

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**Απομακρυσμένη Διαχείριση Εκκινήτρια Μηχανής
Εσωτερικής Καύσης με τη Χρήση Πλακέτας
Arduino**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΛΙΒΙΤΣΑΝΟΣ ΘΕΟΔΟΣΙΟΣ Α.Μ. 42227

ΠΑΠΑΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α.Μ. 42226

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Δρ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΤΟΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ

Περίληψη

Η παρακάτω πτυχιακή εργασία αποτελεί τη θεωρητική μελέτη που έγινε με σκοπό την κατασκευή ενός ολοκληρωμένου μηχανολογικού συστήματος ο οποίος εκκινεί έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης από απόσταση και ελέγχει τη θερμοκρασία του, μέσω της κλήσης κινητού τηλεφώνου, ενός μικροελεγκτή, ενός αισθητήρα καθώς και της αναπτυσσόμενης τεχνολογίας αλληλεπίδρασης των ηλεκτρονικών και άλλων συσκευών και μέσων, γνωστή και ως Internet of Things. Επιπλέον παρουσιάζονται η θερμική συμπεριφορά των μετάλλων και των μέσων λιπάνσεως, παρατίθενται πειραματικές μετρήσεις για την επιλογή του σωστού χρόνου προθερμάνσεως ενός κινητήρα με γνώμονα τις περιβαλλοντικές μεν επιπτώσεις αλλά και της φθοράς των μερών του κινητήρα εσωτερικής καύσης. Παρατίθενται οι αντικρουόμενες απόψεις σχετικά με την προθέρμανση ή όχι των σύγχρονων μηχανών εσωτερικής καύσης και τεκμηριώνεται ορθολογικά και επιστημονικά το συμπέρασμα της σύντομης μελέτης. Αναλύεται το πρόβλημα που καλείται να αντιμετωπίσει η κατασκευή, πρόκειται για το φαινόμενο της «κρύας εκκίνησης» το οποίο λαμβάνει χώρα τους ψυχρούς μήνες του έτους και έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή περισσότερου όγκου CO₂ και NO_x αλλά και την ταχύτερη φθορά του κινητήρα και των λαδιών του. Δίνονται πληροφορίες των εξαρτημάτων που επιλέχθηκαν για την κατασκευή του αυτοματισμού καθώς και οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή τους, για την γλώσσα προγραμματισμού C++ και τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και για την φιλοσοφία επικοινωνίας των ηλεκτρονικών πλακετών. Παρουσιάζονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν, οι πληροφορίες που χρησιμοποιήθηκαν για την συναρμολόγηση ενός μηχανολογικού συστήματος ο οποίος θα εκκινεί μία μηχανή εσωτερικής καύσης από απόσταση, δίνοντας το πλεονέκτημα στον χρήστη να προθερμάνει τον κινητήρα του οχήματος του χωρίς τη φυσική παρουσία κοντά στο όχημα, επιπλέον διεξάγει έλεγχο, μέσω ενός αισθητήρα, της θερμοκρασίας του κινητήρα και σε περίπτωση υπερθέρμανσης λόγω βλάβης διακόπτει την προθέρμανση και στέλνει μήνυμα στον χρήστη. Επεξηγείται ο κώδικας προγραμματισμού και η χρησιμότητα κάθε εντολής και αναλύεται σε διάγραμμα ροής. Τέλος και ύστερα από την στενή επαφή με το αντικείμενο των μηχανολογικών συστημάτων στα οχήματα παρουσιάζονται οι προοπτικές εξέλιξης της μηχανολογικής συσκευής που κατασκευάστηκε, τόσο από ιδιώτες όσο και από τις κατασκευάστριες αυτοκινητοβιομηχανίες και μότο-βιομηχανίες και γίνονται προτάσεις για την βελτίωση της αλληλεπίδρασης τους με τους οδηγούς.

Abstract

The following dissertation is the theoretical study undertaken to construct an integrated mechatronic system which initiates a remote combustion engine and controls its temperature by means of a mobile phone call, a microcontroller, a sensor and the growing interaction technology electronic and other devices and media, also known as the Internet of Things. In addition, the thermal behavior of metals and lubricants is presented, experimental measurements are made to select the correct preheating time of an engine in the light of the environmental impacts and wear of parts of the internal combustion engine. The conflicting views on the pre-heating of modern combustion engines are presented and the conclusion of the short study is rationally and scientifically documented. Analyzing the problem that the construction is about to face is the "cold start" phenomenon that takes place during the winter and results in more CO₂ and NO_x and more rapid wear and tear on the engine and its oil. Information on the components chosen to build automation and the reasons for their selection, the C++ programming language and the commands used, as well as the communication concept of the electronic boards are given. The steps taken are the information used to assemble a mechatronic system which will start a remote combustion engine, giving the user the advantage of preheating the engine of his vehicle, in addition a conducting temperature sensor monitoring the temperature of the motor and in case of overheating interrupts the warm-up and sends a message to the user. It explains the programming code and the usefulness of each command and is presented to a flowchart. Finally, after close contact with the object of the mechatronic systems in the vehicles, the prospects for development of the mechatronic device manufactured by both private and automotive manufacturers and moto-industries are presented, and suggestions are made to improve their interaction with drivers.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέπων καθηγητή μας κ. Παναγιωτάτο Γεράσιμο, για το ενδιαφέρον του να πραγματοποιηθεί αυτή η καινοτόμα ιδέα σε πτυχιακή εργασία και για την καθοδήγησή του στην συγγραφή της. Επίσης το εξουσιοδοτημένο συνεργείο μοτοσικλετών HONDA (Δοϊράνης 13, Αθήνα) για την παροχή χρήσιμων πληροφοριών.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας για την στήριξη τους καθ' όλη την πορεία φοίτησής μας στο τμήμα.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	2
Abstract.....	3
Ευχαριστίες.....	4
1. Εισαγωγή.....	7
1.1 Προδιαγραφές.....	7
2.Επίγνωση του Προβλήματος.....	8
2.1 Θερμική διαστολή στερεών.....	8
2.2 Συμπεριφορά λαδιών σε διάφορες θερμοκρασίες.....	9
2.3 Προθέρμανση κινητήρα.....	10
2.4 Συμπέρασμα.....	13
2.5 Καθορισμός χρόνου προθέρμανσης κινητήρα.....	14
3.Επιλογή Υλικών κατασκευής.....	18
3.1 Καθορισμός απαραίτητων εξαρτημάτων.....	18
3.2 Επιλογή μικροελεγκτή.....	18
3.2.1 Arduino UNO.....	18
3.2.2 Μέρη πλακέτας Arduino UNO.....	19
3.2.3 Χαρακτηριστικά Arduino UNO.....	20
3.3 Ηλεκτρονόμοι (Relay).....	21
3.3.1 Songle Relay Module.....	21
3.3.2 Αρχή Λειτουργίας.....	22
3.4 Μέσο απομακρυσμένης επικοινωνίας.....	22
3.4.1 GSM Shield SIM900.....	23
3.4.2 Μέρη της πλακέτας SIM900.....	23
3.4.3 Χαρακτηριστικά της πλακέτας SIM900.....	24
3.5 Αισθητήρας Θερμοκρασίας.....	25
3.5.1 Θερμοκρασία και Αισθητήρες.....	25
3.5.2 Επιλογή Αισθητήρα Θερμοκρασίας.....	25
3.5.3 Αισθητήρας θερμοκρασίας Temperature Sensor – Waterproof (LM35).....	26
4. Επικοινωνία.....	27
4.1 Γενικά.....	27
4.2 Πρωτόκολλα επικοινωνίας.....	28
4.2.1 Πρωτόκολλο I2C.....	28
4.2.2 Πρωτόκολλο Serial Peripheral Interface.....	29
4.2.3 Διάυλος επικοινωνίας universal asynchronous receiver/transmitter.....	30

5.Υλοποίηση Κατασκευής.....	31
5.1 Σχεδιασμός και περιγραφή λειτουργίας.....	31
5.2 Υλοποίηση Κατασκευής.....	33
5.2.1 Παρελκόμενα – Εργαλεία	33
5.2.2 Στάδια Κατασκευής.....	35
5.3 Λογισμικό	41
5.3.1 Ψευδοκώδικας	42
5.3.2 Διάγραμμα ροής	43
5.3.3 Κώδικας προγραμματισμού	45
5.3.4 Γλώσσα προγραμματισμού Wiring C	50
5.3.5 Εντολές AT	50
5.3.6 Επεξήγηση τελεστών.....	50
6. Συμπεράσματα.....	52
6.1 Σχόλια – Συμπεράσματα.....	52
6.2 Προοπτικές Κατασκευής	52
Βιβλιογραφικές αναφορές	53

1. Εισαγωγή

Η πτυχιακή εργασία που συνθέτουμε αποτελεί το θεωρητικό μέρος ενός αυτοματισμού, ο οποίος κατασκευάστηκε με σκοπό να εκκινεί από απόσταση έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης. Η χρησιμότητα του αυτοματισμού είναι να εκτελείται το στάδιο της απαραίτητης προθέρμανσης χωρίς την φυσική παρουσία του οδηγού.

Αναλύονται οι λόγοι που ένας σύγχρονος κινητήρας εσωτερικής καύσης χρειάζεται προθέρμανση, τόσο για τα μέσα λιπάνσεως όσο και για τα μεταλλικά μηχανικά του μέρη. Έτσι εμπνευσμένοι από άλλους αυτοματισμούς που ενεργοποιούσαν άλλες συσκευές (οικιακές, κλπ.) αποφασίστηκε η κατασκευή ενός αυτοματισμού που θα λειτουργεί με τηλεφωνική κλήση και θα εκκινεί τη μηχανή εσωτερικής καύσης η οποία στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αποτελεί μέρος μίας μοτοσυκλέτας, χωρίς κλειδί, με την χρήση πλακέτας Arduino, GSM Shield, ηλεκτρονόμου συνδεδεμένα με το ηλεκτρικό κύκλωμα της μηχανής. Επιπλέον θα ελέγχει τη θερμοκρασία του κινητήρα και σε περίπτωση υπερθέρμανσης του θα διακόπτει το κύκλωμα και θα στέλνει μήνυμα σχετικά με την βλάβη.

Στο δεύτερο σκέλος της πτυχιακής εργασίας παρουσιάζεται η πορεία τη κατασκευής του μηχαντρονικού συστήματος και αναφέρονται τα εμπόδια και οι προκλήσεις που αντιμετωπίσαμε σε κάθε βήμα. Δίνεται ο κώδικας που προγραμματίστηκε η συσκευή και αναλύονται οι εντολές.

Τέλος, εξάγονται συμπεράσματα για το ολοκληρωμένο πλέον μηχαντρονικό σύστημα σχετικά με το πόσο βιώσιμη λύση θα ήταν σε περίπτωση εμπορικής χρήσης και παραγωγής, πόσο μπορεί να μειωθεί το κόστος της, αλλά γίνονται και προτάσεις για την μελλοντική της εξέλιξη σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου πολλών παραμέτρων λειτουργίας ενός οχήματος.

1.1 Προδιαγραφές

Ύστερα από πολύ σκέψη και κατανόηση των προβλημάτων που θα κληθούμε να αντιμετωπίσουμε κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της κατασκευής εξήγαμε τις παρακάτω προδιαγραφές :

- Εργονομικός σχεδιασμός, λόγο περιορισμένου χώρου των οχημάτων
- Ανθεκτικότητα κατασκευής, λόγο των εξωτερικών συνθηκών και των κραδασμών
- Μικρό κόστος κατασκευής, έτσι ώστε να τηρείται καλή αναλογία χρησιμότητας – κόστους
- Προοπτική επέκτασης της συσκευής

2.Επίγνωση του Προβλήματος

Είναι γεγονός ότι οι απόψεις τα τελευταία χρόνια δίστανται σχετικά με την προθέρμανση ή όχι του κινητήρα. Ξεκινώντας την κατασκευή του αυτοματισμού θα πρέπει να προσδιορίζεται αν ο κινητήρας χρειάζεται ή όχι προθέρμανση. Ύστερα από αναζήτηση σε επιστημονικά άρθρα, διπλωματικές συναδέλφων και σημειώσεις που διδάσκονται σε ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα, όπως οι σημειώσεις του μαθήματος Μηχανές Εσωτερικής Καύσης του τμήματος ΑΕΝ Μακεδονίας στο κεφάλαιο 8 και στο κεφάλαιο 2.9.3 της διπλωματικής εργασίας των συναδέλφων μας [4], παρουσιάζονται παρακάτω οι λόγοι που κρίνεται απαραίτητη η βραχυχρόνια προθέρμανση ενός κινητήρα.

Επιπλέον, γίνεται αναφορά στα φαινόμενα τριβής που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό ενός κινητήρα και τεκμηριώνεται η αναγκαιότητα, εκτός από τη σωστή προθέρμανση των μηχανικών μερών να προθερμαίνονται και τα μέσα λιπάνσεως.

Τέλος, στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι μετρήσεις που πάρθηκαν και η επεξεργασία τους, ώστε να αποφασιστεί ο σωστός χρόνος προθέρμανσης.

2.1 Θερμική διαστολή στερεών

Θερμική διαστολή ή συστολή καλείται η αύξηση ή αντίστοιχα η ελάττωση των διαστάσεων ενός σώματος η οποία είναι συνεπεία αύξησης ή μείωσης της θερμοκρασίας του. Όπως έχει αποδειχθεί πειραματικά, η πλειοψηφία των υλικών διαστέλλεται με αυξανόμενη και συστέλλεται με φθίνουσα θερμοκρασία. Εξάιρεση αποτελεί το νερό το οποίο μεταξύ των 0 °C και 4 °C ο όγκος του ελαττώνεται με αυξανόμενη θερμοκρασία. Επίσης τέτοιου είδους συμπεριφορά έχουν το καουτσούκ και διάφορα υαλο-κεραμικά, τα οποία συστέλλονται με αυξανόμενη θερμοκρασία και μάλιστα σε πολύ ευρύτερες θερμοκρασιακές περιοχές από ότι το νερό. Η θερμική διαστολή χαρακτηρίζεται ως γραμμική, επιφανειακή ή κυβική, ανάλογα με το αν μας ενδιαφέρει η μια, οι δύο ή και οι τρεις διαστάσεις του διαστελλόμενου σώματος. Στην περίπτωση μίας μεταλλικής ράβδου μας ενδιαφέρει συνήθως η μεταβολή του μήκους του, ενώ σε ένα φύλλο λαμαρίνας μας ενδιαφέρει η διαστολή τόσο του μήκους όσο και του πλάτους. Η πρώτη λοιπόν περίπτωση χαρακτηρίζεται ως γραμμική ενώ η δεύτερη ως επιφανειακή. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις μας ενδιαφέρει η γραμμική ή η κυβική διαστολή και σπανιότερα η επιφανειακή. Το φαινόμενο της θερμικής διαστολής παρατηρείται και στις τρεις καταστάσεις της ύλης: στερεή, υγρή και αέρια. Εντονότερη παρατηρείται να είναι στα αέρια απ' ότι στα υγρά και στα υγρά απ' ότι στα στερεά.

Οι δομικές μονάδες των υλικών κινούνται ως γνωστόν αέναα. Η κίνηση αυτή αποτελείται στην περίπτωση των στερεών σε μια ταλάντωση γύρω από μια σταθερή θέση ισορροπίας. Το πλάτος ταλάντωσης εξαρτάται από τη θερμοκρασία του σώματος, η οποία αποτελεί το μέτρο της μέσης κινητικής ενέργειας των δομικών του μονάδων. Έτσι εξηγείται το φαινόμενο της θερμικής διαστολής. Αν εμποδίσουμε με οποιονδήποτε τρόπο τη θερμική διαστολή ενός σώματος, τότε αναπτύσσονται τάσεις, οι οποίες ονομάζονται θερμικές τάσεις. Η τιμή τους μπορεί να μεγαλώσει τόσο, ώστε να οδηγήσει σε μόνιμη παραμόρφωση ή και θραύση του

σώματος. Αυτός είναι και ο σκοπός όπου τοποθετούνται οδοντωτοί σύνδεσμοι στις γέφυρες. Σωλήνες που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά καυτών μέσων διαθέτουν επίσης συνδέσμους διαστολής προκειμένου να αποφευχθεί η καταστροφή τους κατά τις μεταβολές θερμοκρασίας. Το φαινόμενο της θερμικής διαστολής πρέπει να παίρνεται υπόψη, όταν μετριέται μήκος ακριβείας, επειδή επηρεάζει τα ίδια τα όργανα μέτρησης. Επομένως, γνωρίζοντας ότι τα μέρη του κινητήρα αποτελούνται από διαφορετικά κράματα άρα και από διαφορετικούς συντελεστές θερμικής διαστολής, όπως φαίνεται και στον πίνακα (2.1), αποτελεί υποχρέωση η ομαλή μετάβαση της θερμοκρασίας των μερών του έτσι ώστε να αποφευχθεί τυχόν μόνιμη παραμόρφωση ή θραύση. [1]

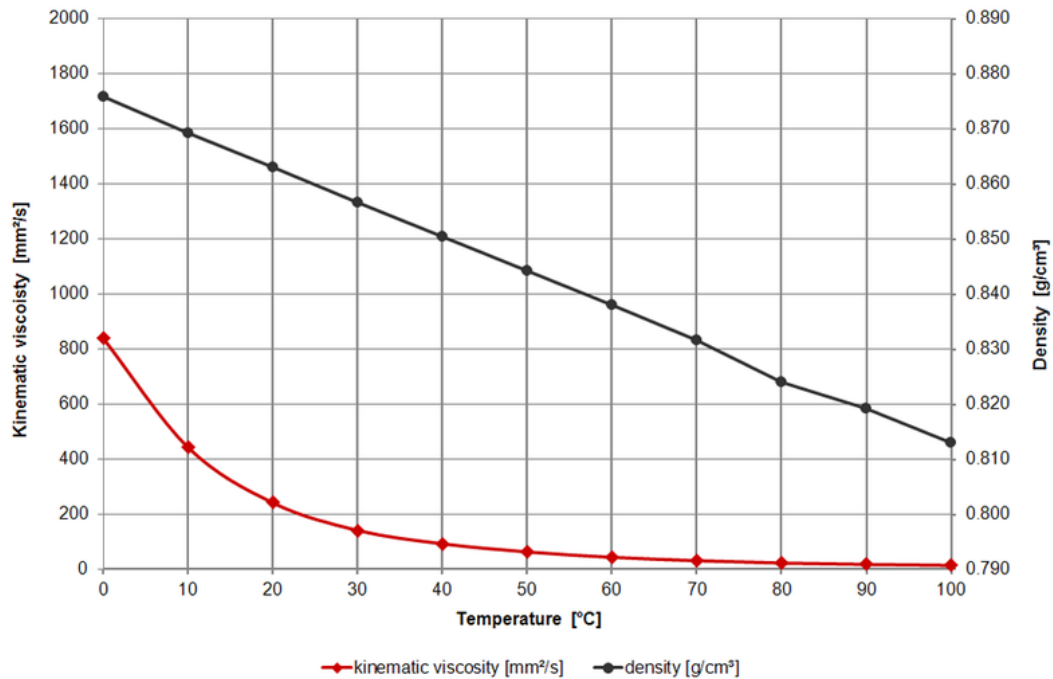
Υλικό	α ($\times 10^{-6} \text{grad}^{-1}$)
Ορείχαλκος	19
Χάλυβας	11
Μόλυβδος	29
Χαλκός	17
Σίδηρος	12
Αλουμίνιο	24
Λευκόχρυσος	9

Πίνακας 2.1

Συντελεστής γραμμικής διαστολής α , εκφράζει την αύξηση του μήκους μίας ράβδου 1m, όταν αυτή θερμανθεί κατά 1 K (ή 1 °C).

2.2 Συμπεριφορά λαδιών σε διάφορες θερμοκρασίες

Τα λάδια λίπανσης διακρίνονται από μια διεθνή τυποποίηση που τα κατηγοριοποιεί βάση του δυναμικού και κινηματικού ιξώδους τους. Η κατηγοριοποίηση αυτή περιγράφει την συμπεριφορά τους σε ένα εύρος εξωτερικής θερμοκρασίας και ονομάζεται SAE (Society of Automotive Engineers). Αποτελούνται από μεταλλικά στοιχεία, ημί ή πλήρως συνθετικά με βάση το πετρέλαιο και κάποια πρόσθετα. Η ποιότητα ενός λαδιού κινητήρα εξαρτάται από τις ιδιότητές του καθώς και από τα πρόσθετα. Στο διάγραμμα που ακολουθεί κινηματικού ιξώδους συναρτήσει της θερμοκρασίας αναλύεται ενδεικτικά η συμπεριφορά του λαδιού λιπάνσεως 10W40.



Εικόνα 2.1

συμπεριφοράς ιξώδους και πυκνότητας μέσου λιπάνσεως με ονομαστική τυποποίηση 10W40 βάση της θερμοκρασίας που βρίσκεται [2]

Όπως διακρίνεται από το διάγραμμα της εικόνας 2.1 το μέσο λιπάνσεως ενός κινητήρα έχει το διπλάσιο σε αριθμό κινηματικό ιξώδες στους 0° C από ότι στους 10° C και το τετραπλάσιο στους 21 ° C. Χαρακτηριστικές επίσης είναι οι αποκλίσεις από 0 έως 60 °C, όπου ο ρυθμός μείωσης του ιξώδους τους είναι μεγάλος.

Το λογικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι όσο πιο ομαλή και μεγαλύτερη σε χρόνο είναι η αλλαγή της θερμοκρασίας του λαδιού τόσο καλύτερο για έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης και τα μέρη του. Υποθέτοντας ότι υπάρχουν δύο όμοιοι κινητήρες εκτεθειμένοι σε 0 °C με το ίδιο μέσο λιπάνσεως, ο κινητήρας A εκκινείται και παραμένει σε μηδενικό φορτίο ενώ ο κινητήρας B εκκινείται και αμέσως αυξάνεται το φορτίο του στο 50%. Η τριβή που λαμβάνει μέρος μεταξύ των μερών των κινητήρων λαμβάνει χώρα με ένα λιπαντικό που έχει κινηματικό ιξώδες 830 mm²/s με την διαφορά ότι ο κινητήρας B βρίσκεται σε 50% φορτίο, άρα και τα μέρη του εκτελούν υπερπολλαπλάσια επαναλαμβανόμενη κίνηση σε σχέση με αυτά του κινητήρα A. Όπως γίνεται αντιληπτό, στιγμιαία, η φθορά των μερών του κινητήρα και του λιπαντικού είναι μεγαλύτερα στον κινητήρα B.

2.3 Προθέρμανση κινητήρα

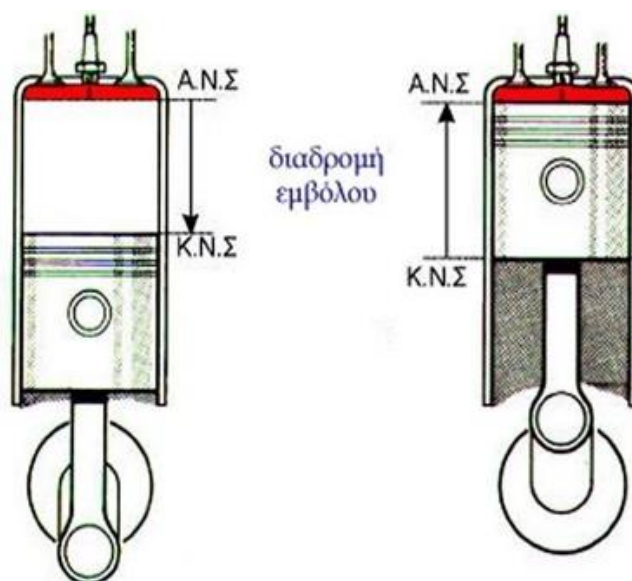
Ο πρωταρχικός σκοπός της προθέρμανσης ενός κινητήρα είναι να διασφαλιστεί ότι όλα τα μέρη του κινητήρα είναι στις ανοχές και τις θερμοκρασίες που ορίζει ο κατασκευαστής. Ο συντελεστής της διαστολής για το αλουμίνιο ($24 \times 10^{-6} \text{ grad}^{-1}$) είναι υψηλότερος από αυτόν του σιδήρου ($12 \times 10^{-6} \text{ grad}^{-1}$) ή του χάλυβα ($11 \times 10^{-6} \text{ grad}^{-1}$). Αυτό σημαίνει ότι όταν μια μηχανή εσωτερικής καύσης ψύχεται μετά από μια διαδρομή, τα έμβολα που αποτελούνται από

αλουμίνιο και ο στροφαλοθάλαμος τους μειώνονται σε μέγεθος περισσότερο από τον στροφαλοφόρο άξονα και τους κυλίνδρους όπου αποτελούνται από κράμα σιδήρου. Έτσι όταν η μηχανή εκκινηθεί σε πολύ ψυχρές θερμοκρασίες, οι ανοχές των ρουλεμάν είναι μικρότερες από τις ονομαστικές προδιαγραφές και οι ανοχές του εμβόλου σε σχέση με τα τοιχώματα του κυλίνδρου είναι μεγαλύτερες από τα ονομαστικά τεχνικά χαρακτηριστικά. Η παραπάνω λογικής ροής σκέψη αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο των ανοχών στις μηχανές εσωτερικής καύσης και ο λόγος ύπαρξής τους.

Ο πρωταρχικός προβληματισμός είναι όταν οι ανοχές είναι κοντά στο μηδέν όπου τότε στα κύρια ρουλεμάν μπορεί να υπάρξει τριβή μέταλλο με μέταλλο . Αυτό θα οδηγήσει στην αύξηση της φθοράς και των ανοχών άρα και στις θερμοκρασίες λειτουργίας , οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε χαμηλότερη πίεση λαδιού και τελικά σε πρόωρη αντικατάσταση των ρουλεμάν ή τις μηχανής. Τα έμβολα επίσης επηρεάζονται διότι σε πολύ ψυχρές θερμοκρασίες η μεγάλη ανοχή μπορεί να προκαλέσει χτυπήματα στο κάτω μέρος των εμβόλων, και να οδηγήσει σε αύξηση της φθοράς και μείωση του χρόνου ζωής της μηχανής.

Ωστόσο πρόβλημα αποτελεί όταν ο κινητήρας βρίσκεται σε αδράνεια για διαστήματα όπου η μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου είναι μεγάλη. Για παράδειγμα , ένας κινητήρας βρίσκεται όλο το βράδυ στους 5 °C εξωτερικής θερμοκρασίας, το πρωί η θερμοκρασία ανεβαίνει στους 10 °C αμέσως πριν την εκκίνηση, παρόλα αυτά τα μέρη του κινητήρα θα βρίσκονται σε χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτή των 10 °C και μεγαλύτερη των 5 °C. Για αυτό είναι τόσο κρίσιμο να προθερμάνεται σωστά μια μηχανή πρώτου ξεκινήσει όπως θα τεκμηριωθεί στη συνέχεια του κεφαλαίου.

Το έμβολο έρχεται σε επαφή με τον κύλινδρο, δέχεται όλη την πίεση που αναπτύσσεται εκεί, και την μετατρέπει σε κίνηση σπρώχνοντας τον διωστήρα (μπιέλα). Αυτή η διαδικασία γίνεται χιλιάδες φορές μέσα σε ένα λεπτό, επιταχύνοντας και επιβραδύνοντας συνεχώς ανάμεσα στα δύο Νεκρά Σημεία (Άνω Ν.Σ. και Κάτω Ν.Σ.) όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.



Εικόνα 2.2
 Διαδρομή εμβόλου μεταξύ Άνω και Κάτω Νεκρού Σημείου

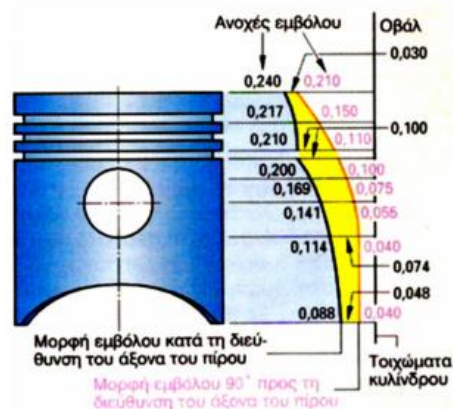
Από τα παραπάνω, προσδιορίζονται και οι μηχανικές απαιτήσεις που πρέπει να έχει ένα έμβολο: α) πρέπει να είναι ανθεκτικό στις τεράστιες πιέσεις που υφίσταται από τα αέρια, αλλά και στις μεγάλες δυνάμεις αδρανείας που αναπτύσσονται κατά την παλινδρόμηση, β) πρέπει να είναι ελαφρύ, ώστε οι αδρανειακές δυνάμεις να είναι όσο μικρότερες γίνεται, ώστε να μην υπάρχει μεγάλη απώλεια ισχύος. Ύστερα από χρόνια η σύγχρονη βιομηχανία αυτοκινήτων και μοτοσυκλετών κατέληξε στην χρήση αλουμινίου.

Τα πλεονεκτήματα του αλουμινίου είναι:

- η μεγάλη αντοχή και το χαμηλό βάρος
- αποβάλλει πολύ γρήγορα τη θερμότητα, οπότε καταπονείται ελάχιστα θερμικά [3]

Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι ο λόγος που τα έμβολα των σύγχρονων κινητήρων αντέχουν χιλιάδες χιλιόμετρα παρά το γεγονός ότι οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι κοντά στο σημείο τήξης του υλικού που είναι κατασκευασμένα. Το αλουμίνιο παρά τα χρήσιμα πλεονεκτήματα του έχει και ένα πολύ σοβαρό μειονέκτημα: όταν αναπτύσσει υψηλές θερμοκρασίες υπόκειται σε κυβική διαστολή, μεγαλώνουν δηλαδή όλες οι διαστάσεις του. Για αυτό και η ανοχή ανάμεσα σε αυτό και τον κύλινδρο είναι αρκετά μεγάλη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ώστε με την αύξηση της θερμοκρασίας, όταν ο κινητήρας αρχίσει να λειτουργεί, αυτό το κενό να μικραίνει. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίον οι κινητήρες χρειάζονται προθέρμανση, δηλαδή λειτουργία με χαμηλό φορτίο και στροφές, μέχρι να φτάσουν σε κανονική θερμοκρασία λειτουργίας. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν ο κινητήρας δεχθεί μεγάλο φορτίο ή πολλές στροφές όσο είναι κρύος, τα έμβολα κινούνται έκκεντρα μέσα στον κύλινδρο, αυξάνοντας τη φθορά στα τοιχώματα.[4]

Έχει υπολογιστεί ότι το 20% της παραγόμενης καύσης απορροφάτε από το έμβολο το οποίο στη συνέχεια μεταβιβάζει ένα μέρος στον κύλινδρο. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας όμως διαστέλλει το υλικό και μπορεί να προκαλέσει το σφήνωμα του εμβόλου. Για αυτό και η μορφή του διαφέρει μεταξύ θερμοκρασίας περιβάλλοντος ή λειτουργίας. Σε κρύα κατάσταση, το έμβολο είναι οβάλ. Δηλαδή η χάρη μεταξύ εμβόλου και κυλίνδρου είναι διαφορετική κατά μήκος του εμβόλου όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.3.



Εικόνα 2.3
Κατανομή ανοχών κατά μήκος εμβόλου.

Η άνω πλευρά του εμβόλου είναι αυτή που δέχεται και τη μεγαλύτερη θερμική καταπόνηση με αποτέλεσμα να διαστέλλεται περισσότερο. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται ότι κατά τη διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα η μορφή του εμβόλου θα έχει της σωστές διαστάσεις για μέγιστη απόδοση. [5]

2.4 Συμπέρασμα

Δεδομένων των συνθηκών λειτουργίας και των γεγονότων που ισχύουν για τις μηχανές εσωτερικής καύσης, εξάγεται το συμπέρασμα ότι ένας κινητήρας δεν καταπονείται εάν προθερμαθεί για μικρό χρονικό διάστημα πρώτου το όχημα ξεκινήσει την τροχοδρόμηση. Συγκεκριμένα, η προτροπή διαμορφώνεται από την παρακάτω πρόταση:

Πριν από τη φόρτιση της η μηχανή πρέπει να προθερμάνεται έτσι ώστε να μην δημιουργούνται θερμοκρασιακές τάσεις στον θάλαμο καύσης, στα έμβολα, και στον στροφαλοφόρο άξονα από τις απότομες διαστολές των μετάλλων. Η προθέρμανση πρέπει να γίνεται με αργό ρυθμό ώστε να αποκτήσουν όλα τα μηχανικά μέρη σταδιακά την ίδια θερμοκρασία λειτουργίας. Οι τρόποι προθέρμανσης ενός κινητήρα διακρίνονται σε 3 βασικούς:

1. Προθέρμανση της μηχανής εν λειτουργία χωρίς φορτίο.
2. Προθέρμανση του λιπαντικού μέσου με την χρήση ηλεκτρικών αντιστάσεων.
3. Προθέρμανση του ψυκτικού μέσου και κυκλοφορία του στο σύστημα ψύξης της μηχανής. [6]

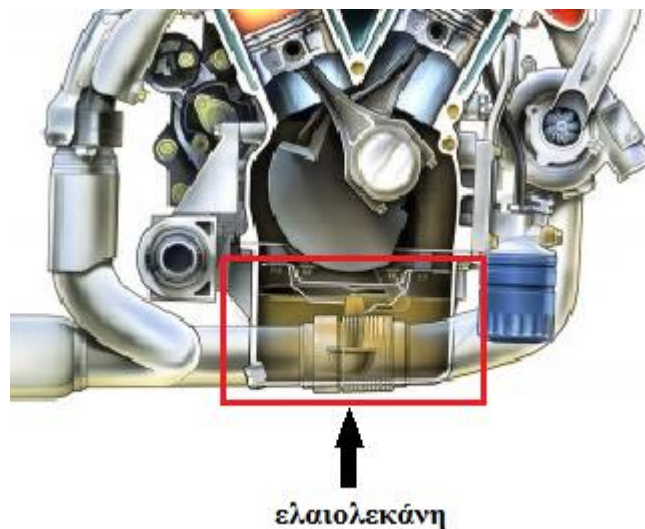
Οι δύο τελευταίοι τρόποι απορρίφθηκαν λόγω απαίτησης μεγάλης ηλεκτρικής ενέργειας από εξωτερική πηγή (μπαταρία) καθιστώντας τη λύση μη βιώσιμη οικονομικά και περιβαλλοντολογικά καθώς θα χρειαζόνταν μία παραπάνω μπαταρία για κάθε όχημα. Οι τρόποι αυτοί συνιστώνται για επαγγελματικά οχήματα κυρίως, ενώ ο πρώτος τρόπος αυτός της προθέρμανσης εν λειτουργία χωρίς φορτίο είναι αυτός που δεν απαιτεί εξωτερική τροφοδοσία, δεν επεμβαίνει σε μηχανικά μέρη παρά μόνο στο ηλεκτρικό κύκλωμα, είναι πιο εύκολα εγκαταστάσιμος και περιβαλλοντολογικά επηρεάζει λιγότερο βάση της παραδοχής ότι οι άλλοι δύο τρόποι προθέρμανσης απαιτούν δεύτερη μπαταρία, και συχνή αντικατάστασή της.

Μειονεκτήματα βέβαια παρουσιάζει και ο πρώτος τρόπος, με βασικό αυτό της μειωμένης απόδοσης του καταλύτη καθώς τα πρώτα δύο με τρία λεπτά λειτουργίας του κινητήρα η μείωση των εκπεμπόμενων υδρογονανθράκων είναι σχεδόν μηδενική, και μόνο όταν ο καταλύτης φτάσει τη θερμοκρασία των 350-400° C, αρχίζουν να οξειδώνονται. Ιδιαίτερα έντονο είναι το πρόβλημα όταν οι θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλές όπου μεγαλώνει ο χρόνος προθέρμανσης του καταλύτη. Οι επιστήμονες της παγκόσμιας αυτοκινητοβιομηχανίας δοκιμάζουν διάφορες λύσεις για αυτό το πρόβλημα όπως για παράδειγμα η προθέρμανση του με ηλεκτρικές αντιστάσεις.[7]

2.5 Καθορισμός χρόνου προθέρμανσης κινητήρα

Η επιθυμητή θερμοκρασία του κινητήρα όπως προκύπτει και από το διάγραμμα της εικόνας 2.1 είναι τα μέσα λιπάνσεως να βρίσκονται σε θερμοκρασία 20 με 30 βαθμούς Κελσίου. Στην κατασκευή που υλοποιήσαμε θα πρέπει να διασφαλίσουμε την ιδανική θερμοκρασία που θα πρέπει να φτάσει ο κινητήρας ώστε να είναι έτοιμος για εκκίνηση.

Αυτό πραγματοποιήθηκε ύστερα από επανειλημμένες μετρήσεις του κάρτερ με τη βοήθεια ενός ψηφιακού θερμομέτρου και ενός χρονόμετρου. Οι μετρήσεις πάρθηκαν στο εξωτερικό κορμό της ελαιολεκάνης (Εικόνα 2.4). Η ελαιολεκάνη είναι συναρμολογημένη στο κάτω μέρος του κορμού του κινητήρα, όπου και αποθηκεύεται το λάδι. Είναι αρκετά μεγάλη ώστε να χωρά την ποσότητα του λαδιού που συνιστά ο κατασκευαστής, η οποία αναγράφεται και στο εγχειρίδιο του οδηγού. Η ελαιολεκάνη κατασκευάζεται από χάλυβα ή από αλουμίνιο. Η ελαιολεκάνη χρησιμεύει και ως επιφάνεια ψύξης του λαδιού. Για το λόγο αυτό, συχνά οι ελαιολεκάνες χυτεύονται από κράμα ελαφρού μετάλλου και φέρουν εξωτερικά πτερύγια ψύξης.



Εικόνα 2.4

Περιοχή της μηχανής εσωτερικής καύσης που ονομάζεται ελαιολεκάνη [8]

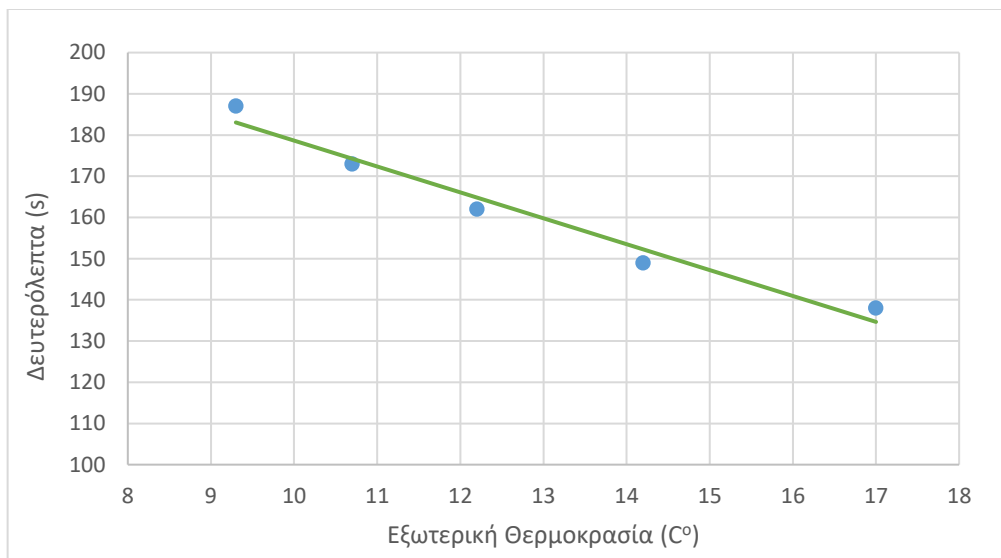
Οι μετρήσεις πάρθηκαν σε εξωτερικό χώρο με εξωτερική θερμοκρασία κατά μέσο όρο 12,7 βαθμούς Κελσίου όπως φαίνεται στον πίνακα 2.2 και με τον κινητήρα σε κατάσταση αδράνειας για σχεδόν 10 ώρες που συνεπάγεται με απόλυτα κρύο κινητήρα.

Ημέρα	Εξωτερική Θερμοκρασία (C°)	Απαιτούμενος Χρόνος (s)
13/11/2018 16:07	17	138
13/11/2018 21:15	14	149
14/11/2018 9:12	12,2	162
15/11/2018 0:55	10,7	173
19/11/2018 1:34	9,5	189

Πίνακας 1

Απαιτούμενος χρόνος προθέρμανσης συναρτήσει της εξωτερικής θερμοκρασίας.

Ο πίνακας περιγράφεται και διαγραμματικά στο διάγραμμα της εικόνας 2.5 εκεί όπου σχηματίζεται η γραμμική εξέλιξη του απαιτούμενου χρόνου προθέρμανσης βάση της δεδομένης εξωτερικής θερμοκρασίας.



Εικόνα 2.5

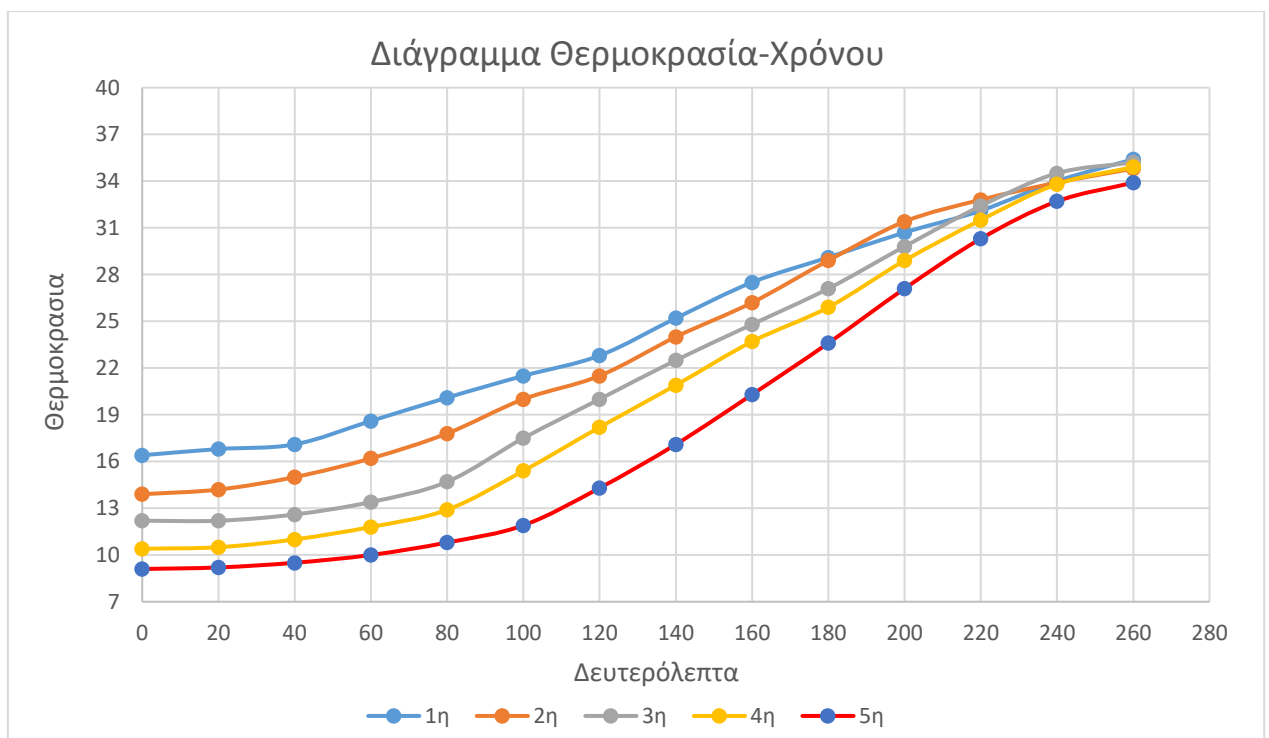
Διάγραμμα απαιτούμενου χρόνου προθέρμανσης για την επίτευξη των 25 °C σε διαφορετικές εξωτερικές θερμοκρασίες

Όπως προκύπτει από το παραπάνω διάγραμμα οι μετρήσεις σχηματίζουν μια γραμμική συνάρτηση με μικρές αποκλίσεις, που οφείλονται σε άλλους εξωτερικούς παράγοντες όπως άνεμος, απόκλιση του μετρητικού οργάνου, υγρασία κ.α. Παρακάτω στον πίνακα 2.3 φαίνονται οι μετρήσεις όπως πάρθηκαν κατά τη διαδικασία μέτρησης.

Χρόνος (s)	Θερμοκρασία (°C)				
	1η	2η	3η	4η	5η
0	16,4	13,9	12,2	10,4	9,1
20	16,8	14,2	12,2	10,5	9,2
40	17,1	15	12,6	11	9,5
60	18,6	16,2	13,4	11,8	10
80	20,1	17,8	14,7	12,9	10,8
100	21,5	20	17,5	15,4	11,9
120	22,8	21,5	20	18,2	14,3
140	25,2	24	22,5	20,9	17,1
160	27,5	26,2	24,8	23,7	20,3
180	29,1	28,9	27,1	25,9	23,6
200	30,7	31,4	29,8	28,9	27,1
220	32,1	32,8	32,4	31,5	30,3
240	34	33,9	34,5	33,8	32,7
260	35,4	34,8	35,2	34,9	33,9

Πίνακας 2.3
Μετρήσεις θερμοκρασίας ελαιολεκάνης

Στο διάγραμμα της εικόνας 2.6 απεικονίζονται οι μετρήσεις του πίνακα 2.3. Ενδιαφέρουσα είναι η παρατήρηση στα 260 δευτερόλεπτα προθέρμανσης, καθώς, με οποιαδήποτε τιμή εκκίνησης της θερμοκρασίας του πειράματος και αν παρακολουθήσουμε η θερμοκρασία με μικρές αποκλίσεις ύστερα από 240 δευτερόλεπτα είναι γύρω στους 34 βαθμούς.



Εικόνα 2.6 Διάγραμμα ρυθμού αύξησης θερμοκρασίας κινητήρα συναρτήσει του χρόνου

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία της ελληνικής μετεωρολογικής υπηρεσίας [9] οι μέσες θερμοκρασίες για τους μήνες Νοέμβρη έως και Μάρτη είναι αυτές που παρουσιάζονται παρακάτω στον πίνακα 2.4 όπως και ο μέσος όρος του (Μ.Ο.).

Μήνας	Θερμοκρασία
Νοέμβρης	13,7
Δεκέμβρης	10,3
Ιανουάριος	8,7
Φεβρουάριος	9,3
Μάρτιος	11,2
Μ.Ο.	10,64

Πίνακας 2.4
Μέση θερμοκρασία των ψυχρών μηνών

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της γραμμικής παρεμβολής από το Εικόνα 2.5 εξάγεται το συμπέρασμα ότι για 10,64 βαθμούς Κελσίου μέση θερμοκρασία των «κρύων» Μηνών, όπου και θα χρησιμοποιείται η κατασκευή, χρειάζεται 175 δευτερόλεπτα μέσο χρόνο προθέρμανσης.

3. Επιλογή Υλικών κατασκευής

3.1 Καθορισμός απαραίτητων εξαρτημάτων

Ύστερα από σκέψη για το πώς θα υλοποιηθεί η βασική ιδέα και μετά από αρκετές δοκιμές και υποθέσεις, περάσαμε το στάδιο του brainstorming με επιτυχία και καταλήξαμε σε δύο βασικές επιλογές για τον τρόπο που θα επιτευχθεί ο σκοπός της εργασίας και θα ικανοποιηθούν οι προδιαγραφές που έχουμε καθορίσει.

Η πρώτη επιλογή ήταν ένας μικροελεγκτής ο οποίος είναι συνδεδεμένος με ένα φωτοκύτταρο το οποίο μόλις ανιχνεύσει φως, ο μικροελεγκτής δίνει εντολή να κλείσει το κύκλωμα από τα relay. Το ζητούμενο φως θα προερχότανε από ένα χαμηλού κόστους κινητό τηλέφωνο πακτωμένο απέναντι από το φωτοκύτταρο της διάταξης.

Η δεύτερη επιλογή έχει ως βασικά εξαρτήματα τον μικροελεγκτή και τα relay, με την διαφορά ότι την πυροδότηση του κώδικα την εκκινεί μια πλακέτα GSM. Πρόκειται για μία πλακέτα που κατά βάση είναι ίδια με αυτή που περιέχει ένα κινητό τηλέφωνο. Η πλακέτα αυτή λαμβάνει και στέλνει κλήσεις και μηνύματα. Για την εξάλειψη της πιθανότητας κάποιος να καλέσει τον αριθμό της SIM της διάταξης και να εκκινήσει ακούσια τον κινητήρα κρίθηκε απαραίτητο η φραγή εισερχομένων κλήσεων πλην τον αριθμό του ιδιοκτήτη του οχήματος.

Καταλήξαμε στη δεύτερη επιλογή διότι η κατασκευή θα είναι πιο αξιόπιστη και βιώσιμη στο πέρασμα του χρόνου, θα έχει καλύτερη αντοχή στους κραδασμούς και μεγαλύτερη αξιοπιστία στην λειτουργία της. Τέλος, για την ολοκληρωμένη κατασκευή αυτοματισμού κρίθηκε απαραίτητη η εισαγωγή ενός αισθητήρα θερμοκρασίας στην μηχανή εσωτερικής καύσης για την διασφάλιση της σωστής λειτουργίας του κινητήρα σε περίπτωση που η θερμοκρασία την ώρα την ώρα της προθέρμανσης υπερβεί τα φυσιολογικά όρια, δηλαδή βαθμούς υψηλότερους από 60 °C. Σκοπός του αισθητήρα είναι να αντιλαμβάνεται την θερμοκρασία των μετάλλων της Μηχανής Εσωτερικής Καύσης και να διακόπτει το πρόγραμμα άρα την προθέρμανση όταν τα μέταλλα είναι ήδη ζεστά ή σε υπερθέρμανση λόγω έλλειψης λαδιού ή χαμηλής στάθμης νερού και άλλων μηχανικών προβλημάτων που μπορεί να εμφανιστούν σε έναν κινητήρα.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα επιμέρους εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν.

3.2 Επιλογή μικροελεγκτή

3.2.1 Arduino UNO

Η πλακέτα Arduino εκτιμούμε ότι δίνει πρόσβαση στους ανθρώπους να υλοποιήσουν τις ιδέες τους και οποιαδήποτε καινοτομία στον χώρο της τεχνολογίας. Οι λόγοι που επιλέξαμε τον Arduino είναι:

- Ανοιχτός κώδικας προγραμματισμού
- Φιλικό περιβάλλον προγραμματισμού
- Πολλές πληροφορίες για το συγκεκριμένο στο διαδίκτυο

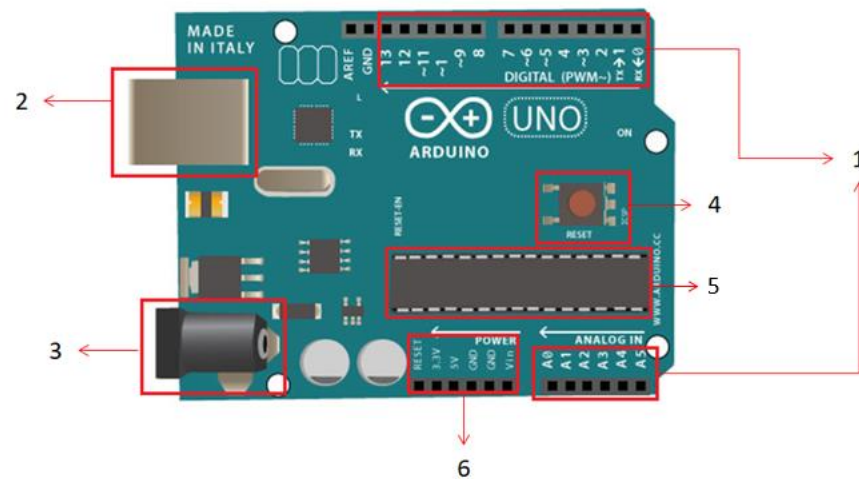
Ο λόγος που δεν επιλέξαμε μικροελεγκτές άλλης εταιρείας είναι διότι υπάρχουν πολύ περισσότερες πληροφορίες για αυτή στο διαδίκτυο.

Η πλακέτα Arduino είναι ένας μικροελεγκτής “ανοικτού κώδικα” με τον οποίο κάποιος μπορεί να κατασκευάσει εφαρμογές ρομποτικής και συστήματα αυτοματισμού.

Ο Arduino αποτελείται από έναν επεξεργαστή, τον ATmega της Atmel και έχει την ικανότητα να δέχεται μονάδες εισόδου / εξόδου. Οι μονάδες εισόδου / εξόδου χωρίζονται σε Ψηφιακές & Αναλογικές. Υπάρχουν πολλές συσκευές και αισθητήρες συμβατοί με τις πλακέτες Arduino. Κάποιες από αυτές είναι: Αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, δύναμης, απόστασης, γυροσκόπια, αισθητήρες επιτάχυνσης, πίεσης κ.α. Επίσης με τον Arduino μπορούν να ελεγχθούν μοτεράκια DC, βηματικά (stepper) και servo ακόμη και leds, φώτα (220V). Ο Arduino προγραμματίζεται από τον υπολογιστή μέσω της σειριακής θύρας που υποστηρίζει ο μικροεπεξεργαστής ATmega από την θύρα USB του υπολογιστή. Η σειριακή αυτή σύνδεση χρησιμοποιείται για την μεταφορά προγραμμάτων από τον υπολογιστή προς την πλακέτα Arduino αλλά και το αντίστροφο για την μεταφορά των δεδομένων, που λαμβάνει ο Arduino από της συσκευές, προς τον υπολογιστή. [10]

3.2.2 Μέρη πλακέτας Arduino UNO

1. Θύρες εισόδου (6) / εξόδου (14)
Υπάρχουν 14 θύρες εξόδου εκ των οποίων οι 2 (7, 8) χρησιμοποιούνται για την σειριακή επικοινωνία με την πλακέτα GSM και 6 θύρες εισόδου οι οποίες χρησιμοποιούνται για να λαμβάνει ηλεκτρικά σήματα από τους αισθητήρες – συσκευές.
2. Θύρα σύνδεσης USB-UART
Έχει δυο χρήσεις, η πρώτη και κύρια είναι να προγραμματίζεται ο μικροεπεξεργαστής μέσω του Υπολογιστή και της πλατφόρμας Arduino IDE και η δεύτερη σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται για τροφοδοσία της πλακέτας.
3. Θύρα σύνδεσης μετασχηματιστή
Χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία της πλακέτας.
4. Reset Button,
Εκκινεί την διαδικασία που ορίζει το εισαγμένο πρόγραμμα.
5. Μικροεπεξεργαστής Atmega
Ο ATmega328 είναι μικροεπεξεργαστής που δουλεύει στα 16 MHz και 8-bit. Διαθέτει 3 μνήμες , την SRAM την EEPROM και την FLASH οποίες χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των Sketch των χρηστών και για το Firmware της ίδιας της πλακέτας.
6. Θύρες εξόδου / εισόδου τάσης και γείωση
Διαθέτει 2 θύρες γείωσης, 2 θύρες εξόδου τάσης (5 Volt, 3.3 Volt) 1 Θύρα τροφοδοσίας (Vin) [10]



Εικόνα 3.1
Πλακέτα Arduino UNO [11]

3.2.3 Χαρακτηριστικά Arduino UNO

Μικροελεγκτής	ATMega328 – 8 bit
Τάση λειτουργίας	5V
Προτεινόμενη Τάση εισόδου	7-12V
Αναλογικές θύρες εισόδου	6 (A0 – A5)
Ψηφιακές θύρες	14
DC Ένταση θυρών	40 mA
Flash Memory	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Συχνότητα	16 MHz

Πίνακας 3.1

Χαρακτηριστικά πλακέτας Arduino UNO [11]

3.3 Ηλεκτρονόμοι (Relay)

3.3.1 Songle Relay Module

Ύστερα από σύντομη έρευνα στην αγορά καταλήξαμε ότι ο πιο διαδεδομένος ηλεκτρονόμος είναι αυτός της Songle και αυτό διότι κατασκευάζεται συγκεκριμένα για τέτοιου σκοπού αντικείμενα όπως οι ηλεκτρονικές διατάξεις αυτοματισμών. Επίσης η επιλογή του έγινε με κριτήριο τον μεγάλο όγκο πληροφοριών που μπορούσαμε να αντλήσουμε από το διαδίκτυο.

Ο ηλεκτρονόμος είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης ο οποίος ανοίγει και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα μέσω ελέγχου από ένα άλλο ηλεκτρικό κύκλωμα.. Εφευρέθηκε από τον Τζόζεφ Χένρι το 1835.

Οι ηλεκτρονόμοι έχουν 3 επαφές οι οποίες είναι:

- Κανονικά-Ανοικτή (Normally Open, NO)
- Κανονικά-Κλειστή (Normally Closed, NC)
- Μεταγωγικός (change-over)

Ο ηλεκτρονόμος Songle Relay τροφοδοτείται με τάση έως 5V συνεχές και 250V εναλλασσόμενο μπορεί να διαχειριστεί ένταση έως 10 Ampere και τάση 250V εναλλασσόμενο/ 30V συνεχές. Εγείρεται από την θύρα IN όπου είναι το σινιάλο τροφοδοτώντας την με 5V έτσι ώστε να ανοίγει ή να κλείνει το κύκλωμα.

Κανονικά-Ανοικτή: Συνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται και αποσυνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός.

Κανονικά-Κλειστή: Αποσυνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται και συνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός.

Μεταγωγική: Ελέγχει δύο κυκλώματα με την χρήση ενός ακροδέκτη ο οποίος έχει τον ρόλο των 2 παραπάνω επαφών. Όταν το ένα κύκλωμα είναι συνδεδεμένο το άλλο είναι αποσυνδεδεμένο και αντίστροφα. [12]



Εικόνα 3.2
Ηλεκτρονόμος “Songle Relay” [13]

3.3.2 Αρχή Λειτουργίας

Ο ηλεκτρονόμος αποτελείται από ένα πηνίο, ένα ελατήριο, τον κινούμενο σπλισμό, και τον μαγνήτη. Όταν το κύκλωμα τροφοδοτηθεί με ηλεκτρικό ρεύμα το πηνίο παράγει μαγνητικό πεδίο μεγαλύτερης μηχανικής ισχύος από αυτό του ελατηρίου. Με συνέπεια να υπάρξει έλξη μεταξύ του πηνίου και του μαγνήτη, υπερνικώντας τις δυνάμεις του ελατηρίου, μετακινούνται οι κινούμενες επαφές σε θέση που το κύκλωμα πλέον ορίζεται είτε κλειστό είτε ανοιχτό. Με την διακοπή της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, οι επαγωγικές δυνάμεις παύουν και το ελατήριο επαναφέρει τη διάταξη στην αρχική. [12]

3.4 Μέσο απομακρυσμένης επικοινωνίας

Για την ολοκλήρωση της κατασκευής θα πρέπει να επιλεγθεί ένα απομακρυσμένο μέσο επικοινωνίας το οποίο θα ενεργοποιεί την πλακέτα Arduino να εκτελέσει το πρόγραμμα. Σε αυτό το σημείο της εργασίας υπήρχαν διάφοροι τρόποι που θα είχαν την δυνατότητα να θέσουν σε λειτουργία την κατασκευή. Συγκεκριμένα είναι , το Bluetooth , το Wi-Fi και μια πλακέτα GSM Shield. Όπως σε κάθε κατασκευή έτσι και στην παρούσα θα πρέπει να εξεταστούν και να συγκριθούν και οι τρεις τρόποι ως προς το κόστος τους την αξιοπιστία και την αποτελεσματικότητά τους. Ύστερα από δοκιμές καταλήξαμε ότι στην παρούσα κατασκευή η ιδανική λύση είναι η πλακέτα GSM Shield. Παρακάτω αναφέρονται οι λόγοι που απορρίφθηκαν το Bluetooth και το Wi-Fi.

Στην παρούσα κατασκευή το επιθυμητό είναι η εκκίνηση του κινητήρα από απόσταση με σκοπό την προθέρμανση του κινητήρα την στιγμή που ο κάτοχος βρίσκεται σε κάποιο άλλο μέρος. Το Bluetooth και το Wi-fi έχουν την δυνατότητα να συνδέονται με το κινητό τηλέφωνο αλλά η εμβέλεια τους σε σύγκριση με την πλακέτα GSM Shield είναι μικρή και όχι αποτελεσματική για την κατασκευή αυτήν.

Συγκεκριμένα, το Bluetooth έχει εμβέλεια περίπου 10 μέτρα πράγμα που σημαίνει ότι η κατασκευή θα λειτουργεί μόνο όταν ο οδηγός βρίσκεται μπροστά στο όχημα του με αποτέλεσμα να μην υπάρχει χρησιμότητα.

Το Wi-fi έχει εμβέλεια 30 μέτρα τα οποία μειώνονται ανάλογα με τον χώρο που βρίσκεται, όπως για παράδειγμα τοίχους που βρίσκονται ανάμεσα στο Wi-fi και το κινητό τηλέφωνο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην θέτει σε λειτουργία την κατασκευή παρά μόνο σε ιδανικούς χώρους.

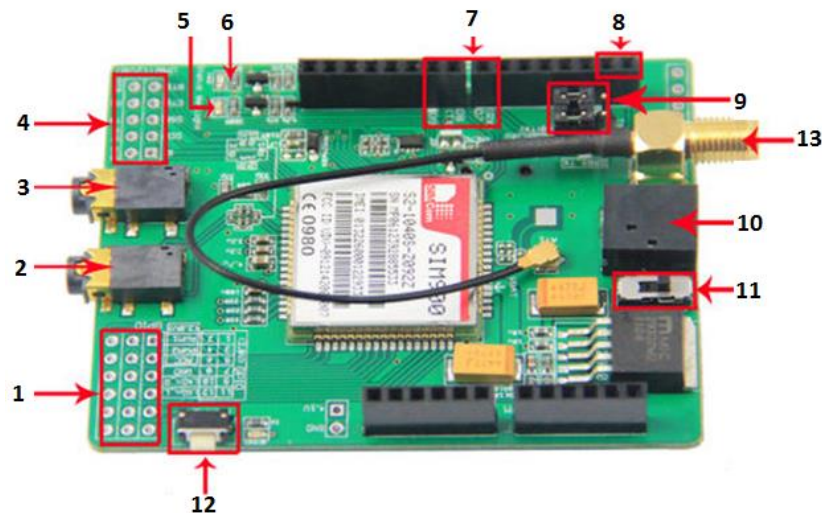
Η πλακέτα GSM Shield δέχεται κλήση από κινητό τηλέφωνο από οποιαδήποτε απόσταση και είναι αποτελεσματική για τις ανάγκες της κατασκευής.

3.4.1 GSM Shield SIM900

Η GSM Shield SIM900 είναι μια πλακέτα της εταιρίας SIMCOM. Η συγκεκριμένη πλακέτα έχει υποδοχή κάρτας SIM κινητού τηλεφώνου όπως και κεραία και είναι έτσι διαμορφωμένη ώστε να συνδέεται εύκολα με μια πλακέτα Arduino με σκοπό την μεταξύ τους επικοινωνία. Οι δυνατότητές της είναι να δέχεται ή να πραγματοποιεί τηλεφωνικές κλήσεις και μηνύματα. [14]

3.4.2 Μέρη της πλακέτας SIM900

Στην εικόνα 3.3. παρουσιάζεται η πλακέτα GSM SIM900 που χρησιμοποιήθηκε στη διάταξή μας.



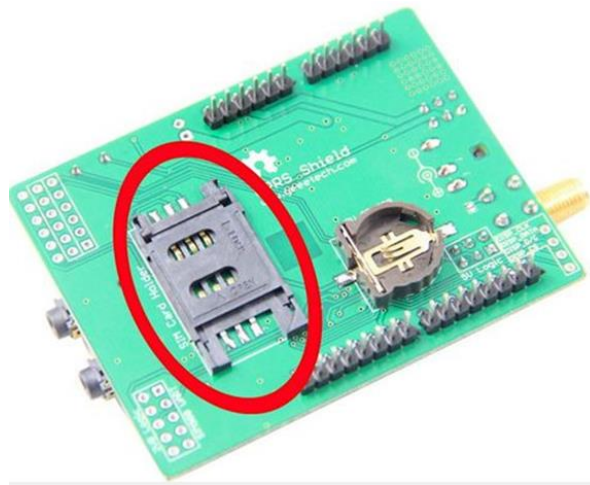
Εικόνα 3.3
Πλακέτα “GSM SIM900” [15]

Παρακάτω επεξηγούνται τα μέρη της πλακέτας GSM SIM900 ακολουθώντας την αρίθμηση της εικόνας 3.3:

1. GPIO, PWM, ADC θύρες αναλογικές και ψηφιακές εισόδου/εξόδου
2. Υποδοχή ακουστικών
3. Μικρόφωνο
4. UART σειριακή θύρα επικοινωνίας
5. Led δικτύου – σηματοδοτεί τότε η πλακέτα είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο
6. Led κατάστασης δικτύου – σηματοδοτεί τότε η πλακέτα είναι ενεργοποιημένη
7. Σειριακές θύρες επικοινωνίας μέσω λογισμικού - D7/D8
8. Σειριακές θύρες επικοινωνίας μέσω hardware - D0/D1
9. Δικλείδα επιλογής επικοινωνίας

10. Θύρα τροφοδοσίας
11. Διακόπτης επιλογής τροφοδοσίας – επιλογή της πηγής τροφοδοσίας για την πλακέτα (εξωτερική ή 5V θύρα Arduino)
12. Διακόπτης τροφοδοσίας
13. Κεραία

Στην πίσω πλευρά της πλακέτας SIM900 βρίσκεται ο υποδοχέας της κάρτας SIM όπως φαίνεται και παρακάτω στην εικόνα 3.4, το πλαίσιο του υποδοχέα είναι κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζει την σταθερότητα της SIM πάνω στην πλακέτα.



Εικόνα 3.4
Υποδοχέας κάρτας SIM [13]

3.4.3 Χαρακτηριστικά της πλακέτας SIM900

- Κάλυψη δικτύου 850/900/1800/1900 MHz
- Ampere λειτουργίας έως 2 A
- Volt λειτουργίας 5-20 V
- Κώδικας λειτουργίας AT
- Θερμοκρασία λειτουργίας -40°C έως +85 °C [13]

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά αποτέλεσαν καταλυτικό ρόλο στην επιλογή της πλακέτας SIM900 καθώς τόσο η τάση και η ένταση λειτουργίας είναι απόλυτα συμβατές με το προπαρασκευαστικό πλάνο τροφοδοσίας του μηχανοκίνητου κυκλώματος όσο και το εύρος της θερμοκρασίας λειτουργίας είναι εντός των ορίων. Τέλος σημαντικό στοιχείο είναι η συμβατότητα με το δίκτυο των ελληνικών εταιρειών κινητής τηλεφωνίας.

3.5 Αισθητήρας Θερμοκρασίας

3.5.1 Θερμοκρασία και Αισθητήρες

Η θερμοκρασία είναι ένα φυσικό μέγεθος που προσδιορίζει την θερμική κατάσταση ενός σώματος. Συγκεκριμένα μετράει την κινητική ενέργεια ενός σώματος που αποτελείται από μικρά σωματίδια και το χαρακτηρίζει ανάλογα με το πόσο ψυχρό ή θερμό είναι αυτό το σώμα. [16]

Η θερμοκρασία μετριέται από συγκεκριμένα όργανα τα οποία ονομάζονται θερμόμετρα. Τα σύγχρονα θερμόμετρα είναι ηλεκτρονικά και χωρίζονται σε αυτά που ονομάζονται επαφής, δηλαδή μετρούν τη θερμοκρασία ενός σώματος όταν έρθουν σε άμεση επαφή μαζί του και τα εξ αποστάσεως θερμόμετρα τα οποία μετρούν τη θερμική ακτινοβολία του συστήματος και από απόσταση υπολογίζουν την θερμοκρασία. Η επιλογή ενός αισθητήρα θερμοκρασίας εξαρτάται από τα στατικά χαρακτηριστικά τα οποία πρέπει να κατέχει για την εκάστοτε κατασκευή.

Τα στατικά χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα θερμοκρασίας είναι αυτά τον χαρακτηρίζουν, τέτοια είναι η ακρίβειά και η πιστότητα, που εξασφαλίζουν την μικρή διασπορά σε ένα μεγάλο εύρος μετρήσεων και την αληθινή τιμή της μέτρησης που αντιλαμβάνεται σε κάθε μέτρηση. Επίσης η διακριτική ικανότητα που χαρακτηρίζει το μικρότερο διάστημα που μπορεί να μετρηθεί. Σημαντικό χαρακτηριστικό ενός αισθητήρα θερμοκρασίας είναι και το εύρος λειτουργίας του, το οποίο οριοθετεί ένα εύρος τιμών θερμοκρασίας όπως για παράδειγμα το 0 – 100 και ουσιαστικά εκφράζει την μικρότερη και την μεγαλύτερη θερμοκρασία στην οποία μπορεί να πάρει μια μέτρηση. Τέλος βασικό χαρακτηριστικό ενός αισθητήρα είναι η ανθεκτικότητα του στο περιβάλλον, όπως για παράδειγμα αδιάβροχοι αισθητήρες οι οποίοι λαμβάνουν τιμές μέσα στο νερό ή σε άλλου είδους ρευστό ή ακόμη και αισθητήρες σε κινητά μέρη οι οποίοι δέχονται συνεχείς καταπονήσεις και είναι πιο ανθεκτικοί για να λειτουργούν σε τέτοιο περιβάλλον. [17]

3.5.2 Επιλογή Αισθητήρα Θερμοκρασίας

Στην παρούσα κατασκευή ο αισθητήρας θερμοκρασίας επιλέχθηκε βάση κάποιων χαρακτηριστικών που κρίθηκαν απαραίτητα. Ξεκινώντας από το περιβάλλον στο οποίο θα βρίσκεται ο αισθητήρας, δηλαδή το εξωτερικό περιβάλλον θεωρήθηκε απαραίτητο να επιλεγεί αισθητήρας αδιάβροχος για να διασφαλιστεί ότι θα λειτουργεί ακόμη και αν η μοτοσυκλέτα βρεθεί σε οδόστρωμα μετά από βροχή και κατά συνέπεια βρέξει τον αισθητήρα. Επίσης λόγω των θερμοκρασιών που αναπτύσσουν τα μέταλλα της ΜΕΚ το εύρος της θερμοκρασίας που θα λειτουργεί ο αισθητήρας επιλέχθηκε να είναι έως σχεδόν 100 °C.

Βάση των παραπάνω παραμέτρων και για να παραμείνει βιώσιμη η κατασκευή χωρίς να ανεβάζει το κόστος που θέσαμε, καταλήξαμε στον Temperature Sensor - Waterproof (LM35) έναν αδιάβροχο αισθητήρα ο οποίος έχει εύρος λειτουργίας από -55 έως 100°C και κοστίζει 5 ευρώ.

3.5.3 Αισθητήρας θερμοκρασίας Temperature Sensor – Waterproof (LM35)

Η σειρά LM35 είναι μια σειρά από συσκευές – αισθητήρες θερμοκρασίας με ακρίβεια όπου αποδίδουν στην έξοδο (output) γραμμική τάση (Voltage) αναλογική σε βαθμούς Κελσίου. Η συσκευή LM35 σε σχέση με άλλους αισθητήρες θερμοκρασίας βαθμονομημένους σε βαθμούς Kelvin, έχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί μεγάλη συνεχής τάση στην έξοδο ώστε να λάβει κλίμακα βαθμών Κελσίου. Ο αισθητήρας LM35 δεν απαιτεί κάποια εξωτερική βαθμονόμηση για την παροχή τυπικών ακριβειών - + ¼ βαθμών Κελσίου σε θερμοκρασία δωματίου και + - ¾ βαθμών Κελσίου σε εύρος -55 ως 150 βαθμούς Κελσίου. Η συσκευή λειτουργεί με απλό τροφοδοτικό είτε με πηγή μπαταρίας. Ο LM35 αισθητήρας απαιτεί μόνο 60μΑ από την πηγή και συνεπώς έχει πολύ χαμηλή θερμότητα μικρότερη των 0.1 °C σε στάσιμο αέρα. Το εύρος λειτουργίας του είναι από 0 έως 100 °C με ακρίβεια μέτρησης θερμοκρασίας 1% και λειτουργεί με πηγή 4 V έως 30 V. [18]

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας LM35 έχει τρία καλώδια όπως φαίνεται στην εικόνα 3.5, το κόκκινο είναι αυτό που τροφοδοτεί με ηλεκτρικό ρεύμα, το μαύρο είναι η γείωση και το άσπρο είναι έξοδος του αισθητήρα, είναι αυτό που πραγματοποιεί την επικοινωνία με την πλακέτα Arduino. Ο αισθητήρας LM35 χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο επικοινωνίας USART το οποίο είναι παρόμοιο με το UART.



Εικόνα 3.5
Temperature Sensor- Waterproof (LM35) Αισθητήρας επαφής

Η αρχή λειτουργίας του αισθητήρα είναι η παρακάτω. Υπάρχουν δύο τρανζίστορ Q1 και Q2. Το ένα από τα δύο έχει δέκα φορές μεγαλύτερη περιοχή εκπομπής από το άλλο. Αυτό σημαίνει ότι έχει ένα δέκατο της έντασης ρεύματος, καθώς το ίδιο ρεύμα περνά από τα δύο τρανζίστορ. Αυτό προκαλεί τάση σε όλη την αντίσταση R1, η οποία είναι ανάλογη προς την απόλυτη θερμοκρασία και είναι σχεδόν γραμμική σε όλη την περιοχή που μας ενδιαφέρει. Ο ενισχυτής στην κορυφή εξασφαλίζει ότι η τάση στη βάση του αριστερού τρανζίστορ (Q1) είναι ανάλογη προς την απόλυτη θερμοκρασία συγκρίνοντας την έξοδο των δύο τρανζίστορ. Ο ενισχυτής μετατρέπει την απόλυτη θερμοκρασία (μετρούμενη σε Kelvin) σε Fahrenheit ή Celsius, ανάλογα με το μέρος (LM34 ή LM35). Ο μικρός κύκλος με το "i" σε αυτό είναι ένα

4.2 Πρωτόκολλα επικοινωνίας

Τα βασικά πρωτόκολλα επικοινωνίας τα οποία χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μεταξύ των μικροελεγκτών, αισθητήρων και άλλων πλακετών τεχνολογίας GSM, Wi-fi, Ethernet είναι το I²C, το SPI και το UART.

4.2.1 Πρωτόκολλο I²C

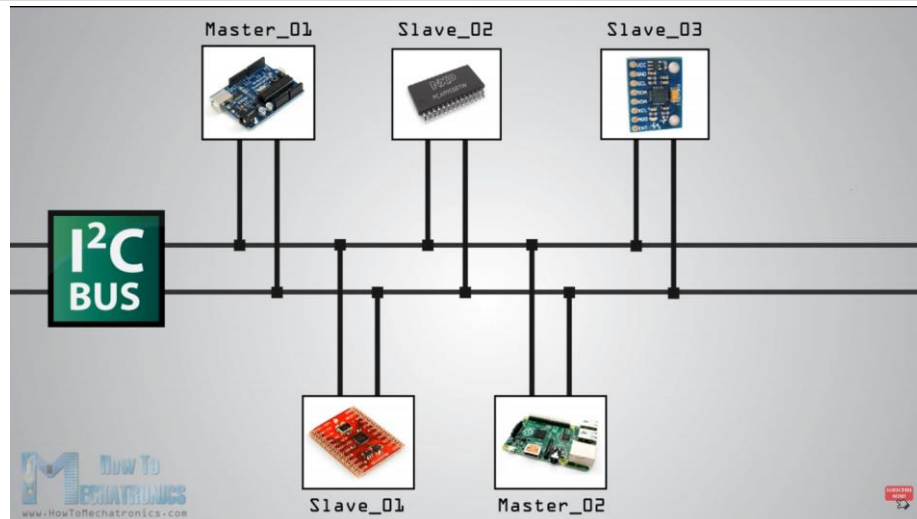
Ο διάυλος I²C είναι ένας σειριακός διάυλος που δημιουργήθηκε από τη Philips (τόρα NXP) και χρησιμοποιείται για την σύνδεση περιφερειακών μικρής ταχύτητας σε μητρικές πλακέτες (motherboards), ενσωματωμένα συστήματα (embedded systems), κινητά τηλέφωνα ή άλλες ηλεκτρονικές συσκευές. Ο διάυλος I²C δεν χρησιμοποιείται μόνο για την επικοινωνία συσκευών που βρίσκονται πάνω σε ένα τυπωμένο κύκλωμα, αλλά και για την επικοινωνία συσκευών που συνδέονται με καλώδια.[20]

Ο διάυλος I²C δίνει τη δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους τα διάφορα ψηφιακά εξαρτήματα, τα οποία απαιτούνται για τις λειτουργίες μιας ηλεκτρονικής συσκευής, με την χρησιμοποίηση όσο το δυνατόν λιγότερων επιπλέον εξαρτημάτων και γενικότερα με τον πιο αποδοτικό τρόπο.

Τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του διαύλου είναι μια γραμμή σειριακών δεδομένων (SDA-Serial Data Access) και άλλη μια σειριακού ρολογιού (SCL-Serial Clock Line). Κάθε εξάρτημα που συνδέεται μέσω του διαύλου παίρνει μια διεύθυνση (π.χ. 0x38) η οποία χαρακτηρίζει το όνομα του.

Κάθε εξάρτημα κατά τη μεταξύ τους λειτουργία μπορεί να είναι είτε πομπός (transmitter) είτε δέκτης (receiver) ανάλογα με το εάν στέλνει ή λαμβάνει δεδομένα αντίστοιχα. Στην περίπτωση που ξεκινάει τη μεταφορά δεδομένων λειτουργεί ως “αφέντης” (master) διαφορετικά λειτουργεί ως “σκλάβος” (slave) όταν αναφέρεται στη διεύθυνσή της συσκευής master. Μία συσκευή μπορεί να είναι τη μία φορά master ενώ την άλλη φορά slave. Έτσι, μία συσκευή μπορεί να είναι master-transmitter ή master-receiver, αλλά και slave-transmitter ή slave-receiver.

Το πρωτόκολλο επιτρέπει τη σύνδεση περισσότερων από μια master συσκευή γι’ αυτό και διαθέτει έναν αλγόριθμο διαιτησίας ο οποίος παραχωρεί προτεραιότητα όταν δυο συσκευές master ξεκινάνε την μεταφορά δεδομένων ταυτόχρονα. Το SCL το παράγει η master συσκευή δίνοντας τον παλμό συγχρονισμού μεταφοράς δεδομένων, όπως και την SDA δηλαδή τη μεταφορά δεδομένων όπου προσδιορίζει και σε ποιες συσκευές slave αναφέρεται. [21]



Εικόνα 4.1
Επικοινωνία I2C [22]

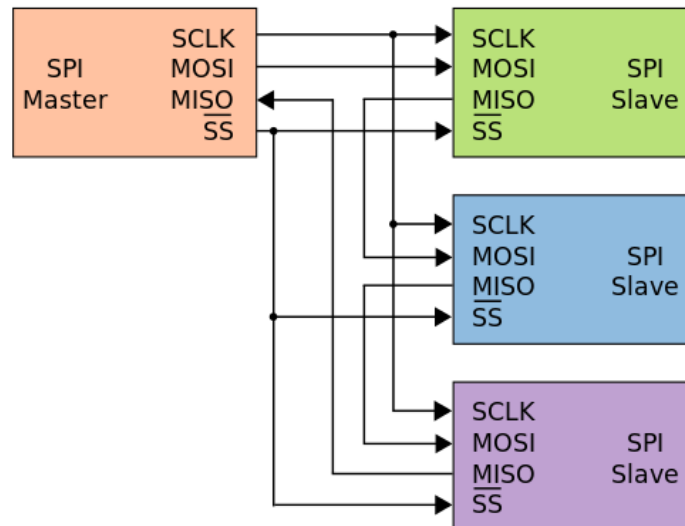
4.2.2 Πρωτόκολλο Serial Peripheral Interface

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας Serial Peripheral Interface (SPI) () δημιουργήθηκε από την Motorola, στη δεκαετία του 70'. Χρησιμοποιείται για κοντινές συνδέσεις ή για συνδέσεις επάνω στην πλακέτα μεταξύ μίας συσκευής master και πολλών slave. Για το διάυλο χρησιμοποιούνται τέσσερα καλώδια. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επικοινωνίες εκτός πλακέτας αλλά με μειωμένες ταχύτητες μετάδοσης, χάνοντας έτσι το πλεονέκτημα της υψηλής ταχύτητας στην επικοινωνία. Συνήθως συνδέονται στο διάυλο ένας επεξεργαστής με τις περιφερειακές συσκευές του.

Τα τέσσερα καλώδια του διαύλου είναι :

- Slave Select (SS), το οποίο εκπέμπεται από την συσκευή master και έχει αποδέκτη την συσκευή slave με την οποία θα γίνει ανταλλαγή δεδομένων.
- Serial Clock (SCLK), το οποίο είναι υπεύθυνο για τον συγχρονισμό ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ master και slave συσκευών.
- Master Output Slave Input (MOSI), είναι το σήμα που μεταφέρει τα δεδομένα από τη συσκευή master στην συσκευή slave.
- Master Input Slave Output (MISO), είναι το σήμα που μεταφέρει τα δεδομένα από τη συσκευή slave στην συσκευή master.

Η επικοινωνία ξεκινάει από τη συσκευή master η οποία αρχικά ορίζει τη συχνότητα του ρολογιού (SCLK), στη συνέχεια επιλέγει τη συσκευή slave που θα ξεκινήσει την επικοινωνία (SS). Σε κάθε κύκλο του ρολογιού πραγματοποιείται μια πλήρης αμφίδρομη επικοινωνία. Η συσκευή master μεταδίδει ένα bit πληροφορίας από τη γραμμή MOSI. Στη συνέχεια, η slave λαμβάνει το bit από την ίδια γραμμή MOSI και μεταδίδει ένα bit προς τη master από τη γραμμή MISO. Τέλος, η master λαμβάνει το bit από την ίδια γραμμή MISO. [23]

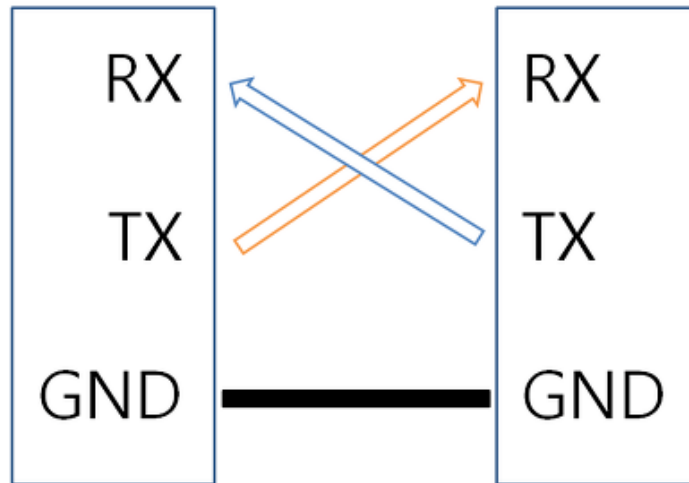


Εικόνα 4.2
Επικοινωνία SPI [23]

4.2.3 Διάυλος επικοινωνίας universal asynchronous receiver/transmitter

Ο διάυλος επικοινωνίας universal asynchronous receiver/transmitter (UART) είναι ένα κύκλωμα των υπολογιστών το οποίο ευθύνεται για την σειριακή επικοινωνία υπολογιστών ή υπολογιστών με συσκευές (ή και Ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων όπως μικροελεγκτές). Η επικοινωνία του διαύλου πραγματοποιείται μέσω της θύρας RS-232. Η ταχύτητα επικοινωνίας (ρυθμός μετάδοσης), μπορεί να πάρει διάφορες τιμές και μετρείται σε baud rate (bits/sec). [24]

Όπως υποδηλώνει και η ονομασία “asynchronous” ο διάυλος UART, σε αντίθεση με τους προηγούμενους δε χρησιμοποιεί ρολόι συγχρονισμού δεδομένων αλλά δεδομένου ότι ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι ίδιος και στον αποστολέα και στο δέκτη θεωρεί ότι τα δεδομένα μεταφέρονται συγχρονισμένα. Η επικοινωνία πραγματοποιείται μέσω δυο καλωδίων RX και TX τα οποία μεταξύ συσκευών είναι αντιστρόφως συνδεδεμένα. Το RX (Receive) δέχεται δεδομένα ενώ το TX (Transmit) στέλνει. Ο διάυλος UART έχει τη δυνατότητα να επιτρέπει την ταυτόχρονη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ δυο συσκευών (full duplex), να στέλνονται δεδομένα προς μια μόνο κατεύθυνση χωρίς απαραίτητα ο δέκτης να στέλνει κάποια δεδομένα πίσω (simplex) και τέλος αμφίδρομη εναλλασσόμενη επικοινωνία (half duplex) στην οποία γίνεται ανταλλαγή δεδομένων με σειρά μεταξύ αποστολέα και δέκτη. [25]

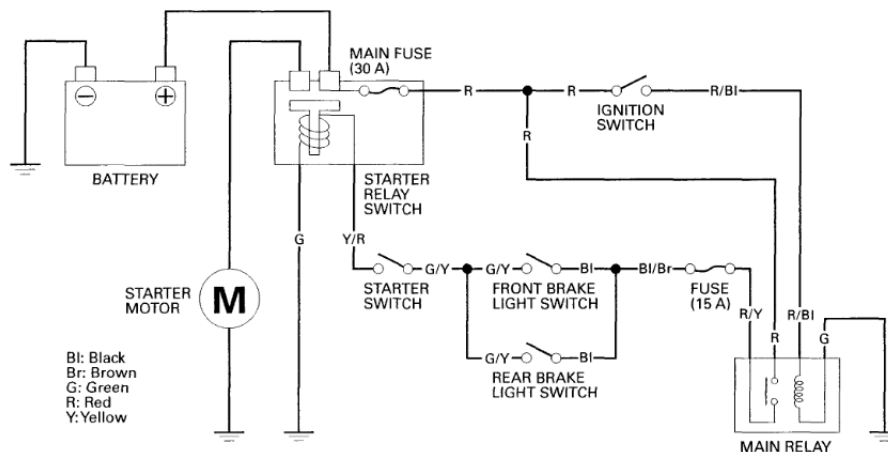


Εικόνα 4.3
Επικοινωνία UART [25]

5. Υλοποίηση Κατασκευής

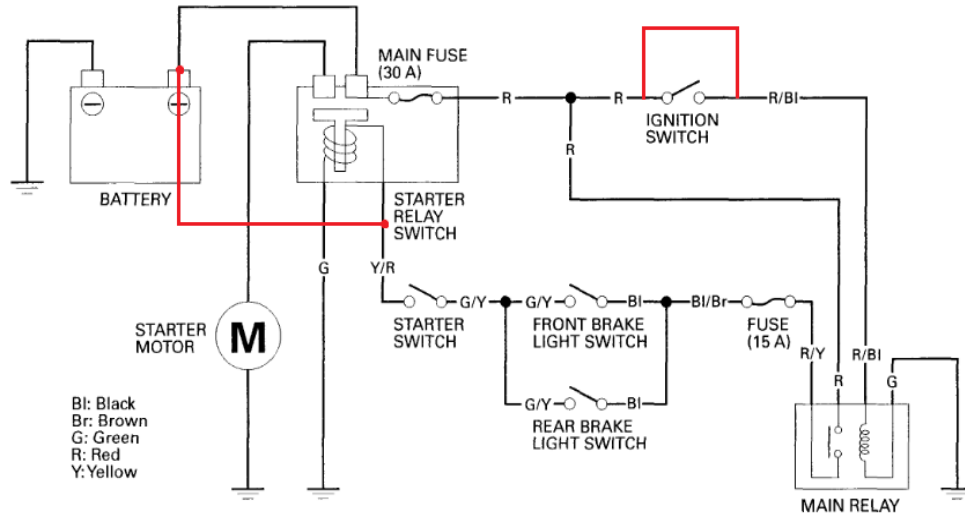
5.1 Σχεδιασμός και περιγραφή λειτουργίας

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο της συγκεκριμένης μοτοσυκλέτας Honda SH150i 2010 έχουμε το παρακάτω ηλεκτρικό διάγραμμα λειτουργίας (Εικόνα 5.1).



Εικόνα 5.1
Ηλεκτρικό διάγραμμα SH150i 2010 [26]

Από το διάγραμμα παρατηρήσαμε ότι ο διακόπτης “IGNITION SWITCH” είναι υπεύθυνος για την λειτουργία του εγκεφάλου και ο διακόπτης “STARTER RELAY SWITCH” για τη λειτουργία της μίζας. Ύστερα πραγματοποιήσαμε πάνω στο υπάρχον σχέδιο τις βραχυκυκλώσεις που πρέπει θεωρητικά να γίνουν ώστε να παρακάμψουμε την κλασική μέθοδο (κλειδί-διακόπτη μίζας) (Εικόνα 5.2).



Εικόνα 5.2

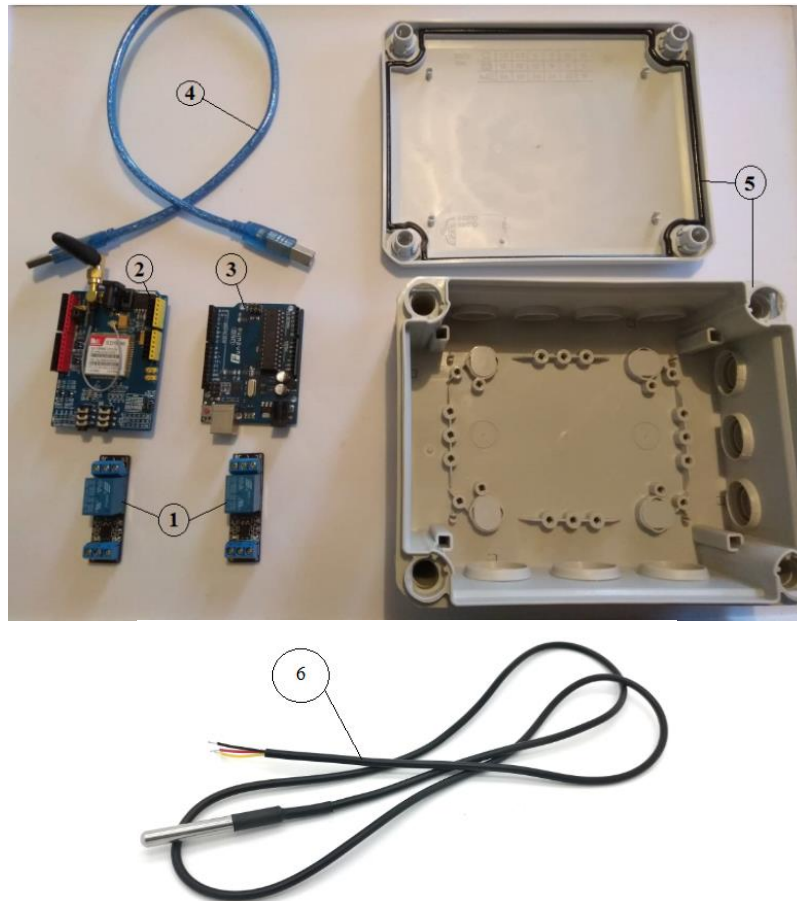
Νέο ηλεκτρικό κύκλωμα μοτοσυκλέτας, με κόκκινο χρώμα οι θεωρητικές βραχυκυκλώσεις.

Όταν η πλακέτα GSM λαμβάνει κλήση θα ξεκινάει την επικοινωνία με την πλακέτα Arduino. Υπο η οποία θα στέλνει με σειρά προτεραιότητας τάση 5V στις 2 θύρες εξόδου που συνδέονται οι ηλεκτρονόμοι. Τα κόκκινα καλώδια αποτελούν τους ακροδέκτες των ηλεκτρονόμων που χρησιμοποιήσαμε τα οποία θα κλείνουν το κύκλωμα με σειρά προτεραιότητας, πρώτα θα κλείνει το κύκλωμα που παρακάμπτει τον διακόπτη λειτουργίας της μηχανής και μετά θα κλείνει το κύκλωμα που παρακάμπτει τον ηλεκτρικό εκκινητήρα της μοτοσυκλέτας (μίζα). Ο ηλεκτρονόμος της μίζας θα ενεργοποιείται για 3 δευτερόλεπτα και ο ηλεκτρονόμος του διακόπτη λειτουργίας θα απενεργοποιείται μετά από 175 δευτερόλεπτα. Παράλληλα ο αισθητήρας θερμοκρασίας θα ελέγχει τη θερμοκρασία του κινητήρα και σε περίπτωση υπερθέρμανσης θα απενεργοποιεί το κύκλωμα.

5.2 Υλοποίηση Κατασκευής

5.2.1 Παρελκόμενα – Εργαλεία

Παρακάτω παρουσιάζονται τα εργαλεία και τα εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή.



Εικόνα 5.3
Εξαρτήματα διάταξης

Παρακάτω στον πίνακα 5.1 επεξηγούνται βάσει αρίθμησης τα εξαρτήματα της εικόνας 5.3 και στη διπλανή στήλη του πίνακα αναφέρεται ενδεικτικά το κόστος αγοράς.

	Εξάρτημα	Τιμή (ευρώ)
1	Ηλεκτρονόμοι (Relay)x2	3,80
2	GSM SIM900	24,60
3	Arduino UNO	7,50
4	Καλώδιο UART	1,00
5	Κουτί διακλάδωσης IP55	5,50
6	Αισθητήρας LM35	5,30
	Σύνολο	47,70

Πίνακας 5.1
Επεξήγηση εξαρτημάτων



Εικόνα 5.4
Εργαλεία που απαιτήθηκαν για την κατασκευή

Παρακάτω στον πίνακα 5.1 επεξηγούνται βάση αρίθμησης τα εξαρτήματα της εικόνας 5.3.

1	Κοπίδι
2	Πιστόλι σιλικόνης θερμής κόλλησης
3	Κατσαβίδι ίσιο μικρό
4	Δοκιμαστικό κατσαβίδι ίσιο
5	Σταυροκατσαβίδο 1x75 mm

Πίνακας 5.2
Επεξήγηση εργαλείων

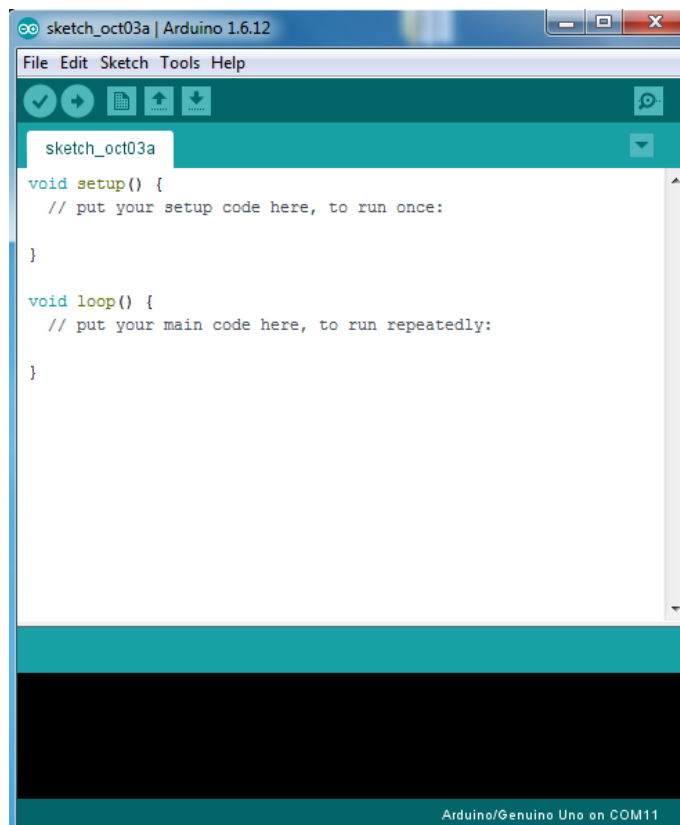
Τα παραπάνω παρελκόμενα, εργαλεία και εξαρτήματα είναι όλα τα επι μέρους αντικείμενα που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση της κατασκευής του μηχανολογικού συστήματος.

5.2.2 Στάδια Κατασκευής

Κατά την κατασκευή ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα.

Βήμα 1

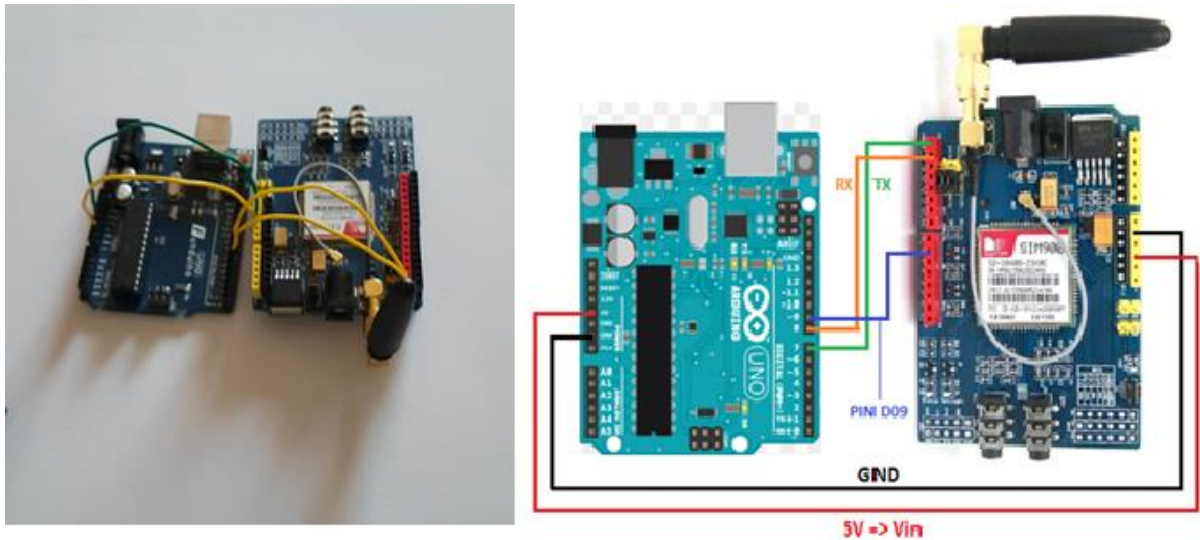
Κατεβάζουμε την πλατφόρμα στην οποία γίνεται ο προγραμματισμός της πλακέτας από την ιστοσελίδα της Arduino (<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>) και ανοίγουμε την εφαρμογή. Αργότερα θα τη χρειαστούμε για να εισάγουμε τον κώδικα.



Εικόνα 5.5
Arduino IDE (πλατφόρμα προγραμματισμού)

Βήμα 2

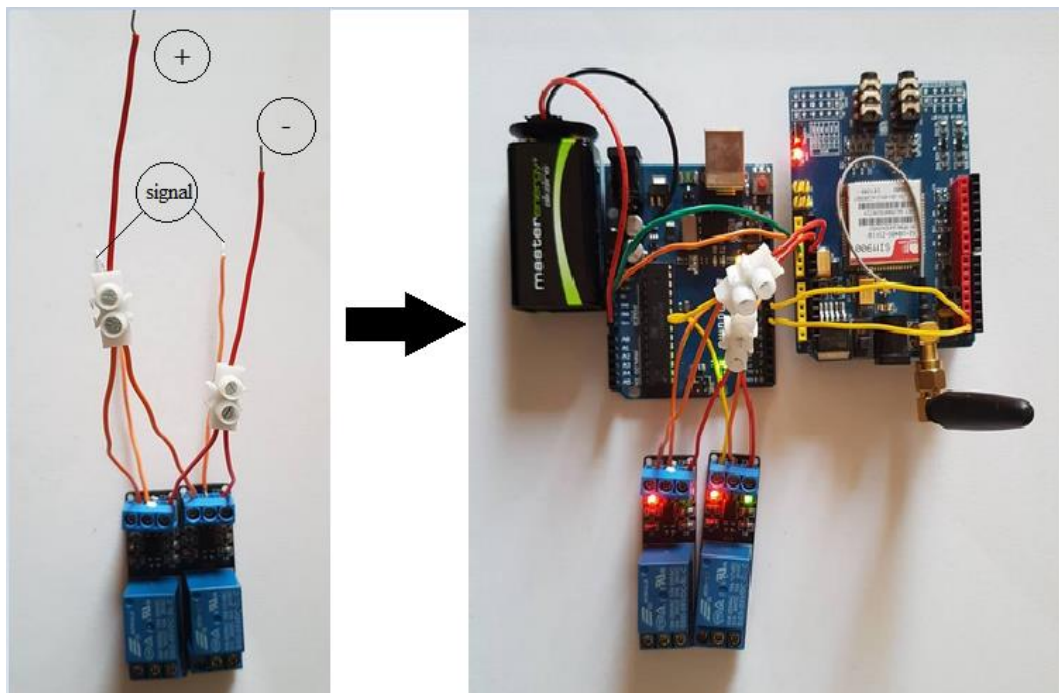
Αρχικά γίνεται η σύνδεση της πλακέτας Arduino Uno και της GSM SIM900. Συνδέουμε τις θύρες σειριακής επικοινωνίας RX, TX μεταξύ τους και την θύρα D09 της πλακέτας Arduino με την D09 της GSM SIM900. Αυτή η σύνδεση γίνεται με σκοπό να εκκινείται η GSM από την πλακέτα Arduino.



Εικόνα 5.6
Σύνδεση πλακετών

Βήμα 3

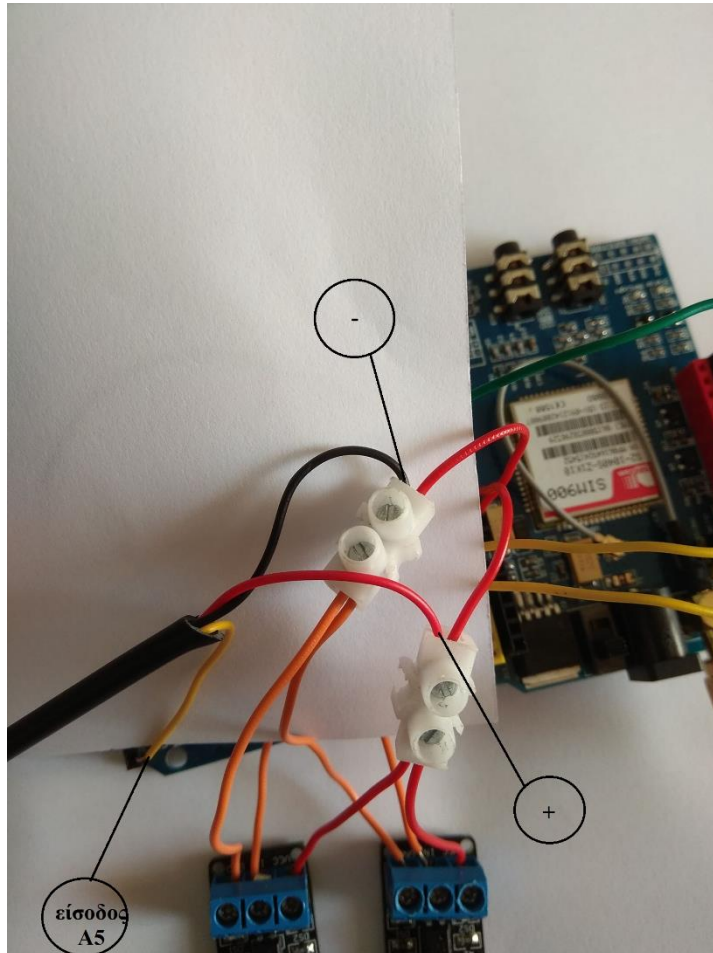
Συνδέουμε παράλληλα την τροφοδοσία και την γείωση των ηλεκτρονόμων για την απλούστευση τις συνδεσμολογίας. Στην συνέχεια πραγματοποιείται η σύνδεση των ηλεκτρονόμων με την πλακέτα Arduino Uno, συνδέουμε τον ηλεκτρονόμο που κλείνει το κύκλωμα του κεντρικού διακόπτη της μοτοσυκλέτας στην θύρα εξόδου 11 και τον ηλεκτρονόμο που κλείνει το κύκλωμα του εκκινητήρα στην θύρα εξόδου 12. Τέλος τροφοδοτείται από μπαταρία 9V.



Εικόνα 5.7
Σύνδεση ηλεκτρονόμων και μπαταρίας 9V, με τις πλακέτες

Βήμα 4

Στη συνέχεια συνδέεται ο αισθητήρας θερμοκρασίας LM35. Χρησιμοποιούνται οι ήδη υπάρχουσες διακλαδώσεις για την γείωση και την τροφοδοσία όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.8, και για τη μεταφορά δεδομένων στην πλακέτα χρησιμοποιείται η αναλογική θύρα εισόδου A5



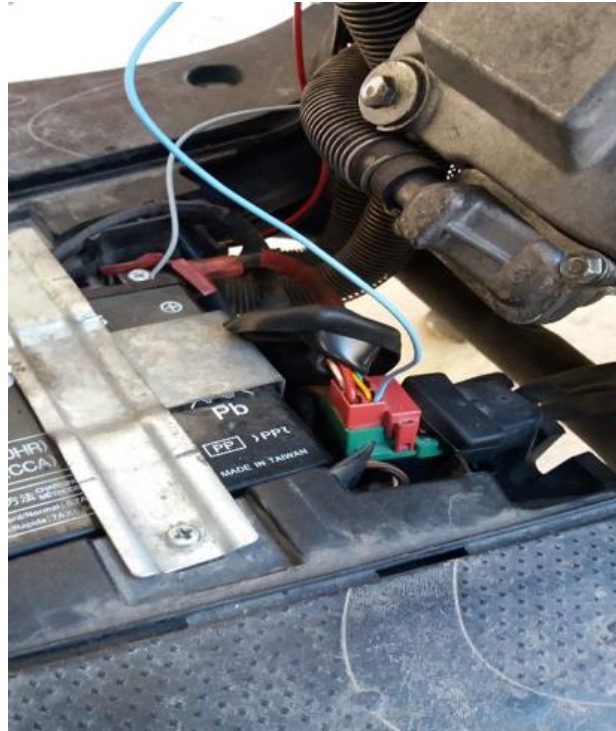
Εικόνα 5.8
Σύνδεση αισθητήρα LM35

Βήμα 5

Συνδέεται ο υπολογιστής με την πλακέτα Arduino Uno και εισάγεται ο κώδικας με την βοήθεια του καλώδιου UART.

Βήμα 6

Εύρεση των ακροδεκτών που βραχυκυκλώσαμε στο ηλεκτρικό διάγραμμα και βραχυκύκλωσή τους πάνω στο πραγματικό ηλεκτρικό κύκλωμα της μοτοσυκλέτας (Εικόνες 5.9 & 5.10).



Εικόνα 5.9
Βραχυκύκλωση ακροδεκτών Starter relay



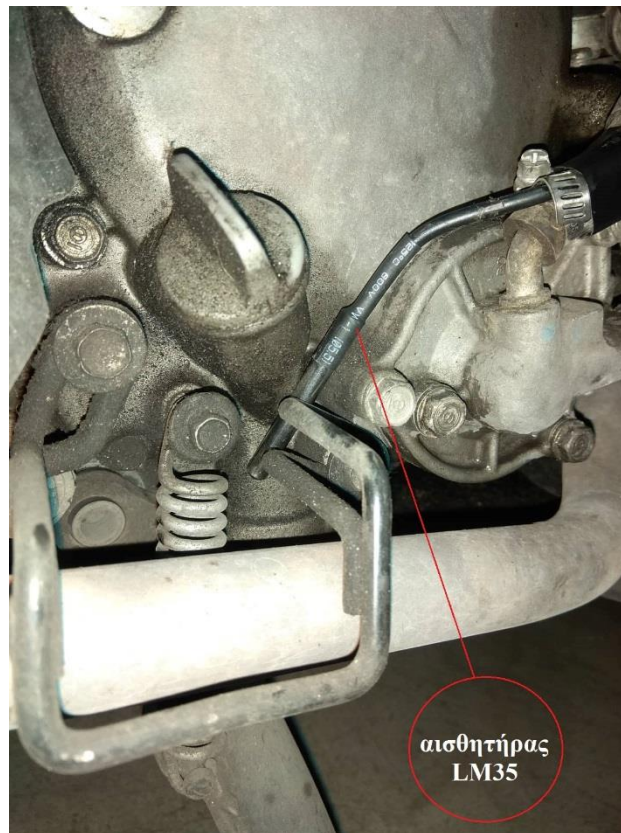
Εικόνα 5.10
Βραχυκύκλωση ακροδεκτών Ignition Switch (κλειδί)

Βήμα 7

Κάναμε μόνιμες τις ενώσεις και συνδέσαμε στα Relay, το ένα καλώδιο στη θύρα COM, όπου είναι η θύρα που είναι μόνιμα συνδεδεμένη με την τροφοδοσία, και το άλλο καλώδιο στην θύρα NO (Normally Open) όπου είναι η θύρα που είναι μόνιμα ανοιχτό το κύκλωμα. Δίνοντας ρεύμα στην θύρα IN όπου είναι το σινιάλο, το κύκλωμα από NO θα γίνεται NC, δηλαδή θα βραχυκυκλώνουμε τους ακροδέκτες που θέλουμε.

Βήμα 8

Τοποθετήσαμε τον αισθητήρα επαπτομενικά στην ελαιολεκάνη όπως φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 5.11 και τον σταθεροποιήσαμε έτσι ώστε να μην επηρεαστεί από τους κραδασμούς.



Εικόνα 5.11
Τοποθέτηση αισθητήρα LM35 στην ελαιολεκάνη του κινητήρα

Βήμα 9

Τοποθετήσαμε σε ασφαλές σημείο την πλακέτα, περάσαμε μέσα από τα πλαστικά της μοτοσυκλέτας τις καλωδιώσεις και επανασυναρμολογήσαμε τη μοτοσυκλέτα (Εικόνα 5.12)



Εικόνα 5.12
Τοποθέτηση του ολοκληρωμένου μηχανικού κυκλώματος στο όχημα

Βήμα 10

Δοκιμή του αυτοματισμού πολλαπλές φορές, πραγματοποιώντας κλήση του αριθμού της κάρτας SIM που αποτελεί μέρος της διάταξης.

5.3 Λογισμικό

Για την ανάπτυξη του κώδικα προγραμματισμού ο οποίος θα αποτελεί την καρδιά του μηχανολογικού συστήματος απαιτείται η σωστή οργάνωση, η εξοικονόμηση μνήμης EPROM ώστε να είναι ένα «ελαφρύ» πρόγραμμα με όσο λιγότερες δικλείδες ώστε να αποφευχθεί τυχόν μπλοκάρισμα του.

Αρχικά συνθέθηκε ο κώδικας σε μορφή ψευδοκώδικα. Καθορίστηκε πόσες εξόδους και πόσες εισόδους θα χρησιμοποιεί, δόθηκε η μεταβλητή numring όπου αποθηκεύει τον αριθμό των «ring» που πραγματοποιήθηκαν και coming με τον οποίο τον συγκρίνει, την μεταβλητή inchar όπου αποθηκεύει τους εισερχόμενους χαρακτήρες από την SIM900 GSM καθώς όταν η GSM αναγνωρίζει εισερχόμενη κλήση τυπώνει και μεταβιβάζει στην πλακέτα Arduino την λέξη RING. Βάση αυτής της λειτουργίας οικοδομήθηκε ο κώδικας, εφόσον τυπωθεί η λέξη RING ξεκινάει η ενεργοποίηση των relay και η εκκίνηση της μηχανής εσωτερικής καύσης.

Παράλληλα αποθηκεύεται στην μεταβλητή sensor η τιμή της θερμοκρασίας του ψυγείου του οχήματος και με την μετατροπή του από volt σε βαθμούς C° ελέγχεται η θερμοκρασιακή κατάσταση του κινητήρα.

Οι αναλογικές τιμές που επιστρέφει ο αισθητήρας θερμοκρασίας αντιστοιχίζονται σε ψηφιακές διακριτές τιμές στον μικροελεγκτή Arduino. Επειδή ο μικροελεγκτής διαθέτει ακρίβεια 10 bits για να βρούμε το βήμα μεταβολής των διακριτών τιμών πρέπει να κάνουμε την πράξη $5/2^{10} = 5/1024 = 0.0048828125$. Για τον αισθητήρα LM35, ισχύει ότι για κάθε έναν βαθμό C αντιστοιχούν 10 mV. Συνεπώς για να μετατρέψουμε την τάση εισόδου σε βαθμούς Κελσίου πρέπει να την μετατρέψουμε σε mV (πολλαπλασιάζοντας με το 1000) και στη συνέχεια να διαιρέσουμε με τον αριθμό 10 mV. Οπότε η σχέση που μετατρέπει την τιμή που επιστρέφει ο αισθητήρας θερμοκρασίας LM35 σε βαθμούς Κελσίου είναι η εξής:

$$\text{Θερμοκρασία} = \text{mV} * (5/1024) * (1000/10) \Leftrightarrow$$

$$\text{Θερμοκρασία} = \text{mV} * 5 * 100 / 1024$$

Όσο η θερμοκρασία είναι κάτω από 50 βαθμούς επιτρέπει στο πρόγραμμα να εκτελέσει την προθέρμανση ολοκληρώνοντας τον απαιτούμενο χρόνο προθέρμανσης. Σε περίπτωση που ξεπεράσει τους 50 βαθμούς ενεργοποιείται η δικλείδα ασφαλείας και διακόπτεται η προθέρμανση αρχικά και στη συνέχεια ενημερώνει τον ιδιοκτήτη του οχήματος για το σφάλμα που εντοπίστηκε.

5.3.1 Ψευδοκώδικας

Αρχικά συνθέθηκε ο κώδικας σε μορφή ψευδοκώδικα, πρόκειται για μια μορφή γλώσσας όπου οικοδομεί το πρόγραμμα χωρίς περιττές έννοιες, τονίζει τα σημαντικά σημεία του προγράμματος, έτσι με αυτόν τον τρόπο γίνονται ξεκάθαρα τα σημεία που πρέπει να υπάρχει προσοχή στην σύνθεση του. Επίσης κρίνεται απαραίτητος έτσι ώστε να αναπτυχθεί το διάγραμμα ροής που ακολουθεί.

Αλγόριθμος Arduino

Διάβασε Numring=0

Διάβασε comring=1

Διάβασε starter= έξοδος

Διάβασε switcher=έξοδος

Διάβασε sensor=είσοδος

Διάβασε temp=0

Διάβασε inchar

Διάβασε Εισερχόμενους Χαρακτήρες από GSM (inchar)

Αν Πρώτος χαρακτήρας inchar='R'

Αν Δεύτερος χαρακτήρας inchar='I'

Αν Τρίτος χαρακτήρας inchar='N'

Αν Τέταρτος χαρακτήρας inchar='G'

Γράψε Ακύρωση κλήσης

Numring <- Numring + 1

Εκτύπωσε RING

Αν Numring=comring

Γράψε switcher=ON

Εκτύπωσε Αναμονή 4s

Γράψε starter=ON

Εκτύπωσε Αναμονή 2s

Γράψε starter=OFF

Διάβασε starttime = έναρξη ρολογιού

Όσο starttime<=175 δευτερόλεπτα επανάλαβε

Temp <- 0,5*sensor*100/1024

Αν temp>60

Γράψε switcher=OFF

Γράψε Αποστολή Μηνύματος Προειδοποίησης

Εκτύπωσε Αναμονή 1s

Numring <- 0

Τέλος_αν

Τέλος_επανάληψης

Γράψε switcher=OFF

Τέλος_αν

Τέλος_αν

Τέλος_αν

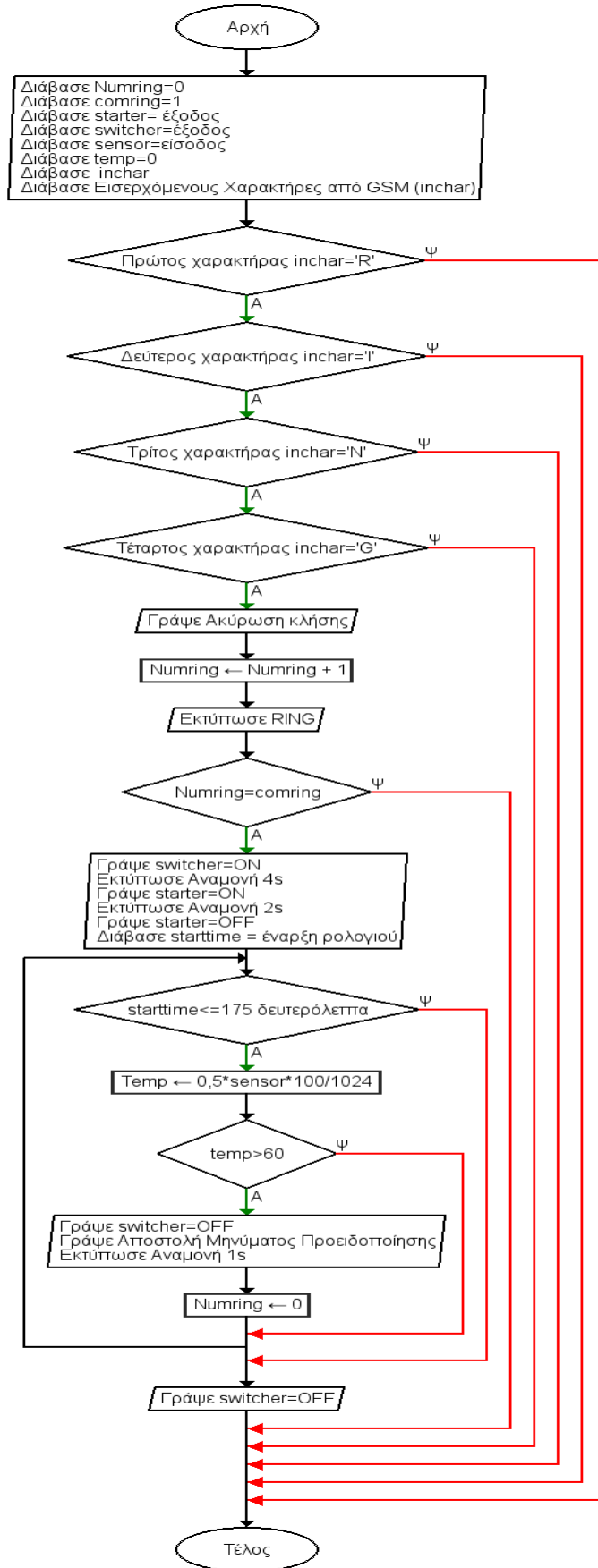
Τέλος_αν

Τέλος_αν

Τέλος Arduino

5.3.2 Διάγραμμα ροής

Ύστερα από την ανάπτυξη του ψευδοκώδικα σχεδιάστηκε το διάγραμμα ροής του κώδικα έτσι ώστε να αποκτηθεί η εικόνα της συνέχειας που θα ακολουθεί η πλακέτα. Αυτό το στάδιο κρίνεται πολύ σημαντικό διότι επιτεύχθηκε η εξάλειψη περιττών βρόγχων του κώδικα αλλά ξεπεράστηκαν και εμπόδια που συναντήθηκαν στη σύνταξη του πραγματικού κώδικα. Παρακάτω στην εικόνα 5.13 παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής.



Εικόνα 5.13 Διάγραμμα ροής

5.3.3 Κώδικας προγραμματισμού

Τέλος ο κώδικας αναπτύχθηκε σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring C και χρησιμοποιήθηκαν επίσης εντολές AT, πρόκειται για τη γλώσσα προγραμματισμού των Modem και Router. Ο κώδικας που αναπτύχθηκε και προγραμματίστηκε η κατασκευή είναι ο παρακάτω, επίσης γίνεται επεξήγηση βηματικά κάθε εντολής αλλά και τμηματικά διακόπτεται ο κώδικας ώστε να αναλυθούν οι διαδικασίες που ακολουθεί το πρόγραμμα, με προτοκάλι γράμματα.

```
#include <SoftwareSerial.h>    // Εισάγει από τις βιβλιοθήκες ένα δεδομένο κώδικα.
#include <String.h>
SoftwareSerial SIM900 (7, 8 );
char inchar;    // Μεταβλητή που θα αποθηκεύει τον εισερχόμενο χαρακτήρα από την GSM
int numring=0;
int comring=1;    // το int είναι ένας ακέραιος αριθμός
const int starter=12;
const int switcher=11;    // το const είναι μια σταθερή τιμή που δεν αλλάζει
int sensor = A5;    // το int είναι ένας ακέραιος αριθμός και το A5 είναι η έξοδος
της πλακέτας στην οποία είναι συνδεδεμένος ο αισθητήρας θερμοκρασίας
int temp = 0;    // το int είναι ένας ακέραιος αριθμός
```

*/*Στο παραπάνω κομμάτι του κώδικα γίνεται η εισαγωγή των μεταβλητών που είναι απαραίτητες για την εκτέλεση του προγράμματος. Το numring είναι η μεταβλητή που θα αποθηκεύει τις φορές που έχει χτυπήσει το τηλέφωνο, δηλαδή πόσα “ring” έχει στείλει.*

Το comring είναι μια μεταβλητή σταθερή που χρησιμεύει για την επαλήθευση του numring, όταν από μηδέν γίνει ένα, δηλαδή όταν υπάρξει εισερχόμενη κλήση στην GSM Shield να εκκινηθεί η διαδικασία.

Οι μεταβλητές starter και switcher είναι σταθερές και ο αριθμός ορίζει την θύρα εξόδου που είναι συνδεδεμένες, π.χ. η μεταβλητή starter δηλώνεται ότι είναι συνδεδεμένη στη θύρα εξόδου 12. Όπως επίσης και η μεταβλητή sensor η οποία αποθηκεύει την τάση ρεύματος που στέλνει ο αισθητήρας θερμοκρασίας στην αναλογική είσοδο A5./**

```
void SIM900power ()    // πρόγραμμα το οποίο εκκινεί τη GSM Shield
{
digitalWrite (9, HIGH) ; // ο ορισμός “HIGH” τροφοδοτεί ρεύμα στην έξοδο 9 της πλακέτας
delay (1000);    // σταματάει το πρόγραμμα για 1 δευτερόλεπτο
digitalWrite (9, LOW); // ο ορισμός “LOW” διακόπτει το ρεύμα στην έξοδο 9 της πλακέτας
```

```
delay (5000);           // σταματάει το πρόγραμμα για 5 δευτερόλεπτα  
}
```

Στο σημείο αυτό έχει γίνει αυτόματη εκκίνηση της GSM Shield.

```
Void sendSMS() // Πρόκειται για ένα υποπρόγραμμα και θα εκτελεστεί όταν καλεσθεί  
{  
SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // Δίνεται η εντολή αποστολής μηνύματος SMS  
delay(100); // Σταματάει το πρόγραμμα για 0,1 Δευτερόλεπτα  
SIM900.println("AT + CMGS = \"+306949918XXX\"); // Δίνεται εντολή για τον αριθμό του  
παραλήπτη σε διεθνής μορφή  
delay(100); // Σταματάει το πρόγραμμα για 0,1 Δευτερόλεπτα  
SIM900.println("Engine overheated!"); // Η εντολή αυτή καθορίζει το μήνυμα που θα  
λαμβάνει ο παραλήπτης στην οθόνη του κινητού του  
delay(100); // Σταματάει το πρόγραμμα για 0,1 Δευτερόλεπτα  
SIM900.println((char)26); // ορίζει ως χαρακτήρες τα 26 γράμματα του αγγλικού αλφάβητού  
delay(100); // Σταματάει το πρόγραμμα για 0,1 Δευτερόλεπτα  
SIM900.println();  
delay(5000); // Σταματάει το πρόγραμμα για 5 Δευτερόλεπτα  
}
```

```
Void setup () // Έναρξη καινούργιου προγράμματος  
{  
pinMode (sensor,INPUT); // ο ορισμός “INPUT” ορίζει την συμπεριφορά της θύρας  
pinMode (starter, OUTPUT) ;  
pinMode (switcher, OUTPUT); // ο ορισμός “OUTPUT” ορίζει την συμπεριφορά της θύρας  
SIM900power () ; // Κλήση του υπό-προγράμματος ώστε να «ξυπνήσει» την GSM  
Serial.begin(19200) ; // Ορίζει τον ρυθμό δεδομένων σε bits ανά δευτερόλεπτο (baud) για τη  
μετάδοση σειριακών δεδομένων.  
SIM900.begin(19200) ;  
SIM900.print (“AT+CLIP=1\r”) ; // Επιτρέπει σε ένα καλούνται συνδρομητή να λάβει  
γραμμή κλήσης και αναγνωρίζει τις εισερχόμενες κλήσεις.  
Delay (100) ; // σταματάει το πρόγραμμα για 0,1 δευτερόλεπτα  
με σκοπό να δώσει χρόνο στην πλακέτα να προωθήσει την κλήση.
```

```
}  
Void doSomething () // Πρόκειται για ένα υποπρόγραμμα και θα εκτελεστεί όταν καλεσθεί  
{  
digitalWrite (11, HIGH); // ο ορισμός “HIGH” τροφοδοτεί ρεύμα στην έξοδο 11 της  
πλακέτας  
delay (4000); // σταματάει το πρόγραμμα για 4 δευτερόλεπτα  
digitalWrite (12, HIGH); // ο ορισμός “HIGH” τροφοδοτεί ρεύμα στην έξοδο 12 της  
πλακέτας  
delay (2000); // σταματάει το πρόγραμμα για 2 δευτερόλεπτα  
digitalWrite (12, LOW); // ο ορισμός “LOW” διακόπτει το ρεύμα στην έξοδο 12 της  
πλακέτας  
long starttime = millis(); // η συνάρτηση millis() αποθηκεύει το χρονικό διάστημα από  
τη στιγμή που καλείται  
long endtime = starttime;  
while ((endtime - starttime) <=175000) // Επανάληψη που εκτελείται όσο ισχύει η συνθήκη  
{  
temp=(5*analogRead(sensor)*100)/1024; // Γίνεται η πράξη στην παρένθεση με σκοπό να  
μετατραπούν τα Volt σε βαθμούς κελσίου  
Serial.println(temp); // Επιστρέφει στην σειριακή οθόνη την μεταβλητή temp  
if (temp>60) // Ελέγχει αν ισχύει η συνθήκη στην παρένθεση  
{  
digitalWrite (11, LOW); // ο ορισμός “LOW” διακόπτει το ρεύμα στην έξοδο 11 της  
πλακέτας  
sendSMS(); // Εκτελεί την συνάρτηση Void sendSMS και στέλνει μήνυμα  
SMS στον αριθμό που έχει οριστεί στο πρόγραμμα  
}  
endtime = millis(); //Καλείται εκ νέου η συνάρτηση millis() με σκοπό να αποθηκεύει στην  
μεταβλητή endtime το χρόνο που πέρασε από όταν καλέστηκε πρώτη φορά στην μεταβλητή  
starttime  
}  
digitalWrite (11, LOW); // ο ορισμός “LOW” διακόπτει το ρεύμα στην έξοδο 11 της  
πλακέτας  
delay (10000); // σταματάει το πρόγραμμα για 10 δευτερόλεπτα  
}
```

/*Σε αυτό το σημείο του προγράμματος στην έξοδο 11 δηλαδή το Switcher ή αλλιώς διακόπτης έχει δεχτεί ρεύμα και συνεπώς το Relay που είναι συνδεδεμένο σε εκείνη την θύρα έχει κλείσει το κύκλωμα της μηχανής με αποτέλεσμα να δώσει ρεύμα στην μηχανή της μοτοσυκλέτας.

Αμέσως μετά από 4 δευτερόλεπτα δέχεται ρεύμα και η έξοδος 12 που αντιστοιχεί στο Starter ή αλλιώς εκκινητήρα όπου είναι συνδεδεμένο το Relay το οποίο κλείνει το κύκλωμα της μηχανής που ευθύνεται για την εκκίνηση του με αποτέλεσμα η μίζα της μηχανής να λειτουργεί.

Αυτό σταματάει αμέσως μετά από 2 δευτερόλεπτα όπως φαίνεται παραπάνω εφόσον μετά οι θύρες από HIGH γίνονται LOW.

Η αμέσως επόμενη συνθήκη ελέγχει για 175 Δευτερόλεπτα εάν η μεταβλητή temp δηλαδή ο αισθητήρας θερμοκρασίας ξεπερνάει του 60 βαθμούς κελσίου. Στην περίπτωση που τους ξεπεράσει εκτελεί την συνθήκη δηλαδή διακόπτει το ρεύμα στην έξοδο 11 και στέλνει μήνυμα SMS στον αριθμό που έχει καθοριστεί. Διαφορετικά μόλις περάσουν τα 175 δευτερόλεπτα διακόπτει το ρεύμα στην έξοδο 11 της πλακέτας.*/*

```
Void loop ()           // Επαναλαμβάνει διαρκώς τον κώδικα που περιέχει.
{
temp=(5*analogRead(sensor)*100)/1024; // γίνεται η πράξη στην παρένθεση και η μεταβλητή
temp πέρνει την ανάλογη τιμή
Serial.println(temp);           // Επιστρέφει στην σειριακή οθόνη την μεταβλητή temp
If (SIM900.available() >0 ) // Αναγνωρίζει την κατάσταση του δικτύου, αν δηλαδή υπάρχει
ή όχι επικοινωνία με τον διακομιστή.
{
Inchar=SIM900.read(); // Διαβάζει τον εισερχόμενο χαρακτήρα από την θύρα της κυψέλης.
If (inchar=='R')           // Ελέγχει αν η συνθήκη επαληθεύεται
{
Delay (10);           // σταματάει το πρόγραμμα για 0,01 δευτερόλεπτα
Inchar=SIM900.read(); // Διαβάζει τον εισερχόμενο χαρακτήρα από την θύρα της κυψέλης.
If (inchar== 'I')           // Ελέγχει αν η συνθήκη επαληθεύεται
{
Delay(10);           // σταματάει το πρόγραμμα για 0,01 δευτερόλεπτα
Inchar=SIM900.read() // Διαβάζει τον εισερχόμενο χαρακτήρα από την θύρα της κυψέλης.
If (inchar=='N')           // Ελέγχει αν η συνθήκη επαληθεύεται
{
Delay(10);           // σταματάει το πρόγραμμα για 0,01 δευτερόλεπτα
```



```
Inchar=SIM900.read(); // Διαβάζει τον εισερχόμενο χαρακτήρα από την θύρα της κυψέλης
If (inchar=='G') // Ελέγχει αν η συνθήκη επαληθεύεται
{
Delay(10); // σταματάει το πρόγραμμα για 0,01 δευτερόλεπτα

//Σε αυτό το σημείο του προγράμματος,έαν η GSM Shield ήτανε αληθινό κινητό θα είχε
χτυπήσει μία φορά. Όταν η SIM900 δέχεται κλήση τυπώνει στο serial monitor την λέξη
RING. Χρησιμοποιώντας αυτή την λειτουργία κάνουμε έναν έλεγχο χαρακτήρων της λέξης
που τυπώνεται και αν η λέξη είναι RING προχωράει στην εκτέλεση των υπόλοιπων
ενεργειών.

Numring++; // προσθέτει 1 στην μεταβλητή Numring

//Στο σημείο αυτό η μεταβλητή Numring που αρχικά ήτανε μηδέν 0 γίνεται 1 με σκοπό να
εκτελεστεί η συνάρτηση DoSomething που εξηγήθηκε παραπάνω

SIM900.println("ATH"); //διακόπτει την κλήση
Serial.println("ring!"); // Επιστρέφει στην σειριακή οθόνη "ring"
If (numring==comring) // Ελέγχει αν η συνθήκη επαληθεύεται

//Το numring πλέον έχει γίνει 1 εφόσον το τηλέφωνο έχει χτυπήσει μία φορά και συνεπώς η
παραπάνω συνθήκη ισχύει και τέλος η συνάρτηση doSomething θα εκτελεστεί

{
Numring=0; // Μηδενίζει την μεταβλητή Numring για να
χρησιμοποιηθεί εκ νέου
doSomething();
}
}
}
}
}
}
}
}
```

5.3.4 Γλώσσα προγραμματισμού Wiring C

Ο προγραμματισμός της πλακέτας Arduino γίνεται με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Wiring C. Η Wiring C είναι μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που αποτελείται από μια γλώσσα προγραμματισμού, ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) και έναν μικροελεγκτή μίας κάρτας. Αναπτύχθηκε από το 2003 από τον Hernando Barragán. Η αρχιτεκτονική δημιουργήθηκε από σχεδιαστές λογισμικού. Επίσης από αρχάριους προγραμματιστές από όλο τον κόσμο που μοιράζονται τις ιδέες, τη γνώση και τη συλλογική εμπειρία τους. Η Wiring C διευκολύνει τη δημιουργία λογισμικού για τον έλεγχο των συσκευών που είναι προσαρτημένες στην πλακέτα και για τη δημιουργία όλων των ειδών διαδραστικών συσκευών.

Η πλατφόρμα Wiring IDE είναι μια εφαρμογή πολλαπλών πλατφόρμων γραμμένη σε Java. Έχει σχεδιαστεί για να εισαγάγει τον προγραμματισμό και το σκίτσο με ηλεκτρονικά μέσα σε σχεδιαστές. Περιλαμβάνει έναν επεξεργαστή κώδικα με δυνατότητες, όπως επισημάνσεις σύνταξης, αντιστοίχιση και αυτόματη απόσπαση, ικανή να καταρτίζει και να ανεβάζει προγράμματα στη πλακέτα με ένα μόνο κλικ. [27]

5.3.5 Εντολές AT

Το σετ εντολών Hayes ή “AT COMMANDS” είναι μια ειδική γλώσσα εντολών που αναπτύχθηκε αρχικά από τον Dennis Hayes για το modem Hayes Smartmodem 300 baud το 1981. Το σετ εντολών αποτελείται από μια σειρά κλώνων μικρού κειμένου που μπορούν να συνδυαστούν για την παραγωγή εντολών για λειτουργίες όπως κλήση, κλείσιμο κλήσης και αλλαγή των παραμέτρων της σύνδεσης, αποστολή μηνυμάτων κ.α. Περιλαμβάνει επίσης διάφορα στοιχεία ελέγχου για τη ρύθμιση του μόντεμ/τηλεφώνου, συμπεριλαμβανομένου ενός συνόλου καταχωρητικών εντολών που επιτρέπουν στον χρήστη να ρυθμίζει άμεσα τις διάφορες θέσεις μνήμης στο αρχικό μόντεμ/τηλέφωνο. [28]

5.3.6 Επεξήγηση τελεστών

Wiring C

Τελεστές	Επεξήγηση
include	Εισάγει από τις βιβλιοθήκες ένα δεδομένο κώδικα.
char	Μορφή δεδομένων που αποθηκεύει ένα χαρακτήρα.
int	Ακέραιη αριθμητική μορφή δεδομένων.
const	Σταθερή μορφή αριθμητικών δεδομένων. Δεν μπορεί να πάρει άλλη τιμή.
void	Δηλώνει ότι ξεκινάει μια συνάρτηση.
digitalWrite	Με τον προσδιορισμό HIGH ή LOW τροφοδοτεί ή διακόπτει μια δηλωμένη έξοδο με συνεχές ρεύμα.
delay	Διακόπτει την λειτουργία του προγράμματος για δεδομένο χρόνο.
void setup	Δηλώνει την αρχή ενός προγράμματος.

pinMode	Με τον προσδιορισμό OUTPUT ή INPUT δηλώνεται η συμπεριφορά μίας θύρας.
Serial.begin	Ορίζει τον ρυθμό δεδομένων σε bits ανά δευτερόλεπτο (baud) για τη μετάδοση σειριακών δεδομένων.
void loop	Επαναλαμβάνει διαρκώς τον κώδικα που περιέχει.
long	Μορφή δεδομένων που χρησιμοποιείται για μεγάλα νούμερα
While	Ελέγχει μια δεδομένη συνθήκη, και επαναλαμβάνει τις εντολές εντός του βρόγχου ως ότου αυτή επιβεβαιωθεί.
Millis()	Συνάρτηση που επιστρέφει τα milliseconds από τη στιγμή που καλέστηκε.
if	Ελέγχει ένα έχει επαληθευτεί μια δεδομένη συνθήκη.
Serial.println	Επιστρέφει στην σειριακή οθόνη τους δεδομένους χαρακτήρες.

Πίνακας 5.3 [29]

Επεξήγηση τελεστών Wiring C

AT Commands

Τελεστές	Επεξήγηση
SIM900.print("AT+CLIP=1\r")	Επιτρέπει σε ένα καλούμενο συνδρομητή να λάβει γραμμή κλήσης και αναγνωρίζει τις εισερχόμενες κλήσεις.
SIM900.print("AT+CMGF=1\r")	Ξεκινάει τη διαδικασία αποστολής μηνύματος.
SIM900.println("AT + CMGS = \"+0000000000000000\"")	Ορίζει τον αριθμό του λήπτη του μηνύματος.
SIM900.available	Χρησιμοποιείται για να αναγνωρίζεται η κατάσταση του δικτύου, αν δηλαδή υπάρχει η όχι επικοινωνία με τον διακομιστή.
SIM900.read	Διαβάζει τον εισερχόμενο χαρακτήρα από την θύρα της κυψέλης.
SIM900.println("ATH")	Διακόπτει την κλήση.

Πίνακας 5.4 [14]

Επεξήγηση τελεστών AT

6. Συμπεράσματα

6.1 Σχόλια – Συμπεράσματα

Συμπερασματικά ο σκοπός επιτευχθεί και το κύριο πρόβλημα επιλύθηκε. Επίσης, οι προδιαγραφές που θέσαμε καλύφθηκαν και κατασκευάστηκε μια ολοκληρωμένη διάταξη με άρτια λειτουργία του software, αντοχή στους κραδασμούς και στις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

6.2 Προοπτικές Κατασκευής

Αναγνωρίζουμε την αξία της κατασκευής, όπου ευελπιστούμε ότι θα έδινε λύση σε πολλούς ιδιοκτήτες οχημάτων με το ίδιο πρόβλημα αλλά χωρίς τα μέσα και την απαραίτητη γνώση ώστε να το κατασκευάσουν.

Αρχικά μια πρόταση βελτίωσης της κατασκευής είναι ταυτοποίηση της λειτουργίας του κινητήρα ακριβώς μετά το τηλεφώνημα στην πλακέτα, δηλαδή εάν οι θύρες της πλακέτας Arduino έδωσαν την εντολή στα relay να κλείσουν το κύκλωμα και να θέσουν την μηχανή σε λειτουργία. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την βοήθεια του αισθητήρα θερμοκρασίας ο οποίος είναι προγραμματισμένος να πέρνει μετρήσεις όσο η μηχανή εσωτερικής καύσης προθερμίνεται. Με μια εντολή στο πρόγραμμα, μπορεί ο αισθητήρας να ελέγχει την αύξηση της θερμοκρασίας στην ελαιολεκάνη και σε περίπτωση που στα πρώτα 20 δευτερόλεπτα μετά το τηλεφώνημα στην πλακέτα και την έναρξη του προγράμματος δεν υπάρχει καμία αύξηση της θερμοκρασίας να στέλνει μήνυμα SMS “ Ο κινητήρας δεν λειτουργεί “.

Η κατασκευή μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω με την προσθήκη οθόνης ένδειξης της θερμοκρασίας αλλά και τη σύνδεση της κατασκευής με το διαδίκτυο (IoT). Επιτυγχάνοντας αυτό μπορεί να δημιουργηθεί μια απλή εφαρμογή στο κινητό τηλέφωνο του κάθε χρήστη, η οποία αφού το κινητό και η κατασκευή είναι συνδεδεμένες στο Internet θα δείχνει τις πληροφορίες της κατάστασης του οχήματος στην οθόνη του κινητού, όπως για παράδειγμα την θερμοκρασία. Με αυτό τον τρόπο θα μπορεί ο ιδιοκτήτης χρησιμοποιώντας το κινητό του να ενημερώνεται κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης για την πορεία της.

Τέλος, η GSM Shield πλακέτα που είναι ένα μέρος της κατασκευής, έχει ενσωματωμένο GPS το οποίο αν συνδεθεί με το Internet όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, μπορεί να στέλνει στην εφαρμογή και την τοποθεσία του οχήματος με σκοπό την αποφυγή κλοπής αλλά και γενικότερα τη γνώση της τοποθεσίας όπου βρίσκεται το όχημα κάθε στιγμή. Οι προοπτικές εξέλιξης της κατασκευής για έναν ιδιώτη δε θα μπορούσαν να ξεπεράσουν τις παραπάνω διότι προσθέτοντας κι άλλα εξαρτήματα στην κατασκευή τότε δε θα είναι βιώσιμη λόγω πολύ υψηλού κόστους και δε θα συμφέρει η κατασκευή της.

Ξεπερνώντας όμως το στάδιο υλοποίησης της κατασκευής για έναν απλό ιδιώτη και υποθέτοντας ότι το παρόν προϊόν θα μπορούσε να υλοποιείται και να βγαίνει στο εμπόριο σε μαζική παραγωγή από κάποια τεχνική ή κατασκευαστική εταιρία το κόστος της παραγωγής του υπολογίζεται φθηνότερο κατά 50% περίπου, συγκριτικά με την παρούσα τιμή. Με τον τρόπο αυτόν η κατασκευή γίνεται αρκετά φθηνή σε κόστος για τους καταναλωτές και συνεπώς θα μπορούσαν να προστεθούν εξαρτήματα και λειτουργίες με σκοπό να βελτιώσουν,

να αναβαθμίσουν και να αναπτύξουν την κατασκευή ώστε να γίνει ένα ολοκληρωμένο και χρήσιμο προϊόν σε ελκυστική τιμή αγοράς.

Τα εξαρτήματα τα οποία μπορούν να αναβαθμίσουν την κατασκευή είναι η πρόσθεση κι άλλων αισθητήρων επάνω στην μοτοσυκλέτα ή το αυτοκίνητο. Δεδομένου ότι η κατασκευή θα είναι συνδεδεμένη με το Internet και ο χρήστης θα έχει στο κινητό του την εφαρμογή θα μπορούσε να προστεθεί ένας αισθητήρας πίεσης στα ελαστικά ο οποίος θα ελέγχει την κατάσταση των ελαστικών και θα δίνει την πληροφορία στο κινητό τηλέφωνο του χρήστη. Επίσης δυο ακόμη χρήσιμοι αισθητήρες για την κατασκευή είναι οι αδιάβροχοι αισθητήρες στάθμης. Ο ένας για το μέσο ψύξης του κινητήρα ελέγχοντας κάθε στιγμή την στάθμη του υγρού για την σωστή λειτουργία μηχανής και την αποφυγή ανεπιθύμητων θερμοκρασιών και ο δεύτερος τοποθετημένος στην ελαιολεκάνη του κινητήρα με σκοπό τον έλεγχο της στάθμης του λαδιού. Οι δυο αυτοί αισθητήρες θα ενημερώνουν στην εφαρμογή σε περίπτωση που υπάρχει έλλειψη νερού ή λαδιού αντίστοιχα έτσι ο χρήστης θα έχει το πλεονέκτημα να προλαβαίνει τις τυχόν ζημιές που μπορούν να προκληθούν. Τέλος η τοποθέτηση ενός αισθητήρα στάθμης στα υγρά των φρένων θα μπορούσε να ελέγχει και να προειδοποιεί τον χρήστη στην περίπτωση που χρειάζεται συμπλήρωμα.

Στην περίπτωση που η εταιρία που παράγει το προϊόν είναι κατασκευαστική αυτοκινητοβιομηχανία υπάρχει η προοπτική να προστεθεί μία ακόμη λειτουργία η οποία θα είναι συνδεδεμένη με τον εγκέφαλο του οχήματος και θα καταγράφει τα χιλιόμετρά του και θα τα εμφανίζει στην εφαρμογή του χρήστη. Η αυτοκινητοβιομηχανία είναι η μόνη που θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει μία τέτοια λειτουργία διότι εάν οποιοσδήποτε ιδιώτης εμπλακεί με τον εγκέφαλο ενός κινητήρα, αυτομάτως παύει να ισχύει η εγγύησή του. Εφόσον τα χιλιόμετρα καταγράφονται και εμφανίζονται στο πρόγραμμα, μπορεί με πράξεις να προβλέψει βάση του Εγχειρίδιου Χρήσης κάθε οχήματος τις επόμενες συντηρήσεις και να τα εμφανίζει στην εφαρμογή του χρήστη. Έτσι ο χρήστης θα ξέρει πότε πρέπει να γίνει η κάθε συντήρηση του κινητήρα.

Με τη χρήση όλων των παραπάνω ο χρήστης θα έχει στο κινητό του μια εφαρμογή που θα του προσφέρει την πλήρη εικόνα της κατάστασης του αυτοκινήτου του καθώς και τη δυνατότητα απομακρυσμένης διαχείρισης της μηχανής εσωτερικής καύσης.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- [1] Συντελεστής γραμμικής θερμικής διαστολής. [Κεφάλαιο 5]. Χασάπης, Δ. 2015. Εργαστηριακές ασκήσεις φυσικής. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα 2018: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ. 5. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/2270>.
- [2] Anton Paar GmbH <https://wiki.anton-paar.com> Πρόσβαση 13/9/2018.
- [3] Καραπάνος Χαράλαμπος, Κοτσιλιέρης Ανάργυρος, Κουντουράς Λίνος (2008), «Μηχανές Εσωτερικής Καύσης II», ΟΕΔΒ
- [4] Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Διπλωματική Εργασία Τεχνοοικονομική Μελέτη Μηχανών Εσωτερικής Καύσης Υγρών Καυσίμων, Υβριδικής Τεχνολογίας και Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων. Τσώκος Δημήτριος. Επιβλέπων Καθηγητής : Ιωάννης Μπάκουρος. ΑΕΜ: 1095, Κοζάνη 2014

- [5] Φατσής, Α., Χατζηαποστόλου, Α. 2015. Αποσυναρμολόγηση / συναρμολόγηση εμβολοφόρου κινητήρα και μέτρηση των κύριων γεωμετρικών χαρακτηριστικών του. Στο Φατσής, Α., Χατζηαποστόλου, Α. 2015. Εργαστηριακές ασκήσεις μηχανών εσωτερικής καύσης. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 1. Διαθέσιμο στο: [«http://hdl.handle.net/11419/4927»](http://hdl.handle.net/11419/4927)
- [6] Σημειώσεις μαθήματος Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (Γ' Εξαμήνου) Θωμάς Χατζηφωτίου, ΑΕΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ. Θεσσαλονίκη 2016.
- [7] Εργαστήριο ΜΕΚ & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου, Τμήματος Μηχανολογίας ΑΣΠΑΙΤΕ, Συντάκτης Άρθρου «Παρελθόν, παρόν, μέλλον» (4Τ 317, 2/1997): Αλεξανδρινή Πέτρου, Πρόσβαση 28/12/2018. URL: <http://iceal.wikidot.com/katalites>
- [8] Διαδικτυακή σελίδα <https://www.caroto.gr> URL: <https://www.caroto.gr/2009/02/13/231/> Πρόσβαση 2/2/2019.
- [9] Στοιχεία Ελληνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ). URL: http://www.hnms.gr/emv/el/climatology/climatology_city Πρόσβαση 22/11/2018
- [10] Διαδικτυακή σελίδα <https://components101.com> URL: <https://components101.com/microcontrollers/arduino-uno> Πρόσβαση 16/9/2018
- [11] Διαδικτυακή σελίδα <https://www.arduino.cc/> Πρόσβαση 16/9/2018
- [12] Διαδικτυακή σελίδα www.wikipedia.com, Τίτλος: «Βικιπαίδεια-Ηλεκτρονόμος». <https://el.wikipedia.org/wiki/Ηλεκτρονόμος>, Πρόσβαση 19/9/2018
- [13] Διαδικτυακή σελίδα <https://www.makerlab-electronics.com>. URL: <https://www.makerlab-electronics.com/product/relay-module-spdt/> Πρόσβαση 20/9/2018
- [14] Εγχειρίδιο χρήσης SIM900. Κατέβασμα αρχείου από URL: https://www.cableworks.gr/ilektronika/arduino-and_microcontrollers/modules/gsm/sim900a-900-1800-mhz-gprs-gsm-development-board-module-for-arduino/ Πρόσβαση 20/9/2018
- [15] Διαδικτυακή σελίδα <https://www.instructables.com> URL: <https://www.instructables.com/id/Arduino-and-SIM900-shield-User-friendly/> Πρόσβαση 20/9/2018
- [16] Πτυχιακή Εργασία “Αρχή Λειτουργίας και ανάπτυξης αισθητήρα θερμοκρασίας “ Κουρινάκης Κωνσταντίνος, Κεφάλαιο 1.1 Χανιά Μάρτης 2015.
- [17] «Αισθητήρες Ημιαγωγών, Αισθητήρες θερμικοί, μηχανικοί, μαγνητικοί, αισθητήρες ακτινοβολίας και χημικοί αισθητήρες», Αθανάσιος Α. Αργυρίου, Κεφάλαιο 2.1, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, Οκτώβριος 2004.
- [18] Διαδικτυακή Σελίδα <https://grobotronics.com/lm35.html> datasheet URL (pdf) : <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>, Πρόσβαση 13/2/2019

- [19] Διαδικτυακή σελίδα www.wikipedia.com «Bandgap voltage reference» URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Bandgap_voltage_reference. Πρόσβαση 14/2/2019.
- [20] Διαδικτυακή σελίδα www.Wikipedia.com «Πρωτόκολλο Επικοινωνίας I2C» URL: <https://el.wikipedia.org/wiki/I2C>, Πρόσβαση 25/9/2018
- [21] Μεταπτυχιακή Διατριβή : “Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας I2C και SPI και η υλοποίηση τους σε συστήματα τηλεχειρισμού, με τη χρήση της ηλεκτρονικής πλατφόρμας προτυποποίησης Arduino” Δημητρακόπουλος Θεμιστοκλέας, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Πειραιάς, Μάρτιος 2016.
- [22] Διαδικτυακή σελίδα www.youtube.com “How I2C Communication Works and How To Use It with Arduino” URL: <https://www.youtube.com/watch?v=6IAkYpmA1DQ&t=97s> Πρόσβαση 19/12/2018
- [23] Διαδικτυακή σελίδα www.Wikipedia.com «Πρωτόκολλο Επικοινωνίας SPI» URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface, Πρόσβαση 27/9/2018
- [24] Διαδικτυακή σελίδα www.wikipedia.com «Πρωτόκολλο Επικοινωνίας UART» URL: <https://el.wikipedia.org/wiki/UART>, Πρόσβαση 28/9/2018 .
- [25] Διαδικτυακή σελίδα www.youtube.com “Fun and Easy UART - How the UART Serial Communication Protocol Works” <https://www.youtube.com/watch?v=ZzRXKDKMBhA> Πρόσβαση 29/9/2018
- [26] Εγχειρίδιο μοτοσυκλέτας «HONDA SH150i 2012»
- [27] Διαδικτυακή σελίδα www.wikipedia.com «Γλώσσα C++» URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>. Πρόσβαση 29/10/2018
- [28] Διαδικτυακή σελίδα www.wikipedia.com «Hayes command set». URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Hayes_command_set, Πρόσβαση 31/10/2018
- [29] Διαδικτυακή σελίδα <https://www.arduino.cc/> URL: <https://www.arduino.cc/reference/en/>, Πρόσβαση 3/11/2018