισμού.

Πίνακας 2.1: Τα κύρια υλικά και οι λειτουργίες τους για το αυτόματο μηχανικό σύστημα στάθμευσης

2.3 Τρόπος διασύνδεσης

Για τη διεπαφή των αισθητηρίων και του PLC μπορεί να γίνει ένα API (Application Programming Interface), δηλαδή ένας κώδικας που κάνει δύο εφαρμογές-πλατφόρμες να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν δεδομένα, μεταξύ ενός μικροελεγκτή όπου θα είναι συνδεδεμένα όλα τα αισθητήρια και η κεντρική μονάδα επεξεργασίας όπου θα επικοινωνεί με το PLC [27]. Με αυτό το τρόπο θα έχουμε τη δυνατότητα να ελέγξουμε τα αναλογικά σήματα και μερικά δεδομένα τα οποία δεν μπορεί να λάβει το PLC. Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να διατυπωθεί με ένα σχήμα:



Σχήμα 2.1: Interface

2.4 Είδη αισθητήριων οργάνων

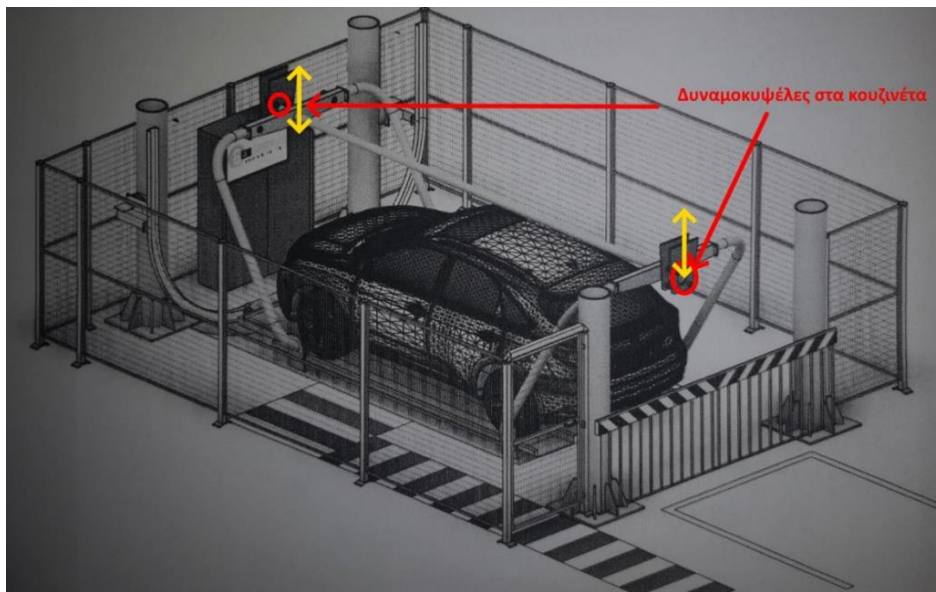
Το συνολικό σύστημα αυτόματης στάθμευσης για να μπορεί να πραγματοποιεί εντολές κίνησης των κινητήρων πρέπει να ελέγχεται και να εγκρίνεται από τους αισθητήρες. Αυτό γίνεται για λόγους ασφαλείας και ευταξίας της αυτόματης λειτουργίας του συστήματος. Ως αισθητήρα μπορούμε να ορίσουμε μια συσκευή η οποία έχει την ικανότητα να μετατρέψει τη μέτρηση ενός φυσικού μεγέθους σε σήμα το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο μιας λειτουργίας. Επομένως η μελέτη των αισθητήρων έχει γίνει με βάση την ασφάλεια και την αυτοματοποίηση χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Τα αισθητήρια όργανα που θα χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο του χώρου στο σύστημα αυτόματης στάθμευσης διακρίνονται στις παρακάτω υποκατηγορίες:

- **Αισθητήρες Βάρους (Δυναμοκυψέλες)**
- **Αισθητήρες Ύψους και Πλάτους (Camera)**
- **Αισθητήρες θέσης (Ultrasonic)**
- **Αισθητήρας κίνησης (Motion Detection)**
- **Αισθητήρας θέσης της πλατφόρμας (proximity)**
- **Αισθητήρας ID (RFID)**
- **Αισθητήρες Πυρασφάλειας**
- **Αισθητήρας Button Ασφαλείας**

2.4.1 Αισθητήρας βάρους

Ένας αισθητήρας βάρους μπορεί χρησιμοποιείται σε ένα αυτόματο σύστημα στάθμευσης για να ανιχνεύσει την παρουσία ενός οχήματος στη θέση και να προσφέρει δεδομένα σχετικά με το βάρος

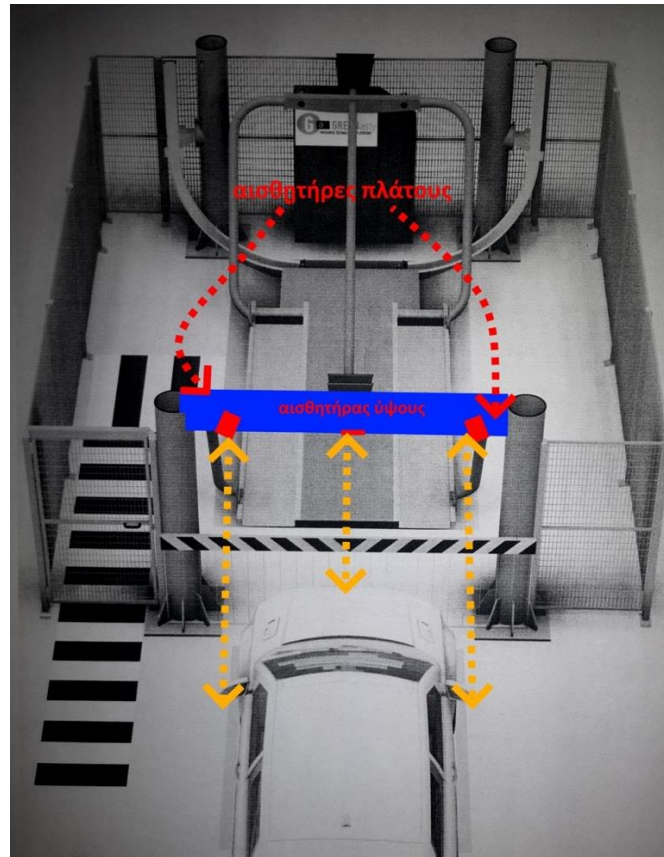
του αυτοκινήτου. Οι αισθητήρες βάρους συνήθως τοποθετούνται κάτω από την επιφάνεια του δαπέδου της θέσης στάθμευσης ή στον οριζόντιο άξονα περιστροφής της πλατφόρμας. Η λειτουργία του αισθητήρα βάρους βασίζεται στην αντίσταση που παρουσιάζει ένα ελατήριο ή ένας αισθητήρας κατά τη διάβαση του βάρους πάνω στην επιφάνεια τους. Η μέτρηση της αντίστασης αυτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του βάρους του οχήματος. Ο αισθητήρας βάρους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αυτόματη αναγνώριση του οχήματος, τον έλεγχο της κατάστασης του οχήματος, και την επιτήρηση της χρήσης της θέσης στάθμευσης. Ο έλεγχός αυτός γίνεται την χρονική στιγμή στάθμευσης του αυτοκινήτου πάνω στη πλατφόρμα (ελεύθερη θέση). Σε περίπτωση που το όχημα έχει μεγαλύτερο βάρος από το επιτρεπτό, τότε το όχημα κρίνεται ακατάλληλο για το σύστημα και απορρίπτεται. Το πρόγραμμα σταματάει να λειτουργεί αυτόματα και εμφανίζεται φωτεινή ένδειξη και ηχητικό μήνυμα ενημερώνοντας τον οδηγό. Ο τύπος αισθητήρα που χρησιμοποιείται στο σύστημα είναι **ασύρματες δυναμοκυψέλες**.



Εικόνα 2.8: Ασύρματες δυναμοκυψέλες στον οριζόντιο άξονα περιστροφής της πλατφόρμας

2.4.2 Αισθητήρας ύψους και πλάτους

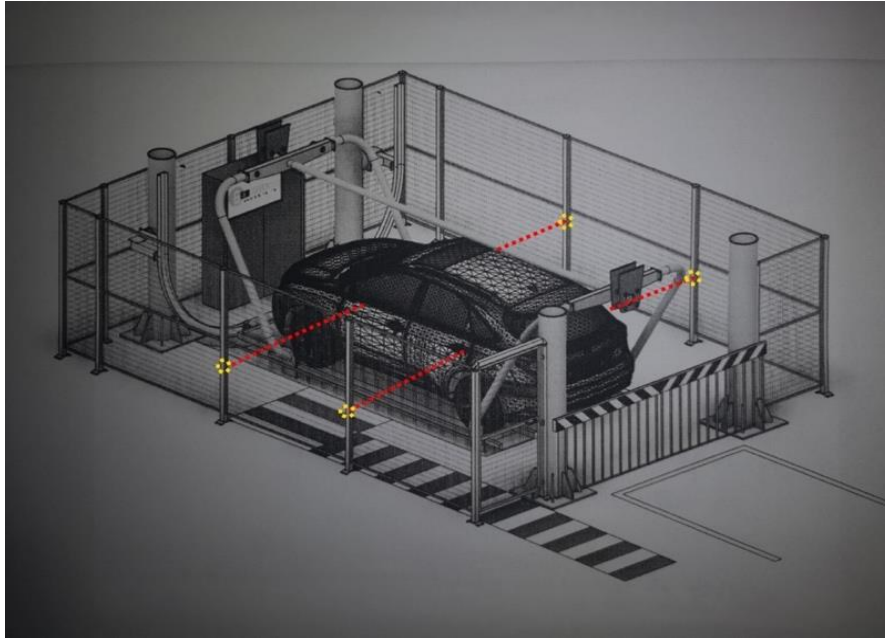
Ο αισθητήρας ύψους και πλάτους είναι ένα απαραίτητο μέρος στο αυτόματο σύστημα στάθμευσης καθώς χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των διαστάσεων του οχήματος όπως είναι το ύψος και το πλάτος του. Με αυτό το τρόπο εξασφαλίζεται η ασφάλεια του οχήματος στο χώρο χωρίς να προκληθεί κάποια ζημιά. Συνήθως ο αισθητήρας είναι εγκατεστημένος στην είσοδο του συστήματος για τον έλεγχο του εισερχόμενου οχήματος. Προτείνεται να είναι κάθετη μπάρα πάνω στη μπάρα εισόδου για τον υπολογισμό του ύψους και διάδρομος δεξιά και αριστερά για τον υπολογισμό του πλάτους. Καθώς το όχημα εισέρχεται στο σύστημα, ο αισθητήρας μπορεί να υπολογίσει την απόσταση από το όχημα και να καθορίσει το ύψος και το πλάτος του. Στη συνέχεια οι πληροφορίες του αισθητήρα μεταφέρονται στο σύστημα ελέγχου το οποίο τις χρησιμοποιεί για να οδηγήσει το όχημα με ασφάλεια στο χώρο στάθμευσης. Στη περίπτωση που οι διαστάσεις του οχήματος υπερβαίνουν τα όρια που επιτρέπει το σύστημα στάθμευσης, ο αισθητήρας θα στείλει ειδοποίηση στο σύστημα ελέγχου και δεν θα επιτραπεί η είσοδος του οχήματος. Επομένως το πρόγραμμα σταματάει να τρέχει και δεν σηκώνεται η μπάρα εισόδου. Ο τύπος αισθητήρα που χρησιμοποιείται στο σύστημα είναι **camera with Software**.



Εικόνα 2.9: Η θέση του αισθητήρα για τον έλεγχο

2.4.3 Αισθητήρας θέσης

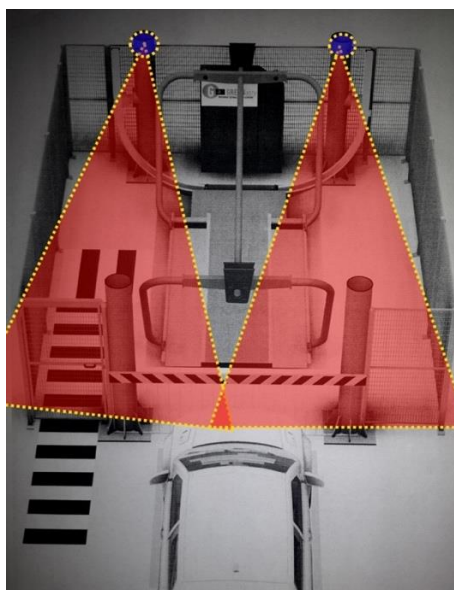
Ένας αισθητήρας θέσης είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για να ανιχνεύει τη θέση ενός οχήματος κατά τη στάθμευση ή την αποχώρηση από το σύστημα στάθμευσης. Με αυτό το τρόπο ελέγχεται αν το όχημα είναι τοποθετημένο σωστά μέσα στο χώρο. Ο έλεγχος αυτός γίνεται μόλις το αυτοκίνητο σταθμεύσει πάνω στη πλατφόρμα, με σκοπό να αποφύγουμε συγκρούσεις με άλλα αυτοκίνητα ή αντικείμενα στο χώρο. Στη περίπτωση που το όχημα βρίσκεται τοποθετημένο εκτός των ορίων της πλατφόρμας, θα υπάρχει φωτεινή ένδειξη για να κατατοπίσει τον οδηγό να σταθμεύσει σωστά το αυτοκίνητο. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιείται **αισθητήρας υπερήχων** εντός της θέσης στάθμευσης για να μετρούν την απόσταση από το στόχο. Ένας αισθητήρας υπερήχων χρησιμοποιεί ένα μοναδικό στοιχείο υπερήχων και για την εκπομπή και την λήψη [28].



Εικόνα 2.10: Αισθητήρες Ultrasonic εντός της θέσης

2.4.4 Αισθητήρας κίνησης

Στο σύστημα αυτόματης στάθμευσης, ένας κινούμενος αισθητήρας χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της κίνησης των οχημάτων εντός του συστήματος. Ο αισθητήρας κίνησης ξεκινάει τη διαδικασία του ελέγχου μετά τη διαδικασία της στάθμευσης και αφού έχουν γίνει οι απαραίτητοι έλεγχοι για τις σωστές διαστάσεις, βάρος και θέσης του οχήματος. Για την εκκίνηση της διαδικασίας του προγράμματος, ο οδηγός πρέπει να έχει αποχωρήσει από το όχημα. Πραγματοποιείται η κύλιση της πλατφόρμας και η νέα είσοδος στο πάρκινγκ για το επόμενο όχημα. Η διαδικασία αυτή γίνεται για να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχει ανθρώπινη παρέμβαση στο χώρο στάθμευσης κατά τη χρονικά διάρκεια κίνησης του συστήματος. Χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις ο τύπος αισθητήρα **Motion Detection και κάμερες** οι οποίοι συνήθως βρίσκονται στους κεντρικούς κυλοδοκούς.



Εικόνα 2.11: Αισθητήρας Motion Detection για τον έλεγχο κίνησης της κατασκευής

2.4.5 Αισθητήρας θέσης της πλατφόρμας

Ο αισθητήρας ανιχνεύει τη θέση της πλατφόρμας καθώς περιστρέφεται, επιτρέποντας το σύστημα να ελέγχει τη ταχύτητα και τη περιστροφή της διασφαλίζοντας την ασφάλεια και την αποτελεσματική λειτουργία του αυτόματου συστήματος στάθμευσης. Χρησιμοποιούμε έναν **επαγωγικό μαγνητικό αισθητήρα** ή αλλιώς αισθητήρας δινορευμάτων ο οποίος είναι τοποθετημένος πάνω στον κορμό της κατασκευής σε κάθε πλατφόρμα και λειτουργεί ως διακόπτης και ως μέτρο διασφάλισης της σωστής τοποθέτησης των θέσεων στο σύστημα. Έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύσει αλλαγές στο μαγνητικό πεδίο κατά τη διάρκεια περιστροφής της πλατφόρμας, κάτι που της επιτρέπει να προσδιορίσει τη θέση της πλατφόρμας. Ο επαγωγικός μαγνητικός αισθητήρας αποτελείται από ένα πηνία σύρματος το οποίο είναι τυλιγμένο γύρω από ένα υλικό πυρήνα όπως για παράδειγμα σίδηρος μέσα σε ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ώστε να σχηματιστεί επαγωγικός βρόχος. Όταν υπάρχει μαγνητικό πεδίο, στο πηνίο παρατηρείται ρεύμα το οποίο μπορεί να μετρηθεί και να το χρησιμοποιήσουμε για τον προσδιορισμό της θέσης της πλατφόρμας. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι η χρήση του επαγωγικού αισθητήρα δεν επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες όπως είναι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, οι συνθήκες φωτισμού κλπ. Επιπλέον είναι εξαιρετικά ακριβείς και αξιόπιστοι στην ανίχνευση της θέσης [29].



Εικόνα 2.12: Επαγωγικός μαγνητικός αισθητήρας [30]

2.4.6 Αισθητήρας ID πλατφόρμας

Ο αισθητήρας ID χρησιμοποιείται για το προσδιορισμό της θέσης ενός οχήματος σε μια συγκεκριμένη πλατφόρμα. Συνήθως βρίσκεται στη πλατφόρμα στάθμευσης και χρησιμοποιεί μια ποικιλία τεχνολογιών για την αναγνώριση της θέσης του κάθε αυτοκινήτου., όπως είναι η αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID) , ανίχνευση φωτός και εμβέλειας (LIDAR) [31]. Οι πληροφορίες που συλλέγονται στη συνέχεια μεταφέρονται στο σύστημα ελέγχου ώστε να προσδιοριστεί η θέση του αυτοκινήτου και να μετακινηθεί η ανάλογη πλατφόρμα. Με αυτό το τρόπο γίνεται η ανάκτηση και η στάθμευση των οχημάτων χωρίς την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση. Ο **αισθητήρας RFID** σε συνδυασμό με τον αισθητήρα βάρους ελέγχουν ποιες θέσεις έχουν καλυφθεί με οχήματα.



Εικόνα 2.13: Αισθητήρας RFID [32]

2.4.7 Αισθητήρας Πυρασφάλειας

Ο αισθητήρας πυρασφάλειας είναι σχεδιασμένος για την ανίχνευση της παρουσίας φωτιάς ή καπνού ή επικίνδυνης αύξησης της θερμοκρασίας μέσα στο σύστημα ενεργοποιώντας κατάλληλα μέτρα για την προστασία των χρηστών. Χρησιμοποιείται **αισθητήρας μονοξειδίου του άνθρακα** και είναι εγκατεστημένος εντός του χώρου σε κάθε πλατφόρμα. Είναι αξιοσημείωτη η τακτική συντήρηση και δοκιμή για τη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας. Όταν οι αισθητήρες ενεργοποιηθούν, ενεργοποιείτε συναγερμός και προειδοποιητικό σήμα για πιθανό κίνδυνο και απομάκρυνση από το χώρο.

2.4.8 Αισθητήρας Button Ασφαλείας

Συνήθως το Button χρησιμοποιείται για την εκκίνηση της διαδικασίας της στάθμευσης ή την ανάκτηση ενός οχήματος από το σύστημα. Βρίσκεται κοντά στην είσοδο ή έξοδο του συστήματος έχοντας το ρόλο του ελεγκτή. Για λόγους ασφαλείας ο χώρος θα είναι περιφραγμένος στο επίπεδο 0. Εκτός από την μπάρα, υπάρχει δίπλα από τη μεριά του οδηγού μια πόρτα όπου θα βρίσκεται button. Θα υπάρχει ένα εξωτερικό πρόγραμμα που θα ελέγχει την πληρωμή από τον οδηγό, **button επαφής** και αισθητήρας επαφής για την πόρτα.



Εικόνα 2.14: Button επαφής [33]

2.5 Κινητήρες

Στο σύστημά μας θα υπάρχει ένα ηλεκτρομοτέρ των 15kW στον κάθετο άξονα το οποίο θα είναι υπεύθυνο για την κίνηση της καδένας στην οδοντωτή τροχαλία. Χρησιμοποιούμε τριφασικό ασύγχρονο κινητήρα, ο οποίος είναι διαδεδομένος στις βιομηχανικές εφαρμογές και κατάλληλος για το περιστροφικό σύστημα στάθμευσης. Ο συγκεκριμένος κινητήρας είναι οικονομικός και απλός στη κατασκευή του, εύκολος στη συντήρηση και προσφέρει υψηλή απόδοση και ασφάλεια. Το ρεύμα εκκίνησης τους είναι περίπου 4 έως 8 φορές μεγαλύτερο από το ρεύμα κανονικής λειτουργίας. Ο κινητήρας είναι υπεύθυνος για την περιστροφική κίνηση της πλατφόρμας όπου πάνω θα βρίσκονται τα οχήματα των χρηστών. Γενικά ένας τριφασικός κινητήρας αποτελείται από το σταθερό μέρος που ονομάζεται στάτης (stator) και από το στρεφόμενο μέρος που ονομάζεται επαγωγικό τύμπανο ή δρομέας ή ρότορας (rotor). Ο στάτης αποτελείται από το κέλυφος όπου εκεί βρίσκεται ο πυρήνας. Ο πυρήνας αποτελείται από πολλά μαγνητικά ελάσματα, συνήθως πυριτιούχου χάλυβα, τα οποία είναι συγκρατημένα με κοχλίες. Μέσα στις οδοντώσεις ή αυλάκια που δημιουργούνται από τα μαγνητικά ελάσματα είναι τοποθετημένο ένα τριφασικό τύλιγμα το οποίο δημιουργεί μαγνητικό πεδίο [34]. Τα έξι άκρα των τριών φάσεων καταλήγουν στους έξι ακροδέκτες του πινακιδίου του κινητήρα που ονομάζονται U1-U2, V1-V2, W1-W2. Η σύνδεση των τριών φάσεων γίνεται σε αστέρα ή τρίγωνο.

Ο δρομέας (rotor) αποτελεί ανεξάρτητο μέρος από τον κινητήρα και δεν τροφοδοτείται από ρεύμα. Αποτελείται από ένα κυλινδρικό μέρος συνήθως από σιδηρομαγνητικό υλικό, ο οποίο έχει την ικανότητα να περιστρέφεται γύρω από τον άξονα. Για την επίτευξη της περιστροφής του δρομέα, το στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο του στάτη τέμνει τις σπείρες του δρομέα. Όταν οι αγωγοί του δρομέα βρεθούν σε χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο του στάτη, παρατηρείται η ανάπτυξη επαγωγικών ρευμάτων και ασκείται μια δύναμη Laplace F η οποία δημιουργεί ροπή στρέφοντας με αυτό τον τρόπο τον στάτη ανάλογα με την φορά περιστροφής του μαγνητικού πεδίου. Με αυτό τον τρόπο περιστρέφεται ο δρομέας εφόσον η ροπή στρέψης είναι μεγαλύτερη από τη ροπή του φορτίου και των τριβών. Μπορούμε να το εκφράσουμε και με μαθηματικούς τύπους [35]:

$$F = B I_{\Delta ΡΟΜΕΑ} L$$

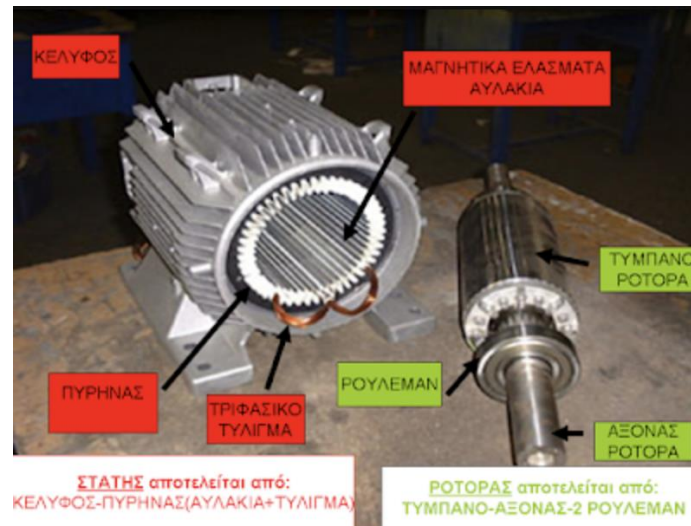
όπου

F : Μαγνητική δύναμη (N)

B : Μαγνητική επαγωγή στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου (V_S/m^2)

$I_{\Delta ΡΟΜΕΑ}$: Ρεύμα δρομέα από επαγωγή (A)

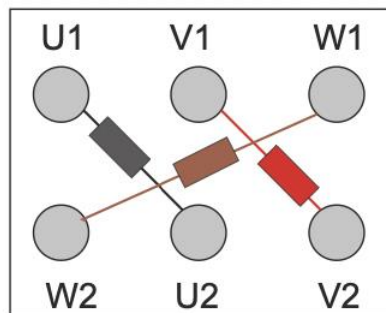
L : Μήκος του αγωγού του δρομέα (m)



Εικόνα 2.15: Τα βασικά μέρη ενός τριφασικού κινητήρα

2.5.1 Πολικά και φασικά μέρη

Στο εσωτερικό των τριφασικών κινητήρων υπάρχουν τρία χάλκινα μονωμένα σύρματα που περιελίσσονται σύνθετα πηνία, τα οποία αποτελούνται από αλλά μικρότερα πηνία συνδεδεμένα μεταξύ τους. Τα πηνία έχουν κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ανθεκτικά στη τάση τροφοδοσίας τους, την οποία την δίνει ο κατασκευαστής και αναγράφεται στο μοτέρ. Τα άκρα των τριών τυλιγμάτων χαρακτηρίζονται με γράμματα U1-U2, V1-V2, W1-W2. Κάθε πηνίο συνδέεται στην πάνω και κάτω τριάδα των ακροδεκτών με τον τρόπο που βλέπουμε στην εικόνα 2.16.



Εικόνα 2.16: Σύνδεση ακροδεκτών [36]

Με αυτό τον τρόπο συνδεσμολογίας μπορούμε να συνδέσουμε τον κινητήρα σε αστέρα ή τρίγωνο. Τα άκρα U1, V1, W1 χρησιμοποιούνται για να γίνει η σύνδεση με το τριφασικό δίκτυο τροφοδοσίας R, S, T, Mr ή αντίστοιχα L1, L2, L3, N ώστε να λαμβάνουν ή να δώσουν ισχύ και τα άκρα U2, V2, W2 για να δημιουργούν τριφασικό σύστημα.

Για την σύνδεση σε αστέρα (Y):

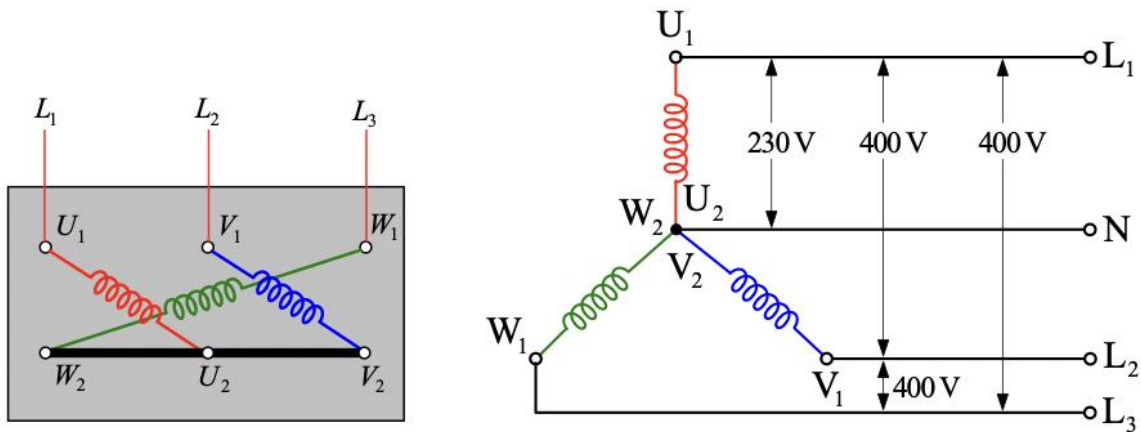
Στην εκκίνηση του κινητήρα, τα τρία τυλίγματα πρέπει να συνδεθούν σε συνδεσμολογία αστέρα. Για να επιτευχθεί αυτό γεφυρώνουμε με χάλκινα λαμάκια τους τρεις ακροδέκτες W2, U2 και V2. Οι ακροδέκτες U1, V1, W1 συνδέονται με τις φάσεις L1, L2, L3 αντίστοιχα. Γενικότερα η τάση στα

Κεφάλαιο 2

Άκρα της μίας φάσης χαρακτηρίζεται ως φασική τάση και η τάση ανάμεσα σε δύο γραμμές τροφοδοσίας ως πολική τάση. Στα άκρα κάθε πηνίου εφαρμόζεται φάση και στον κοινό κόμβο ουδέτερο. Στο κινητήρα εφαρμόζουμε πολική τάση 400V όμως τα πηνία λόγω της συνδεσμολογίας αστέρα έχουν τάση 230V [36]. Αυτό προκύπτει από τον υπολογισμό στο Ελληνικό τριφασικό δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος όπου η τάση είναι 400V:

$$V_{\text{φασική}} = V_{\text{πολική}} / \sqrt{3} = 230\text{V}$$

$$I_{\text{φασικό}} = I_{\text{πολικό}}$$



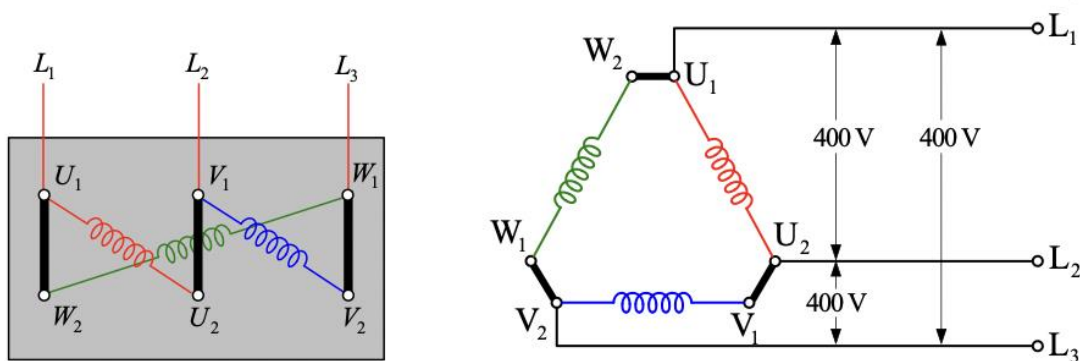
Εικόνα 2.17: Συνδεσμολογία αστέρα

Για την σύνδεση σε τρίγωνο (Δ):

Μετά τη λειτουργία του κινητήρα σε συνδεσμολογία αστέρα, ο αυτόματος διακόπτης μεταβάλλει τη συνδεσμολογία από αστέρα σε τρίγωνο. Οι ακροδέκτες γεφυρώνονται με συνδυασμούς U1-W2, V1-U2 και W1-V2 και είναι συνδεδεμένοι με τις αντίστοιχες φάσεις L1, L2, L3. Παρατηρούμε ότι στη συνδεσμολογία τριγώνου η τάση ανάμεσα στις γραμμές τροφοδοσίας 400V εφαρμόζεται στα άκρα κάθε πηνίου [37]. Σε αυτή την περίπτωση ισχύει:

$$V_{\text{φασική}} = V_{\text{πολική}}$$

Και από τη τριγωνομετρική ανάλυση προκύπτει $I_{\text{πολικό}} = \sqrt{3} I_{\text{φασικό}}$



Εικόνα 2.18: Συνδεσμολογία τρίγωνο

Επομένως το ρεύμα εκκίνησης ενός τριφασικού κινητήρα σε συνδεσμολογία τριγώνου είναι τριπλάσιο από το ρεύμα εκκίνησης σε συνδεσμολογία αστέρα. Ανεξάρτητα από τον τρόπο σύνδεσης των πηνίων, η πραγματική ισχύ που απορροφά ο κινητήρας από το δίκτυο υπολογίζεται από το τύπο:

$$P = \sqrt{3} I_{\text{πολικό}} V_{\text{πολική}} \cos \varphi$$

2.6 Ηλεκτρικοί διακόπτες

Ένας ηλεκτρικός διακόπτης είναι μια ηλεκτρομηχανική συσκευή που επιτρέπει την σύνδεση ή αποσύνδεση τμημάτων σε ένα σύνθετο ηλεκτρικό κύκλωμα. Αυτό πραγματοποιείται από την αλλαγή της διαδρομής του ηλεκτρικού ρεύματος. Οι ηλεκτρικοί διακόπτες μπορούν να ελέγξουν την ισχύ και να αντληθούν όταν το σύστημα βρίσκεται εκτός του εύρους λειτουργίας. Έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλλουν την κατάσταση κάποια επαφής (ανοιχτή ή κλειστή). Γενικά ως κανονική κατάσταση επαφής μπορούμε να χαρακτηρίσουμε αυτή στην οποία βρίσκεται στη κανονική κατάσταση λειτουργίας χωρίς την ανίχνευση εμποδίου. Ως αποτέλεσμα προκύπτουν δύο κατηγορίες επαφών, η κανονικά ανοιχτή (NO – Normally Open) και κανονικά κλειστή (NC – Normally Closed). Παρακάτω θα μελετήσουμε ορισμένους τύπους ηλεκτρικών διακοπών που θα χρησιμοποιήσουμε στο αυτοματοποιημένο μηχανικό σύστημα στάθμευσης.

2.6.1 Διακόπτες ορίων

Στο σύστημα αυτόματης στάθμευσης, θα υπάρχουν τοποθετημένοι διακόπτες συνήθως στο πάνω και στο κάτω μέρος της διαδρομής της πλατφόρμας. Με αυτό το τρόπο θα μπορούμε να ελέγξουμε τη σωστή λειτουργία του συστήματος, καθώς όταν η πλατφόρμα ξεπεράσει τα επιτρεπτά όρια ο διακόπτης ενεργοποιείται άμεσα και εμφανίζεται σήμα στο κεντρικό σύστημα ελέγχου για να διακόψει τη κίνηση της πλατφόρμας. Το ρόλο του διακόπτη μπορεί να πάρει ο επαγωγικός μαγνητικός αισθητήρας που μελετήσαμε παραπάνω.

2.7 Περιφερειακές συσκευές

Οι περιφερειακές συσκευές προβάλλουν την «έξοδο» που προκύπτει από την «είσοδο», δηλαδή τους αισθητήρες του συστήματος. Αποτελούν σημαντικά στοιχεία παρέχοντας βελτίωση στην απόδοση του συστήματος. Ακολουθούν ορισμένες κοινές περιφερειακές συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν στο σύστημα:

1. Μπάρα εισόδου/εξόδου

Στο αυτοματοποιημένο σύστημα στάθμευσης χρησιμοποιείται μπάρα εισόδου και εξόδου για τον έλεγχο της διέλευσης των οχημάτων. Πριν την είσοδο του αυτοκινήτου στο χώρο γίνεται ο απαραίτητος έλεγχος από τους αισθητήρες και αφού τηρεί τις προδιαγραφές του συστήματος κατευθύνεται προς την μπάρα εισόδου. Κάτι παρόμοιο συμβαίνει και κατά την έξοδο του οχήματος όπου μετά από τον έλεγχο των αισθητηρίων για την αποχώρηση του, ανοίγει η μπάρα εξόδου και επιτρέπει την έξοδο του αυτοκινήτου από το χώρο στάθμευσης. Συγκεκριμένα στο αυτοματοποιημένο σύστημα στάθμευσης θα χρησιμοποιήσουμε αυτόματα μπάρα ελέγχου MOTORLINE KBM6. Η μπάρα MOTORLINE KBM6 σύμφωνα με το manual διαθέτει ισχυρό και αξιόπιστο κινητήρα νέας γενιάς motorline 230VAC/ 90Watt, ηλεκτρομειωτήρα μη αντιστρεπτής λειτουργίας ο οποίος κλειδώνει τη μπάρα όταν δεν λειτουργεί ο κινητήρας, ενσωματωμένο ηλεκτρονικό πίνακα ελέγχου με δείκτη MC15, διακόπτες ασφαλείας και εξαρτήματα οπτικής ένδειξης λειτουργίας. Το κοντάρι αλουμινίου είναι έως 6m με ταχύτητα ανοίγματος 3-6s και έχει την δυνατότητα να πραγματοποιήσει

200 ανοιγοκλεισίματα ανά ώρα. Είναι σχεδιασμένη με κάλυμμα από γαλβανισμένο χάλυβα βαμμένο ηλεκτροστατικά σε χρώμα γκρι. Επιπλέον υπάρχει ενσωματωμένο σύστημα οπτικής ένδειξης λειτουργίας LED τριών καταστάσεων για την ανίχνευση τυχόν εμποδίων στο χώρο [38]. Στο πάνω μέρος υπάρχει μια φωτεινή ένδειξη ανάλογα με την κατάσταση που βρίσκεται η μπάρα, συγκεκριμένα κόκκινο για το κλείσιμο, πράσινο για το άνοιγμα και μπλε για την ανοικτή θέση.



Εικόνα 2.19: Αυτόματη μπάρα ελέγχου MOTORLINE KBM6 [38]

2. Φωτισμός

Ένα καλά φωτισμένο σύστημα στάθμευσης προσφέρει ευχάριστη εμπειρία και ασφάλεια στον πελάτη διασφαλίζοντας ένα συνεχώς φωτισμένο χώρο ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε χρονική στιγμή. Ο φωτισμός LED είναι μια βασική τεχνολογία στο κομμάτι του φωτισμού εξασφαλίζοντας μειωμένη ενέργεια και κατά συνέπεια μειωμένο κόστος και συντήρηση. Στο σύστημα μας θα χρησιμοποιήσουμε κατάλληλο φωτισμό ο οποίος θα υποδεικνύει τις ελεύθερες και κατειλημμένες θέσεις σε κάθε χρονική στιγμή μαζί με την συμβολή αισθητήρων στάθμευσης υπερήχων. Επιπλέον θα υπάρχει φωτισμός για σηματοδοτεί τις ειδικές θέσεις φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων. Για την ασφάλεια του συστήματος και του οδηγού θα υπάρχει προειδοποιητικός φωτισμός για την καθοδήγηση του πελάτη με σκοπό την ολοκλήρωση της διαδικασίας της στάθμευσης.

3. Φωνητικά μηνύματα

Η χρήση φωνητικών εντολών στο σύστημα στάθμευσης είναι πολύ σημαντική δίνοντας βοήθεια στον χρήστη να πραγματοποιήσει τις απαραίτητες ενέργειες για την ολοκλήρωση της διαδικασίας της στάθμευσης. Για παράδειγμα, όταν ο οδηγός πλησιάσει το αυτόματο σύστημα στάθμευσης θα αναπαράγεται ένα ηχογραφημένο μήνυμα όπως « Καλώς ήρθατε στο σύστημα στάθμευσης, ακολουθήστε τις οδηγίες για τη στάθμευση του οχήματος σας». Αν για παράδειγμα μετά τον έλεγχο του οχήματος κριθεί μη επιτρεπτό για το σύστημα, εμφανίζεται μήνυμα για την αποχώρηση του χρήστη από το πάρκινγκ. Επιπλέον οι φωνητικές εντολές θα προειδοποιούν τον οδηγό για τη σωστή λειτουργία ώστε να αποφευχθεί κάποιο ατύχημα.

4. Καθρέφτης ασφαλείας

Σημαντικός είναι και ο ρόλος του καθρέφτη ασφαλείας στο σύστημα για να βοηθήσει τον χρήστη να σταθμεύσει σωστά το όχημα του πάνω στην πλατφόρμα. Συγκεκριμένα θα χρησιμοποιήσουμε κυρτό καθρέπτη ασφαλείας κατασκευασμένος από ανθεκτικό πλαστικό με διάμετρο 80cm και 5,9 kg. Διαθέτει ρυθμιζόμενη βάση στήριξης για την εύρεση της επιθυμητής γωνίας για την αύξηση της ορατότητας [39].

Κεφάλαιο 3^ο: Ηλεκτρολογικός πίνακας τριών φάσεων

3.1 Ανάπτυξη ηλεκτρολογικού πίνακα

Ο ηλεκτρολογικός πίνακας στο σύστημα αυτόματης μηχανικής στάθμευσης είναι ένα σημαντικό εξάρτημα που είναι υπεύθυνος για την τροφοδότηση και τον έλεγχο των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Ελέγχει τον κινητήρα που περιστρέφει τη πλατφόρμα στάθμευσης, τους αισθητήρες και διασφαλίζει την ασφαλή λειτουργία της κατασκευής. Ο ηλεκτρολογικός πίνακας περιλαμβάνει μια σειρά από εξαρτήματα, όπως είναι οι διακόπτες, οι ασφάλειες, ρελέ, μοτέρ, τροφοδοτικό και μονάδες ελέγχου. Για την κατασκευή του κυκλώματος θα χρειαστεί να γίνει ένα σχεδιάγραμμα του ηλεκτρολογικού πίνακα. Εκεί καταλήγει η παροχή, η οποία ξεκινάει από το μετρητή του ΔΕΔΔΗΕ. Θα γίνει μια αναφορά στο τρόπο με τον οποίο ένας τριφασικός κινητήρας χρησιμοποιείται στο αυτόματο σύστημα στάθμευσης:

1. Κατανομή ισχύος: Ο τριφασικός ηλεκτρικός πίνακας λαμβάνει την ηλεκτρική ενέργεια από την κύρια παροχή και την μεταφέρει στα διάφορα υποσυστήματα του χώρου στάθμευσης όπως για παράδειγμα τους κινητήρες, στα συστήματα φωτισμού, στους αισθητήρες και σε άλλες ηλεκτρικές συσκευές.
2. Κυκλώματα ελέγχου: Στο πίνακα ελέγχου υπάρχουν διάφορα κυκλώματα ελέγχου όπως είναι τα ρελέ, οι διακόπτες, λειτουργία της μπάρας εισόδου/ εξόδου κλπ.
3. Έλεγχος κινητήρα: Με τον ηλεκτρολογικό πίνακα γίνεται ο έλεγχος για την περιστροφή της πλατφόρμας.
4. Συσκευές ασφαλείας: Για τη σωστή λειτουργία και ασφάλεια των χρηστών, υπάρχουν διακόπτες κυκλώματος, ασφαλείας, διακόπτες κυκλώματος γείωσης (GFCI) για την αποτροπή από τυχόν ζημιές, βραχυκύκλωμα, ηλεκτροπληξία.
5. Καλωδιώσεις: Αποτελεί το κεντρικό σημείο για τις συνδέσεις των καλωδίων και τις εισερχόμενες γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας. Γενικότερα η σωστή διάταξη των συνδέσεων διευκολύνει στη συντήρηση και στον έλεγχο. Να σημειώσουμε ότι τα καλώδια που χρησιμοποιούνται είναι άφλεκτα και στεγανά και έχουν αντοχή στη θερμότητα, στο ψύχος, στην υγρασία και στις στρέψεις.

Για τη κατασκευή του κυκλώματος θα χρειαστεί να γίνει ένα σχεδιάγραμμα του ηλεκτρολογικού πίνακα. Εκεί καταλήγει η παροχή, η οποία ξεκινάει από το μετρητή του ΔΕΔΔΗΕ. Θα γίνει μια αναφορά στις προδιαγραφές του ηλεκτρολογικού πίνακα.

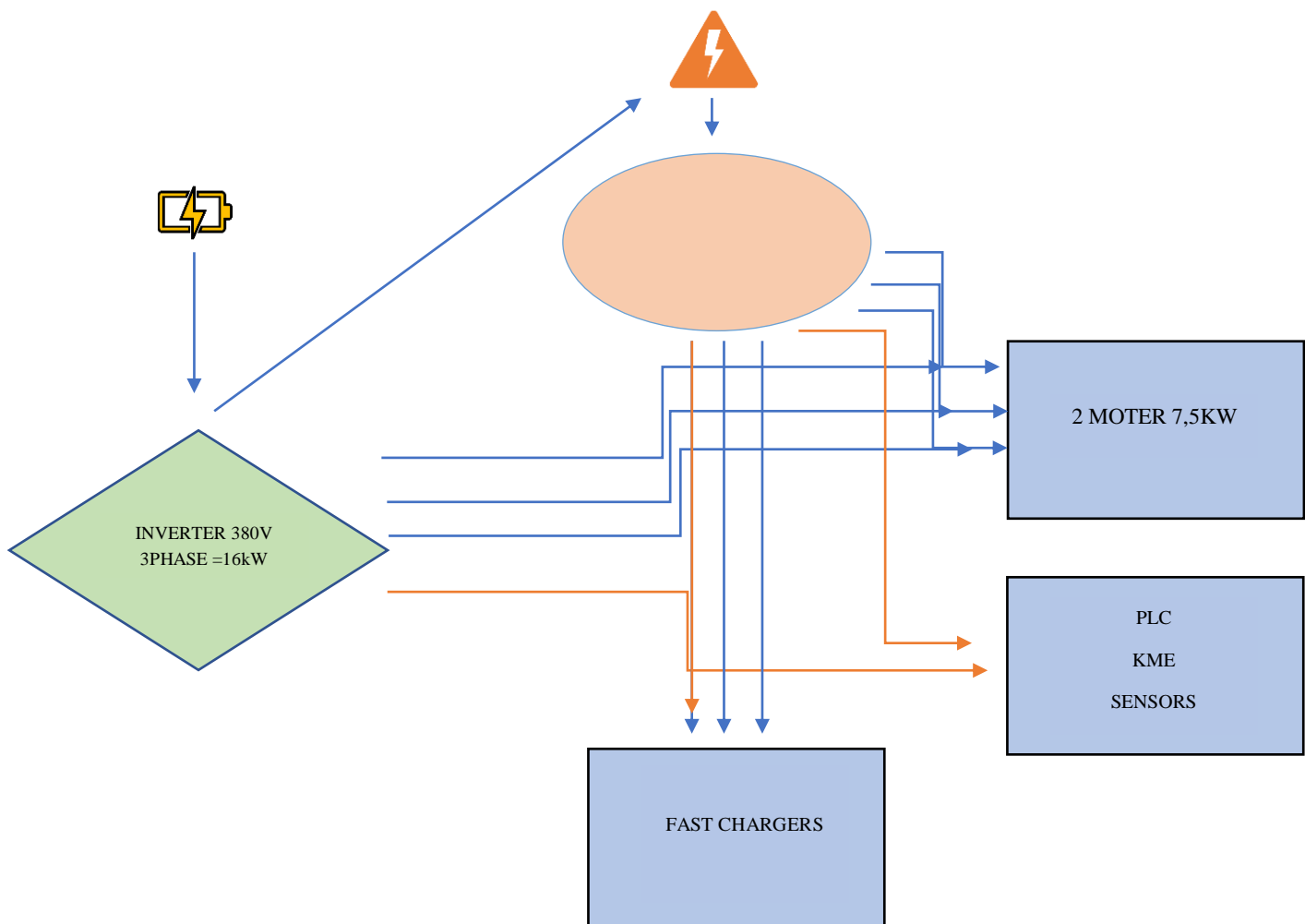
- Ρεύμα τάσης AC 380V 3φ από την ΔΕΔΔΗΕ που θα τροφοδοτεί το σύστημα.
- Τα μοτέρ που είναι εγκατεστημένα θα χρειάζονται 15kW ισχύ σε μέγιστο φορτίο λειτουργίας και τρεις φάσεις με AC τάση 380V.
- Αν γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκού θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας έξτρα μετατροπέας (on grid & off grid) από 12/24V σε 380V 20kW για την σύζευξη εναλλασσόμενου ρεύματος καθώς και ο ανάλογος αριθμός συσσωρευτών βαθιάς φόρτισης. Ο inverter (on grid & off grid) ρυθμίζει το ηλιακό σύστημα με τροφοδοσία δικτύου (on grid) ή εκτός δικτύου (off grid) ως ένα αυτόνομο σύστημα τροφοδοσίας. Το σύστημα αυτοπαραγωγής ενέργειας (Net Metering) θα πρέπει να έχει επικοινωνία με τον κεντρικό server.
- Αναγκαίος είναι ο ταχυφορτιστής σε κάθε χώρο.
- Η επικοινωνία και σύνδεση της Κεντρικής Μονάδας Επεξεργασίας, της κάρτας δικτύου, αισθητήριων και PLC.

Θα αναφερθούμε στα υλικά που θα χρειαστούμε για την ανάπτυξη του ηλεκτρολογικού πίνακα:

1. Programmable Logical Circuit (PLC)

2. Ρελέ ισχύος
3. Επιτηρητής φάσεων
4. Θερμικό υπερφόρτισης
5. Ρυθμιστής στροφών
6. Οθόνη ρυθμιστή στροφών
7. Ασφάλεια ηλεκτρικό φρένο
8. Μικροαυτόματος
9. Τροφοδοτικό

Ακολουθεί ο σχεδιασμός του ηλεκτρολογικού πίνακα τριών φάσεων.



Σχήμα 3.1: Ηλεκτρολογικός πίνακας τριών φάσεων.

3.2 Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC)

Ένας προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής είναι μια προγραμματιζόμενη υπολογιστική συσκευή, η οποία διαχειρίζεται ηλεκτρομηχανικές διεργασίες και παρακολουθεί την κατάσταση μιας συσκευής εισόδου, όπως είναι τα σήματα από ένα διακόπτη, και αναλαμβάνει να καθορίσει την κατάσταση μιας συσκευής εξόδου. Επιπλέον, χρησιμοποιούμε PLC για να μεταφέρουμε δεδομένα από συσκευές σε κεντρικές εφαρμογές και για την παρακολούθηση των συσκευών και τη διάγνωση βλαβών. Γενικά τα συστήματα PLC είναι ο πυρήνας στην λειτουργία ενός βιομηχανικού αυτοματισμού. Είναι μια

διάταξη η οποία είναι ικανή να επαναπρογραμματίζεται με στόχο την εκτέλεση διαφορετικών ενεργειών ανάλογα με τις απαιτήσεις του συστήματος [40]. Η χρήση τους είναι αξιοσημείωτη στον βιομηχανικό τομέα λόγω του μικρού μεγέθους συγκριτικά με τους κλασικούς αυτοματισμούς (ρελέ, αναλογικές κάρτες κτλ). Έχουν την ιδιότητα να λειτουργούν σε χώρους με πολλή υγρασία και γενικότερα με ακραίες στάθμες θερμοκρασίας και σκόνης. Ένα βασικό χαρακτηριστικό είναι η δυνατότητα επέκτασης του αριθμού των εισόδων και εξόδων του με αποτέλεσμα την προσαρμογή του σε κάθε ανάγκη του συστήματος. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα τους είναι τα εξής [41]:

1. **Αξιοπιστία.**
2. **Μικρός όγκος.**
3. **Απλός προγραμματισμός.**
4. **Διάγνωση τυχόν βλαβών στο σύστημα.**
5. **Ευελιξία στην αλλαγή της λειτουργίας του μηχανήματος χωρίς να είναι απαραίτητη η αλλαγή της συνδεσμολογίας.**
6. **Χαμηλό κόστος και χρόνος υλοποίησης του αυτοματισμού.**
7. **Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.**
8. **Ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης.**
9. **Σύνδεση με το κεντρικό υπολογιστικό σύστημα ή εταιρικό δίκτυο.**

Το PLC στο σύστημα αυτόματης στάθμευσης είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο των αισθητηρίων και για την εκκίνηση των περιφερειακών συσκευών. Θα χρησιμοποιήσουμε στο σύστημα μας το μοντέλο SIEMENS S7-1200 1214C το οποίο είναι ευέλικτο και αποτελεσματικό στα καθήκοντα αυτοματισμού. Περιέχει ενσωματωμένη θύρα PROFINET που κατοχυρώνει την σωστή λειτουργία των εξαρτημάτων αυτοματισμού με το περιβάλλον προγραμματισμού TIA Portal. Το Totally Integrated Automation (TIA) Portal είναι μια πλατφόρμα μηχανικής για προγραμματισμό του λογισμικού Siemens. Χρησιμοποιεί αρθρωτή πλακέτα συμβάλει στην επέκταση του ελεγκτή και ενσωματωμένους ελεγκτές PID για την ρύθμιση των φυσικών μεταβλητών όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία του δωματίου. Υπάρχει η λειτουργία ιχνών “trace function” για την βελτιστοποίηση των εφαρμογών κίνησης [42]. Σύμφωνα με το manual θα αναφέρουμε κάποια βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά.

Αριθμός αναλογικών εισόδων: 2 (0-10 V dc)

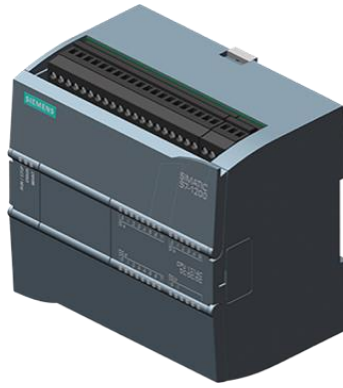
Αριθμός διεπαφών PROFINET: 1

Αριθμός ψηφιακών εισόδων: 14 digital inputs (24V dc)

Αριθμός ψηφιακών εξόδων: 10 digital outputs (24V dc)

Τάση τροφοδοσίας DC: 20, 4 - 28, 8V

Μέγεθος μνήμης: 50KB



Εικόνα 3.1: PLC SIEMENS S7-1200 1214C [42]

3.3 Ρελέ

Γενικά το ρελέ είναι ένας ηλεκτρικά λειτουργικός διακόπτης που έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιεί έλεγχο σε ένα κύκλωμα υψηλής ισχύος από ένα σήμα χαμηλής ισχύος. Στο αυτοματοποιημένο σύστημα στάθμευσης οχημάτων, το ρελέ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της περιστροφής της πλατφόρμας. Είναι συνδεδεμένο σε ένα πίνακα ελέγχου όπου με την βοήθεια των αισθητήριων οργάνων λαμβάνει σήματα ενημερώνοντας για τη θέση της πλατφόρμας σε κάθε χρονική στιγμή. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη σωστή επιλογή ρελέ είναι η ονομαστική τάση, το ρεύμα του ρελέ, ο τύπος των επαφών, η τάση μόνωσης και οι πόλοι. Αξιοσημείωτη είναι η σωστή καλωδίωση και εγκατάσταση του ρελέ για την ασφαλή λειτουργία του συστήματος. Γενικότερα ένα ρελέ παρακολούθησης τριών φάσεων ελέγχει τις τρεις φάσεις και απενεργοποιείται σε περίπτωση που αντιληφθεί ότι μια από τις φάσεις ξεπεράσει το αποδεκτό εύρος. Ανάλογα με το σύστημα διαμορφώνεται και το εύρος τάσης για την απενεργοποίηση του. Ένα ρελέ συμβάλει στην αποφυγή τυχόν ζημιές από υποτάσεις ή υπερτάσεις. Για το αυτοματοποιημένο σύστημα θα χρησιμοποιήσουμε οκτώ ρελέ ισχύος του μοντέλου SIEMENS 3RT2026-1AP00. Σύμφωνα με το manual του συγκεκριμένου μοντέλου, θα αναφερθούμε σε κάποια βασικά χαρακτηριστικά [43]:

Αριθμός κύριων NO: 3

Αριθμός πόλων: 3

Τύπος τάσης ενεργοποίησης: AC

Ονομαστικό ρεύμα I_e AC-3, 400V: 25A

Τάση πηνίου: 230V

Τύπος επαφών: 1NO + 1NC

Τάση μόνωσης: 690V

Ισχύς τριφασικών κινητήρων στα 400V/ 50Hz: 11kW



Εικόνα 3.2: SIEMENS 3RT2026-1AP00 [43].

3.4 Επιτηρητής φάσεων

Ο επιτηρητής φάσεων είναι μια ηλεκτρονική διάταξη που είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο της τάσης στο ηλεκτρικό δίκτυο από υπόταση, υπέρταση και από ασυμμετρία φάσεων [44]. Οι επιτηρητές φάσεων χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τους μονοφασικούς και τριφασικούς επιτηρητές. Εμείς θα μελετήσουμε τους τριφασικούς επιτηρητές φάσεων όπου η κύρια λειτουργία τους είναι η διασφάλιση της παρουσίας και των τριών φάσεων του τροφοδοτικού με τη σωστή σειρά. Επιπλέον βοηθάει στην αναγνώριση προβλημάτων που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν δυσλειτουργία στο σύστημα, όπως για παράδειγμα απώλεια φάσης, αντιστροφή φάσης, ανισορροπία φάσης και διακυμάνσεις τάσης. Συγκεκριμένα στο σύστημα μας θα χρησιμοποιήσουμε τον επιτηρητή φάσεων της Siemens 160-690V AC 2CO: 3UG4614-1BR20 ο οποίος θα τοποθετηθεί στην αρχή του κυκλώματος των ρελέ. Θα μελετήσουμε σύμφωνα με το manual κάποια βασικά χαρακτηριστικά [45]:

Εύρος μέτρησης τάσης: 160-690V

Τύπος τάσης ενεργοποίησης: AC

Αριθμός μεταγωγικών επαφών CO: 2CO

Ελάχ. ρυθμ. χρόνος Delay-off: 0,1s

Ελάχ. ρυθμ. χρόνος Delay-on: 0,1s

Μέγ. επιτρ. χρόνος Delay-off: 20s

Μέγ. επιτρ. χρόνος Delay-on: 20s

Έλεγχος αστοχίας φάσης: NAI

Έλεγχος ασυμμετρίας φάσεων: NAI

Έλεγχος διαδοχής φάσεων: NAI

Έλεγχος υπέρτασης: OXI

Έλεγχος υπότασης: NAI



Εικόνα 3.3: SIEMENS 160-690V AC 2CO: 3UG4614-1BR20 [45]

3.5 Θερμικό υπερφόρτισης

Το θερμικό υπερφόρτισης είναι μια διάταξη που είναι υπεύθυνη για τη προστασία του κινητήρα. Σε ένα κινητήρα μπορούμε να έχουμε υπερφόρτιση όταν η ονομαστική ισχύς του είναι μικρότερη από την ισχύ του φορτίου του, όταν ένας τριφασικός κινητήρας τροφοδοτείται μόνο από τις δύο φάσεις, όταν η ονομαστική του τάση είναι μεγαλύτερη από την τάση του δικτύου τροφοδοσίας ή όταν είναι μπλοκαρισμένος ο άξονας του κινητήρα [46]. Σε αυτές τις περιπτώσεις παρουσιάζεται υψηλό ρεύμα προκαλώντας υπερθέρμανση στα τυλίγματα των μονώσεων του με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλος κίνδυνος για ζημιές στον κινητήρα. Η κύρια λειτουργία του θερμικού είναι η ρύθμιση του μεγίστου ρεύματος από τον χρήστη ανάλογα με το ονομαστικό ρεύμα του κινητήρα ώστε να μην έχουμε καταστάσεις υπερφόρτισης. Συγκεκριμένα στο σύστημα μας θα χρησιμοποιήσουμε το θερμικό υπερφόρτισης 36-45A: SIEMENS 3RU2136-4GB0 και θα αναφέρουμε σύμφωνα με το manual κάποια βασικά χαρακτηριστικά [47]:

Ρυθμιζόμενο εύρος ρεύματος: 36-45A

Αριθμός μεταγωγικών επαφών: 0

Βοηθητικές NC: 1

Βοηθητικές NO: 1



Εικόνα 3.4: SIEMENS 3RU2136-4GB0 [48]

3.6 Ρυθμιστής στροφών

Ο ρυθμιστής στροφών κινητήρα χρησιμοποιείται για την αύξηση ή την μείωση των στροφών του κινητήρα ανάλογα με τις ανάγκες του συστήματος για να υπάρχει μια ομαλή κίνηση. Υπάρχει το interface που είναι απαραίτητο για να τη λειτουργία του ηλεκτρόφρενου συνδεόμενο με την ειδική ασφάλεια. Θα χρησιμοποιήσουμε τον ρυθμιστή στροφών 11KW: SIEMENS SINAMICS G120C 6SL3210-1KE22-6AF1 και θα αναφερθούμε σε μερικά βασικά χαρακτηριστικά [49]:

Αριθμός φάσεων: 3 AC

Ονομαστική ισχύς (Low Overload): 11kW με 150% υπερφόρτωση για 3s

Ονομαστική ισχύς (High Overload): 7,5 kW

Ονομαστικό ρεύμα (Low Overload): 25 A

Ονομαστικό ρεύμα (High Overload): 16,5 A

Συχνότητα εξόδου για διανυσματικό έλεγχο: 0-240 Hz

Συχνότητα εξόδου για έλεγχο V/f: 0-550 Hz

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο συγκεκριμένος ρυθμιστής στροφών επικοινωνεί με πρωτόκολλο επικοινωνίας με το PLC και την κύρια πλακέτα προγραμματισμού.



Εικόνα 3.5:SIEMENS SINAMICS G120C 6SL3210-1KE22-6AF1 [50]

3.7 Οθόνη ρυθμιστή στροφών

Μια οθόνη ρυθμιστή στροφών είναι μια γραφική διεπαφή που εμφανίζει τις στροφές ενός κινητήρα σε μια μονάδα μέτρησης στροφών. Συνήθως περιλαμβάνει μια αναλογική ή ψηφιακή ένδειξη για να προβάλει τις τιμές των στροφών, την τρέχουσα ταχύτητα περιστροφής και άλλες πληροφορίες όπως η θερμοκρασία του κινητήρα κτλ. Στο αυτοματοποιημένο μηχανικό σύστημα στάθμευσης θα χρησιμοποιήσουμε την οθόνη SIEMENS 6SL3255-0AA00-4CA1.



Εικόνα 3.6: SIEMENS 6SL3255-0AA00-4CA1 [51]

3.8 Ασφάλεια ηλεκτρονικό φρένο

Στο σύστημα θα χρησιμοποιήσουμε αντίσταση πέδησης παράλληλα με τον κινητήρα, δηλαδή μια ηλεκτρική συσκευή που χρησιμοποιείται σε συστήματα ελέγχου κινητήρα για τη διάχυση της περίσσειας ενέργειας που παράγεται όταν σταματά ή χαμηλώνει ταχύτητα ο κινητήρας. Ουσιαστικά είναι μια αντίσταση υψηλής ισχύος που παρέχει μια διαδρομή για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται κατά την πέδηση και την μετατροπή της σε θερμότητα. Με αυτό επιτυγχάνεται προστασία του κινητήρα και η αποφυγή βλαβών. Συγκεκριμένα, το μοντέλο που θα χρησιμοποιήσουμε είναι SIEMENS SINAMICS BRAKING RESISTOR R=30Ohm 6SL3201-0BE23-8AA0 και θα μελετήσουμε σύμφωνα με το manual κάποια βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά [52]:

Ηλεκτρική αντίσταση / της αντίστασης πέδησης: 30 Ohm

Ενεργή ισχύς που αντλείται / ονομαστική τιμή: 0.925 kW

Τάση εισόδου: 250 V

Ρεύμα εισόδου: 2,5 A



Εικόνα 3.7: SIEMENS SINAMICS BRAKING RESISTOR R=30Ohm 6SL3201-0BE23-8AA0 [53]

3.9 Μικροαυτόματος

Οι μικροαυτόματοι διακόπτες είναι μονάδες προστασίας που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά συστήματα προστατεύοντας από υπερφορτίσεις και βραχυκυκλώματα [54]. Στο σύστημα μας θα χρησιμοποιήσουμε το μικροαυτόματο ABB 40A S203-K40 με τα παρακάτω χαρακτηριστικά σύμφωνα με το manual:

Ηλεκτρολογικός πίνακας τριών φάσεων

Αριθμός πόλων: 3

Ονομαστική ένταση: 40A

Τάση λειτουργίας: 44V AC

Συχνότητα: 50-60Hz

Ο συγκεκριμένος μικροαυτόματος έχει δύο διαφορετικούς μηχανισμούς ενεργοποίησης, τον μηχανισμό καθυστέρησης θερμικής ενεργοποίησης για προστασία από υπερφόρτωση και τον ηλεκτρομηχανικό μηχανισμό ενεργοποίησης για προστασία βραχυκυκλώματος.



Εικόνα 3.8: ABB 40A S203-K40 [55]

3.10 Τροφοδοτικό

Για τη λειτουργία του κινητήρα και την περιστροφή της πλατφόρμας απαιτείται ηλεκτρική ισχύ. Το τροφοδοτικό θα πρέπει να παρέχει επαρκή ισχύ για να εξασφαλίσει τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Στο σύστημα μας θα υπάρχει ένα τριφασικό τροφοδοτικό που θα παρέχει σταθερή ισχύ εξόδου. Συγκεκριμένα θα χρησιμοποιήσουμε τροφοδοτικό 24VDC 40A, το μοντέλο SIEMENS 6EP1437-2BA20. Σύμφωνα με το manual, είναι ένα ισχυρό ρυθμιζόμενο τροφοδοτικό για αυτοματοποιημένα μηχανικά συστήματα παρέχοντας απόδοση άνω του 91%. Ο υψηλός βαθμός απόδοσης εξασφαλίζει χαμηλό ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας και απώλειας θερμοκρασίας. Περιλαμβάνει είσοδο ευρείας εμβέλειας για την σύνδεση με οποιαδήποτε τροφοδοσία γραμμής 3 φάσεων. Στην έξοδο της συσκευής υπάρχει με την βοήθεια ποτενσιόμετρου μια ρυθμιζόμενη DC τάση. Η τάση εξόδου είναι ρυθμισμένη από τον κατασκευαστή στα 24V όμως μπορεί να ρυθμιστεί ανάμεσα στη περιοχή 24 με 28V [56].



Εικόνα 3.9: SIEMENS 6EP1437-2BA20 [56]

Κεφάλαιο 4^ο: Προγραμματισμός και προσομοίωση του συστήματος στάθμευσης

4.1 Περιβάλλον ανάπτυξης για τον προγραμματισμό του PLC

Η υπολογιστική πλατφόρμα TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) είναι το πιο αυτοματοποιημένο εργαλείο που έχει αναπτύξει η SIEMENS S.A ενσωματώνοντας πολλές δυνατότητες σε ένα ενιαίο περιβάλλον, διευκολύνοντας τον σύγχρονο μηχανικό, ο οποίος στο παρελθόν έπρεπε να ανατρέχει σε διάφορα λογισμικά εργαλεία. Η πλατφόρμα ενσωματώνει όλα τα στοιχεία προγραμματισμού που απαιτούνται για τη δημιουργία συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμού. Συγκεκριμένα, η βιβλιοθήκη παρέχει τις ακόλουθες διαμορφώσεις:

- **Ελεγκτές**
- **Κατανεμημένες κάρτες εισόδου/εξόδου**
- **Μονάδες εισόδου/εξόδου/O(I/O)(θύρες I/O)**
- **Ελεγκτές κίνησης**
- **Διαχείριση κινητήρων (διαχείριση κινητήρων)**
- **Διεπαφή χρήστη με μηχανή(HMI)**

Η νέα γενιά των ελεγκτών SIMATIC S7-1200 και S7-1500 διαθέτει ενημερωμένη αρχιτεκτονική συστήματος και προσφέρει νέες και αποτελεσματικές επιλογές προγραμματισμού και διαμόρφωσης. Γενικά, ο προγραμματισμός των ελεγκτών SIMATIC πηγαίνει από S7-300/400 σε S7-1500 και παραμένει αμετάβλητος. Το TIA Portal S7-1200/1500 παρέχει βελτιστοποιημένη απόδοση κατά το χρόνο εκτέλεσης σε οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού. Όλες οι γλώσσες μεταγλωττίζονται απευθείας σε κώδικα μηχανής με τον ίδιο τρόπο. Υπάρχουν οι γνωστές γλώσσες προγραμματισμού όπως π.χ LAD, FBD, STL, SCL ή γράφημα και μπλοκ όπως μπλοκ οργάνωσης (OBs), μπλοκ συναρτήσεων (FB), συναρτήσεις (FC) ή μπλοκ δεδομένων (DB). Τα OB (Organisation Block) είναι η διεπαφή μεταξύ του λειτουργικού συστήματος και του προγράμματος χρήστη. Τα FB (Function Blocks) είναι μπλοκ κώδικα που αποθηκεύουν μόνιμα παραμέτρους εισόδου και εξόδου σε άλλα μπλοκ (μπλοκ δεδομένων παραδείγματος). Τα Functions (FCs) είναι τμήματα κώδικα χωρίς μνήμη, επομένως οι τιμές των παραμέτρων δεν μπορούν να αποθηκευτούν. Το Global Data Block (DB) χρησιμοποιείται για την αποθήκευση δεδομένων προγράμματος, τα οποία είναι διαθέσιμα σε όλα τα άλλα μπλοκ. [57] Όλα τα μπλοκ, όπως τα OB, FB και FC, μπορούν να προγραμματιστούν απευθείας στην επιθυμητή γλώσσα προγραμματισμού. Ο προγραμματισμός μπορεί να γίνει στη γλώσσα προγραμματισμού της επιλογής σας χωρίς να είναι απαραίτητη η δημιουργία πηγής για SCL παρά μόνο η επιλογή του μπλόκ και της SCL ως γλώσσα προγραμματισμού. Επιπλέον οι ελεγκτές S7-1200/1500 διαθέτουν βελτιστοποιημένη αποθήκευση δεδομένων. Στο βελτιστοποιημένο μπλόκ όλες οι ετικέτες ταξινομούνται αυτόματα σύμφωνα με τον τύπο των δεδομένων, με αποτέλεσμα η πρόσβαση στον επεξεργαστή να βελτιστοποιείται.

4.1.1 Περιγραφή βασικών επιλογών

Όταν ανοίγει η πλατφόρμα, ο χρήστης βλέπει τις εξής επιλογές:

Open existing project: ανοίγει ένα από τα ήδη δημιουργημένα Project από τη λίστα “Recently used”.

Create new project: δημιουργεί ένα Project έργο από το μηδέν.

Migrate project: επιτρέπει να μετατραπεί απευθείας ένα Project από αρχείο STEP 7 σε αρχείο TIA Portal.

Close project: κλείνει ένα Project που είναι ήδη ανοιχτό.

Welcome tour: μια "περιήγηση" στην πλατφόρμα TIA Portal.

First steps: βοήθεια για την δημιουργία ενός νέου Project.

Installed software: πληροφορίες για το λογισμικό TIA Portal-STEP7-WinCC.

Help: εγχειρίδιο χρήσης για την εφαρμογή.

User interface language: Επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει μία από τις διαθέσιμες γλώσσες για τη χρήση της εφαρμογής. Η έκδοση που χρησιμοποιείται δεν περιλαμβάνει τα ελληνικά.

Για την δημιουργία νέου Project επιλέξτε "Create new project" (Δημιουργία νέου έργου) από το αρχικό μενού και εισαγάγετε το όνομα του έργου, τη θέση αποθήκευσης(Path) και το όνομα του δημιουργού (Creator name). Αφού συμπληρωθούν τα παραπάνω πεδία, επιλέγεται το κουμπί "Create"(Δημιουργία).Ο χρήστης οδηγείται αυτόματα στην επιλογή "Πρώτα βήματα" καθορίζοντας το υλικό για το οποίο πρόκειται να διαμορφωθεί το Project.

Για την επιλογή Controller ο χρήστης ακολουθεί την καρτέλα "Devices & networks" και επιλέγει "Add new device" και μετά ορίζει το όνομα της συσκευής. Στην συνέχεια επιλέγει το πλαίσιο των "Controllers" και διαλέγει ένα "CPU" και πατάει το κουμπί "Add" για να κατοχυρώσει την προσθήκη. Αφού ο χρήστης επιλέξει τον ελεγκτή και τις απαιτούμενες κάρτες εισόδου/εξόδου, επιλέγει "Project tree" από την αριστερή στήλη και έπειτα "Add new device" και επιλέγει το HMI (Human Machine Interface) του συστήματος.

Ένα από τα σημαντικότερα μέρη του προγράμματος είναι οι ετικέτες, δηλαδή οι παράμετροι του προγράμματος. Οι παράμετροι πρέπει να ονομάζονται (Name) και να δηλώνουν τον τύπο τους (Data type) και τη θέση αποθήκευσης (Address). Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα "σχολίων" συμβάλλοντας στην καλύτερη κατανόηση του προγράμματος. Ένας "προεπιλεγμένος πίνακας ετικετών" υπάρχει ήδη, αλλά είναι συνήθως πρακτική η δημιουργία ενός νέου πίνακα προκειμένου να δημιουργηθεί ένας καλύτερος πίνακας. Για παράδειγμα, πρέπει να δημιουργηθεί ένας πίνακας "Input/ Output" για την οργάνωση του προγράμματος. Ένα άλλο χρήσιμο εργαλείο της πλατφόρμας TIA Portal είναι η δυνατότητα προσομοίωσης χωρίς μονάδα PLC. Αυτό επιτυγχάνεται με τα προγράμματα PLCSIM και WinCC. Ο χρήστης μπορεί να "τρέξει" πιθανά σενάρια λειτουργίας, να βρει σφάλματα, να τα επανελέγξει και να τα διορθώσει.

4.2 Πίνακας ετικετών

Για τον προγραμματισμό του συστήματος, ορίζουμε τις ετικέτες οι οποίες είναι τα ονόματα που αντιστοιχούν σε μεταβλητές οποιουδήποτε τύπου. Στη παρακάτω εικόνα, είναι οι ετικέτες που χρησιμοποιήσαμε για τον προγραμματισμό σε γλώσσα Ladder. Για την ανάγκη της προσομοίωσής αντί για εισόδους I έγινε η χρήση μνημών M.

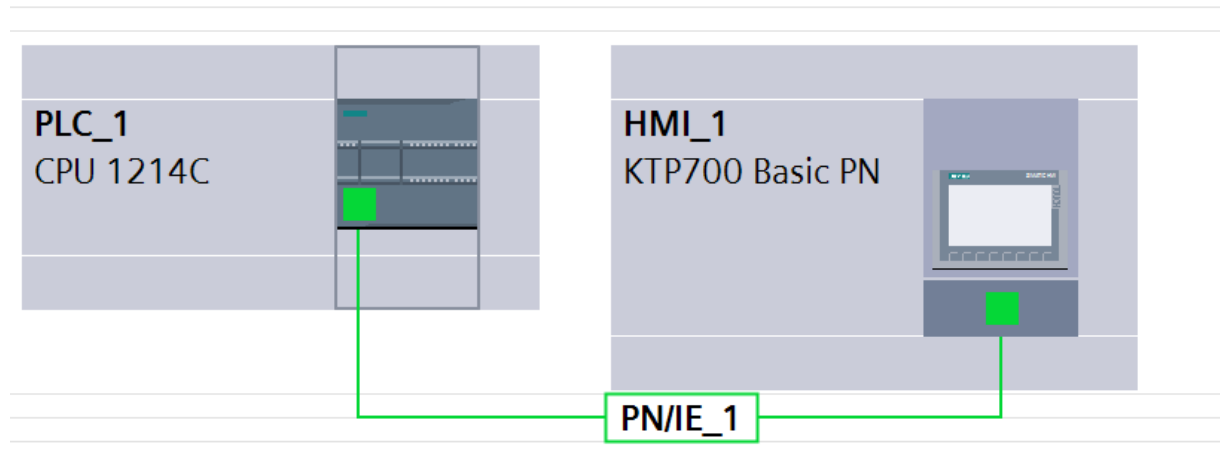
Κεφάλαιο 4

PLC tags									
	Name ▲	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Comment
1	ACT_Barrier entry open	Default tag table	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	ACT_Barrier entry open_AUTO	Default tag table	Bool	%M3.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	ACT_Barrier entry open_MANU...	Default tag table	Bool	%M3.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	ACT_Barrier exit open	Default tag table	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	ACT_Barrier exit open_AUTO	Default tag table	Bool	%M3.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	ACT_Barrier exit open_MANUAL	Default tag table	Bool	%M3.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	ACT_motor_door1	Default tag table	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	ACT_motor_door1_AUTO	Default tag table	Bool	%M4.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	ACT_motor_door1_MAN	Default tag table	Bool	%M4.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	ACT_motor_door2	Default tag table	Bool	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	ACT_motor_door2_AUTO	Default tag table	Bool	%M4.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	ACT_motor_door2_MAN	Default tag table	Bool	%M4.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	ACT_motor_door3	Default tag table	Bool	%Q2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	ACT_motor_door3_AUTO	Default tag table	Bool	%M4.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	ACT_motor_door3_MAN	Default tag table	Bool	%M4.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	ACT_motor_door4	Default tag table	Bool	%Q2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	ACT_motor_door4_AUTO	Default tag table	Bool	%M4.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	ACT_motor_door4_MAN	Default tag table	Bool	%M4.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	ALARM	Default tag table	Bool	%M2.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	ALARM_BARRIER_OBS	Default tag table	Bool	%M5.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	ALARM_DOOR_OBS	Default tag table	Bool	%M5.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	ALARM_OVERLOAD	Default tag table	Bool	%M6.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	DiagStatusUpdate	Default tag table	Bool	%M200.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	Entry Memory	Default tag table	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	Entry sensor	Default tag table	Bool	%M10.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	Entry_Barrier_Auto_on	Default tag table	Bool	%M5.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	Exit Memory	Default tag table	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	Exit sensor	Default tag table	Bool	%M10.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	Exit_Barrier_Auto_On	Default tag table	Bool	%M5.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	FirstScan	Default tag table	Bool	%M200.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	LED_ALARM	Default tag table	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	LED_ALARM_ON	Default tag table	Bool	%M5.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	LED_Available Space	Default tag table	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	LED_Available Space_ON	Default tag table	Bool	%M5.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	LED_Full Space	Default tag table	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36	LED_Full Space_ON	Default tag table	Bool	%M5.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
37	LED_Level1 visit	Default tag table	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
38	LED_Level1 visit_ON	Default tag table	Bool	%M5.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
39	Level1 sensor	Default tag table	Bool	%M10.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
40	Level2 sensor	Default tag table	Bool	%M10.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
41	Level3 sensor	Default tag table	Bool	%M11.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
42	Level4 sensor	Default tag table	Bool	%M11.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
43	levelcall_L1	Default tag table	Bool	%M11.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
44	levelcall_L2	Default tag table	Bool	%M11.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
45	levelcall_L3	Default tag table	Bool	%M12.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
46	levelcall_L4	Default tag table	Bool	%M12.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
47	Machine_order	Default tag table	Byte	%MB100	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
48	MAN_AUTO	Default tag table	Bool	%M12.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	When 0 then AUTO . When 1 then MANUAL
49	Memory_down	Default tag table	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
50	Memory_up	Default tag table	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
51	obstacle_barrier_sensor	Default tag table	Bool	%M10.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
52	obstacle_sensor	Default tag table	Bool	%M12.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
53	overload_sensor	Default tag table	Bool	%M12.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
54	RELE_motor_down	Default tag table	Bool	%Q0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
55	RELE_motor_down_AUTO	Default tag table	Bool	%M3.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
56	RELE_motor_down_MANUAL	Default tag table	Bool	%M3.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
57	RELE_motor_up	Default tag table	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
58	RELE_motor_up_AUTO	Default tag table	Bool	%M3.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
59	RELE_motor_up_MANUAL	Default tag table	Bool	%M3.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
60	RESET_ALARMS	Default tag table	Bool	%M6.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
61	Shutdown	Default tag table	Bool	%M10.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
62	Start	Tag table_1	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
63	step_count	Default tag table	UInt	%MW30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
64	Switch on	Default tag table	Bool	%M10.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
65	System_Byte	Default tag table	Byte	%MB200	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Εικόνα 4.1: PLC Tags

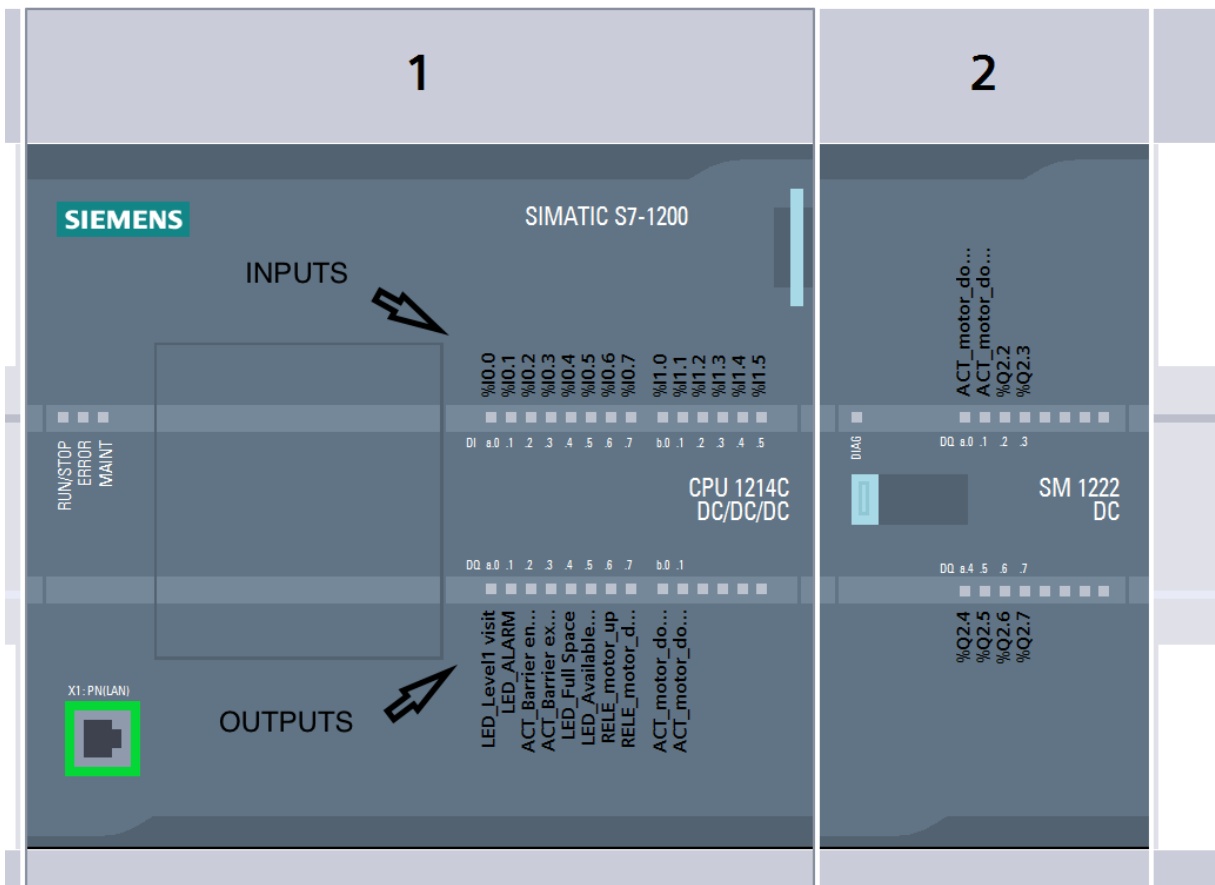
4.3 Απεικόνιση PLC [CPU 1214C]

Μέσα από το περιβάλλον της TIA Portal έχουμε την δυνατότητα να συνδέσουμε το PLC CPU 1214C με μια οθόνη HMI KTP700 Basic PN για να προσομοιάσουμε τις λειτουργίες του.



Εικόνα 4.2: Σύνδεση του PLC με την οθόνη HMI

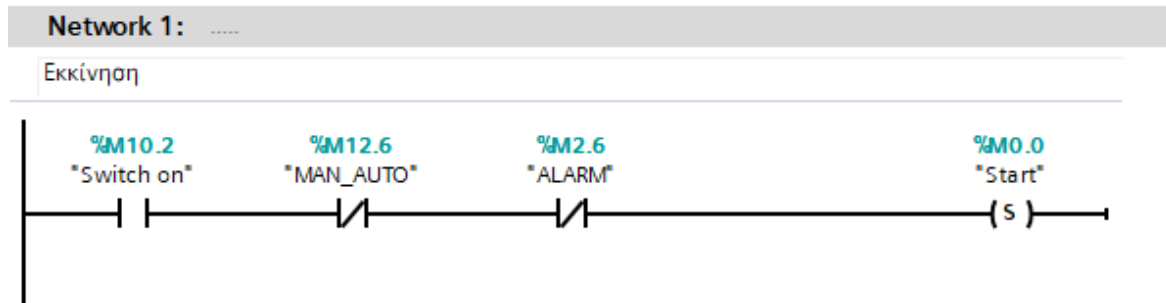
Στη παρακάτω Εικόνα 4.3 μπορούμε να δούμε τις εισόδους και τις εξόδους του PLC.



Εικόνα 4.3: Είσοδοι και εξόδοι του PLC

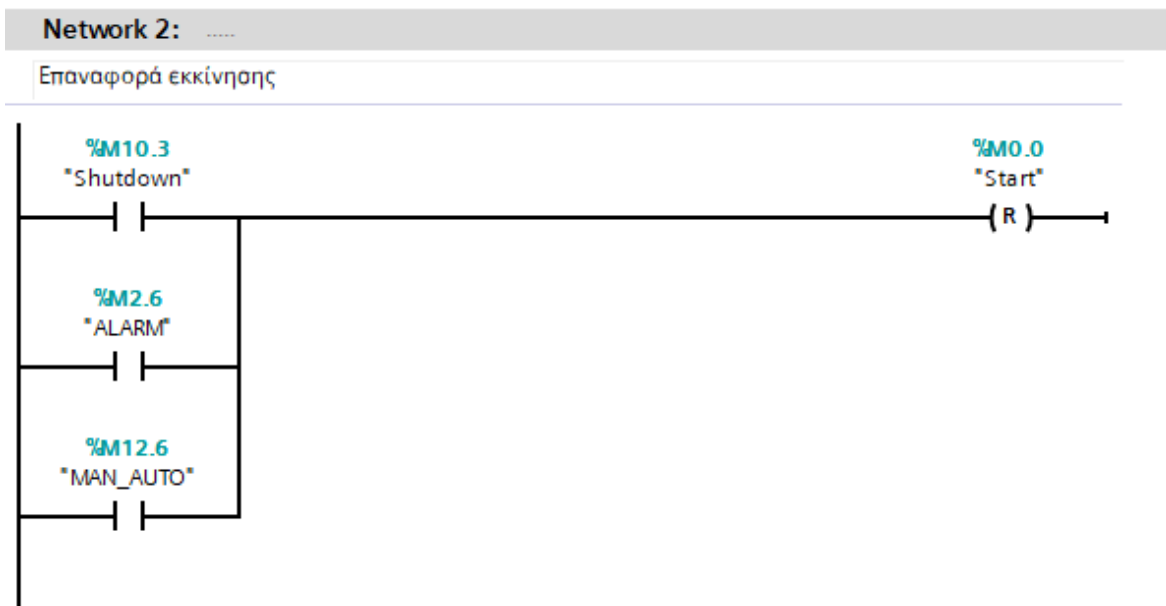
4.4 Είσοδος του οχήματος

Αρχικά να αναφέρουμε ότι στο σύστημα μας έχουμε δύο λειτουργίες: την αυτόματη και την χειροκίνητη. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται η αυτόματη λειτουργία και σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης έχει σχεδιαστεί ένας κώδικας Ladder για χειροκίνητο έλεγχο. Σε αυτή την ενότητα θα μελετήσουμε την είσοδο του οχήματος σε αυτόματη λειτουργία. Όπως βλέπουμε στην παρακάτω Εικόνα 4.4 όταν είναι ανοιχτός ο διακόπτης του συστήματος, είναι σε αυτόματη λειτουργία και δεν υπάρχει κάποιος συναγερμός για σφάλμα τότε είμαστε στην κατάσταση της εκκίνησης. Να θυμίσουμε από την Εικόνα 4.1 ότι όταν η επαφή “MAN_AUTO” είναι κλειστή «0» τότε το σύστημα είναι στο αυτόματο, αν είναι ανοιχτή «1» είναι στον χειροκίνητο έλεγχο.



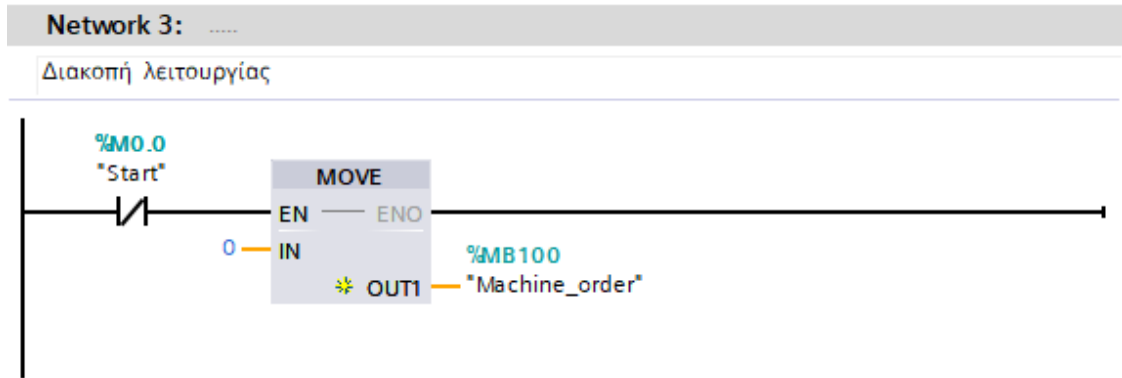
Εικόνα 4.4: Εκκίνηση

Το αντίθετο συμβαίνει στη διαδικασία της επαναφοράς του “Start”, δηλαδή αν ο διακόπτης είναι κλειστός ή υπάρχει συναγερμός ή υπάρχει χειροκίνητος έλεγχος.



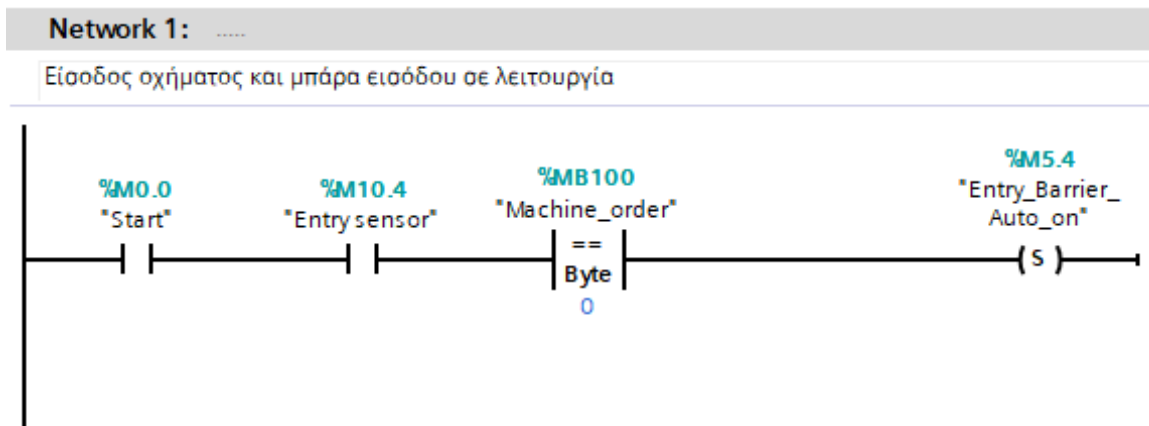
Εικόνα 4.5: Επαναφορά "Start"

Όταν η επαφή “Start” είναι κλειστή πρέπει το σύστημα να διακοπεί και να μεταφερθεί στην θέση “0” δηλαδή στην είσοδο.



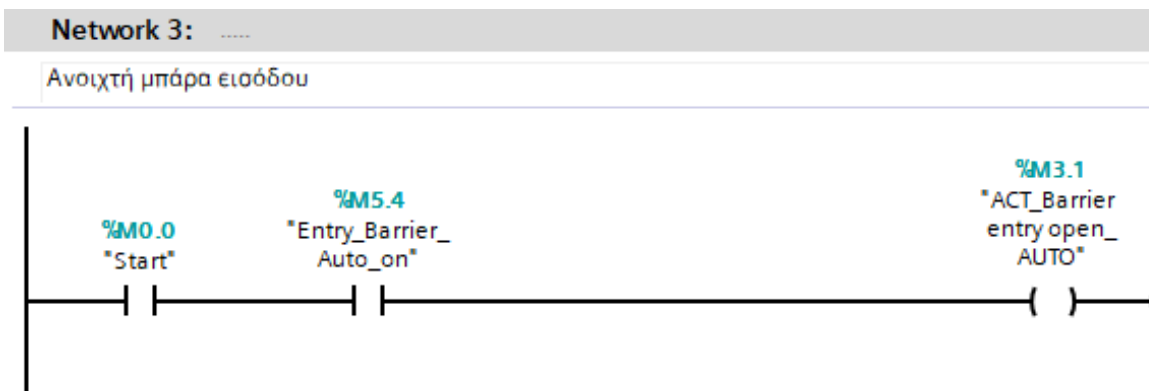
Εικόνα 4.6: Διακοπή λειτουργίας

Κατά την διέλευση του οχήματος στο χώρο στάθμευσης, υπάρχει μια μπάρα εισόδου που πραγματοποιεί έλεγχο. Όταν είναι ενεργοποιημένο το “Start” και ο αισθητήρας εισόδου, ότι υπάρχει κάποιο όχημα στο χώρο και βρίσκεται στην είσοδο, τότε η μπάρα εισόδου είναι σε λειτουργία.



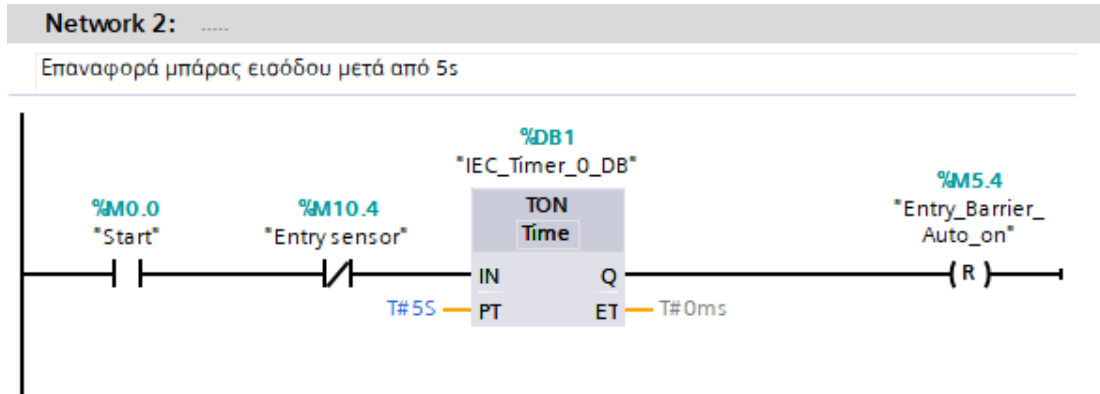
Εικόνα 4.7: Είσοδος οχήματος και μπάρα εισόδου σε λειτουργία

Όταν στο σύστημα είναι ανοιχτή η επαφή “Start” και η μπάρα εισόδου σε λειτουργία ON, τότε ανοίγει η μπάρα εισόδου για να εισέλθει το όχημα στο πάρκινγκ.



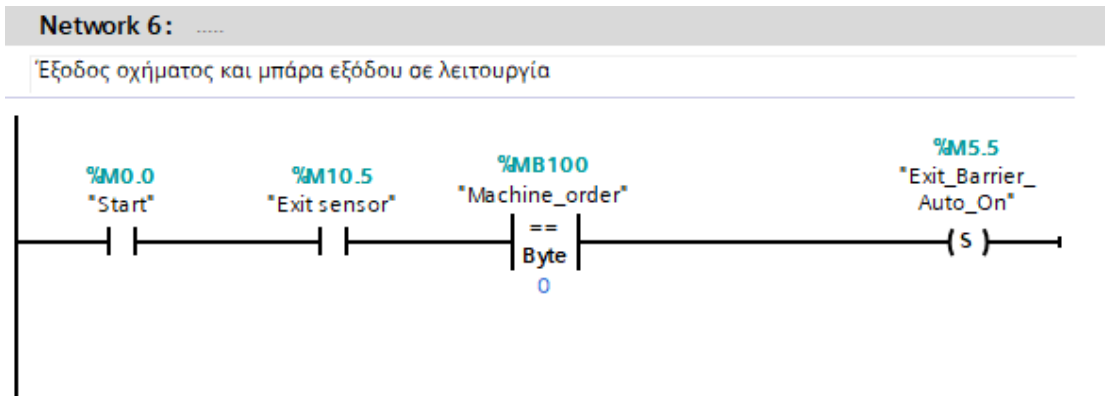
Εικόνα 4.8: Ανοιχτή μπάρα εισόδου

Το αντίθετο συμβαίνει όταν είναι κλειστή η επαφή του αισθητήρα εισόδου, δηλαδή δεν υπάρχει κάποιο όχημα στον χώρο, οπότε γίνεται επαναφορά της μπάρας εισόδου. Χρησιμοποιείται για λόγους ασφαλείας και ένας Timer ρυθμισμένος στα 5s για την αποφυγή ατυχήματος.

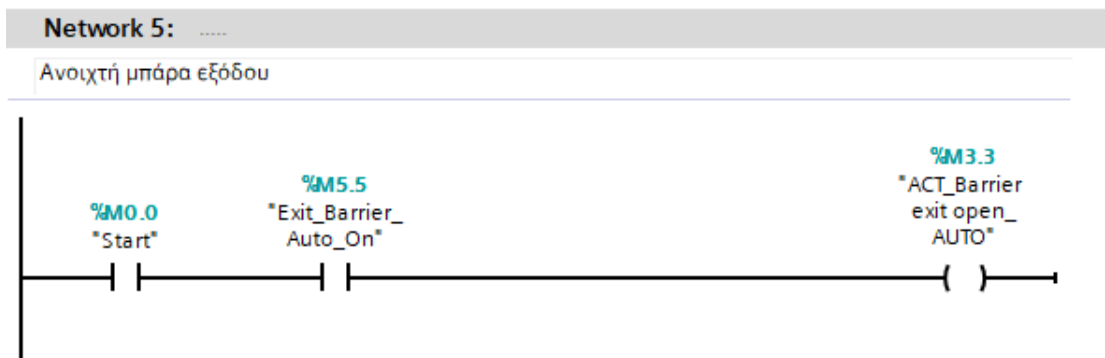


Εικόνα 4.9: Επαναφορά της μπάρας εισόδου

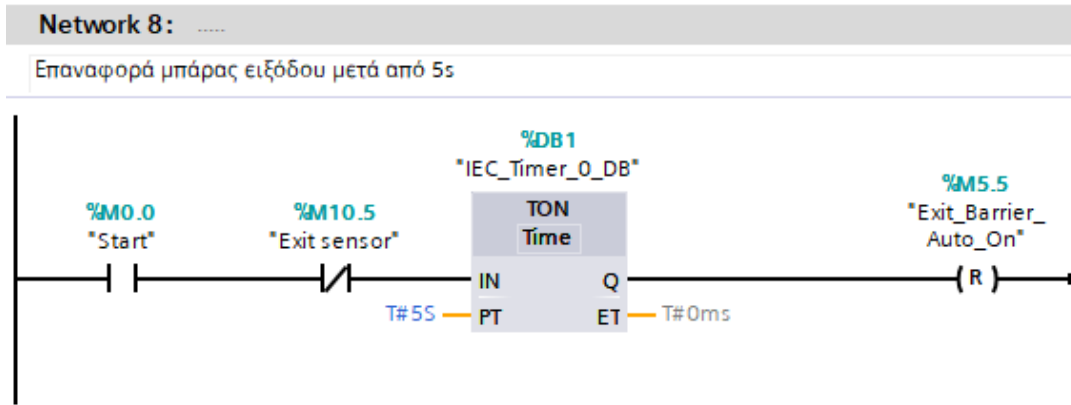
Αντίστοιχη είναι και η διαδικασία εξόδου του οχήματος από τον χώρο στάθμευσης. Σε αυτή την περίπτωση αντί για “Entry sensor” υπάρχει “Exit sensor” , αντί για “Entry_Barrier_Auto_on” υπάρχει “Exit_Barrier_Auto_on” και αντί για “ACT_Barrier_entry open_AUTO” υπάρχει “ACT_Barrier_exit open_AUTO”.



Εικόνα 4.10: Έξοδος οχήματος και μπάρα εξόδου σε λειτουργία

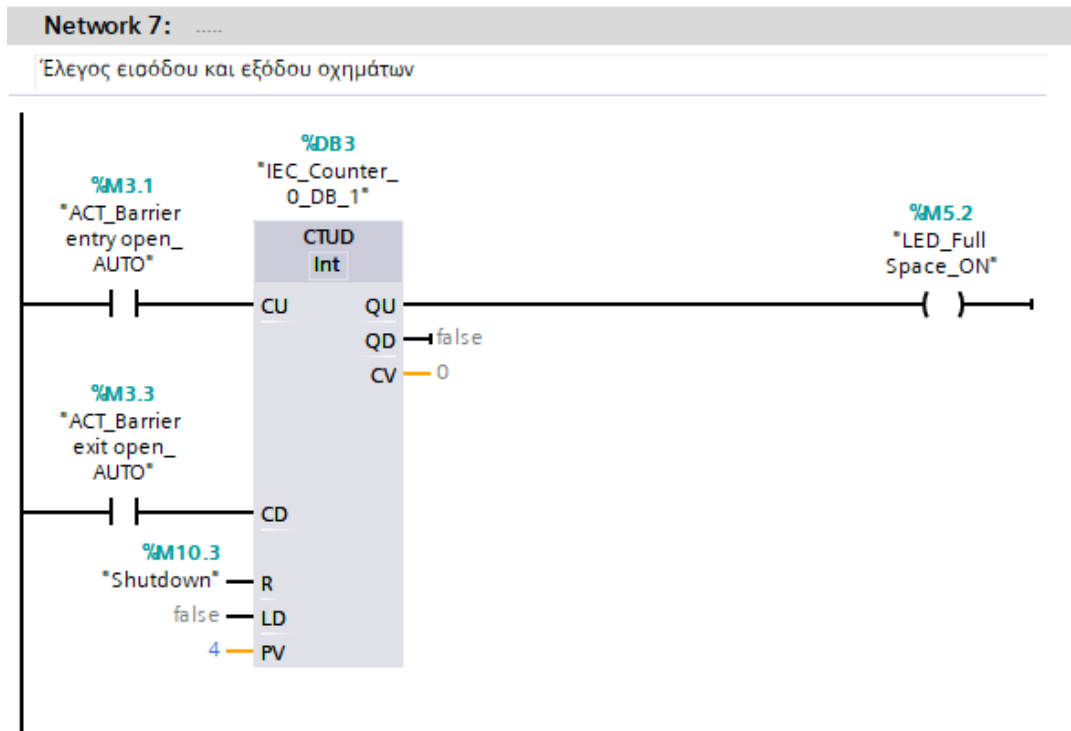


Εικόνα 4.11: Ανοιχτή μπάρα εξόδου



Εικόνα 4.12: Επαναφορά της μπάρας εξόδου

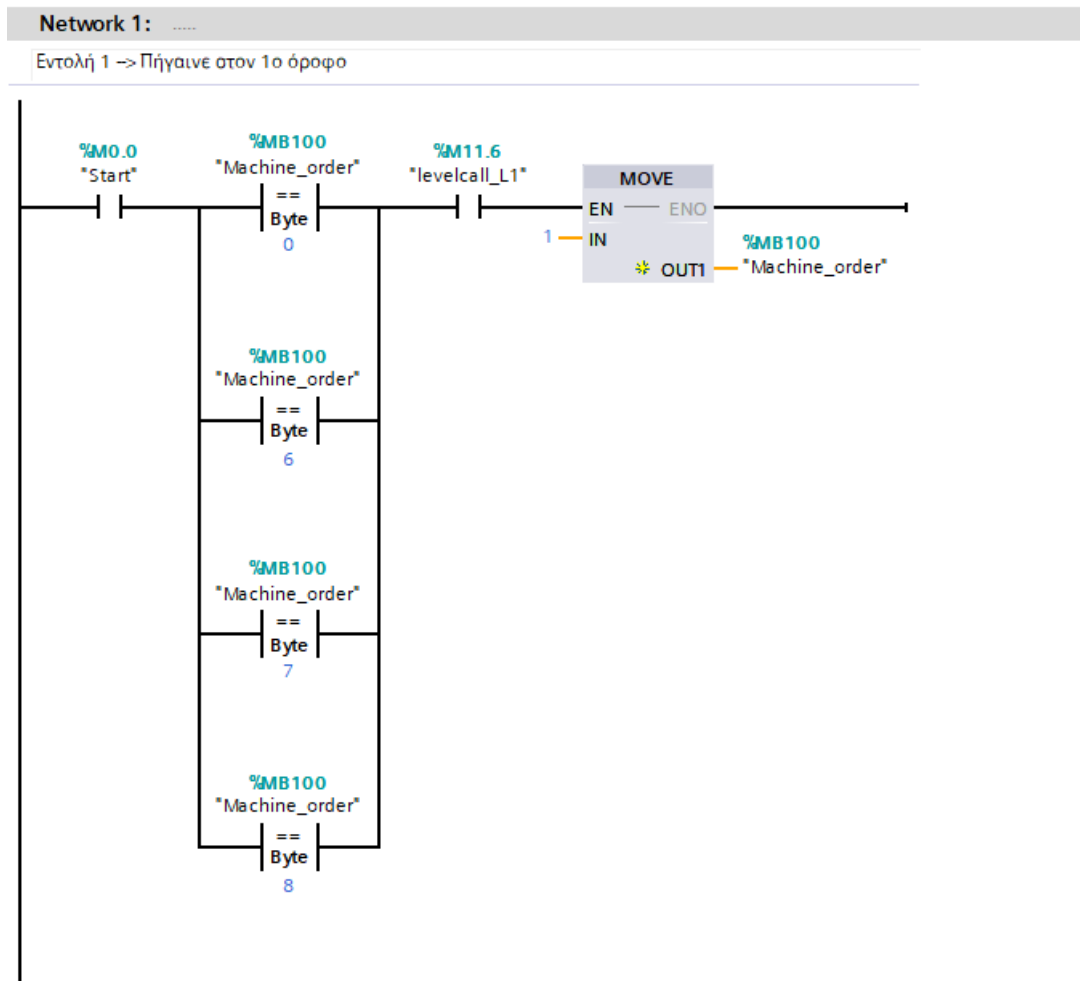
Για να γίνει επιτρεπτή η είσοδος του αυτοκινήτου θα πρέπει να υπάρχει διαθέσιμη θέση στάθμευσής. Με την βοήθεια ενός μετρητή θα ελέγχουμε αν υπάρχει διαθεσιμότητα. Χρησιμοποιούμε έναν μετρητή CTD Up/Down για να ελέγξουμε τις εγκαταλελειμμένες θέσεις. Αυτό το μπλοκ συνάρτησης λειτουργεί ως εξής: στην πρώτη είσοδο “cu”, η τιμή “cn” αυξάνεται με 1 και στην είσοδο “cd” η τιμή “cn” μειώνεται με 1. Όταν η τιμή “cn” είναι ίση ή μεγαλύτερη από την τιμή “pn” που έχουμε ορίσει, τότε η “qu” θα είναι HIGH. Συγκεκριμένα για το σύστημα έχουμε ορίσει ως μέγιστο αριθμό οχημάτων το 4, κάθε φορά που ανοίγει η μπάρα εισόδου το “cn” αυξάνεται κατά 1 ενώ όταν ανοίγει η μπάρα εξόδου μειώνεται κατά 1. Όταν φτάσει το “pn” ίσο ή μεγαλύτερο από 4 τότε έχουμε ως έξοδο την μη διαθεσιμότητα χώρου.



Εικόνα 4.13: Έλεγχος εισόδου και εξόδου οχημάτων

4.5 Κλήση πλατφόρμας

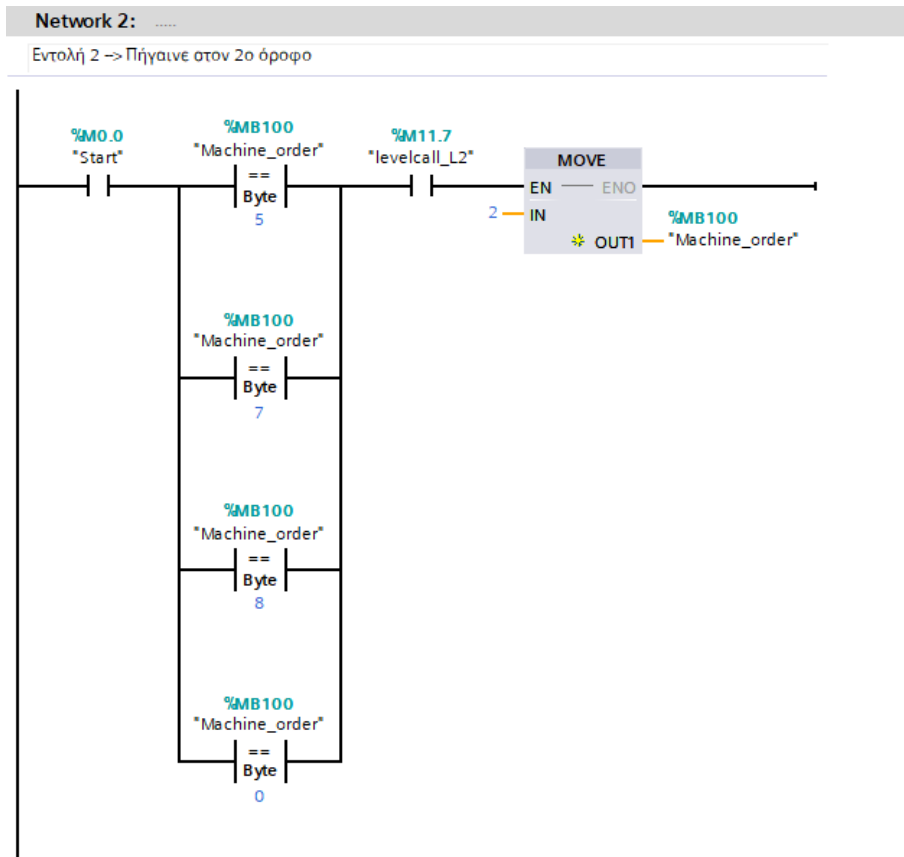
Η πιο σημαντική λειτουργία είναι η κλήση της πλατφόρμας, δηλαδή ένα σήμα που ενεργοποιεί την κίνηση του ανελκυστήρα. Υπενθυμίζουμε ότι το σύστημα είναι στην αυτόματη λειτουργία και έστω ότι γίνεται κλήση για να μετακινηθεί η πλατφόρμα στον 1^ο όροφο. Με την μνήμη “Machine_order” ορίζουμε την θέση της πλατφόρμας παίρνοντας κάθε φορά διαφορετικό Byte. Με το «0» δηλώνουμε ότι δεν είναι σε κάποιο όροφο, με το «5» είναι στον 1^ο, με το «6» είναι στον 2^ο όροφο, με το «7» είναι στον 3^ο και με το «8» στον 4^ο. Χρησιμοποιώντας το MOVE δίνουμε την εντολή να πάει στον 1^ο όροφο.



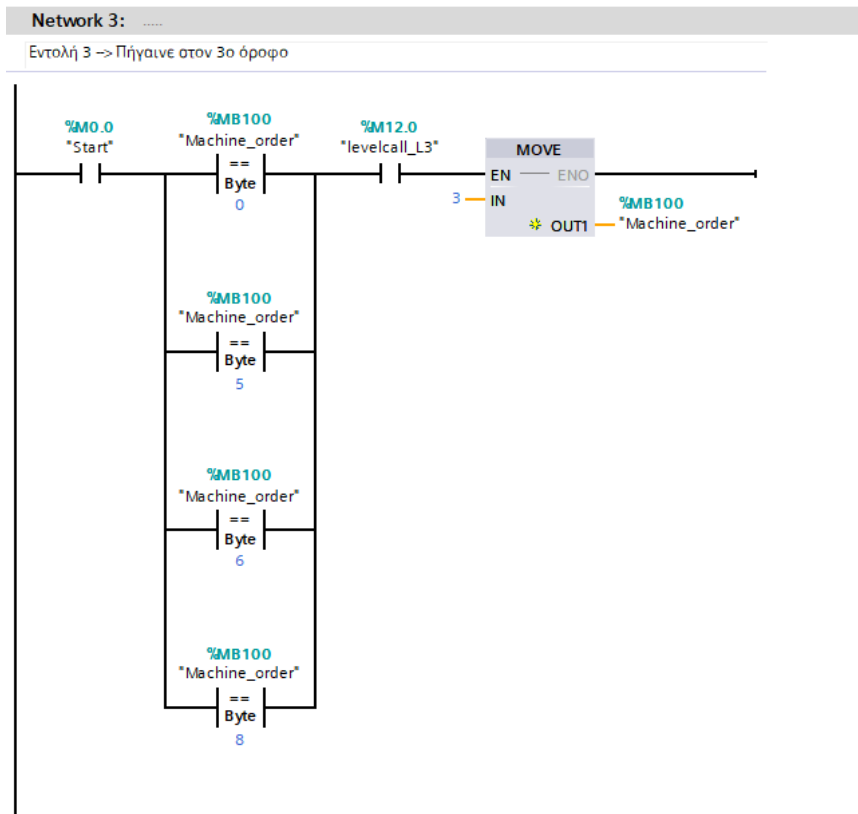
Εικόνα 4.14: Μετάβαση στον 1^ο όροφο

Η ίδια λογική χρησιμοποιείται και για την κλήση στους υπόλοιπους τρεις ορόφους. Ανάλογα με την επαφή που έχουμε “levelcall_L1”, “levelcall_L2”, “levelcall_L3”, “levelcall_L4” γίνεται η κλήση στον αντίστοιχο όροφο. Η τιμή στο MOVE μεταβάλλετε σε 1,2,3,4 αντίστοιχα με τον όροφο.

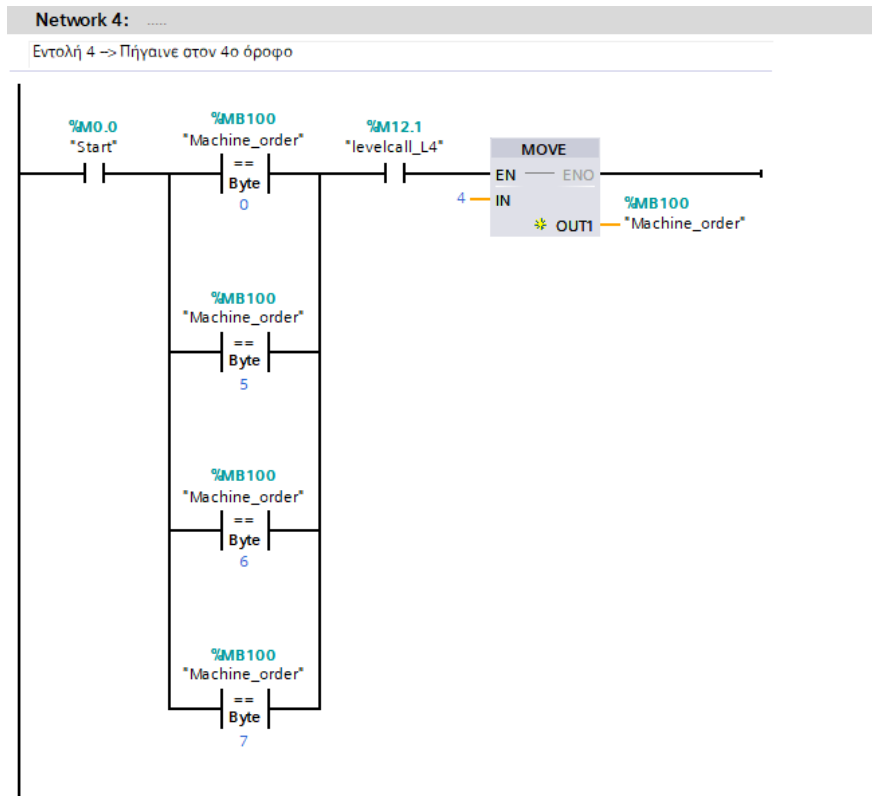
Προγραμματισμός και προσομοίωση του συστήματος στάθμευσης



Εικόνα 4.15: Μετάβαση στον 2^ο όροφο



Εικόνα 4.16: Μετάβαση στον 3^ο όροφο

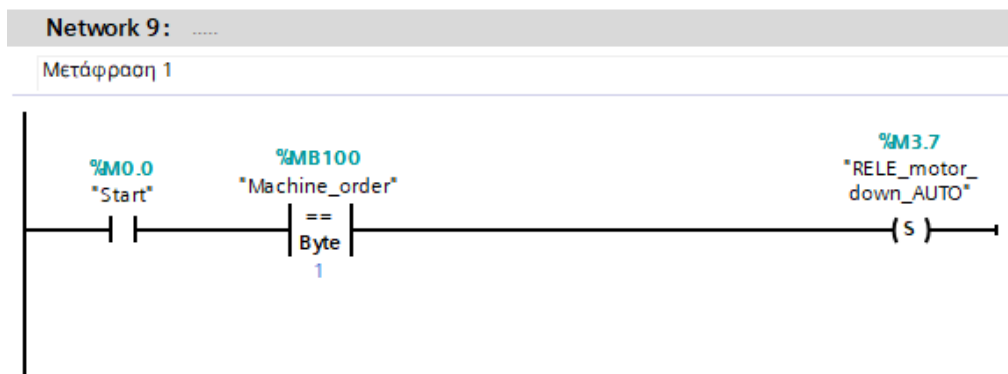


Εικόνα 4.17: Μετάβαση στον 4^ο όροφο

4.6 Κατεύθυνση της πλατφόρμας

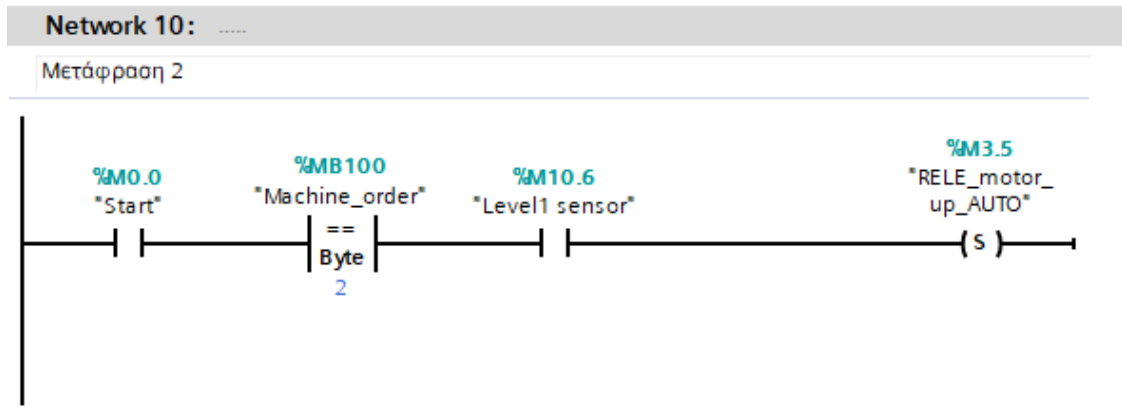
Η πλατφόρμα κινείται με την βοήθεια μοτέρ πάνω ή κάτω ανάλογα με την θέση που βρίσκεται η πλατφόρμα εκείνη την χρονική στιγμή και με την θέση που θέλει να μεταβεί σχετικά με την κλήση που έχουμε κάθε φορά. Επομένως χρησιμοποιούμε τις μνήμες “RELE_motor_down_AUTO” και “RELE_motor_up_AUTO”.

Αν για παράδειγμα θέλουμε η πλατφόρμα να μεταβεί στον 1^ο όροφο οπουδήποτε είναι η πλατφόρμα θα πρέπει να κατεβεί, οπότε ενεργοποιείται το “RELE_motor_down_AUTO”.



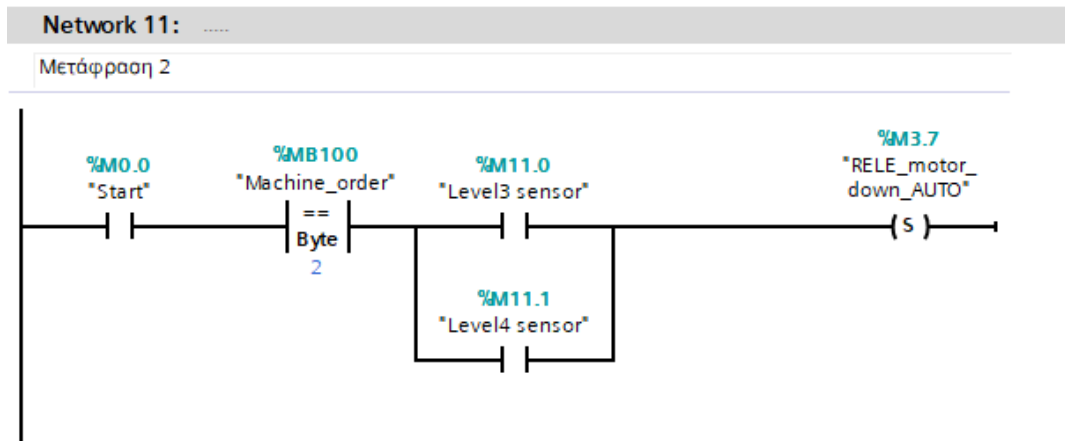
Εικόνα 4.18: Κατεύθυνση μοτέρ κάτω (1^ο όροφος)

Οι αισθητήρες “Level1 sensor”, “Level2 sensor”, “Level3 sensor”, “Level4 sensor” μας σηματοδοτούν ότι το όχημα βρίσκεται στον πρώτο όροφο, στον δεύτερο όροφο, στον τρίτο όροφο και στον τέταρτο όροφο αντίστοιχα. Όταν το όχημα βρίσκεται στον 1^ο όροφο και υπάρχει εντολή να μετακινηθεί στον 2^ο όροφο, η πλατφόρμα πρέπει να ανεβεί πάνω, οπότε ενεργοποιείται το “RELE_motor_up_AUTO”.



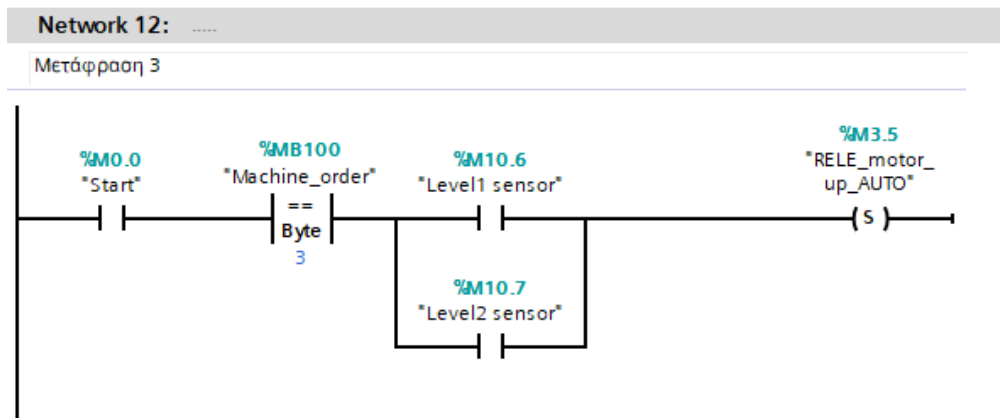
Εικόνα 4.19: Κατεύθυνση μοτέρ πάνω (Από 1^ο όροφο στον 2^ο όροφο)

Όταν το όχημα βρίσκεται στον 3^ο όροφο ή 4^ο όροφο και υπάρχει εντολή να μετακινηθεί στον 2^ο όροφο, η πλατφόρμα πρέπει να κατεβεί κάτω, οπότε ενεργοποιείται το “RELE_motor_down_AUTO”.



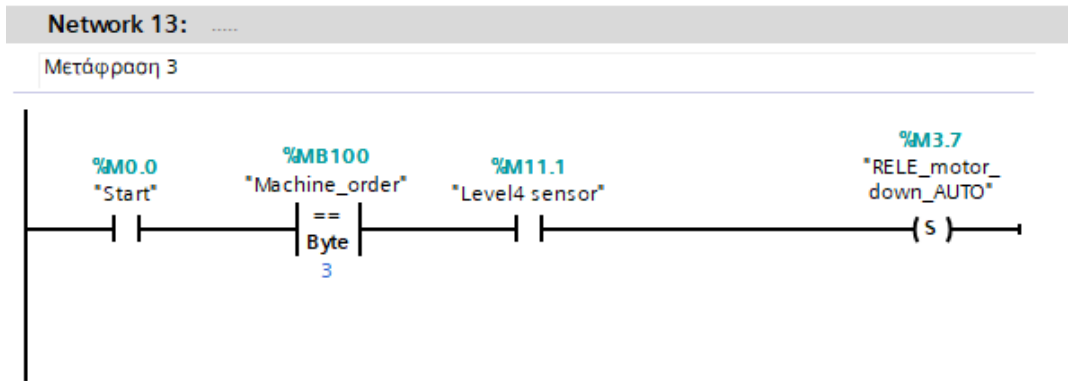
Εικόνα 4.20: Κατεύθυνση μοτέρ κάτω (Από 3^ο ή 4^ο όροφο στον 2^ο όροφο)

Όταν το όχημα βρίσκεται στον 1^ο όροφο ή 2^ο όροφο και υπάρχει εντολή να μετακινηθεί στον 3^ο όροφο, η πλατφόρμα πρέπει να ανεβεί πάνω, οπότε ενεργοποιείται το “RELE_motor_up_AUTO”.



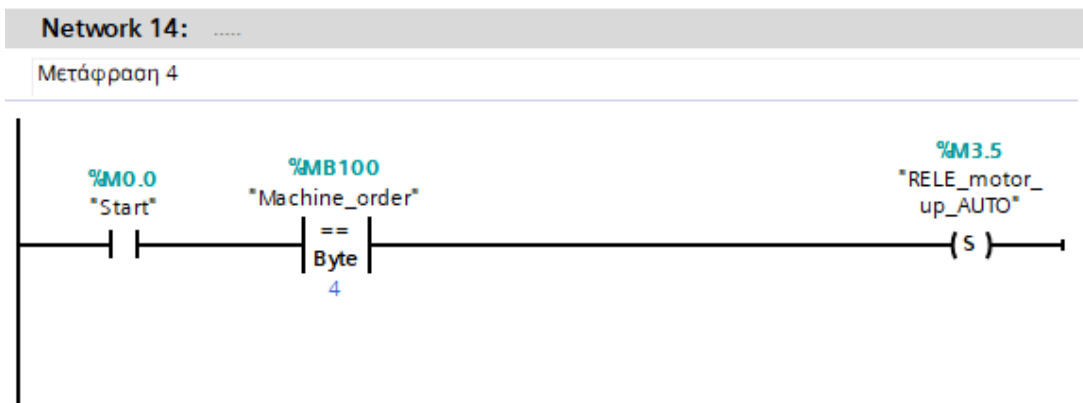
Εικόνα 4.21: Κατεύθυνση μοτέρ πάνω (Από 1^οόροφο ή 2^ο όροφο στον 3^ο όροφο)

Όταν το όχημα βρίσκεται στον 4^ο όροφο και υπάρχει εντολή να μετακινηθεί στον 3^ο όροφο, η πλατφόρμα πρέπει να κατεβεί κάτω, οπότε ενεργοποιείται το “RELE_motor_down_AUTO”.



Εικόνα 4.22: Κατεύθυνση μοτέρ κάτω (Από τον 4^ο όροφο στον 3^ο όροφο)

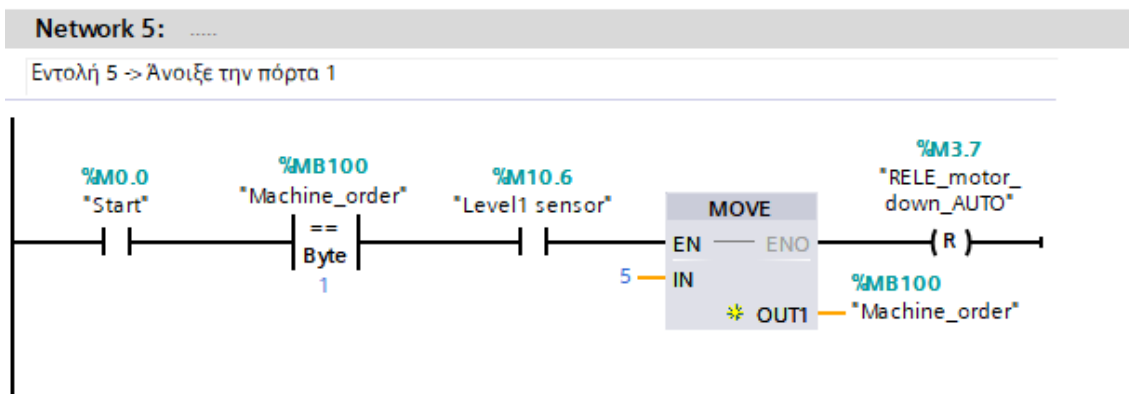
Όταν το όχημα βρίσκεται σε οποιονδήποτε όροφο και υπάρχει εντολή να μετακινηθεί στον 4^ο όροφο, η πλατφόρμα πρέπει να ανεβεί πάνω, οπότε ενεργοποιείται το “RELE_motor_up_AUTO”.



Εικόνα 4.23: Κατεύθυνση μοτέρ πάνω (Από οποιονδήποτε όροφο στον 4^ο όροφο)

4.7 Άνοιγμα και κλείσιμο πόρτας

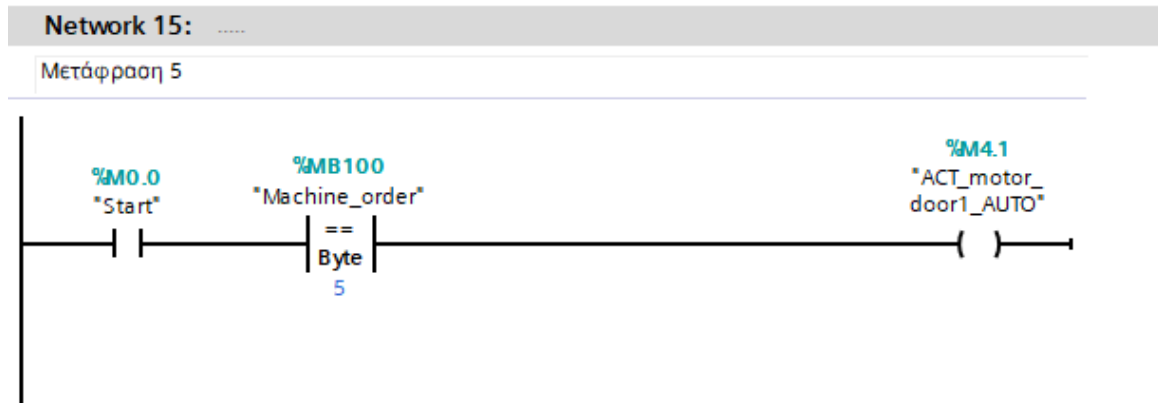
Σε κάθε όροφο υπάρχει μια πόρτα, βασική προϋπόθεση για να ανοίξει είναι να μην είναι σε κίνηση η πλατφόρμα, δηλαδή να είναι RESET οι μνήμες “RELE_motor_down_AUTO” και “RELE_motor_up_AUTO”. Όταν η πλατφόρμα είναι στον 1^ο όροφο και το όχημα είναι στον 1^ο όροφο, τότε με την εντολή MOVE “μεταφέρουμε” στην μνήμη Machine_order την τιμή «5» η οποία έχει οριστεί για τον 1^ο όροφο.



Εικόνα 4.24: Εντολή "Να ανοίξει η πόρτα στον 1^ο όροφο"

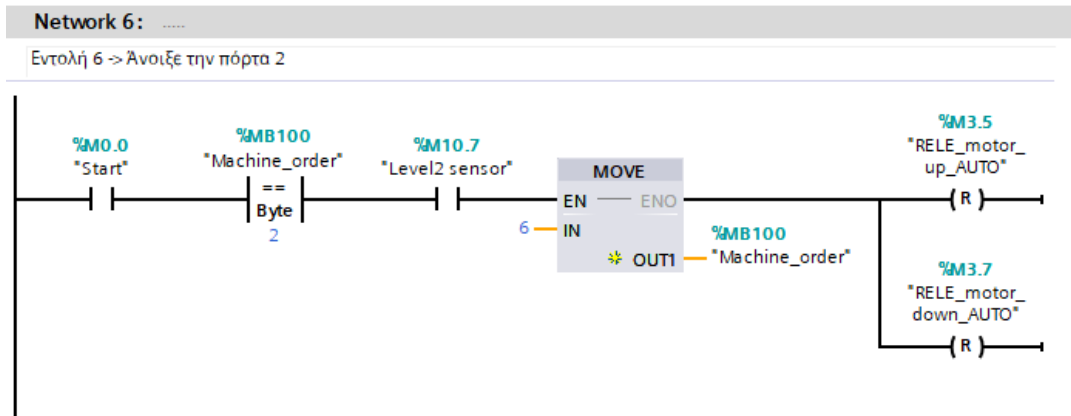
Προγραμματισμός και προσομοίωση του συστήματος στάθμευσης

Εφόσον έχει μεταφερθεί η τιμή στην μνήμη, το μοτέρ της 1^{ης} πόρτας γίνεται SET.



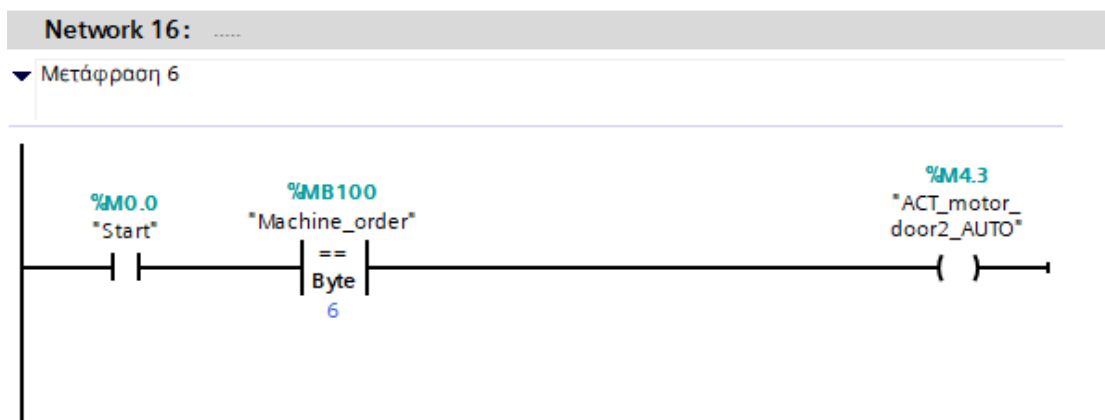
Εικόνα 4.25: Ανοίγει η 1^η πόρτα

Όταν η πλατφόρμα είναι στον 2^ο όροφο και το όχημα είναι στον 2^ο όροφο, τότε με την εντολή MOVE “μεταφέρουμε” στην μνήμη Machine_order την τιμή «6» η οποία έχει οριστεί για τον 2^ο όροφο.



Εικόνα 4.26: Εντολή "Να ανοίξει η πόρτα στον 2^ο όροφο"

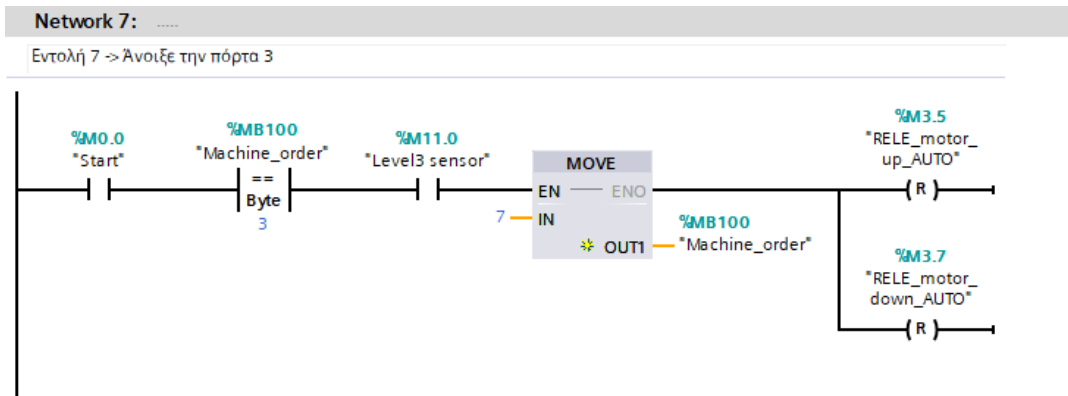
Εφόσον έχει μεταφερθεί η τιμή στην μνήμη, το μοτέρ της 2^{ης} πόρτας γίνεται SET.



Εικόνα 4.27: Ανοίγει η 2^η πόρτα

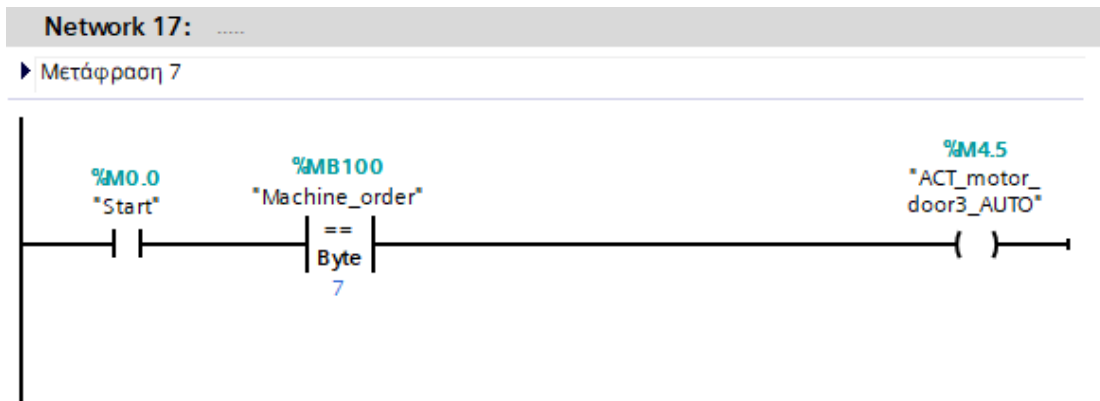
Κεφάλαιο 4

Όταν η πλατφόρμα είναι στον 3^ο όροφο και το όχημα είναι στον 3^ο όροφο, τότε με την εντολή MOVE “μεταφέρουμε” στην μνήμη Machine_order την τιμή «7» η οποία έχει οριστεί για τον 3^ο όροφο.



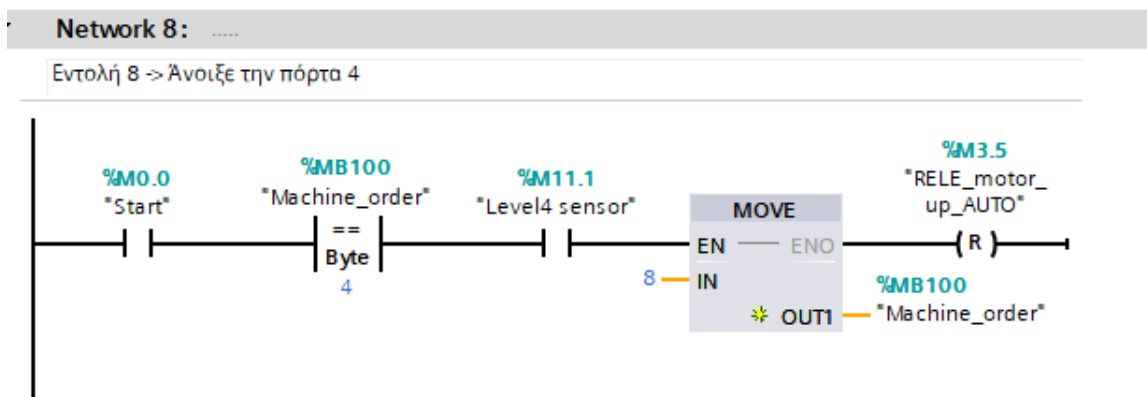
Εικόνα 4.28: Εντολή "Να ανοίξει η πόρτα στον 3^ο όροφο"

Εφόσον έχει μεταφερθεί η τιμή στην μνήμη, το μοτέρ της 3^{ης} πόρτας γίνεται SET.



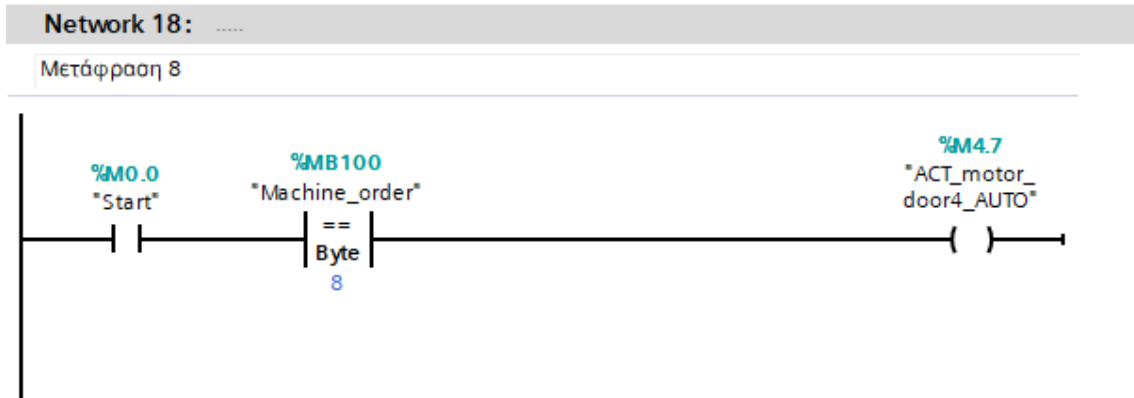
Εικόνα 4.29: Ανοίγει η 3^η πόρτα

Όταν η πλατφόρμα είναι στον 4^ο όροφο και το όχημα είναι στον 4^ο όροφο, τότε με την εντολή MOVE “μεταφέρουμε” στην μνήμη Machine_order την τιμή «8» η οποία έχει οριστεί για τον 4^ο όροφο.



Εικόνα 4.30: Εντολή "Να ανοίξει η πόρτα στον 4^ο όροφο"

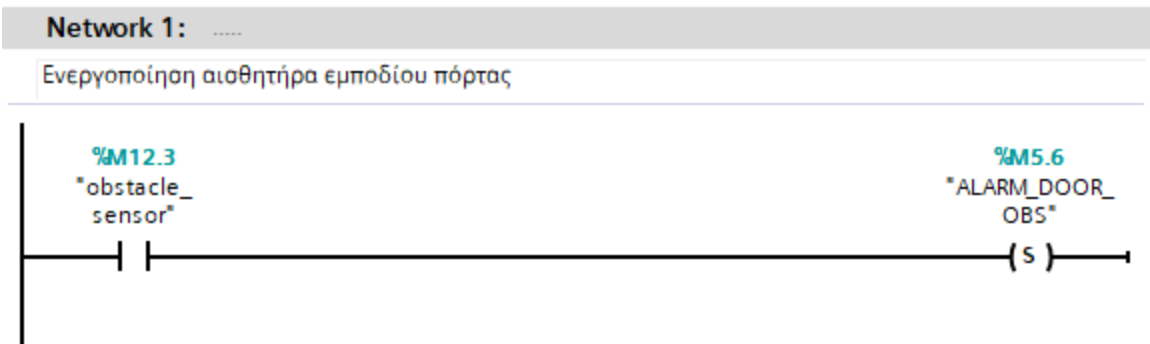
Εφόσον έχει μεταφερθεί η τιμή στην μνήμη, το μοτέρ της 4^{ης} πόρτας γίνεται SET.



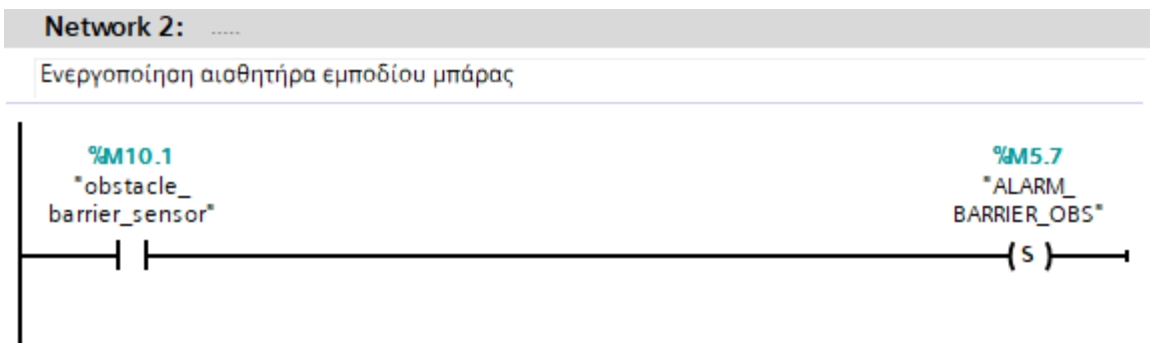
Εικόνα 4.31: Ανοίγει η 4^η πόρτα

4.8 Συναγερμός

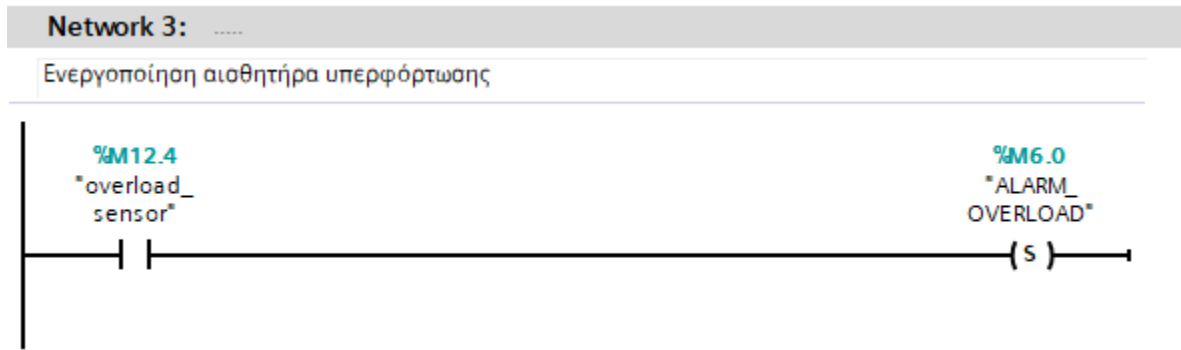
Γενικά σε ένα αυτοματοποιημένο μηχανικό σύστημα υπάρχουν οι περιπτώσεις να εμφανιστούν κάποιες δυσλειτουργίες που θα μεταβάλλουν την κανονική λειτουργία του συστήματος. Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα ζητήματα άμεσα θα πρέπει να υπάρχει μια ένδειξη, δηλαδή ένας συναγερμός, που θα προειδοποιεί όταν θα εμφανιστεί κάποιο πρόβλημα. Στο συγκεκριμένο σύστημα χρησιμοποιούμε τρεις βασικούς αισθητήρες: αισθητήρας εμποδίου πόρτας “obstacle_sensor”, αισθητήρας εμποδίου μπάρας “obstacle_barrier_sensor”, αισθητήρας υπερφόρτωσης “overload_sensor”. Ο κάθε αισθητήρας ενεργοποιεί έναν συναγερμό “ALARM_DOOR_OBS”, “ALARM_BARRIER_OBS”, “ALARM_OVERLOAD” αντίστοιχα.



Εικόνα 4.32: Ενεργοποίηση αισθητήρα εμποδίου πόρτας

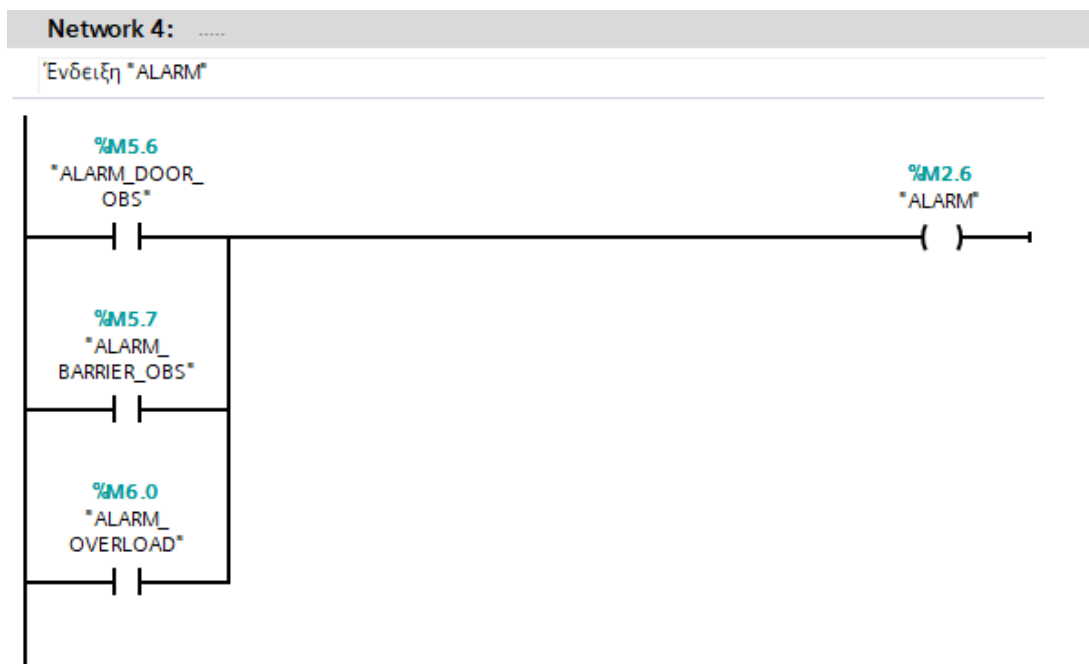


Εικόνα 4.33: Ενεργοποίηση αισθητήρα εμποδίου μπάρας



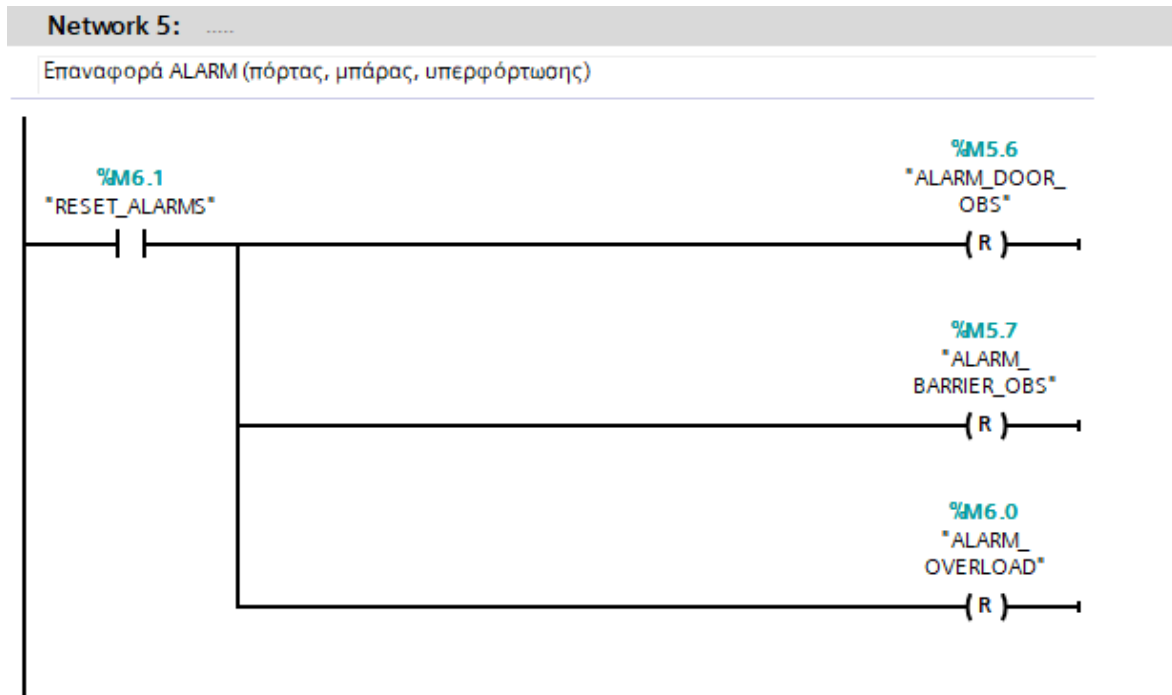
Εικόνα 4.34: Ενεργοποίηση αισθητήρα υπερφόρτωσης

Αν κάποιος από τους παραπάνω συναγερμούς είναι ενεργός τότε υπάρχει ένδειξη “ALARM” .



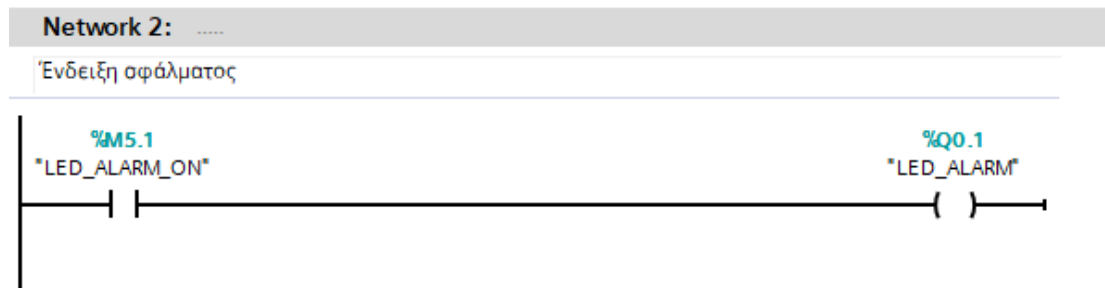
Εικόνα 4.35: Ένδειξη "ALARM"

Υπάρχει στο σύστημα μια επαφή “RESET_ALARM” η οποία όταν είναι ανοιχτή, επαναφέρει τα ALARM (πόρτας, μπάρας και υπερφόρτωσης).

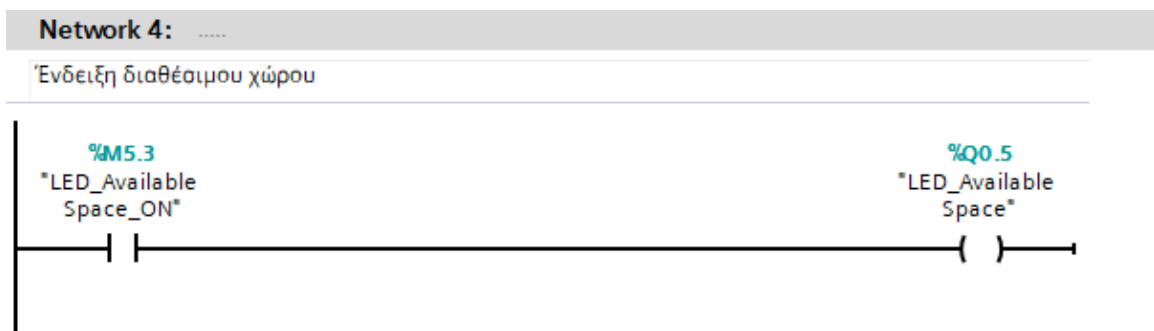


Εικόνα 4.36: Επαναφορά ALARM (πόρτας, μπάρας και υπερφόρτωσης)

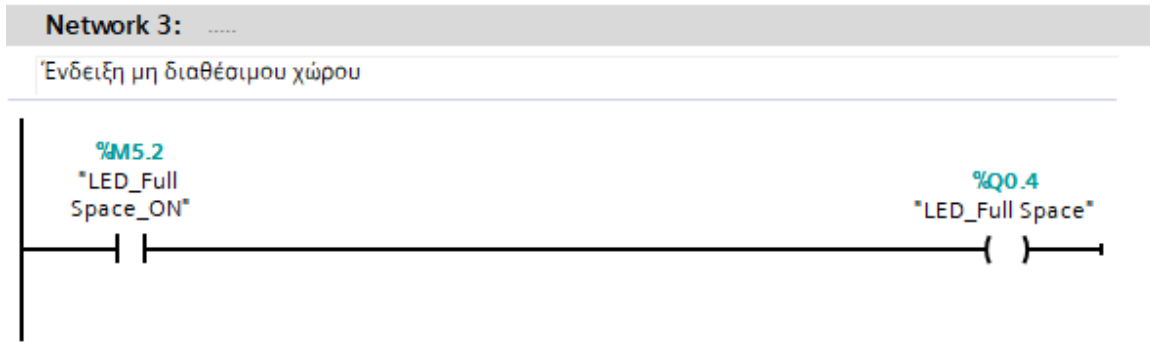
Χρησιμοποιούμε LED για να έχουμε ενδείξεις όταν υπάρχει «συναγερμός», «ελεύθερος χώρος» και «μη ελεύθερος χώρος».



Εικόνα 4.37: Ένδειξη σφάλματος



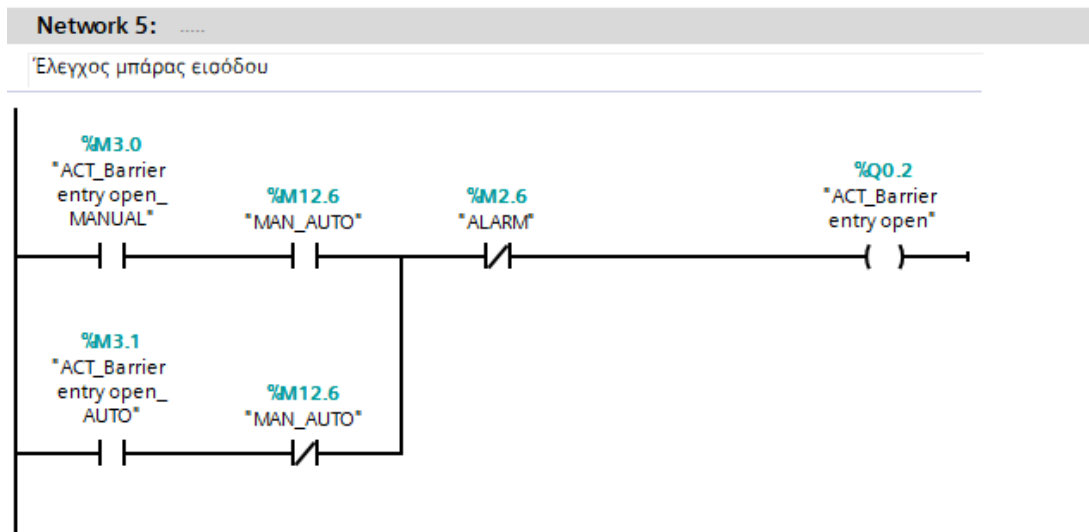
Εικόνα 4.38: Ένδειξη διαθέσιμου χώρου



Εικόνα 4.39: Ένδειξη μη διαθέσιμου χώρου

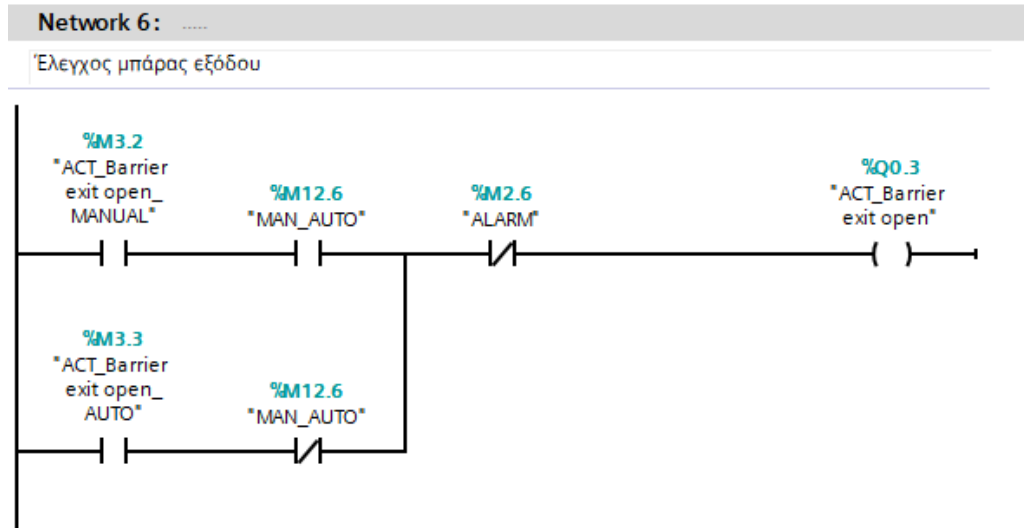
4.9 Χειροκίνητος έλεγχος

Όπως αναφέραμε και στην ενότητα 4.4, υπάρχει η αυτόματη και η χειροκίνητη λειτουργία του συστήματος. Στην περίπτωση που προκύψει βλάβη στο αυτόματο σύστημα, θα μπορεί να γίνει ο έλεγχος της λειτουργίας του PLC μέσα από εντολές που εκτελεί ο τεχνικός του συστήματος. Αν υποθέσουμε ότι χρειάζεται να ανοίξει η μπάρα εισόδου για να εισέλθει ένα όχημα στον χώρο, τότε θα πρέπει να είναι ενεργοποιημένη η χειροκίνητη λειτουργία ανοίγματος της μπάρας εισόδου και η χειροκίνητη λειτουργία του συστήματος ή να είναι ενεργοποιημένη η αυτόματη λειτουργία ανοίγματος της μπάρα εισόδου και η αυτόματη λειτουργία του συστήματος. Και στις δύο περιπτώσεις για να ανοίξει η μπάρα, δεν πρέπει να υπάρχει ένδειξη συναγερμού.



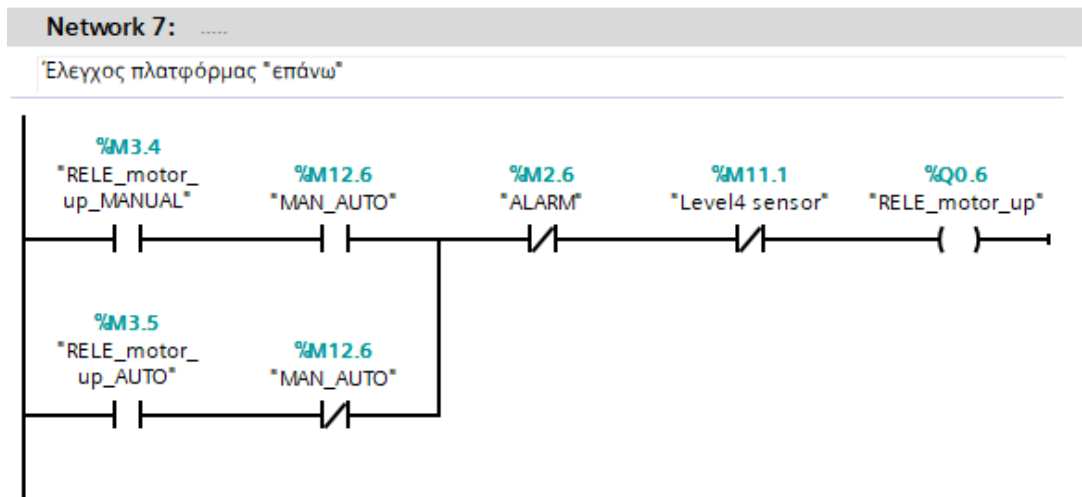
Εικόνα 4.40: Έλεγχος μπάρας εισόδου με χειροκίνητο ή αυτόματο τρόπο

Ίδια είναι η λογική και για την μπάρα εξόδου.



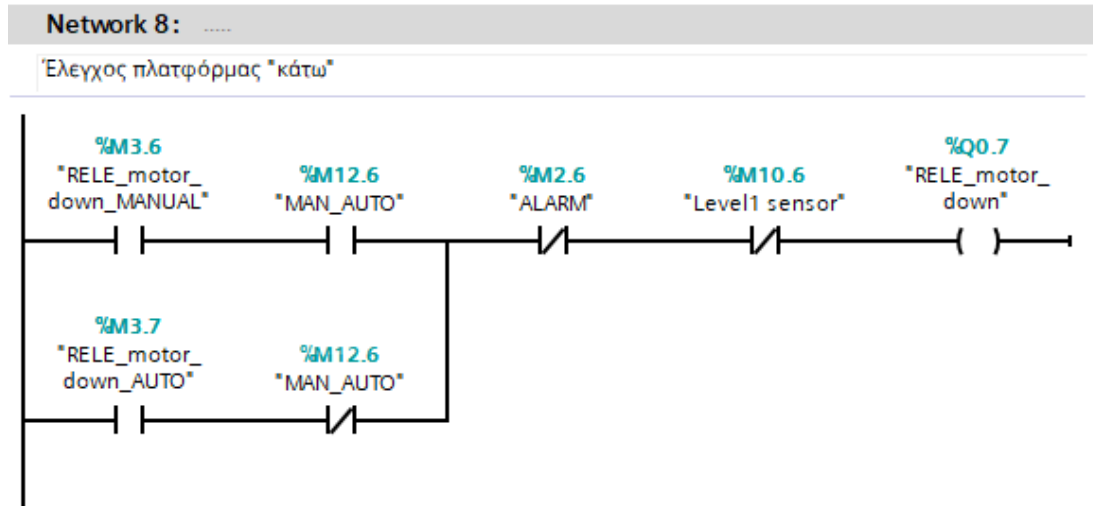
Εικόνα 4.41: Έλεγχος μπάρας εξόδου με χειροκίνητο ή αυτόματο τρόπο

Για τον έλεγχο της κατεύθυνσης της πλατφόρμας (up) με χειροκίνητο ή αυτόματο τρόπο θα πρέπει να μην υπάρχει ένδειξη συναγερμού και όχημα στον 4^ο όροφο “Level4 sensor”. Αν το μοτέρ είναι πάνω (χειροκίνητο) και είναι στην χειροκίνητη λειτουργία ή είναι το μοτέρ πάνω (αυτόματο) και είναι στην αυτόματη λειτουργία τότε ενεργοποιείται η εντολή για να ανεβεί η πλατφόρμα.



Εικόνα 4.42: Έλεγχος πλατφόρμας "πάνω"

Αντίστοιχα, το ίδιο συμβαίνει και για την καθοδική κατεύθυνση της πλατφόρμας. Σε αυτή την περίπτωση δεν μπορεί να υπάρχει όχημα στον 1^ο όροφο “Level1 sensor”.

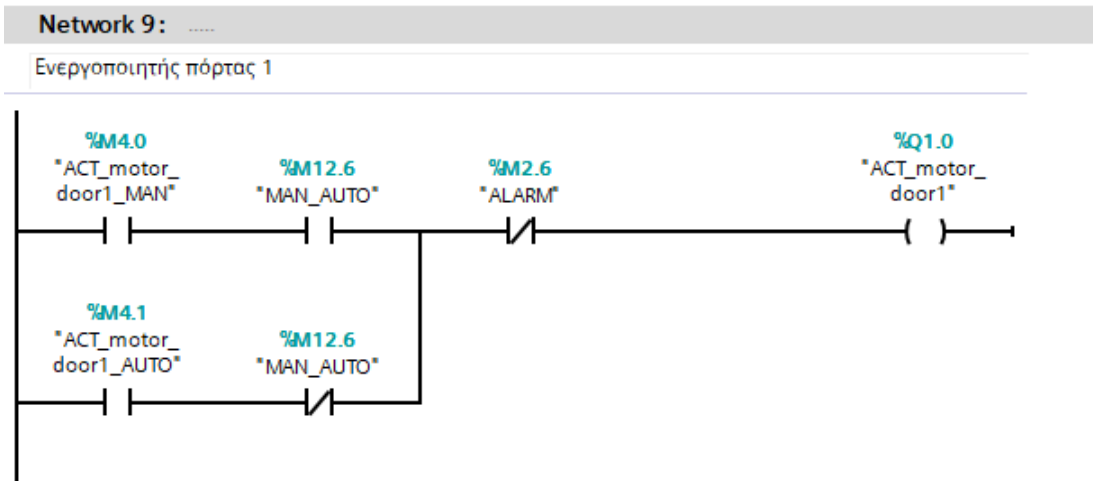


Εικόνα 4.43: Έλεγχος πλατφόρμας "κάτω"

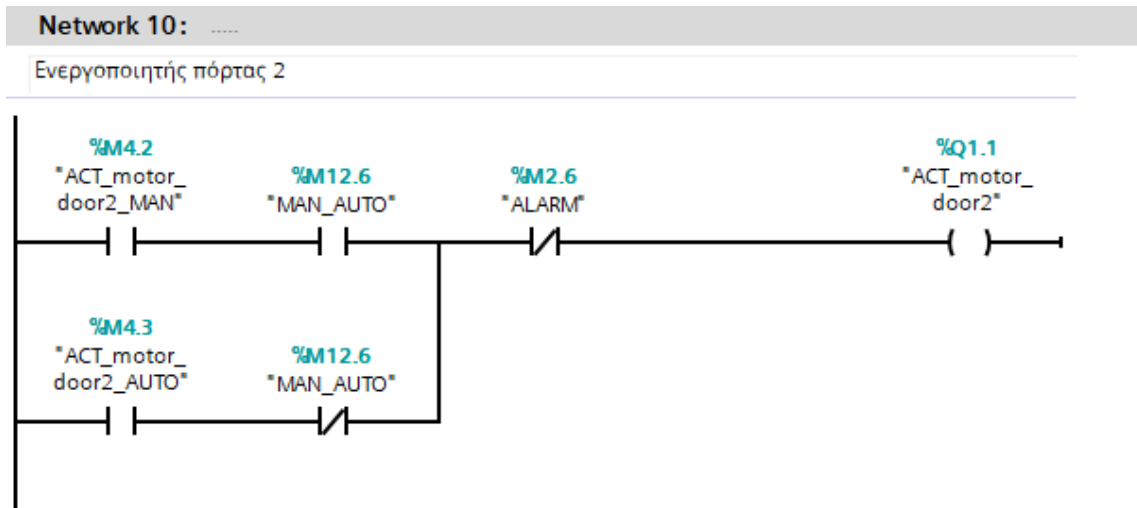
Σε κάθε όροφο, για την ενεργοποίηση της πόρτας (πόρτα 1, πόρτα 2, πόρτα 3, πόρτα 4) με χειροκίνητο ή αυτόματο τρόπο, χωρίς την παρουσία συναγερμού:

1. **Χειροκίνητη λειτουργία:** Το μοτέρ πόρτας σε κάθε όροφο πρέπει να είναι ενεργοποιημένο (χειροκίνητο).
2. **Αυτόματη λειτουργία:** Το μοτέρ πόρτας σε κάθε όροφο πρέπει να είναι ενεργοποιημένο (αυτόματο).

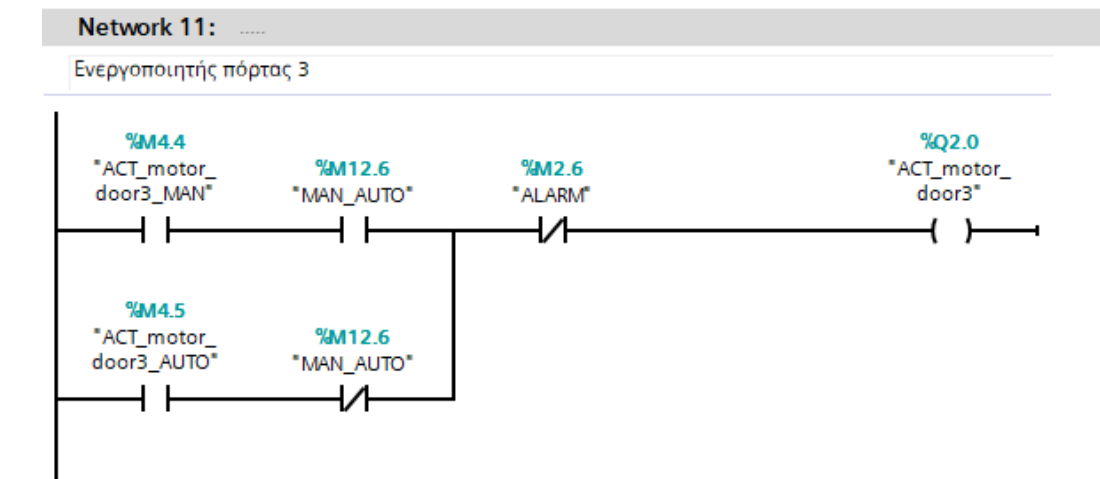
Παρακάτω βλέπουμε το πρόγραμμα ladder σε κάθε πόρτα.



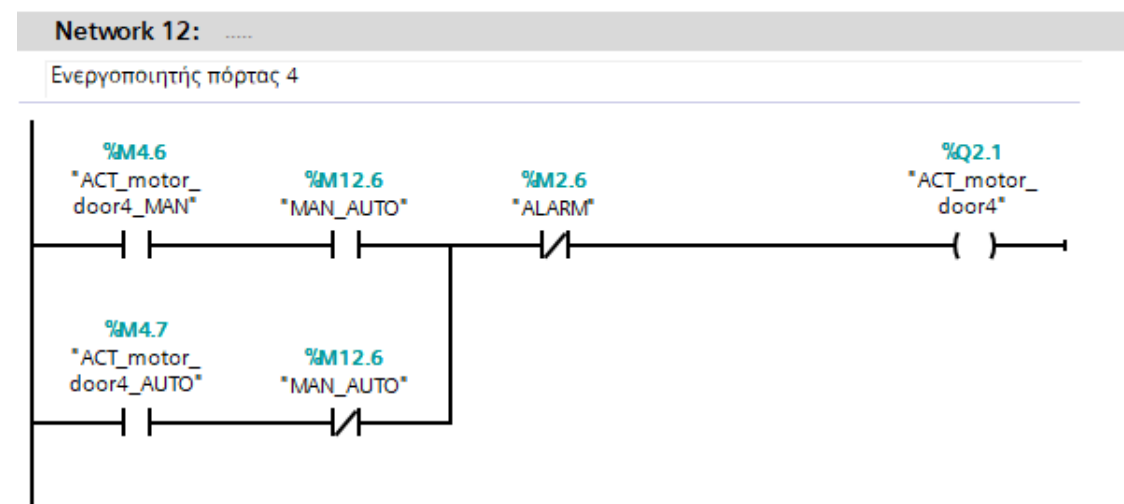
Εικόνα 4.44: Ενεργοποίηση της 1^{ης} πόρτας



Εικόνα 4.45: Ενεργοποίηση της 2^{ης} πόρτας



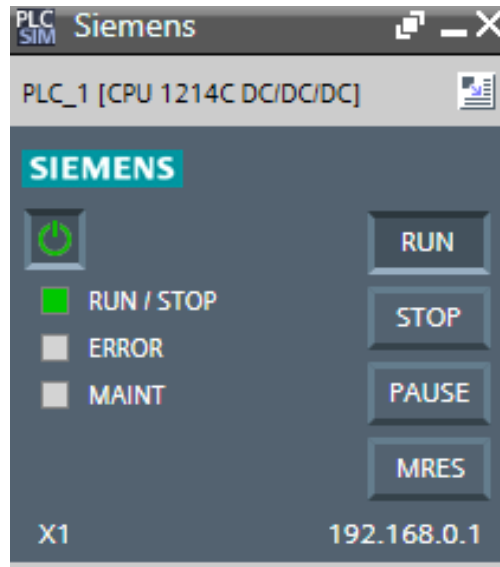
Εικόνα 4.46: Ενεργοποίηση της 3^{ης} πόρτας



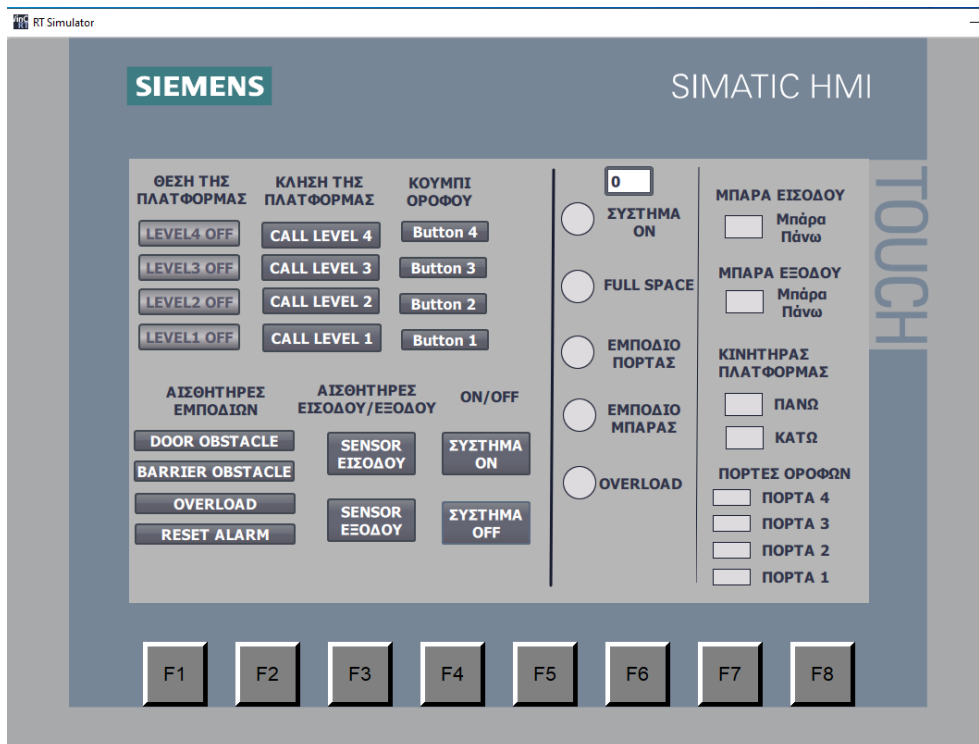
Εικόνα 4.47: Ενεργοποίηση της 4^{ης} πόρτας

4.10 Προσομοίωση

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει η περιγραφή της προσομοίωσης ενός φανταστικού συστήματος με την βοήθεια ενός HMI KTP700 Basic PN που οπτικοποιεί το σύστημα ελέγχου. Θα χρησιμοποιήσουμε δυο οθόνες, μια για την αναπαράσταση της λειτουργίας του συστήματος στάθμευσης και μια οθόνη Service με δυνατότητα χειροκίνητου ελέγχου. Στις οθόνες έχουν τοποθετηθεί button για τον καθορισμό των σημάτων εισόδου και LED για την αναπαράσταση της εξόδου. Για την προσομοίωση της οθόνης θα πρέπει να είναι σε λειτουργία RUN το PLC.

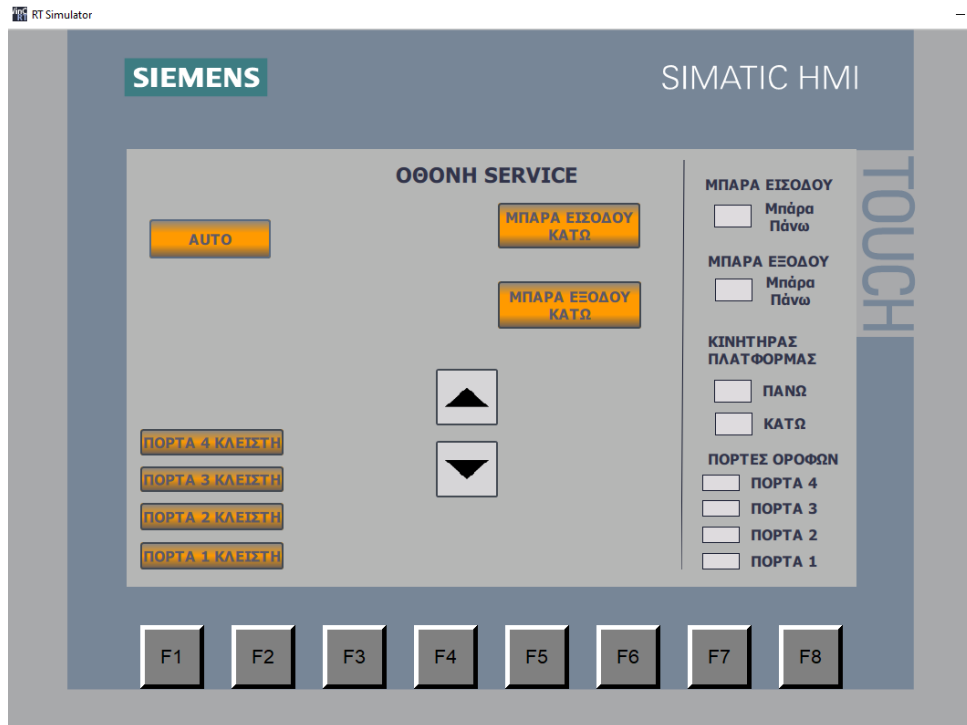


Εικόνα 4.48: Λειτουργία RUN PLC



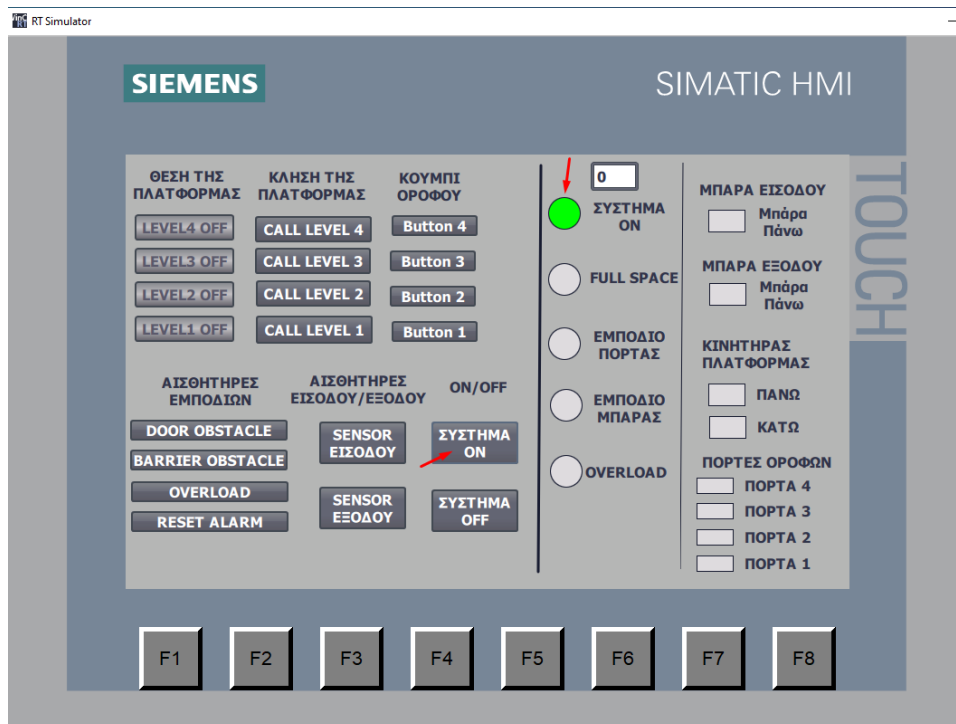
Εικόνα 4.49: Οθόνη αυτόματου ελέγχου του συστήματος

Προγραμματισμός και προσομοίωση του συστήματος στάθμευσης



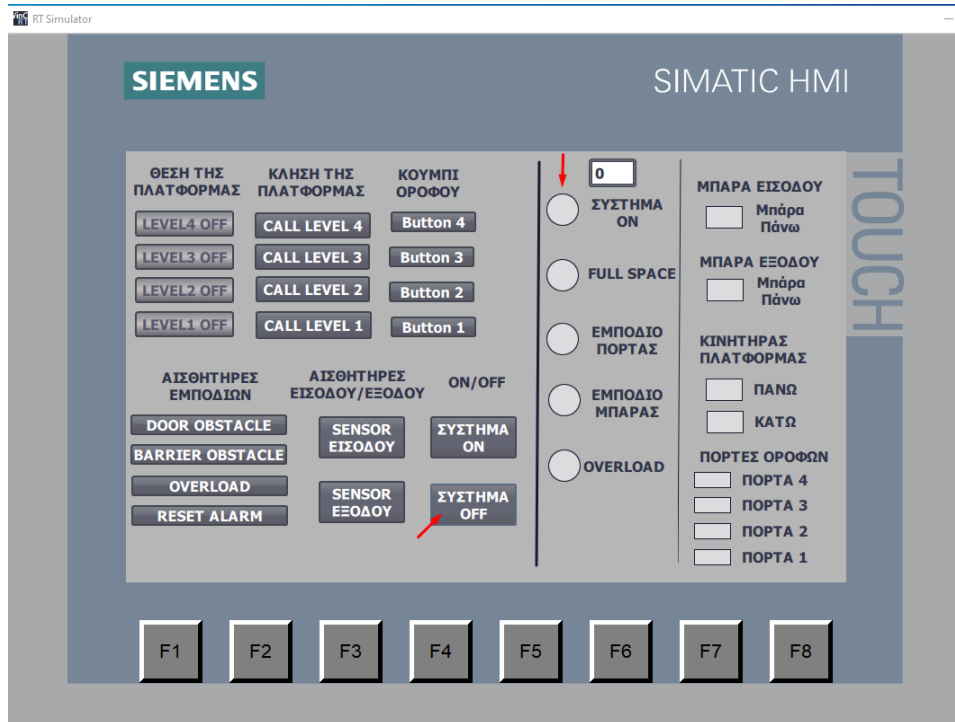
Εικόνα 4.50: Οθόνη χειροκίνητου ελέγχου του συστήματος

Για την εκκίνηση του συστήματος, πατάμε το Button “ΣΥΣΤΗΜΑ ON” και εμφανίζεται στην έξοδο μια φωτεινή ένδειξη προειδοποιώντας ότι το σύστημα είναι σε κατάσταση λειτουργίας ON.



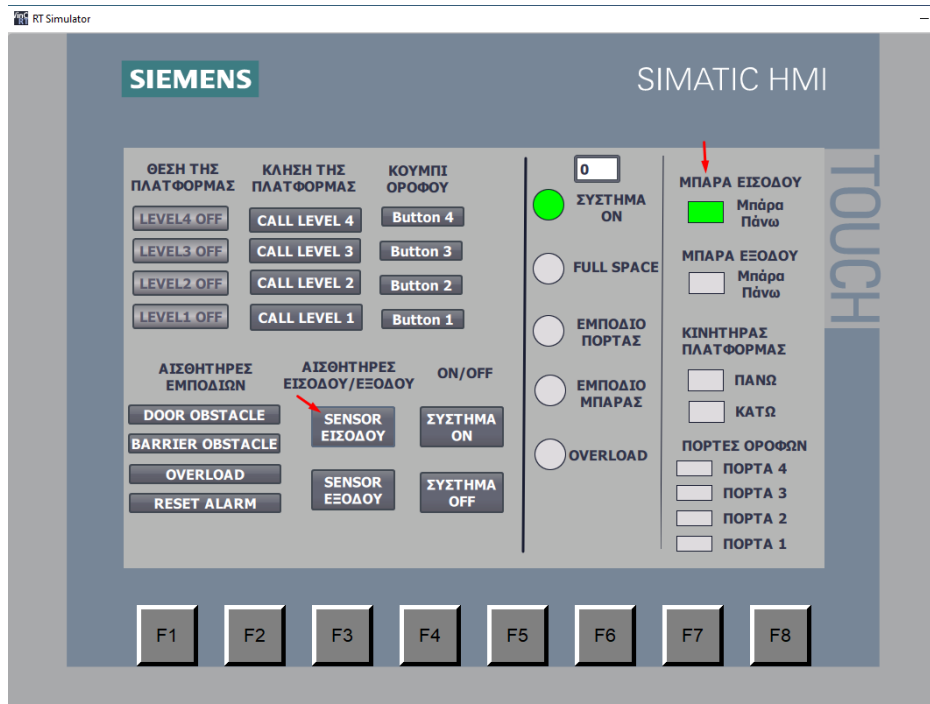
Εικόνα 4.51: Εκκίνηση του συστήματος αυτόματης στάθμευσης

Για την απενεργοποίηση του συστήματος, ενεργοποιείται το Button “ΣΥΣΤΗΜΑ OFF” και παρατηρούμε ότι το LED “ΣΥΣΤΗΜΑ ON” σταματάει να είναι ενεργό.



Εικόνα 4.52: Απενεργοποίηση του συστήματος αυτόματης στάθμευσης

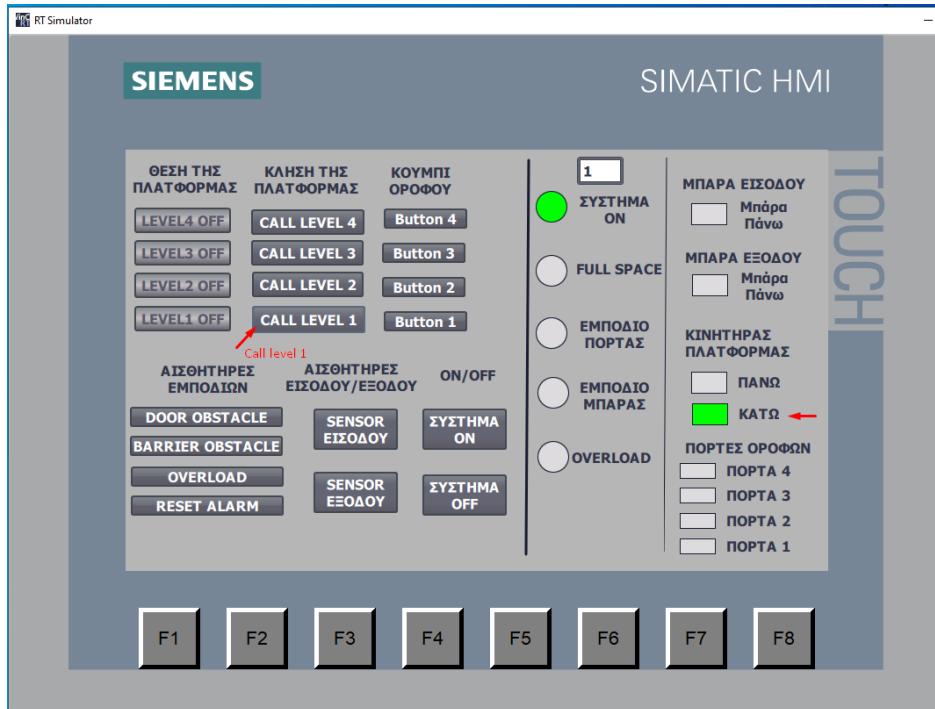
Ας υποθέσουμε ότι το σύστημα έχει ενεργοποιηθεί και ξαφνικά δέχεται από τον “SENSOR ΕΙΣΟΔΟΥ” ένα σήμα ότι κάποιο όχημα θέλει να εισέλθει στο χώρο. Τότε το μοτέρ της μπάρας εισόδου ανεβαίνει πάνω και επιτρέπει την είσοδο στον χώρο στάθμευσης. Όπως παρατηρούμε, το LED “ΜΠΑΡΑ ΠΑΝΩ” ενεργοποιείται και εμφανίζει φωτεινή ένδειξη.



Εικόνα 4.53: Είσοδος του οχήματος στον χώρο στάθμευσης

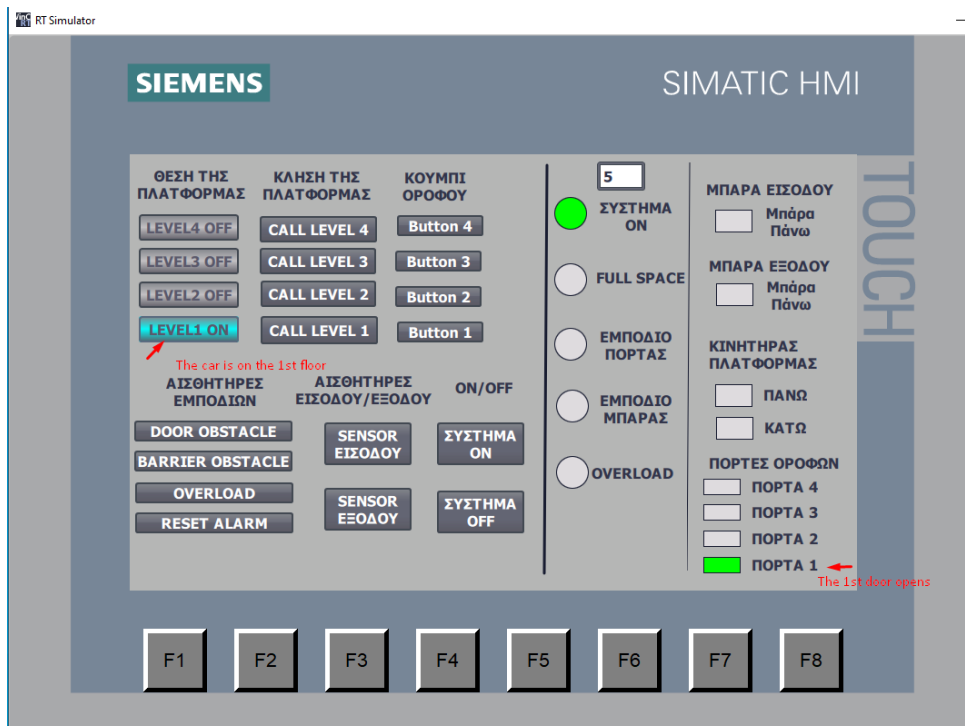
Προγραμματισμός και προσομοίωση του συστήματος στάθμευσης

Στη συνέχεια γίνεται κλήση στην πλατφόρμα ώστε να έρθει στον 1^ο όροφο “CALL LEVEL 1” για να σταθμεύσει το όχημα. Η πλατφόρμα σε όποιο όροφο και αν είναι θα πρέπει να κατεβεί, επομένως ενεργοποιείται από τον κινητήρα πλατφόρμας το LED “ΚΑΤΩ”.



Εικόνα 4.54: Κλήση της πλατφόρμας στον 1^ο όροφο

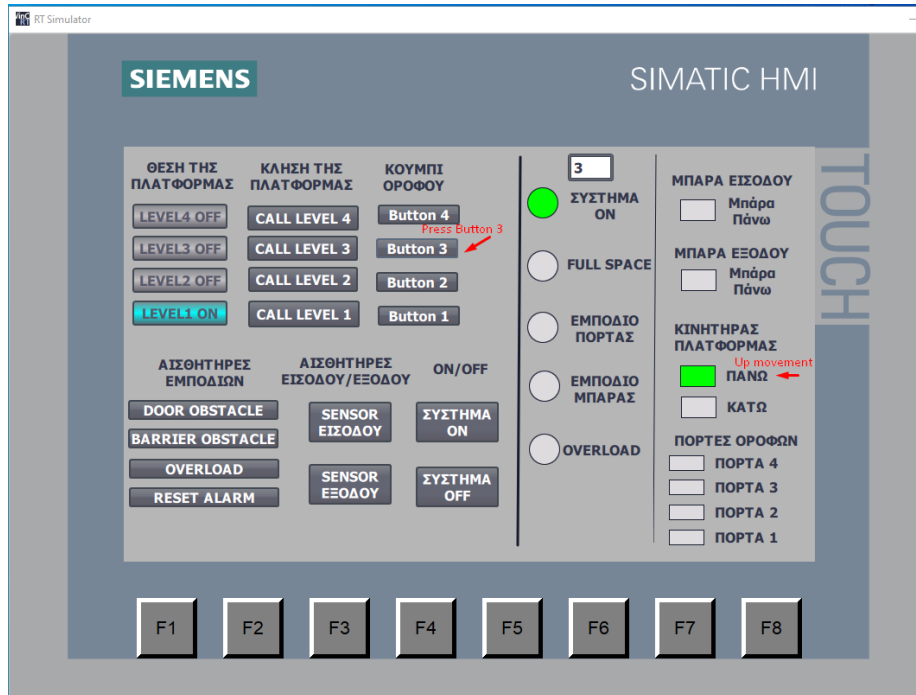
Όταν η πλατφόρμα μεταφερθεί στον 1^ο όροφο, θα ανοίξει η 1^η πόρτα. Επομένως στις πόρτες ορόφων θα δούμε μια φωτεινή ένδειξη στην “ΠΟΡΤΑ 1”.



Εικόνα 4.55: Άνοιγμα 1^{ης} πόρτας

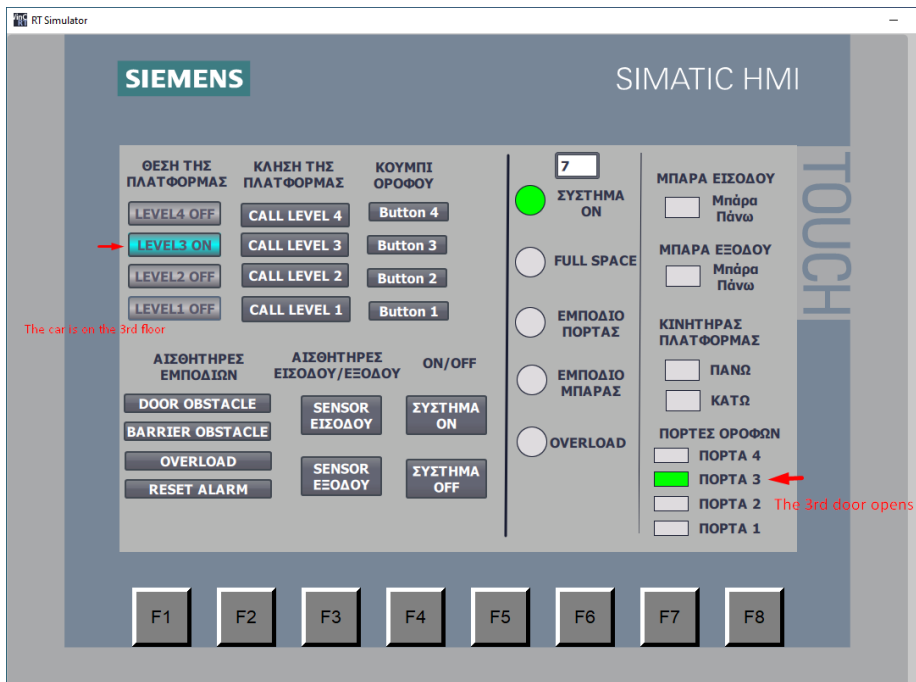
Κεφάλαιο 4

Ας υποθέσουμε ότι η πλατφόρμα είναι ακόμα στον 1^ο όροφο και πατάμε το Button 3 για να μεταβεί το όχημα στον 3^ο όροφο. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει η πλατφόρμα να κινηθεί προς τα πάνω, δηλαδή να ενεργοποιηθεί το μοτέρ (up), οπότε ανάβει η ένδειξη “ΠΑΝΩ”.



Εικόνα 4.56: Κίνηση της πλατφόρμας προς τα πάνω

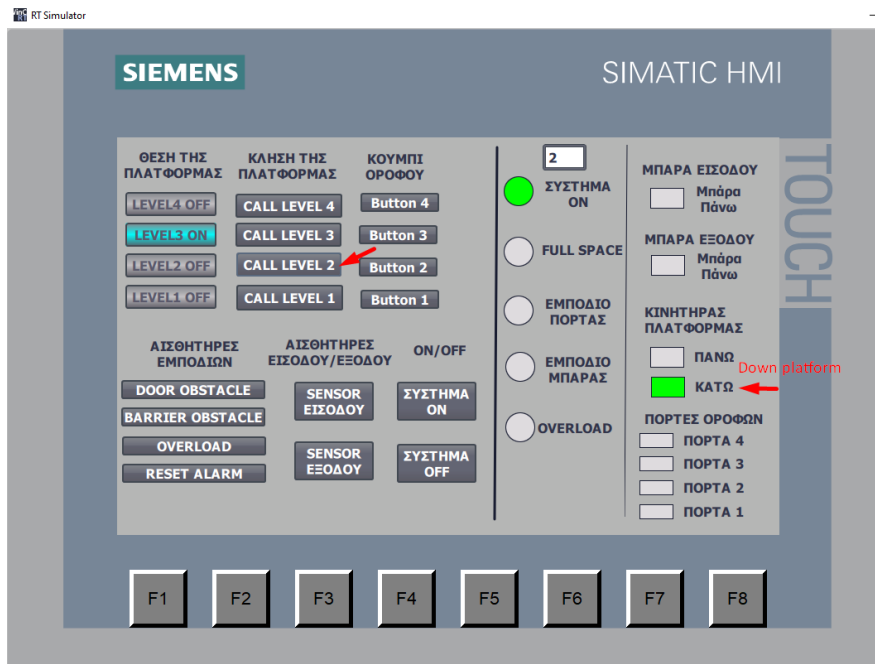
Όταν το όχημα φτάσει στον 3^ο όροφο τότε ανοίγει η 3^η πόρτα. Επομένως στις πόρτες ορόφων θα δούμε μια φωτεινή ένδειξη στην “ΠΟΡΤΑ 3”.



Εικόνα 4.57: Άνοιγμα 3^{ης} πόρτας

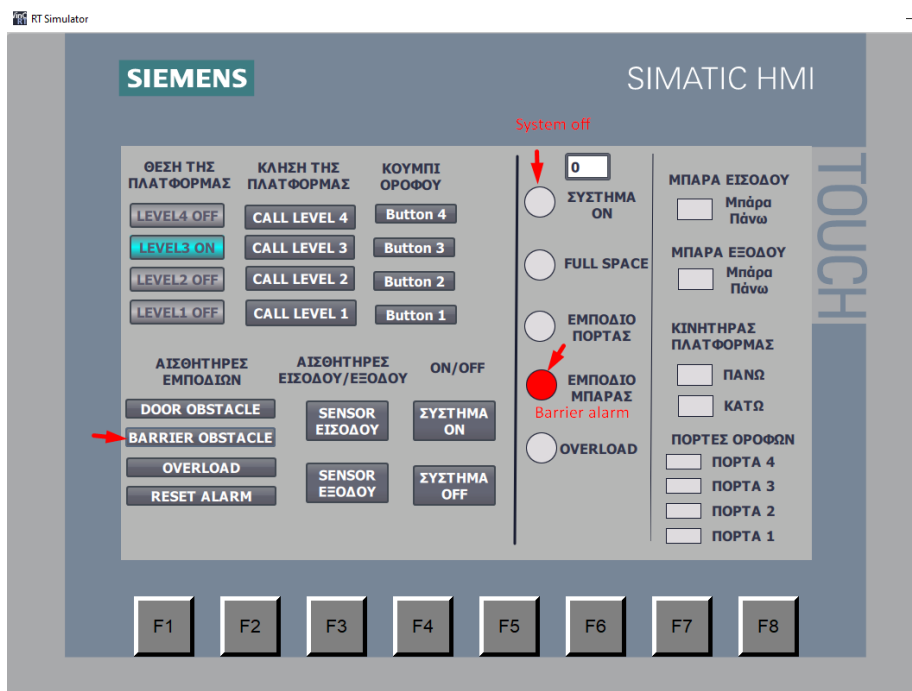
Προγραμματισμός και προσομοίωση του συστήματος στάθμευσης

Έστω ότι από τον 3^ο όροφο που είναι το όχημα, δέχεται μια κλήση η πλατφόρμα να μεταβεί στον 2^ο όροφο. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει η πλατφόρμα να κινηθεί προς τα κάτω, δηλαδή να ενεργοποιηθεί το μοτέρ (down), οπότε ανάβει η ένδειξη “ΚΑΤΩ”.



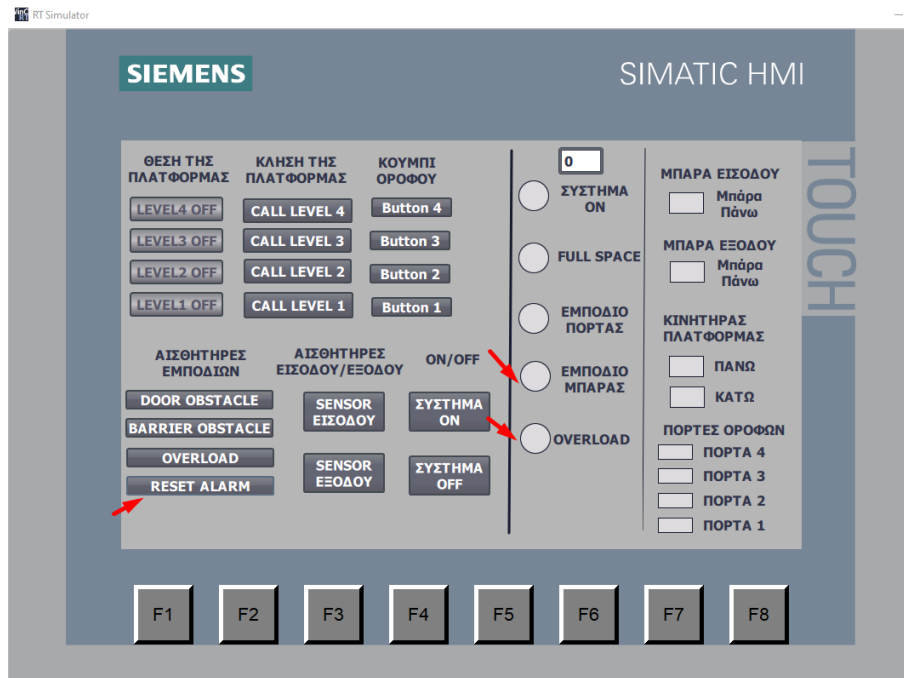
Εικόνα 4.58: Κίνηση της πλατφόρμας προς τα κάτω

Στην περίπτωση που κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος υπάρξει εμπόδιο πόρτας ή εμπόδιο μπάρας ή υπερφόρτωση εμφανίζεται αντίστοιχα μια κόκκινη ένδειξη προειδοποίησης για κάθε περίπτωση. Για παράδειγμα, όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 4:59 υπάρχει ο αισθητήρας εμπόδιου μπάρας ενεργός, με αποτέλεσμα να έχουμε ένδειξη στο “ΕΜΠΟΔΙΟ ΜΠΑΡΑΣ” και απενεργοποίηση του συστήματος.



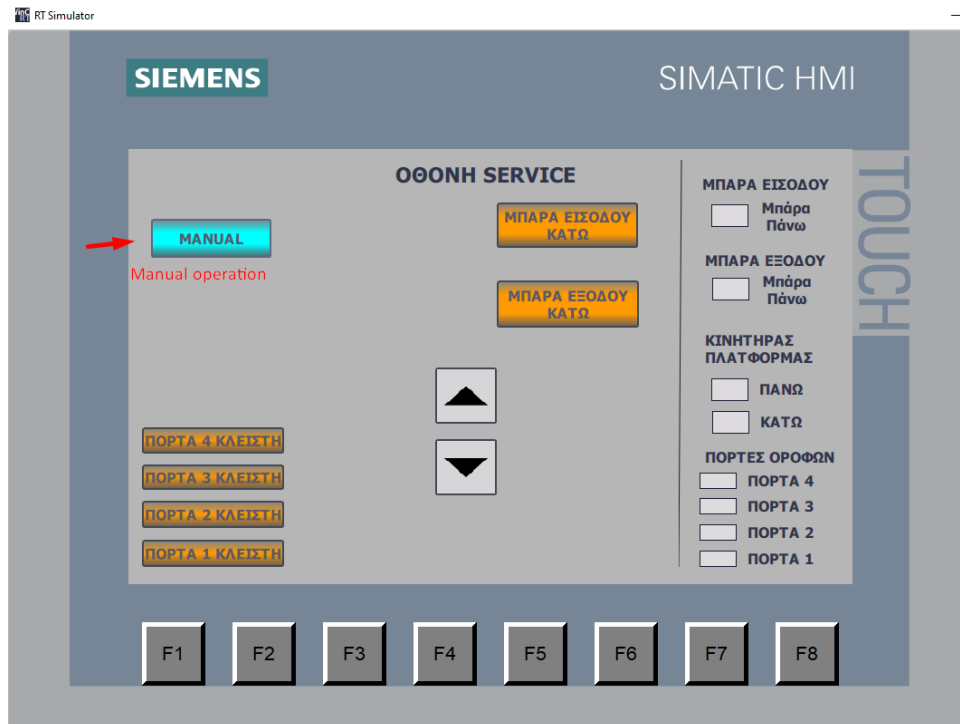
Εικόνα 4.59: Ένδειξη εμπόδιου μπάρας και απενεργοποίηση του συστήματος

Με τον αισθητήρα “RESET ALARM”, γίνεται επανεκκίνηση σε όλα τα LED εμποδίων.



Εικόνα 4.60: RESET ALARM

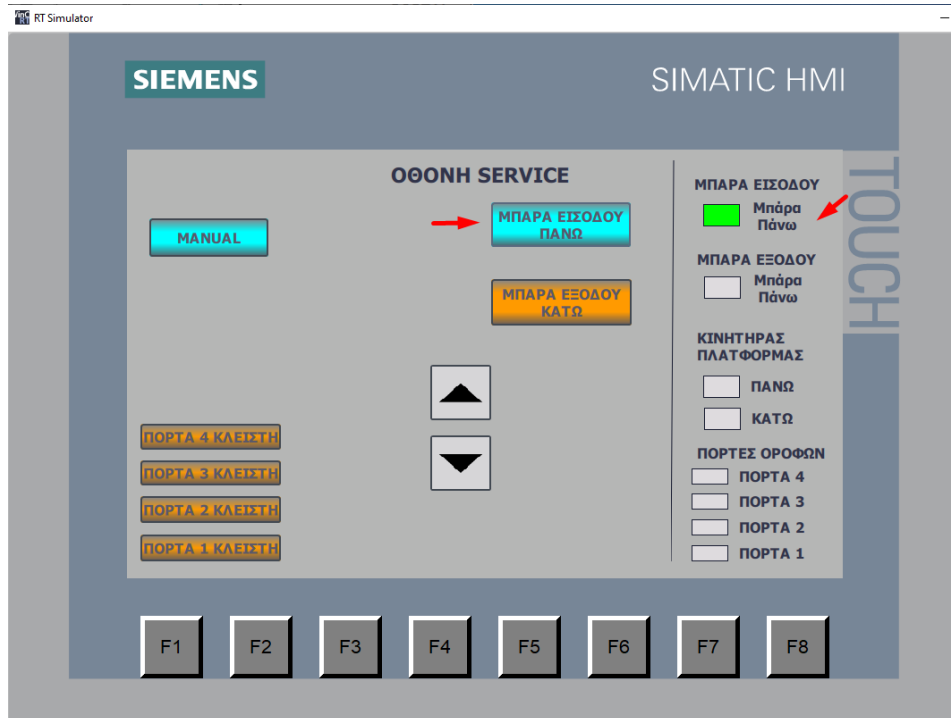
Στην δεύτερη οθόνη (ΟΘΟΝΗ SERVICE) υπάρχει η επιλογή εναλλαγής του τρόπου λειτουργίας του συστήματος από αυτόματο σε χειροκίνητο πατώντας το Button AUTO/MANUAL.



Εικόνα 4.61: Χειροκίνητη λειτουργία

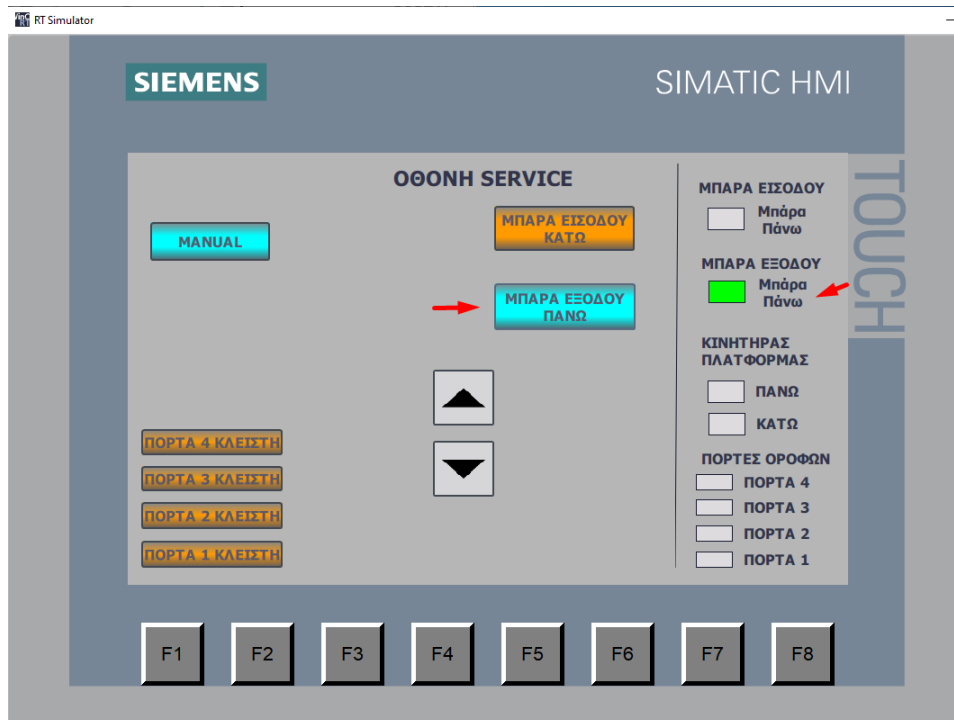
Ενεργοποιώντας το Button της μπάρας εισόδου, η μπάρα ανεβαίνει πάνω για την είσοδο του οχήματος και εμφανίζεται η φωτεινή ένδειξη “Μπάρα Πάνω” στην “ΜΠΑΡΑ ΕΙΣΟΔΟΥ”.

Προγραμματισμός και προσομοίωση του συστήματος στάθμευσης



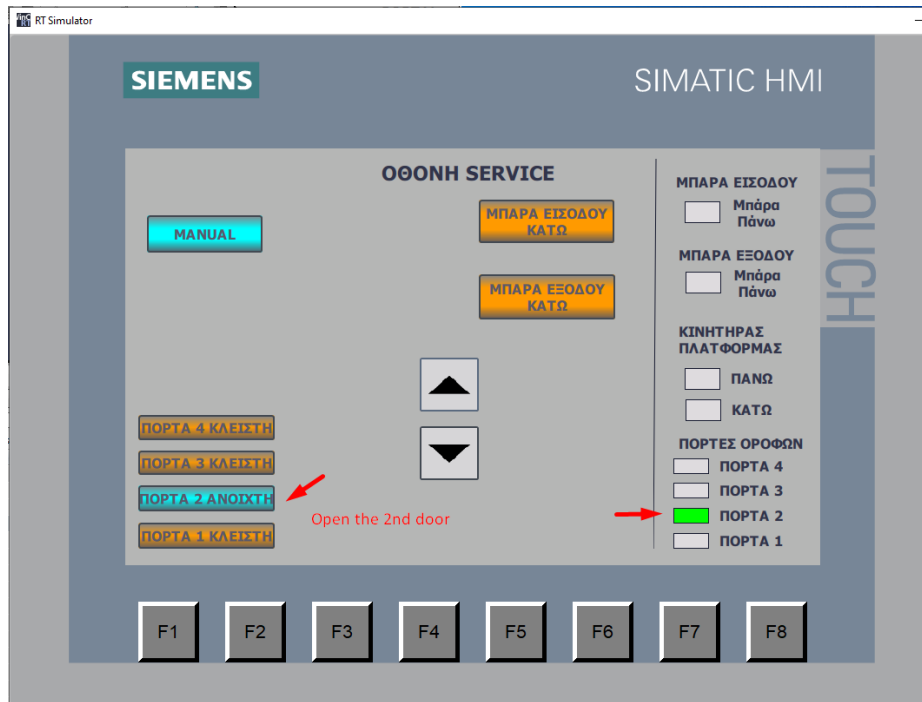
Εικόνα 4.62: Ενεργοποίηση της μπάρας εισόδου πάνω

Το ίδιο γίνεται και με την μπάρα εξόδου αντίστοιχα.



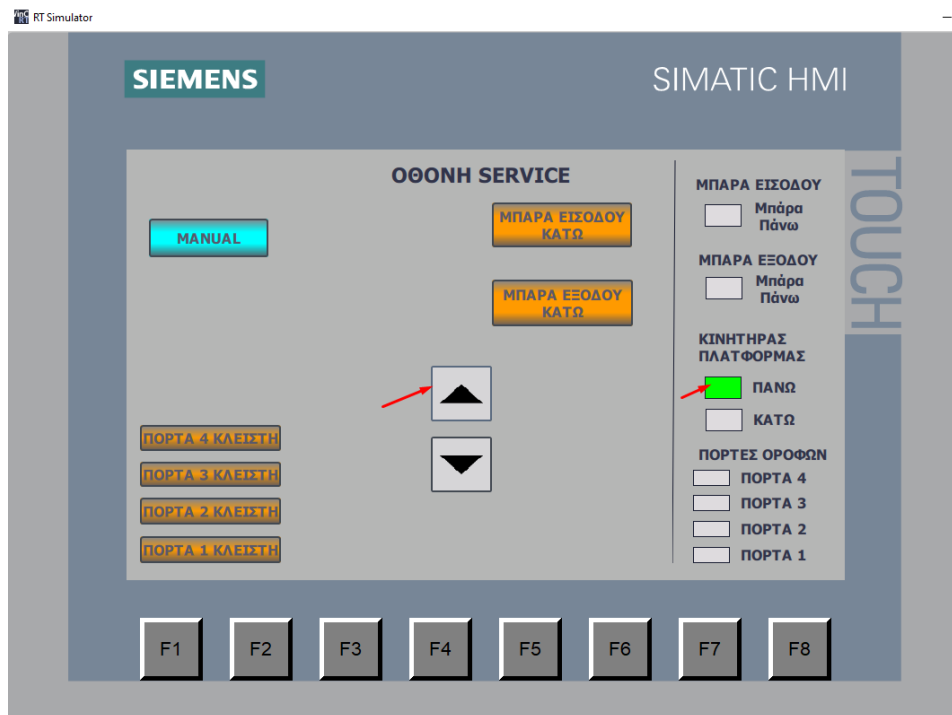
Εικόνα 4.63: Ενεργοποίηση της μπάρας εισόδου κάτω

Στη χειροκίνητη λειτουργία ενεργοποιώντας το Button για κάθε πόρτα, η αντίστοιχη πόρτα ανοίγει. Αν για παράδειγμα πατηθεί το Button “ΠΟΡΤΑ 2 ΚΛΕΙΣΤΗ” από την κλειστή λειτουργία μεταβαίνει στην ανοιχτή και στο LED της “ΠΟΡΤΑ 3” έχει φωτεινή ένδειξη.



Εικόνα 4.64: Άνοιγμα της 2^{ης} πόρτας

Για την κίνηση της πλατφόρμας (πάνω ή κάτω) έχουν σχεδιαστεί δυο Button αντίστοιχα. Αν για παράδειγμα πατήσουμε το πάνω Button, τότε ο κινητήρας της πλατφόρμας θα ανέβει και θα ανάψει η ένδειξη LED “ΠΑΝΩ”.



Εικόνα 4.65: Κίνηση της πλατφόρμας προς τα πάνω

Κεφάλαιο 5^ο: Συμπεράσματα

5.1 Συμπεράσματα

Η πιο βασική επιδίωξη των πόλεων τα τελευταία χρόνια είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής και των περιβαλλοντικών ζητημάτων. Παρόλο που ο πολεοδομικός και συγκοινωνιακός σχεδιασμός έχει συμβάλει θετικά στην αναζωογόνηση των αστικών κέντρων, δυστυχώς το πρόβλημα της στάθμευσης υπάρχει σε ένα μεγάλο ποσοστό λόγω της μη διαθεσιμότητας χώρου σε αναλογία με των αριθμό οχημάτων στο κυκλοφοριακό δίκτυο. Η ανάγκη για τη δημιουργία έξυπνων αυτοματοποιημένων συστημάτων στάθμευσης τα οποία πρόκειται να διευκολύνουν τη καθημερινότητα των ανθρώπων, ενέπνευσε την υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στο 1^ο κεφάλαιο μελετήσαμε την ιστορία της εμφάνισης του αυτοκινήτου και δώσαμε έμφαση στη κατασκευή του πρώτου ατμοκίνητου οχήματος το 1769 από τον μηχανικό Nicolas Joseph Cougnot. Η ραγδαία κατασκευή των αυτοκινήτων όλο και περισσότερο δημιούργησε τα κυκλοφοριακά προβλήματα, όπου αναφέραμε τους βασικούς παράγοντες και τις συνέπειες. Στα πλαίσια της εργασίας, μελετήσαμε στατιστικά για την πόλη της Θεσσαλονίκης όπου το επίπεδο συμφόρησης είχε φτάσει στο 25% το 2021, κάτι το οποίο μας εξέπληξε. Στη συνέχεια προτείναμε λύσεις για την μείωση του ζητήματος όπως είναι η σωστή διαχείριση των υπάρχοντων θέσεων στάθμευσης, η χρήση των MMM και έγινε η πρόταση για το αυτοματοποιημένο σύστημα στάθμευσης το οποίο αξιοποιεί τον διαθέσιμο χώρο σε ένα μεγάλο ποσοστό. Έγινε η αναφορά σε μερικά βασικά χαρακτηριστικά της στάθμευσης και η ταξινόμηση των χώρων πάρκινγκ τα όποια λάβαμε υπόψιν για τον σχεδιασμό και τη λειτουργία του συστήματος στάθμευσης. Τα τελευταία χρόνια με την ενσωμάτωση και τη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών, έχουν δημιουργηθεί οι έξυπνες πόλεις οι οποίες με την σειρά τους προσφέρουν την έξυπνη μετακίνηση των πολιτών με αυτόματα και φιλικά προς το περιβάλλον παρκινγκ. Στη συνέχεια έγινε μία ιστορική αναφορά σε παγκόσμιες κατασκευές πάρκινγκ εξοικονόμησης χώρου και χρόνου, όπως ήταν αυτή στο Παρίσι της Γαλλίας το 1905 το Garage Rue de Ponthieu από τον αρχιτέκτονα Auguste Perret. Επιπλέον μελετήσαμε τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην καινοτομία ενός αυτόματου συστήματος στάθμευσης, όπως είναι η τεχνητή νοημοσύνη, το διαδίκτυο των πραγμάτων, το Big Data, η πράσινη ενέργεια και η φόρτιση των ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Αξιοσημείωτος είναι και ο ρόλος του λογισμικού στο σύστημα αυτόματου πάρκινγκ για την σύνδεση της μηχανολογικής κατασκευής με τους χρήστες.

Στο 2^ο κεφάλαιο αναφερθήκαμε στο μηχανολογικό μέρος του συστήματος και αναλύσαμε μερικά βασικά μέρη όπως για παράδειγμα: η παλέτα για να συγκρατεί το όχημα στη θέση του, το γρανάζι για τη μεταβολή της ροπής, η αλυσίδα κυλίνδρων την μετάδοση της ισχύος, το ρουμελάν τροχού για τη μείωση της τριβής μεταξύ αξόνων, την ράβδο δοκού για τη σύνδεση μεταξύ των οδοντωτών τροχών περιστρέφοντας το σύστημα και το πλαίσιο που συγκρατεί το συνολικό περιστροφικό σύστημα. Επιπλέον μελετήσαμε τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα όπως είναι οι αισθητήρες, οι κινητήρες, ηλεκτρικοί διακόπτες, και περιφερειακές συσκευές.

Στο 3^ο κεφάλαιο μελετήσαμε ένα από τα πιο βασικά μέρη του συστήματος, τον ηλεκτρολογικό πίνακα τριών φάσεων ο οποίος ελέγχει τον κινητήρα που περιστρέφει τη πλατφόρμα στάθμευσης, τους αισθητήρες και διασφαλίζει την ασφαλή λειτουργία της κατασκευής. Αναφερθήκαμε στα επιμέρους μέρη του πίνακα όπως είναι: τα PLC, το ρελέ ισχύος, ο επιτηρητής φάσεων, το θερμικό υπερφόρτισης,

ο ρυθμιστής στροφών, η θόνη ρυθμιστή στροφών, το ηλεκτρικό φρένο, ο μικροαυτόματος και το τροφοδοτικό.

Στο 4^ο κεφάλαιο προγραμματίσαμε και προσομοιάσαμε με την βοήθεια του προγράμματος TIA Portal S7-1200/1500 της SIEMENS τις λειτουργίες του PLC σε γλώσσα ladder. Αρχικά δηλώσαμε ετικέτες στις επαφές και δημιουργήσαμε τον πίνακα PLC Tags. Με τη βοήθεια του πίνακα έγινε ο προγραμματισμός βασικών εντολών, όπως είναι η είσοδος του οχήματος στο χώρο από την μπάρα εισόδου, η κλήση της πλατφόρμας στο πρώτο όροφο για την στάθμευση του οχήματος, η θέση της πλατφόρμας με την βοήθεια αισθητήρα δαπέδου, η ανοδική και καθοδική κατεύθυνση του ανελκυστήρα στους ορόφους, το άνοιγμα και το κλείσιμο της πόρτας σε κάθε όροφο. Για τον προγραμματισμό σε γλώσσα ladder χρησιμοποιήθηκε το εγχειρίδιο από την SIEMENS.

5.2 Μελλοντικές βελτιώσεις του συστήματος

Έχοντας την ικανότητα να ελέγξουμε την διαθεσιμότητα ενός χώρου στάθμευσης, θα μπορούσαμε να προσθέσουμε κάποιες επιπλέον δυνατότητες στο σύστημα. Αξιοσημείωτη θα ήταν η καταγραφή του συνολικού χρόνου που είναι ένα όχημα σταθμευμένο σε μια θέση, ώστε να υπολογίζεται το κόστος παραμονής στη θέση. Επιπλέον, με αυτά τα δεδομένα θα μπορούσαμε να υπολογίζουμε στατιστικά στοιχεία για τον μέσο χρόνο στάθμευσης καθώς και τις ημέρες και τις ώρες όπου παρατηρείται περισσότερη κυκλοφορία. Μια ακόμα μελλοντική επέκταση που θα ήταν αρκετά εύχρηστη και θα αναβαθμίζε το σύστημα σε πολύ μεγάλο βαθμό είναι η προσθήκη περισσότερων ορόφων για την αξιοποίηση του χώρου και την εξυπηρέτηση των ανθρώπων.

Στο πλαίσιο της ασφάλειας θα μπορούσαμε να τοποθετήσουμε μια λειτουργία συντήρησης, όπου με την χρήση μετρητή στο PLC και μετά από έναν συγκεκριμένο αριθμό χρήσης του πάρκινγκ θα ενημερωνόμασταν με τη βοήθεια λυχνίας ότι το σύστημα χρειάζεται συντήρηση. Επίσης, θα μπορούσε να προστεθεί ένα ρελέ στη είσοδο του PLC το οποίο όταν θα είχε ρεύμα θα ενεργοποιούσε το PLC να κατευθύνει το όχημα στον πρώτο όροφο για να ανοίξουν οι πόρτες σε περίπτωση εγκλωβισμού.

Γενικά οι δυνατότητες που μπορούμε να προσθέσουμε είναι πολλές και ακόμα περισσότερα είναι τα οφέλη, διευκολύνοντας τους ανθρώπους σε ένα ζήτημα που αντιμετωπίζουν καθημερινά στις μετακινήσεις τους. Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας μας επιτρέπει να αναβαθμίζουμε όλο και περισσότερο τα συστήματα και να προσφέρουμε λύσεις στα προβλήματα των πολιτών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] fiat brachetta, «Blogger.com,» Μάιος 2011. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://toautokinhto.blogspot.com>.
- [2] K. PATOWARY, «AMUSING PLANET,» December 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.amusingplanet.com/2021/12/nicolas-joseph-cugnot-and-worlds-first.html>.
- [3] gnomonpedia, «Φροντιστήριο Γνώμων,» 8 Μαΐος 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://gnomonpedia.com/το-πρωτο-αυτοκινητο/>.
- [4] Α.-Μ. Κέκια, «Docuventa,» 13 Μαΐος 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://docuventa.gr/ta-prota-aytokinita-stin-ellada-to-proto-trochaio-atychima/>.
- [5] «ANYTIMEBLOG,» 28 Σεπτέμβριος 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://blog.anytime.gr/istoria-tou-aftokinitou-mia-volta-apo-to-parelthon-mechri-to-mellon-anytime-blog/>.
- [6] Μ. Π.-Λ. Δ. Τ. Φραντζεσκάκης, Στάθμευση, Αθήνα: Παπασωτηρίου, 2002.
- [7] Newsroom Ypodomes, «Newsroom Ypodomes.com,» 6 Ιούνιος 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://ypodomes.com/ereyna-3-5-meres-ton-chrono-chamenes-sti-kinisi-ton-dromon-tis-thessalonikis/>.
- [8] Ν. Μπάρμπα, «ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ,» 5 Ιούνιος 2013. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.eleftheria.gr/m/περιβάλλον/item/66031.html>.
- [9] Τ. Θ, Σύστημα Ελεγχόμενης Στάθμευσης στο Δήμο Αθηναίων, Αθήνα, 2009.
- [1 Φ. Κ, Μελέτη αυτόματου συστήματος στάθμευσης αυτοκινήτων, Ηράκλειο, 2012.
0]
- [1 «WIKIPEDIA PARK AND RIDE,» Ιούλιος 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available:
1] https://en.wikipedia.org/wiki/Park_and_ride.
- [1 «e-nomothesia.gr,» Ιούνιος 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-2-aytokinita/stathmoi-autokineton/upourgike-apophase-oik-44662-454-2019.html>.
- [2] <https://www.e-nomothesia.gr/kat-2-aytokinita/stathmoi-autokineton/upourgike-apophase-oik-44662-454-2019.html>.
- [1 «NUBIGROUP,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.nubigroup.gr/smart-cities-challenge-for-3-local-governments/>.
- [3] <https://www.nubigroup.gr/smart-cities-challenge-for-3-local-governments/>.
- [1 «Εξυπνη κινητικότητα (smart mobility),» 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available:
4] <https://smartcity.cityofkozani.gov.gr/smart-mobility/>.
- [4] <https://smartcity.cityofkozani.gov.gr/smart-mobility/>.
- [1 «Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ,» Νοέμβριος 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available:
5] <https://www.kathimerini.gr/society/561579037/kykloforiako-se-trochia-exypris-kinitikotitas/>.
- [5] <https://www.kathimerini.gr/society/561579037/kykloforiako-se-trochia-exypris-kinitikotitas/>.
- [1 S. O. TECH, «IPARK,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://iparkhub.com/rotary-car-parking-6-system/>.
- [6] <https://iparkhub.com/rotary-car-parking-6-system/>.
- [1 F. Beaumont, .evous, 18 November 2011. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.evous.fr/A->

- 7] decouvrir-les-oeuvres-d-Auguste,1148238.html#7jOI8jiRecOfzhQP.99.
- [1 «Paris Promeneurs,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://paris-promeneurs.com/le-garage-ponthieu-8\] demoli/](https://paris-promeneurs.com/le-garage-ponthieu-8] demoli/).
- [1 Π. Κάκαρης, «Geografikoi,» 10 Ιανουάριος 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: 9] <https://www.geografikoi.gr/katheta-parking/>.
- [2 Μ. Τσανγκ, «MOKO SMART,» 1 Μάρτιος 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: 0] <https://www.mokosmart.com/el/smart-parking-system-using-iot/>.
- [2 Κ. V., A Survey on application layer protocols for the Internet of Things., 2015. 1]
- [2 Α. Wang, «MOKO LORA,» 6 Αύγουστος 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: 2] <https://www.mokolora.com/el/what-is-lora-iot/>.
- [2 «terra Real Estate,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.terraproperty.gr/ypiresies/prasini-3\] energia/](https://www.terraproperty.gr/ypiresies/prasini-3] energia/).
- [2 Α. Δεδούκος, «asfaleies 24,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.asfaleies24.gr/7-sixnes-4\] erwtiseis-fortisi-ilektrikwn-autokinitwn/](https://www.asfaleies24.gr/7-sixnes-4] erwtiseis-fortisi-ilektrikwn-autokinitwn/).
- [2 J. L. P. G. C. Mandeep Kaur, Απρίλιος 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: 5] <https://www.studocu.com/row/document/unity-university/engineering/rotary-software/23657474>.
- [2 «Vector,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://vectorbrands.gr/ρουλεμάν-συντήρησή-προστασία-6\] λίπανσ/](https://vectorbrands.gr/ρουλεμάν-συντήρησή-προστασία-6] λίπανσ/).
- [2 «Big Blue,» 31 Ιούλιος 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://bigblue.academy/gr/ti-einai-to-api-7\]](https://bigblue.academy/gr/ti-einai-to-api-7])
- [2 «ifm,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.ifm.com/gr/el/shared/technologien/αισθητήρες-8\] υπερήχων/πολλά-πλεονεκτήματα-λίγα-όρια-πώς-λειτουργεί-η-τεχνολογία-υπερήχων](https://www.ifm.com/gr/el/shared/technologien/αισθητήρες-8] υπερήχων/πολλά-πλεονεκτήματα-λίγα-όρια-πώς-λειτουργεί-η-τεχνολογία-υπερήχων).
- [2 «Crushtymks,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://crushtymks.com/el/industrial-automation/1057-9\] purpose-and-working-principle-of-inductive-sensors.html](https://crushtymks.com/el/industrial-automation/1057-9] purpose-and-working-principle-of-inductive-sensors.html).
- [3 «ifm,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.ifm.com/gr/el/product/IF5904>. 0]
- [3 «BIKIPAIΔΕΙΑ,» 11 Ιούνιος 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://el.wikipedia.org/wiki/RFID-1\]](https://el.wikipedia.org/wiki/RFID-1])
- [3 «ifm,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.ifm.com/de/en/product/MN704S-2\]](https://www.ifm.com/de/en/product/MN704S-2])
- [3 «SAFE CASE,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.safecase.gr/push-button-exit-eb30-3\]](https://www.safecase.gr/push-button-exit-eb30-3])
- [3 Γ. ΜΑΛΙΩΤΗΣ, «Μετάδοση Ισχύος,» 4 Ιούλιος 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: 4] <https://www.metadosi-ischios.gr/arches-leitoyrgias-ton-ilektrikon-kinitiron/>.

Συμπεράσματα

- [3 marpal89, «SCRIBD,» [Ηλεκτρονικό]. Available:
5] <https://www.scribd.com/doc/74788114/Industrial-Automation-05-Induction-Motors>.
- [3 Δ. Κανακάκης, «Slideshare,» 29 Απρίλιος 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available:
6] <https://www.slideshare.net/dimitriskanakakis/syndesi-kinitirwn-asteraortrigonodifaneies-47579482>.
- [3 Γ. Μεσαρχάκης, «Σημειώσεις Ηλεκτρολογείου ΣΤ' εξαμήνου,» [Ηλεκτρονικό]. Available:
7] <https://maredu.hcg.gr/modules/document/file.php/AENKP205/Σημειώσεις%20ΑΕΝ%20Κρήτης%20Ε%20εξαμ.pdf>.
- [3 «Next Systems,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://nextsystems.eu/automath-bara-elegxou-8\] kykloforias-me-3m-kontari-motorline-kbm6-6m.html](https://nextsystems.eu/automath-bara-elegxou-8] kykloforias-me-3m-kontari-motorline-kbm6-6m.html).
- [3 «Next Systems,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://nextsystems.eu/ekswterikos-kathreptis-9\] asfaleias-me-diametro-80cm-kcm-80-out.html](https://nextsystems.eu/ekswterikos-kathreptis-9] asfaleias-me-diametro-80cm-kcm-80-out.html).
- [4 «PAESSLER,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.paessler.com/it-explained/plc.0\]](https://www.paessler.com/it-explained/plc.0])
- [4 «ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ (PLC),» [Ηλεκτρονικό]. Available:
1] <https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TME134/ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ%20ΛΟΓΙΚΟΙ%20ΕΛΕΓΚΤΕΣ%20PLC.pdf>.
- [4 «ΚΑΥΚΑΣ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.kafkas.gr/viomichaniko-yliko/yliko-2\] aftomatismou/othones/othones/siemens-plc-monada-cpu-20-4-28-8v-dc-14di-10do_155107/](https://www.kafkas.gr/viomichaniko-yliko/yliko-2] aftomatismou/othones/othones/siemens-plc-monada-cpu-20-4-28-8v-dc-14di-10do_155107/).
- [4 «SIEMENS,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://docs.rs-online.com/f241/0900766b814bb78a.pdf.3\]](https://docs.rs-online.com/f241/0900766b814bb78a.pdf.3])
- [4 Γ. Αληφραγκής, «ΗΛΕΚΤΡΟΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ,» [Ηλεκτρονικό]. Available:
4] https://ilektroytomatismoι.blogspot.com/2015/01/blog-post_31.html.
- [4 «ΚΑΥΚΑΣ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.kafkas.gr/viomichaniko-yliko/yliko-5\] aftomatismou/metatropois-analogikon-simaton/metatropois-analogikon-simaton-thermokras/siemens-epitiritis-faseon-160-690v-ac-2co_154236/](https://www.kafkas.gr/viomichaniko-yliko/yliko-5] aftomatismou/metatropois-analogikon-simaton/metatropois-analogikon-simaton-thermokras/siemens-epitiritis-faseon-160-690v-ac-2co_154236/).
- [4 «ΘΕΡΜΙΚΑ,» [Ηλεκτρονικό]. Available:
6] <https://dimitriseftimiou.weebly.com/thetaepsilonrhomuiotakappa940.html>.
- [4 «ΘΕΡΜΙΚΟ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗΣ 36-45Α,» [Ηλεκτρονικό]. Available:
7] https://static.kafkas.gr/Uploads/Pdfs/152493/3RU1136-4GB0_109024210_01_Z05.PDF.
- [4 «SIEMENS,» [Ηλεκτρονικό]. Available:
8] <https://www.electricalautomationnetwork.com/en/siemens/3ru2136-4gb0-3ru21364gb0-siemens-overload-relay-3645-a-for-motor-protection-size-s2-class-10-for-mountin>.
- [4 SIEMENS, «SIEMENS Data sheet for SINAMICS G120C,» [Ηλεκτρονικό].
9]
- [5 «TEXNOMAT,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [81](https://www.technomat-</p></div><div data-bbox=)

- 0] shop.com/el/products/ρυθμιστης-στροφων-g120c-055kw-6s13210-1ke11-8ab2.
- [5 «Octopart,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://octopart.com/6s13255-0aa00-4ca1-siemens-1\]22651755](https://octopart.com/6s13255-0aa00-4ca1-siemens-1]22651755).
- [5 «SIEMENS,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [6s13201-0be23-8aa0](https://www.siemens.com/6s13201-0be23-8aa0).pdf.
2]
- [5 «FULLYAUTOMATION,» [Ηλεκτρονικό]. Available:
3] <https://www.fullyautomation.com/product/siemens-sinamics-braking-resistor-6s13201-0be23-8aa0/>.
- [5 «technoelectric,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://techno-electric.gr/blog-arthra/mikroautomatoi-4\]diakoptes-tous-khresimopoioume.html](https://techno-electric.gr/blog-arthra/mikroautomatoi-4]diakoptes-tous-khresimopoioume.html).
- [5 kousis. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.e-kousis.gr/el/abb-automath-asfaleia-6-0ka-k-3p-5\]40a-s203-k40.html](https://www.e-kousis.gr/el/abb-automath-asfaleia-6-0ka-k-3p-5]40a-s203-k40.html).
- [5 «SIEMENS 6EP1437-2BA20,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [6EP14372BA20_datasheet_en](https://www.siemens.com/6EP14372BA20_datasheet_en.pdf).pdf.
6]
- [5 H. Berger, "Σχεδίαση Εφαρμογών Αυτοματισμού με τη γλώσσα STEP 7 σε LAD και FBD",
7] TZIOΛΑ.
- [5 «RevitCity,» [Ηλεκτρονικό]. Available:
8] https://www.revitcity.com/downloads.php?action=view&object_id=17511.
- [5 «Rotary Parking System,» May 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available:
9] [https://scholar.ppu.edu/bitstream/handle/123456789/6315/Rotary%20Parking%20System%20FIN
AL.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://scholar.ppu.edu/bitstream/handle/123456789/6315/Rotary%20Parking%20System%20FINAL.pdf?sequence=2&isAllowed=y).
- [6 «4aces,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://4aces-store.com/category/mx-enduro-0\]parts/granzia/granazi-empros/](https://4aces-store.com/category/mx-enduro-0]parts/granzia/granazi-empros/).
- [6 [Ηλεκτρονικό].
1]
- [6 «AIMS,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.aimsindustrial.com.au/kcm-24b-1-roller-chain-2\]simplex-strand-1-1-2-pitch](https://www.aimsindustrial.com.au/kcm-24b-1-roller-chain-2]simplex-strand-1-1-2-pitch).
- [6 «antallaktika online.gr,» [Ηλεκτρονικό]. Available:
3] <https://www.antallaktikaonline.gr/gsp/7825185>.
- [6 Subhajitdas298, «AUTODEST Instructables,» [Ηλεκτρονικό]. Available:
4] <https://www.instructables.com/Rotary-Car-Parking-System/>.