



INTERNATIONAL
HELLENIC
UNIVERSITY

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT

Διεπαφή τεχνολογίας NFC με
αυτόματα συστήματα: Ανέπαφη
Κλειδαριά

Interfacing NFC to automation
systems: A contactless lock

Τζέμ Γκαρίπογλου

Επιβλέπων καθηγητής: Μιχάλης Κιζήρογλου

Θεσσαλονίκη 2022

Abstract

In recent years, major smartphone manufacturers have been advertising NFC technology among their features. NFC is the initials of Near Field Communication. In essence, it is a technology that allows devices such as cell phones to communicate wirelessly and exchange information with each other at close range. All the user needs to do is bring the two devices in contact. Think of it as a lightweight version of Wi-Fi or Bluetooth that can send data over very short distances without affecting your battery life.

The purpose of this work is initially the study of NFC (NearField Communication) technology, that is, we will deal with the definition of details and possibilities. Then from the many applications of NFC technology for example payment by mobile phone instead of using a credit card, data transfer, photos with physical contact of the devices, applications in the smart home, in lighting, air conditioning temperatures via the NFC of the smartphone, etc We will deal with unlocking and locking the door via NFC mobile. In the present work, the various components with their characteristics will be implemented and then a control and activation system via mobile phone will be developed.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, μεγάλοι κατασκευαστές smartphone διαφημίζουν ανάμεσα στα χαρακτηριστικά τους τη τεχνολογία NFC. Το NFC είναι τα αρχικά γράμματα του Near Field Communication που σημαίνει Επικοινωνία Μικρής Εμβέλειας σε μια ελεύθερη μετάφραση. Ουσιαστικά, είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει σε συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα να επικοινωνούν ασύρματα και να ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους σε κοντινή απόσταση. Το μόνο που χρειάζεται να κάνει ο χρήστης είναι να φέρει σε επαφή τις δυο συσκευές. Σκεφτείτε το ως μια ελαφριά έκδοση Wi-Fi ή Bluetooth που μπορεί να στείλει δεδομένα σε πολύ μικρή απόσταση χωρίς να επηρεάσει τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας σας.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι αρχικά η μελέτη της τεχνολογίας NFC (NearField Communication), θα ασχοληθούμε δηλαδή με τον καθορισμό των λεπτομερειών, των δυνατοτήτων. Στην συνέχεια από τις πολλές εφαρμογές της τεχνολογίας NFC για παράδειγμα πληρωμή με το κινητό τηλέφωνο αντί για την χρήση πιστωτικής κάρτας, μεταφορά δεδομένων, φωτογραφιών με φυσική επαφή των συσκευών, εφαρμογές στο έξυπνο σπίτι, σε φωτισμούς, θερμοκρασίες air conditioner μέσω του NFC του smartphone, κτλ. Εμείς θα ασχοληθούμε με τη ξεκλείδωμα και κλείδωμα της πόρτας μέσω του NFC του κινητού. Στην παρούσα εργασία θα υλοποιηθούν τα απαιτούμενα υποσυστήματα με τα χαρακτηριστικά τους και στη συνέχεια θα αναπτυχθεί το σύστημα ελέγχου και ενεργοποίησης μέσω κινητού τηλεφώνου.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ πολύ στον καθηγητή για την πολύτιμη βοήθεια του στην εκπόνηση της εργασίας, καθώς και τους γονείς και τους φίλους για τις στήριξη τους.

Περιεχόμενα

Abstract	1
Περίληψη.....	2
Ευχαριστίες.....	3
Επεξήγηση ακρωνύμων.....	5
Εισαγωγή.....	6
1. Τεχνολογίας NFC και μικροεπεξεργαστές.....	7
1.1 Ορισμός NFC	7
1.1.1 Λειτουργικότητα.....	8
1.1.2 NFC sensors.....	9
1.2 Μικροελεγκτής (ESP32-WROOM-32 με 38 pins).....	17
1.2.1 ESP32 με 38 pins.....	20
1.2.2 ESP32-WROOM-32 Χωρίς πλακέτα	22
1.2.3 Οι Λόγοι επιλογής Esp32	24
2. Πληροφορίες για το κύκλωμα	25
2.1 Περιγραφή υλικού	25
2.1.1 Ρυθμιστής Τάσης.....	25
2.1.2 Ρελέ 5 V με 1 κανάλι και με πλακέτα	26
2.1.3 Η κλειδαριά ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας (Solenoid lock)	28
2.1.4 Επαναφορτιζόμενη μπαταριά	29
2.1.5 Buzzer.....	31
2.2 Κύκλωμα	32
3. Ο προγραμματισμός του ESP32 και PN5180.....	34
3.1 Πως προγραμματίστηκε	34
3.1.1 Προγραμματισμός του ESP32	36
3.1.2 Προγραμματισμός του PN5180.....	36
3.2 Ο κώδικας.....	37
3.3 Εξήγηση του κώδικα	45
4. Αποτελέσματα.....	53
5. Συμπεράσματα.....	61
6. Βιβλιογραφία.....	66

Επεξήγηση ακρωνύμων

BT	Bluetooth
DC	Direct Current
GPS	Global Positioning System
USB	Universal Serial Bus
NFC	Near Field Communication
RFID	Radio Frequency Identification
EMV	Europay, MasterCard and Visa
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
DPC	Dynamic Power Control
AWC	Adaptive wave control
ARC	Adaptive receiver control
EMD	Electronic Miscellaneous Document
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	International Organization for Standardization

Εισαγωγή

Καθώς η τεχνολογία NFC έχει γίνει δημοφιλής πρόσφατα, φαίνεται ότι θα χρησιμοποιηθεί περισσότερο στο μέλλον. Σήμερα, υπάρχουν πολλές αυτόματες συσκευές και συστήματα. Έτσι φαίνεται ότι η NFC θα γίνει πιο διαδεδομένη στο μέλλον. Αυτά τα συστήματα και οι συσκευές έχουν μπει στην καθημερινότητά μας και αναμένεται να μπουν περισσότερα στο άμεσο μέλλον. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πολλά πράγματα όπως έξυπνα σπίτια εύκολα και χωρίς να χάνουμε χρόνο. Ο στόχος αυτής της εργασίας είναι να δειχθεί ότι χρησιμοποιώντας το NFC κλειδαριά διευκολύνεται η καθημερινή μας ζωή. Με αυτόν τον τρόπο, ο χρήστης μπορεί να ανοιγοκλείνει την πόρτα του σπιτιού του με το δικό του κινητό τηλέφωνο.

1. Τεχνολογίας NFC και μικροεπεξεργαστές

1.1 Ορισμός NFC

Το Near Field Communication (NFC) είναι μια τεχνολογία ασύρματης σύνδεσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αμφίδρομη αλληλεπίδραση μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών μέσα σε λίγα εκατοστά. Η τεχνολογία αναπτύχθηκε το 2004 από τη Nokia, τη Philips και τη Sony,

Το NFC είναι μια τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας χαμηλής αλλά και υψηλής συχνότητας που βασίζεται σε επαγωγική σύζευξη. Χρησιμοποιώντας χαλαρά συνδεδεμένα επαγωγικά κυκλώματα, η ισχύς και τα δεδομένα μπορούν να μοιραστούν μεταξύ συσκευών σε μικρή εμβέλεια. Μόνο μέσα σε λίγα εκατοστά.

Η αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID) είναι μια κοινή τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση και τον εντοπισμό αγαθών, περιουσιακών στοιχείων και ροών σε ένα σύστημα logistics. Το RFID είναι ένας γενικός όρος για τεχνολογίες που χρησιμοποιούν ραδιοκύματα αυτόματα αναγνωρίζουν άτομα ή αντικείμενα.[10]

Το RFID είναι η διαδικασία με την οποία τα στοιχεία αναγνωρίζονται μοναδικά χρησιμοποιώντας ραδιοκύματα και το NFC είναι ένα εξειδικευμένο υποσύνολο στην οικογένεια της τεχνολογίας RFID. Συγκεκριμένα, το NFC είναι κλάδος της RFID υψηλής συχνότητας (HF). Η τυπική συχνότητα λειτουργίας του RFID ποικίλλει από περιοχή LF (χαμηλής συχνότητας)—100 kHz, εύρος HF (υψηλής συχνότητας)—13,56 MHz έως εύρος UHF (υπερυψηλής συχνότητας)—860–960 MHz ή 2,45 GHz–5,7 GHz.

Από το 2000 και μετά, με βάση τα υπάρχοντα πρότυπα RFID, ένα νέο σύνολο πρωτοκόλλων επικοινωνίας εισήχθη γνωστή ως NFC ή επικοινωνία κοντινού πεδίου. Σε αντίθεση με το RFID, το NFC χρησιμοποιεί μόνο το εύρος συχνοτήτων των 13,56 MHz και πρακτικά είναι λειτουργικό μόνο σε απόσταση μικρότερη από 5 cm. Επίσης, το NFC επιτρέπει την επικοινωνία peer-to-peer (P2P) μεταξύ μιας έξυπνης συσκευής και μιας ετικέτας με δυνατότητα NFC, η οποία δεν είναι δυνατή με την τεχνολογία RFID. Αρχικά, το NFC εισήχθη ως εναλλακτική λύση στο υπάρχον πρότυπο Bluetooth, έχοντας πολύ μικρότερο εύρος και μέτριο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (μέγιστο 424 kbps).

Σε αντίθεση με το Bluetooth, οι ετικέτες NFC μπορεί να είναι χωρίς μπαταρία ή παθητικές. Υπάρχουν πέντε διαφορετικά είδη ισχυόντων προτύπων για NFC που είναι τύπου 1&2-ISO/IEC 14443 A, τύπου 3-JIS X 6319-4 (Felica), τύπου 4-ISO/IEC 14443 A/B και τύπου 5-ISO/IEC 15693 (18000-3) όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Το προτεινόμενο IC frontend έχει σχεδιαστεί με βάση στο ISO/IEC 15693 (18000-3) που αντιστοιχεί στις ετικέτες NFC τύπου 5. Ένας εμπορικός αναγνώστης RFID ISO 15693 ή μια έξυπνη συσκευή με δυνατότητα NFC μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επικοινωνία με την ετικέτα που έχει σχεδιαστεί με το προτεινόμενο IC.[11]

1.1.1 Λειτουργικότητα

Το NFC είναι μια τεχνολογία παρόμοια με την ασύρματη επικοινωνία, αλλά η απόσταση εργασίας του είναι πολύ μικρότερη, περίπου 4 cm. Υπάρχει πάντα ένας αποστολέας και ένας παραλήπτης. Ο πομπός παράγει ενεργά ένα πεδίο ραδιοσυχνότητας, το οποίο μπορεί να τροφοδοτήσει παθητικούς στόχους. Επιτρέπει τη γρήγορη ανάγνωση και εγγραφή δεδομένων. Εκτός από τα κινητά τηλέφωνα, υπάρχουν και κάρτες NFC σε μορφή έξυπνων καρτών, οι οποίες έχουν διαφορετικές χωρητικότητες ανάλογα με τις διαφορετικές χρήσεις.

Τύπος	Προϊόντα	Χωρητικότητα
Τύπος 1	Innovision Topaz	96 byte
Τύπος 2	NXP MIFARE Ultralight (C)	48 – 144 byte
Τύπος 3	Sony Felica	1, 4, 9 Kbyte
Τύπος 4	NXP DESFire	2, 4, 8 Kbyte
Mifare Classic	NXP MIFARE Classic	1, 4 Kbyte

Πίνακας 1.1: Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Near-field_communication

Οι ετικέτες NFC και οι συσκευές ανάγνωσης NFC χρησιμοποιούν συχνότητα NFC περίπου 13,56 MHz. Η πλήρης μορφή NFC είναι επικοινωνία κοντινού πεδίου. Όπως υποδηλώνει το όνομα, είναι μια τεχνολογία επικοινωνίας σε μικρές αποστάσεις που λειτουργεί σε υψηλές συχνότητες και χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή δεδομένων μετάδοσης μεταξύ συσκευών. Μια συσκευή στο δίκτυο NFC ονομάζεται "ετικέτα NFC" και η άλλη συσκευή ονομάζεται "αναγνώστης NFC".

Το NFC είναι μια αναβάθμιση της τυπικής τεχνολογίας RFID. Η αρχή της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής μεταξύ δύο κεραίων βρόχου χρησιμοποιείται για τη δημιουργία επικοινωνίας. Η σύνδεση ολοκληρώνεται σε λίγα δευτερόλεπτα. Το NFC 13,56 MHz βρίσκεται στη ζώνη ραδιοσυχνοτήτων και δεν απαιτεί άδεια. Θεωρείται περιοχή ISM.[11]

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει χρήσιμες παραμέτρους που σχετίζονται με την τεχνολογία NFC.

Προδιαγραφές	Υποστήριξη τεχνολογίας NFC
Απόσταση αντίληψης	Μικρότερη από 10 cm
Συχνότητα λειτουργίας NFC	13,56 MHz
Ρυθμός δεδομένων NFC	106/212/424 kbps με βάση τον τύπο ετικέτας
Λειτουργία πρόσβασης δεδομένων	Read/Write ή Read Only
Πρότυπα, ISO14443 A/B	ISO 18092 κ.λπ

Πίνακας 1.2 : Παραμέτρους που σχετίζονται με την τεχνολογία NFC.

1.1.2 NFC sensors

Από τους διαθέσιμους αναγνώστες NFC, για την πτυχιακή μου εργασία έχω επιλέξει δύο. Ο πρώτος που τελικά χρησιμοποιείται είναι ο PN5180.Ο δεύτερος είναι ο MFRC522.

PN5180

Σαν ιδιαίτερα ενσωματωμένο ολοκληρωμένο κύκλωμα frontend υψηλής επίδοσης πλήρες NFC για ανέπαφη επικοινωνία σε 13.56 MHz, αυτό το ολοκληρωμένο κύκλωμα frontend χρησιμοποιεί έναν σημαντικό τρόπο διαμόρφωσης και αποδιαμόρφωσης που

ενσωματώνεται πλήρως στα διαφορετικά είδη, μεθόδους και πρωτόκολλα επικοινωνίας χωρίς επαφή. Το PN5180 εξασφαλίζει μέγιστη διαλειτουργικότητα για την επόμενη γενιά NFC. Το PN5180 βελτιστοποιείται για τις τελικές εφαρμογές σημείων πωλήσεων και εφαρμόζει μια υψηλής ισχύος λειτουργικότητα NFC frontend που επιτρέπει την επίτευξη EMV(Europay, MasterCard and Visa.) συμμόρφωση σε επίπεδο RF χωρίς πρόσθετα εξωτερικά ενεργά εξαρτήματα. Το ολοκληρωμένο κύκλωμα PN5180 frontend υποστηρίζει τους ακόλουθους τρόπους λειτουργίας RF:

- Τύπος συστημάτων ανάγνωσης και εγγραφής που υποστηρίζει τον τύπο A ISO/IEC 14443 μέχρι 848 kBit / s
- Τρόπος επικοινωνίας ανάγνωσης/εγγραφής για το κλασικό ανέπαφο ολοκληρωμένο κύκλωμα MIFARE¹
- Τρόπος ανάγνωσης/εγγραφής που υποστηρίζει τον τύπο B ISO/IEC 14443 μέχρι 848 kBit / s
- Τρόπος ανάγνωσης/εγγραφής που υποστηρίζει JIS X 6319-4 (συγκρίσιμος με το σχέδιο FeliCa)
- Υποστηρίζει την ανάγνωση όλων των τύπων ετικετών NFC (τύπος 1, τύπος 2, τύπος 3, Τύπος 4A και τύπος 4B)
- Τρόπος ανάγνωσης/εγγραφής που υποστηρίζει ISO / IEC 15693
- Τρόπος ανάγνωσης/εγγραφής που υποστηρίζει τον τρόπο 3 ISO / IEC 18000-3
- ISO/IEC 18092 (NFC-IP1)
- ISO/IEC 21481 (NFC-IP-2)
- ISO / IEC 14443 Τύπος A εξομοίωση καρτών μέχρι 848 kBit / s

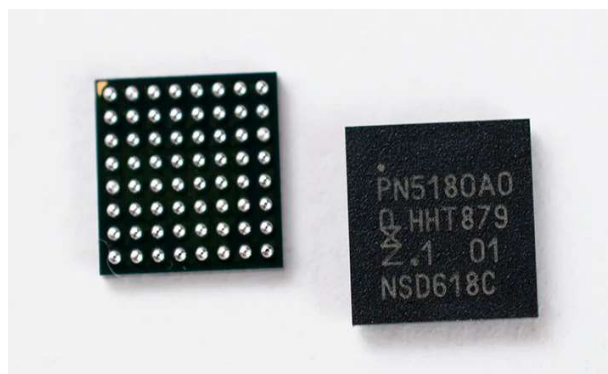
Μια διεπαφή κεντρικού υπολογιστή που βασίζεται στο SPI περιλαμβάνει:

- Διεπαφή SPI με ταχύτητα επικοινωνίας μέχρι 7 Mbit / s με τα σήματα MOSI, MISO, NSS και SCK
- Διακοπή γραμμής αιτήματος για ενημέρωση του κεντρικού ελεγκτή σχετικά με ασύγχρονα γεγονότα.

¹ Το MIFARE είναι το εμπορικό σήμα της NXP Semiconductors μιας σειράς τσιπ ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (IC) που χρησιμοποιούνται σε ανέπαφες έξυπνες κάρτες και κάρτες εγγύτητας. [8]

- Διαμορφώσιμος pull-up αντιστάτης EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) στη γραμμή SPI MISO
- Απασχολημένος γραμμή για να δείξει να φιλοξενήσει τη διαθεσιμότητα των δεδομένων για την ανάγνωση

Το PN5180 υποστηρίζει εξαιρετικά καινοτόμα και μοναδικά χαρακτηριστικά που δεν απαιτούν αλληλεπίδραση με άλλον ελεγκτή κεντρικού υπολογιστή. Αυτά τα μοναδικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν Dynamic Power Control (DPC), Adaptive wave control (AWC), Adaptive receiver control (ARC), και πλήρως αυτόματος χειρισμός σφαλμάτων Electronic Miscellaneous Document (EMD). Η ανεξαρτησία των αλληλεπιδράσεων ελεγκτή κεντρικού υπολογιστή σε πραγματικό χρόνο κάνει αυτό το προϊόν την καλύτερη επιλογή για τα συστήματα που λειτουργούν ένα προληπτικό multitasking OS όπως Linux ή Android.[1]



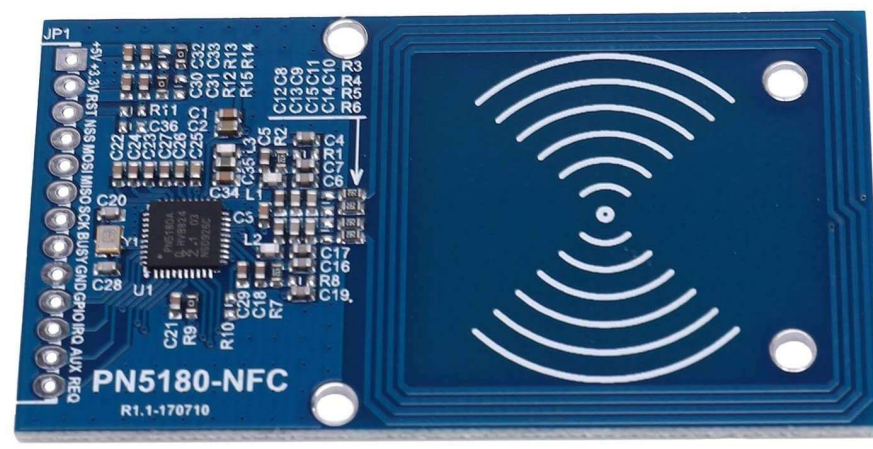
(Σχήμα 1.1) PN5180

Πηγή: <https://www.nxp.com/>

- NFC Cockpit: PC-based εργαλείο υποστήριξης για γρήγορη διαμόρφωση των ρυθμίσεων του μητρώου

Εφαρμογές

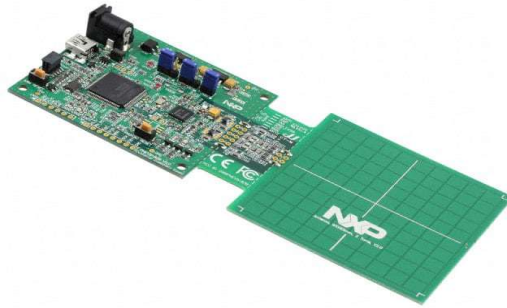
- Πληρωμή
- Φυσική-πρόσβαση
- eGov (Electronic Government)
- Βιομηχανικές εφαρμογές



(Σχήμα 1.3 :: Φωτογραφία της πλακέτας) PN5180

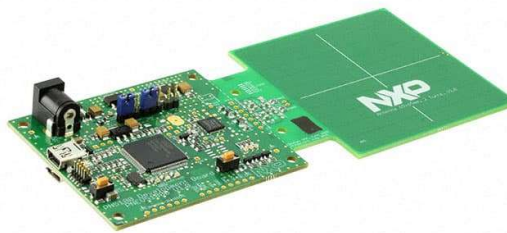
Πηγή: <https://www.amazon.co.uk/>

Υπάρχουν επίσης και συστήματα με μεγαλύτερες πλακέτες και κεραίες του NXP για PN5180. Όπως για παράδειγμα τα συστήματα PNEV5180BM και OM25180FDKM που φαίνονται στα Σχήματα 1.4 και 1.5 αντίστοιχα.



(Σχήμα 1.4: Φωτογραφία της πλακέτας) PNEV5180BM (145,44 €)

Πηγή: <https://www.digikey.gr/en/products/detail/nxp-usa-inc./PNEV5180BM/7347554>



(Σχήμα 1.5: Φωτογραφία της πλακέτας) OM25180FDKM (202,74 €)

Πηγή: <https://www.digikey.gr/en/products/detail/nxp-usa-inc./OM25180FDKM/5798064>

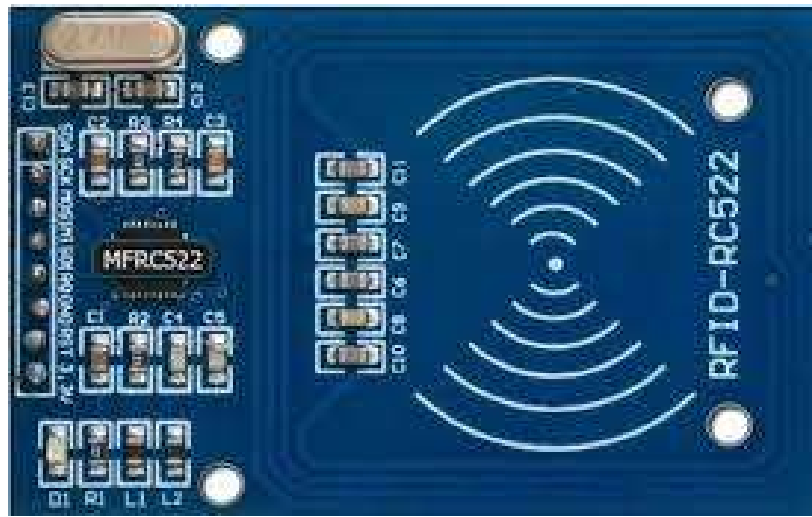
MFRC522

Το MFRC522 είναι ένα ιδιαίτερα ενσωματωμένο ολοκληρωμένο κύκλωμα ανάγνωσης/εγγραφής για την ανέπαφη επικοινωνία στα 13,56 MHz. Ο αναγνώστης MFRC522 υποστηρίζει ISO / IEC 14443 A / MIFARE και NTAG. Η εσωτερική συσκευή αποστολής σημάτων του MFRC522 είναι σε θέση να οδηγήσει μια κεραία reader / writer με σκοπό επικοινωνήστε με τις κάρτες και τους

αναμεταδότες ISO/IEC 14443 A/MIFARE χωρίς πρόσθετο ενεργό κύκλωμα. Η ενότητα δεκτών παρέχει μια γερή και αποδοτική εφαρμογή για αποδιαμόρφωση και αποκωδικοποίηση σημάτων σε σχέση με τις συμβατές κάρτες ISO/IEC 14443 A/MIFARE. Η το ψηφιακό υποσύστημα που διαθέτουν διαχειρίζεται την πλήρη διαμόρφωση ISO / IEC 14443 A και την ανίχνευση σφαλμάτων (ισοτιμία και CRC) λειτουργικότητα.[2]

Παρέχονται οι ακόλουθες διεπαφές :

- UART (παρόμοιο με RS232 με τα επίπεδα τάσης εξαρτώμενα από τον ανεφοδιασμό τάσης των ακροδεκτών)
- Serial Peripheral Interface (SPI)
- I 2C-bus interface

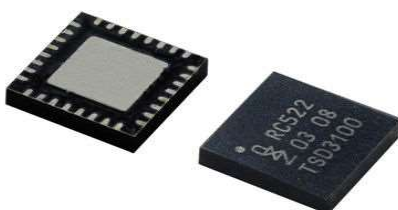


(Σχήμα 1.6: Φωτογραφία της πλακέτας) MFRC522

Πηγή: <https://www.amazon.co.uk/>

Χαρακτηριστικά και οφέλη:

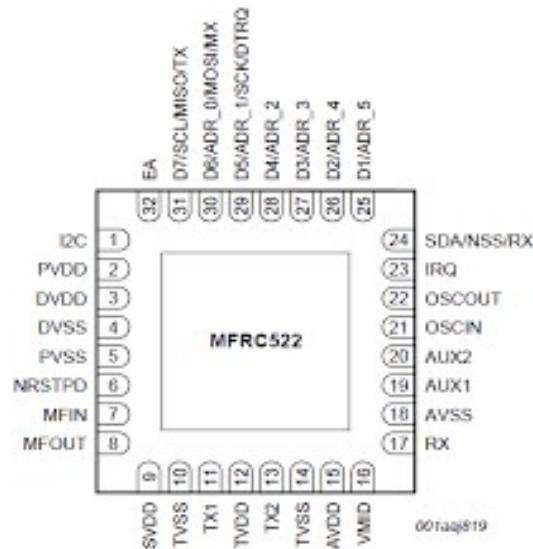
- Υποστηρίζει ISO / IEC 14443 A / MIFARE και NTAG.
- Τυπική απόσταση λειτουργίας σε λειτουργία ανάγνωσης / εγγραφής έως 50 mm ανάλογα με το μέγεθος κεραίας.
- Η κρυπτογράφηση υποστηρίζει MF1xxS20, MF1xxS70 και MF1xxS50 σε λειτουργία ανάγνωσης / εγγραφής.
- Υποστηρίζει ISO / IEC 14443 μια υψηλότερη επικοινωνία ταχύτητας μεταφοράς μέχρι 848 kBd.
- Έχει προγραμματιζόμενος χρονοδιακόπτης.
- Εσωτερικός ταλαντωτής για σύνδεση με κρύσταλλο χαλαζία 27.12 MHz 2.5 V στην παροχή ηλεκτρικού ρεύματος 3.3 V.
- Υπάρχει συνεπεξεργαστής CRC (Cyclic Redundancy Check).²
- Έχει προγραμματισίμενες I / O pins.



(Σχήμα 1.7) MFRC522

Πηγή: <https://www.nxp.com/>

² Cyclic Redundancy Check (CRC) είναι ένας κωδικός ανίχνευσης σφαλμάτων που χρησιμοποιείται συνήθως σε ψηφιακά δίκτυα και συσκευές αποθήκευσης για τον εντοπισμό τυχαίων αλλαγών στα ψηφιακά δεδομένα.[9]



(Σχήμα 1.8) MFRC522

Πηγή: <https://www.nxp.com/>

1.2 Μικροελεγκτής (ESP32-WROOM-32 με 38 pins)

Το ESP32-WROOM-32 είναι ένα ισχυρό Wi-Fi + BT + BLE MCU γενικής χρήσης, κατάλληλο για ποικίλες εφαρμογές, από δίκτυα αισθητήρων χαμηλής κατανάλωσης έως τις πιο απαιτητικές εργασίες, όπως κωδικοποίηση φωνής, ροή μουσικής και αποκωδικοποίηση. MP3 Ο πυρήνας αυτού του συστήματος είναι το τσιπ ESP32-D0WDQ6. Ο σχεδιασμός του ενσωματωμένου τσιπ είναι επεκτάσιμος και προσαρμόσιμος. Υπάρχουν δύο ανεξάρτητα ελεγχόμενοι πυρήνες CPU και η συχνότητα ρολογιού της CPU είναι ρυθμιζόμενη από 80 MHz έως 240 MHz. Το τσιπ διαθέτει επίσης έναν συνεπεξεργαστή χαμηλής κατανάλωσης, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί για την CPU για εξοικονόμηση ενέργειας κατά την εκτέλεση εργασιών που δεν απαιτούν μεγάλη υπολογιστική ισχύ, όπως η περιφερειακή παρακολούθηση. Το ESP32 ενσωματώνει μια πληθώρα περιφερειακών, συμπεριλαμβανομένων χωρητικών αισθητήρων αφής, αισθητήρων Hall, διασύνδεσης κάρτας SD, Ethernet, SPI υψηλής ταχύτητας, UART, I²S και I²C.[3]

Η πλακέτα ESP32 λειτουργεί μεταξύ 2.2 V και 3.6 V. αλλά παρέχουμε 5V από τη θύρα Micro-USB. Για 3.3 V υπάρχει ήδη ένας ρυθμιστής τάσης LDO για να διατηρηθεί σταθερή η τάση στα 3.3 V. το ESP32 μπορεί να τροφοδοτηθεί χρησιμοποιώντας θύρα Micro USB και pin Vin.

Για τροφοδότηση του ESP32, υπάρχει τρεις επιλογές:

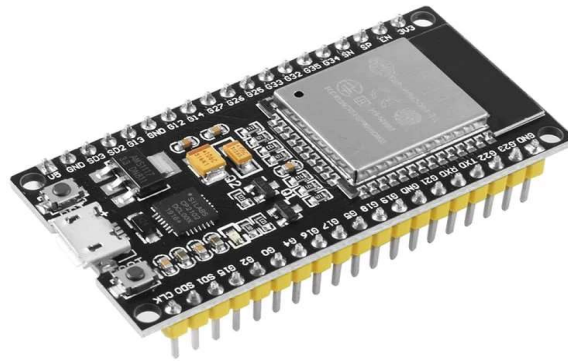
1. Μέσω της θύρας USB.
2. Χρησιμοποιώντας μη ρυθμισμένη τάση μεταξύ 5V και 12V, συνδεδεμένη με τις ακίδες 5V και GND. Αυτή η τάση ρυθμίζεται σε πλακέτα.
3. Χρησιμοποιώντας ρυθμιζόμενη τάση 3.3 V, συνδεδεμένη με τις pins 3.3 V και GND. Θα πρέπει κανείς να είναι πολύ προσεκτικός με αυτό: Η τάση να μην υπερβαίνει το όριο 3.3 V , διότι η μονάδα ESP32 θα καταστραφεί.

Προσοχή: να είστε πολύ, πολύ προσεκτικοί για να χρησιμοποιήσετε μόνο μία από αυτές τις επιλογές ταυτόχρονα.

Για παράδειγμα, μην τροφοδοτείτε το ESP32 μέσω του ακροδέκτη 5 V χρησιμοποιώντας μια είσοδο 10 V ενώ ταυτόχρονα έχετε τη μονάδα συνδεδεμένη στον υπολογιστή σας μέσω USB. Αυτό σίγουρα θα βλάψει τη μονάδα σας, και ίσως ακόμη και τον υπολογιστή σας.

1.2.1 ESP32 με 38 pins

Σε αυτή την εργασία θα χρησιμοποιηθεί το ESP32 με 38 pins.



(Σχήμα 1.10) ESP32 με 38 pins

Πηγή: <https://www.aliexpress.com/i/4001027569497.html>

Το 38 pin ESP32 είναι μια πλακέτα ανάπτυξης που ενσωματώνει τον μικροελεγκτή ESP32-WROOM-32 SMD Espressif. Αυτή η πλακέτα επιτρέπει να ελεγχθεί όλα τα είδη αισθητήρων, μονάδων και ενεργοποιητών μέσω WIFI και BLUETOOTH. Διαθέτει micro USB Type B για τροφοδοσία και για τον προγραμματισμό του ESP32 ενσωματώνει το ίδιο το USB στον ελεγκτή UART CP2102.

Πώς να χρησιμοποιήσετε το 38 pin ESP32;

Η μονάδα διαθέτει ρυθμιστή τάσης που σας επιτρέπει να εισάγετε 5 V μέσω της θύρας USB, μπορείτε επίσης να την τροφοδοτήσετε με 3,3 V στις ακροδέκτες 3,3 V και GND(γείωση) του ESP32 θα μπορείτε να το καταστρέψετε. Διαθέτει επίσης το τσιπ CP2102 που χειρίζεται την επικοινωνία USB-Serial.[3]

Μπορεί να προγραμματιστεί με διάφορα λογισμικά, γλώσσες προγραμματισμού, πλαίσια, βιβλιοθήκες, κώδικα/παραδείγματα και άλλους πόρους. Τα πιο συνηθισμένα για να επιλέξετε είναι: Esp-idf (Espressif IoT Development Framework) που αναπτύχθηκε από τον κατασκευαστή chip, Arduino IDE (σε γλώσσα C ++), Simba Embedded Programming RTOS (όπως Zephyr Project, Mongoose OS, NuttX RTOS), MicroPython , LUA, Javascript (Espruino, Duktape, Mongoose JS), Basic.

Η ακίδα ESP32 38 είναι ειδικά σχεδιασμένη για να λειτουργεί με πρωτόπλακα και με τη βοήθεια των καλωδίων Dupont συνδέει γρήγορα όλους τους τύπους αισθητήρων.

Συμβατό Arduino και Micropython.

Συμβατό Arduino και Micropython.

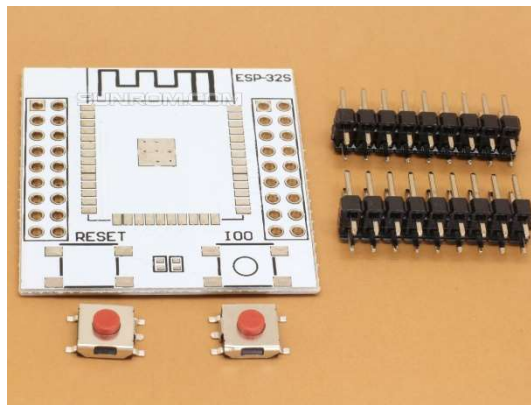
Χαρακτηριστικά

- Τύπος: Μονάδα WiFi + Bluetooth
- Μοντέλο: ESP32 38 pins
- Τάση ισχύος (USB): 5 V DC
- Τάση εισόδου/εξόδου: 3,3 V DC
- Κατανάλωση ισχύος: 5 μ A
- Κύρια CPU: Tensilica Xtensa 32-bit LX6
- Απόδοση: Έως 600 DMIPS
- Συχνότητα ρολογιού: έως 240 Mhz
- Δευτερεύων επεξεργαστής: επιτρέπει βασικές χρήσεις σε λειτουργία εξαιρετικά χαμηλής κατανάλωσης
- Wi-Fi: 802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz έως 150 Mbit/s)
- Bluetooth: 4.2 BR/EDR BLE λειτουργία διπλού ελέγχου
- Μνήμη: 448 KByte ROM, 520 KByte SRAM, 6 KByte SRAM σε RTC και το QSPI υποστηρίζει πολλαπλά τσιπ flash / SRAM
- Τσιπ USB-Σειρά: CP2102
- Κεραία: PCB
- Ψηφιακές ακροδέκτες GPIO: 24 (μερικές ακροδέκτες μόνο ως είσοδος)
- Ψηφιακός αναλογικός μετατροπέας: δύο ADC τύπου SAR 12 bit, υποστηρίζει μετρήσεις σε έως και 18 κανάλια, ορισμένες ακίδες υποστηρίζουν ενισχυτή με προγραμματιζόμενο κέρδος
- Ασφάλεια: IEEE 802.11, συμπεριλαμβανομένων των WPA, WPA/WPA2 και WAPI
- Κρυπτογραφία με επιτάχυνση υλικού: AES, SHA-2, RSA, κρυπτογραφία ελλειπτικής καμπύλης (ECC), γεννήτρια τυχαίων αριθμών (RNG)

1.2.2 ESP32-WROOM-32 Χωρίς πλακέτα

Αν δεν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε το ESP32 με τη πλακέτα για οποιαδήποτε λόγο (π.χ να μην καταλαμβάνει πολύ χώρο) μπορούμε να σχεδιάσουμε μια μικρή πλακέτα ή μπορούμε να αγοράσουμε ένα Breakout PCB (Σχήμα 9.1) και (Σχήμα 10.1). Με αυτό το τρόπο, εξοικονομούμε χώρο. Αλλά με αυτό το τρόπο θα υπάρξει ένα πρόβλημα. Πως θα μπορέσουμε να προγραμματίσουμε το μικροεπεξεργαστής μας; Η λύση είναι να χρησιμοποιήσουμε μια μονάδα λήψης USB σε TTL STC UART π.χ το CP2102 (Σχήμα 11.1).

Ένας μετατροπέας USB σε UART είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που χρησιμοποιείται για την αποστολή ή λήψη σειριακών δεδομένων από μια θύρα USB σε σειριακά δεδομένα που μπορούν να ληφθούν ή να σταλούν από μια διεπαφή UART.



(Σχήμα 1.11) Breakout PCB

Πηγή: <https://www.sunrom.com/p/breakout-pcb-for-esp32-esp-32s>



(Σχήμα 1.12) PCB με ESP32

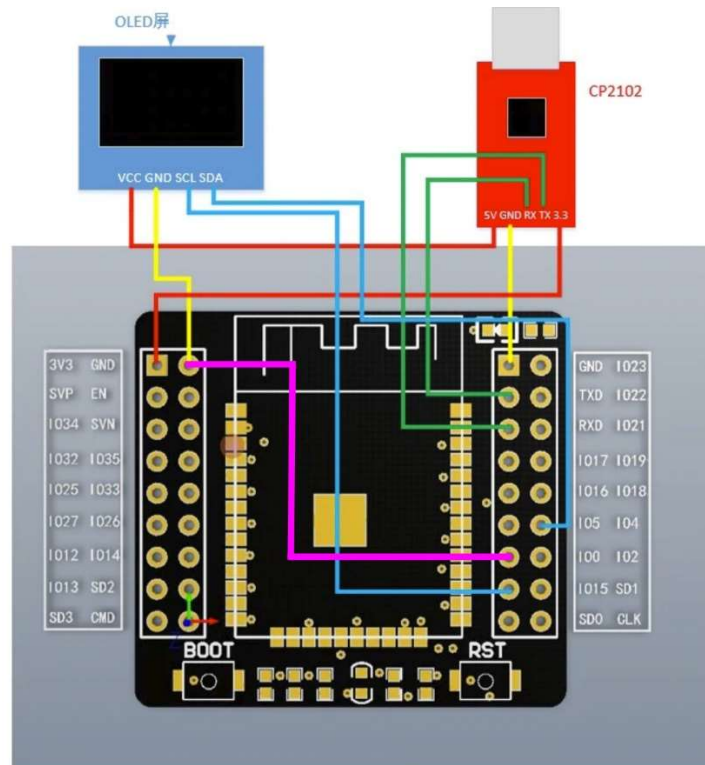
Πηγή: <https://www.lab4iot.com/2019/07/07/soldering-the-esp32-wroom-to-pcb/>



CP2102 module

(Σχήμα 1.13) CP2102

Πηγή: <https://www.joom.com/el/products/5cb4465228fc7101016cdc88>



(Σχήμα 1.14) Συνδεσμολογία PCB με Uart USB (αγνοήστε το OLED πάνω αριστερά)

Πηγή: <https://www.lab4iot.com/2019/07/14/tutorial-on-how-to-program-the-esp32-wroom-32-or-esp32f/>

1.2.3 Οι Λόγοι επιλογής Esp32

Μέσα στους λογούς για την επιλογή του ESP32 είναι βέβαια οι δυνατότητες που έχει το ESP32 όπως αναφέρεται και πιο πάνω. Εκτός από αυτές, ένας άλλος λόγος που απαιτείται ίδιο volt με το PN5180 RFID sensor που είναι 3.3 V.

2. Πληροφορίες για το κύκλωμα

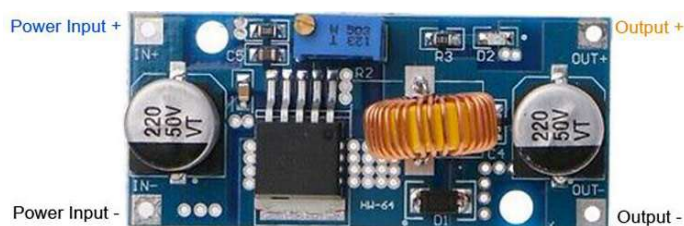
2.1 Περιγραφή υλικού

2.1.1 Ρυθμιστής Τάσης.

Ο λόγος που χρησιμοποιώ μια ρυθμιστής τάσης εδώ, είναι ο λόγος που επιθυμώ να τροφοδοτήσω το κύκλωμα μου με **μια** επαναφορτιζόμενη μπαταριά. Έτσι, η μπαταρία 12 V μπορεί να τροφοδοτήσει και την κλειδαριά και το ESP32. Βέβαια μέσα στην ESP32 υπάρχει ένας ρυθμιστής τάσης που η έξοδος του δίνει 3.3 V. Αλλά επειδή το 12 V είναι παρα πολύ για τη ESP32 τοποθετώ μπροστά του ένας δυνατός ρυθμιστής τάση για ασφάλεια.

Η XL4015 είναι μια μονάδα ισχύος DC σε DC step-down (BUCK) που λειτουργεί σε συχνότητα μεταγωγής 180 kHz. Σε τέτοια υψηλή συχνότητα, παρέχει εξαρτήματα φίλτρου μικρότερου μεγέθους σε σύγκριση με τους ρυθμιστές μεταγωγής χαμηλής συχνότητας.

Αυτός ο μετατροπέας μεταγωγής DC-DC είναι ικανός να οδηγεί φορτίο 5 A με εξαιρετική ρύθμιση γραμμής και φορτίου. Το κύριο εξάρτημα μεταγωγής είναι το XL4015, ένας ρυθμιζόμενος ρυθμιστής μεταγωγής έκδοσης εξόδου. Είναι ένας αποτελεσματικός ρυθμιστής μεταγωγής και η απόδοση εξόδου είναι σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με τους δημοφιλείς ρυθμιστές ενίσχυσης. Σε υψηλότερες τάσεις εισόδου, ο ρυθμιστής λειτουργεί σε συχνότητα μεταγωγής 180 kHz, επιτρέποντας έτσι το συνολικό μέγεθος της πλακέτας να είναι μικρότερο και να εξοικονομεί χώρο. Είναι μια μονάδα μεταγωγής υψηλής ισχύος με δακτυλιοειδή επαγωγή.[4]



(Σχήμα 2.1) XL4015

Πηγή: <https://components101.com/modules/xl4015-dc-dc-converter-module>

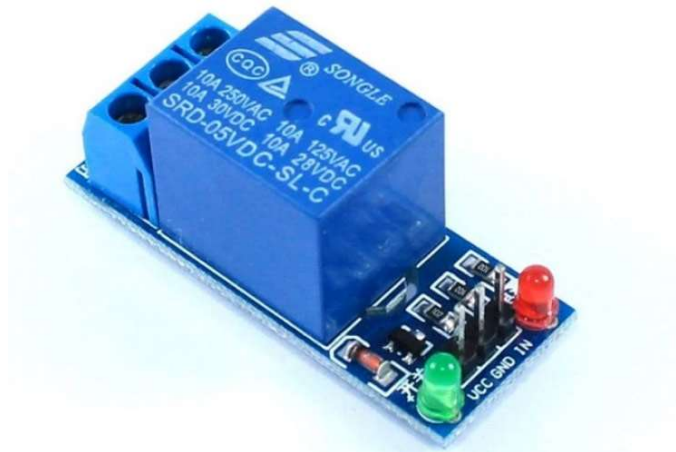
Χαρακτηριστικά και Προδιαγραφές :

- Τάση εισόδου: 4 – 38 V
- Τάση εξόδου: 1,25 - 36 V (ρυθμιζόμενη)
- Ρεύμα εξόδου: Μέγιστο ρεύμα εξόδου 5 A
- Σημείωση: Όσο υψηλότερη είναι η τάση, το ρεύμα φορτίου αυξάνεται. Προσπαθήστε να το χρησιμοποιήσετε εντός 4,5 A.
- Ισχύς εξόδου: Συνιστάται η χρήση εντός 75 W
- Σημείωση: Απαιτείται ψύκτρα εάν η ισχύς εξόδου υπερβαίνει τα 50 W
- Απόδοση αυτού του ρυθμιστή έως και 96%
- Σημείωση: Η απόδοση σχετίζεται με την τάση εισόδου, την τάση εξόδου, το ρεύμα και τη διαφορά τάσης
- Ρύθμιση φορτίου: 0,8%
- Ρύθμιση τάσης: 0,8%
- Ρυθμιζόμενο ποτενσιόμετρο επί του σκάφους για ρύθμιση της τάσης εξόδου.
- Ένδειξη LED ισχύος
- Ενεργοποιήθηκε η θερμική προστασία.
- Αναλογία βραχυκυκλώματος: περιορισμένη στα 8 A.
- Διάσταση: 54*23*18 mm

2.1.2 Ρελέ 5 V με 1 κανάλι και με πλακέτα

Χαρακτηριστικά :

- Τάση τροφοδοσίας – 3,75 V έως 6 V
- Ρεύμα ηρεμίας: 2 mA
- Ρεύμα όταν το ρελέ είναι ενεργό: ~70 mA
- Μέγιστη τάση επαφής ρελέ – 250 VAC ή 30 VDC
- Μέγιστο ρεύμα ρελέ – 10 A

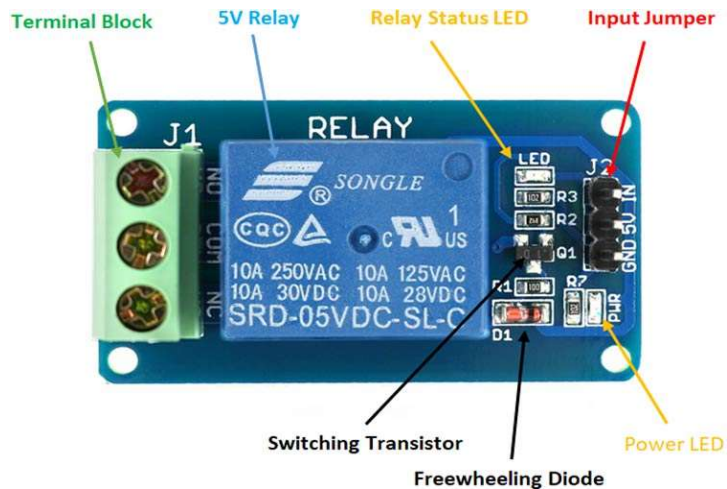


(Σχήμα 2.2) Ρελέ

Πηγή: <https://components101.com/switches/5v-single-channel-relay-module-pinout-features-applications-working-datasheet>

Στοιχεία που παρουσιάζονται σε μονάδα ρελέ μονού καναλιού 5 V:

Ρελέ 5 V, τρανζίστορ, δίοδος, LED, αντιστάσεις, αρσενικοί ακροδέκτες, βιδωτή υποδοχή ακροδεκτών 3 ακίδων.[5]



(Σχήμα 2.3) Ρελέ

Πηγή: <https://components101.com/switches/5v-single-channel-relay-module-pinout-features-applications-working-datasheet>

2.1.3 Η κλειδαριά ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας (Solenoid lock)

Η κλειδαριά ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας 12 V έχει τεμάχιο μετάλλου με λοξή κοπή και καλό στήριγμα στήριξης. Είναι βασικά μια ηλεκτρονική κλειδαριά, σχεδιασμένη για ένα βασικό ντουλάπι, χρηματοκιβώτιο ή πόρτα. Όταν εφαρμόζεται 9-12 VDC, ο η γλώσσα τραβιέται προς τα μέσα ώστε να μην προεξέχει και η πόρτα μπορεί να ανοίξει. Δεν χρησιμοποιεί καμία δύναμη σε αυτή την κατάσταση. Είναι πολύ εύκολο να εγκατασταθεί για συστήματα αυτόματης κλειδαριάς πόρτας όπως ηλεκτρική κλειδαριά πόρτας με την πλακέτα στερέωσης.[6]



(Σχήμα 2.4) Solenoid lock

Πηγή: <https://eboxlock.en.made-in-china.com/product/eXrxkgLMqGUf/China-Electric-Lock-Solenoid-Long-Tougue-12VDC-24VDC-6VDC.html>

Προδιαγραφές:

- Τάση λειτουργίας: 12 V DC
- Τραβάει 650 mA στα 12V, 500 mA στα 9 V όταν ενεργοποιείται
- Σχεδιασμένο για χρόνο ενεργοποίησης 1-10 δευτερολέπτων
- Μήκος σύρματος: 222,25 mm

2.1.4 Επαναφορτιζόμενη μπαταριά

- Για την τροφοδότηση κυκλώματος χρησιμοποιώ μια επαναφορτιζόμενη μπαταριά με 12 V και 3000 mAh. Εδώ το mAh, σημαίνει Milliamps Hour. Ο χρόνος αμπερ είναι 1 / 1000ο της Ah, άρα 1000 mAh = 1,0 Ah. Τα χιλιοστά (mAh) είναι σημαντικά επειδή είναι ο ευκολότερος τρόπος έκφρασης της ισχύος ή της χωρητικότητας μιας μπαταρίας. Όσο υψηλότερο είναι το mAh, τόσο περισσότερο θα διαρκέσει η μπαταρία. Έτσι λοιπόν, στην μπαταριά μας που είναι 3000 mAh εάν τοποθετήσουμε αυτήν την μπαταρία σε μια συσκευή που καταναλώνει συνεχώς ρεύμα 100 milliampere, ο χρόνος λειτουργίας της συσκευής θα είναι περίπου 30 ώρες.



(Σχήμα 2.5) Μπαταρία

Πηγή:https://www.aliexpress.com/item/1005003445516068.html?gatewayAdapt=glo2deu&spm=a2g0o.productlist.0.0.36562139cvnTaN&algo_pvid=65eab550-f7e6-4d99-b7c3-d2599fba23c6&algo_exp_id=65eab550-f7e6-4d99-b7c3-d2599fba23c6-41&pdp_ext_f=%7B%22sku_id%22%3A%2212000025821203178%22%7D

Χαρακτηριστικά :

Ονομαστική τάση: 12 V

Ονομαστική χωρητικότητα: 3000mAh

Τυπικό ρεύμα εκφόρτισης: 0,2C

Μέγιστο ρεύμα εκφόρτισης: 1C

Προϊόντα: $\leq 250\text{m ohm}$ εσωτερική αντίσταση

Το πακέτο μπαταριών ενσωματωμένη πλακέτα προστασίας μπαταρίας PCB!

Εφαρμοστέο πεδίο εφαρμογής: όλα τα είδη ηλεκτρικών μοντέλων, ηλεκτρικά εργαλεία, ηλεκτρικά παιχνίδια...

Το πλεονέκτημα της χρήσης μπαταρίας λιθίου:

1 μικρός όγκος, μικρό βάρος, μεγάλη χωρητικότητα, προστασία περιβάλλοντος, χωρίς εφέ μνήμης.

Το 2 είναι η ισχύς της φορητής ηλεκτρονικής συσκευής επιλογής, αλλά πιο λεπτή χρήση της μπαταρίας λιθίου, παρακαλούμε δώστε προσοχή στα ακόλουθα σημεία.

Χρησιμοποιήστε την κοινή λογική:

1. πρέπει να φορτιστεί χρησιμοποιώντας τυπικό φορτιστή μπαταρίας λιθίου 4,2 V.
2. απαγορεύει τη μεγάλη εκφόρτιση ρεύματος.
3. απαγορεύει την εκφόρτιση, η τάση μιας μπαταρίας δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 2,5 V.
4. Απαγορευμένη αποσυναρμολόγηση, βραχυκύκλωμα της μπαταρίας, πιθανότατα από βραχυκύκλωμα.

2.1.5 Buzzer



(Σχήμα 2.6) Buzzer

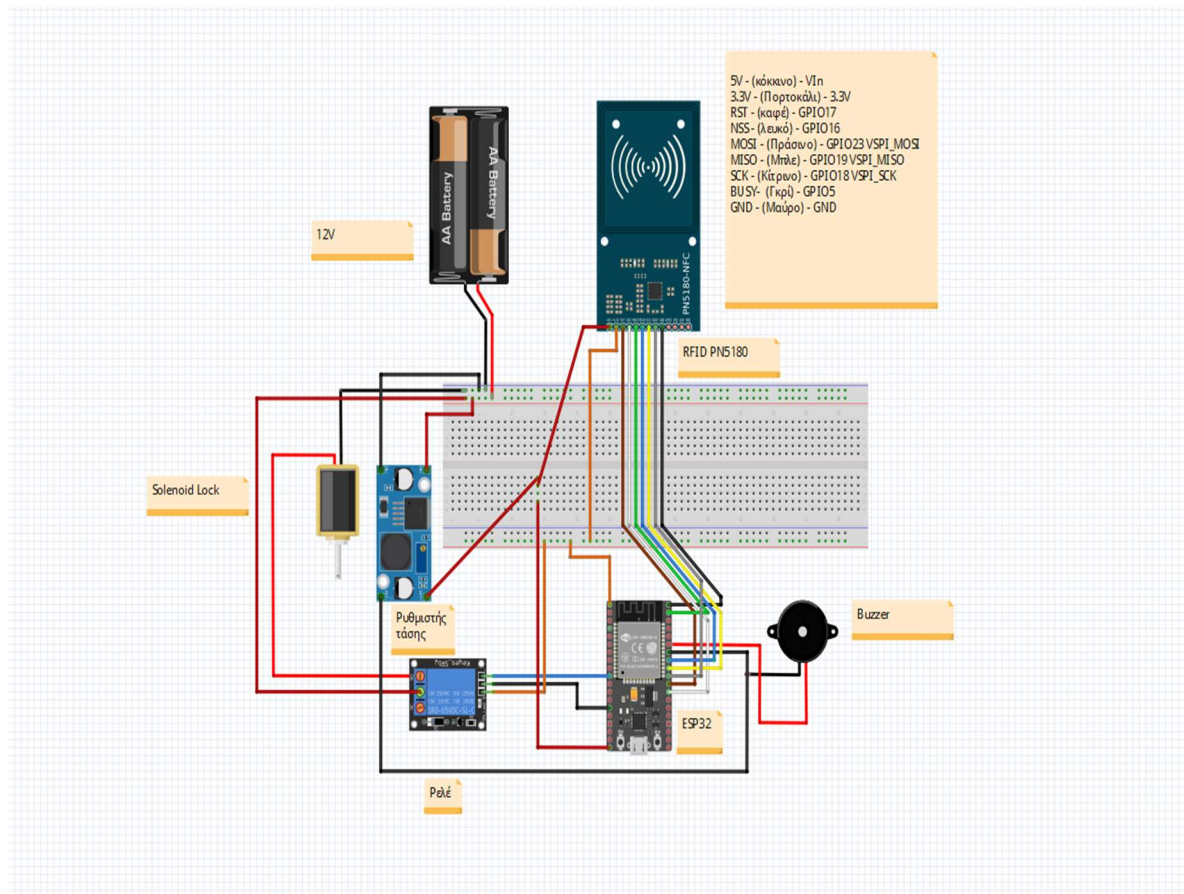
Πηγή: <https://www.rapidonline.com/rvfm-kpmb-2606l-6v-electronic-buzzer-with-20cm-lead-35-3588>

Χαρακτηριστικά :

- Σειρά KPMB-2600L
- Ονομαστική τάση 6 V DC
- Ονομασία ρεύματος 40 mA
- 80dB σε έξοδο ήχου 20 cm
- Συχνότητα 400 Hz

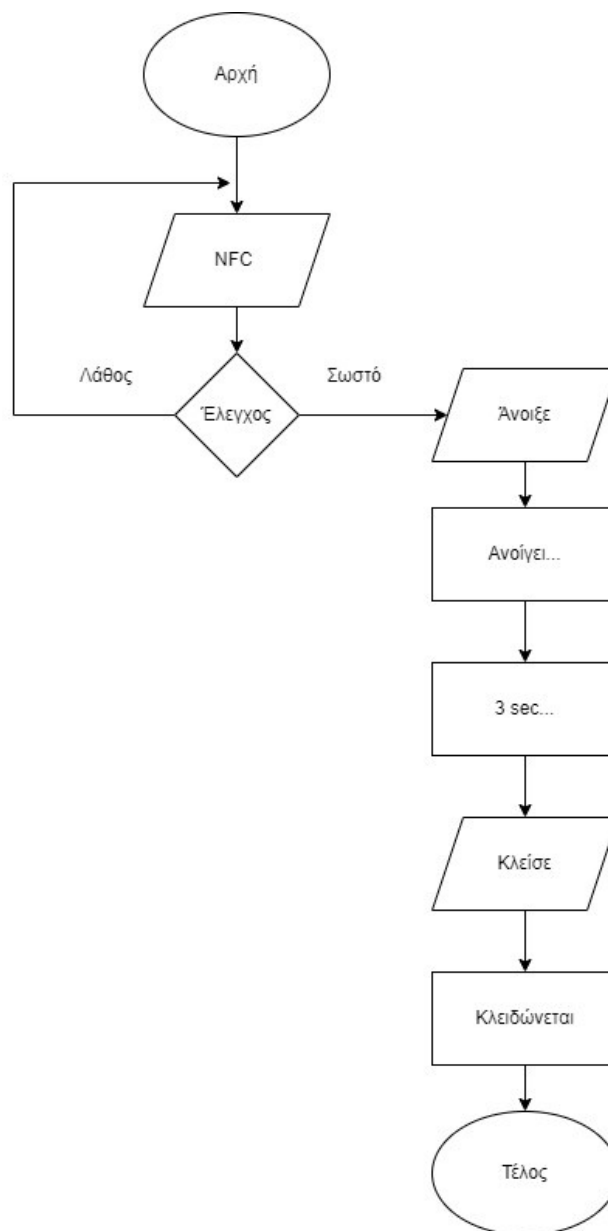
2.2 Κύκλωμα

Στην Σχήμα 13.2 όπως βλέπεται, η εργασία θα μοιάζει σαν αυτήν, όχι ακριβώς αλλά ο στόχος του είναι ίδιο.



(Σχήμα 2.7) Προσομοίωση του Κυκλώματος (Σχεδιάστηκε στο Fritzing)

Η λειτουργία του κυκλώματος με βήμα-βήμα όπως είναι στην διάγραμμα ροής (Σχήμα 2.8). Στην αρχή το σύστημα θα αρχίσει με το διάβασμα του RFID sensor από το NFC του κινητού τηλεφώνου θα ελέγξει και θα δοθεί εντολή από την μικροεπεξεργαστή στη ρελέ για να ανοίξει την κλειδαριά τις πόρτας.



(Σχήμα 2.8) Διάγραμμα ροής.

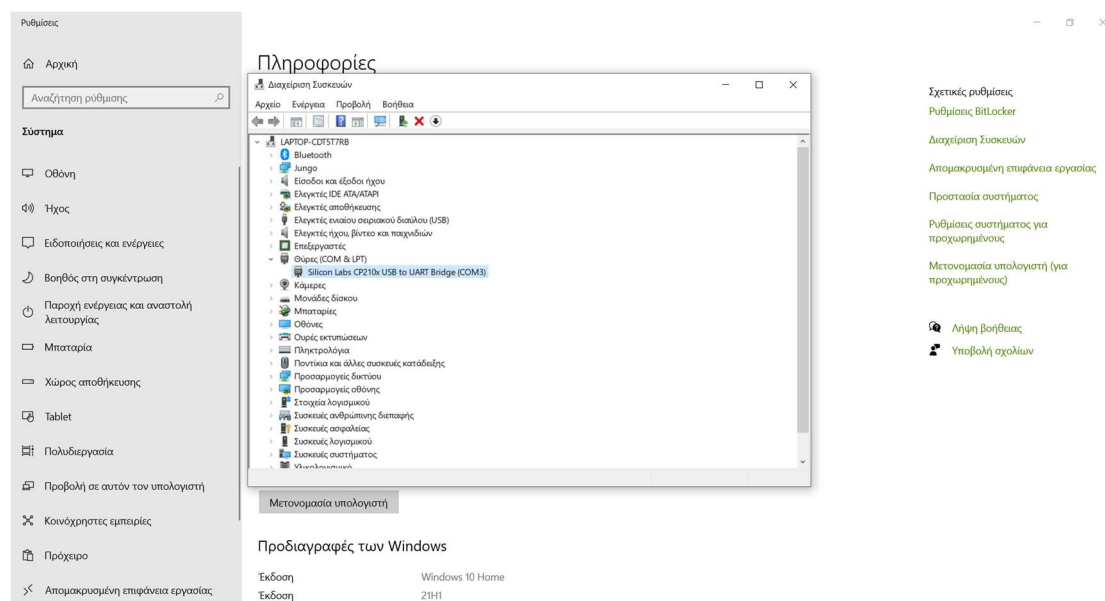
3. Ο προγραμματισμός του ESP32 και PN5180

3.1 Πως προγραμματίστηκε

Στην εργασία αυτή έχει επιλεγθεί το Arduino IDE για το προγραμματισμό του ESP32 και του PN5180.

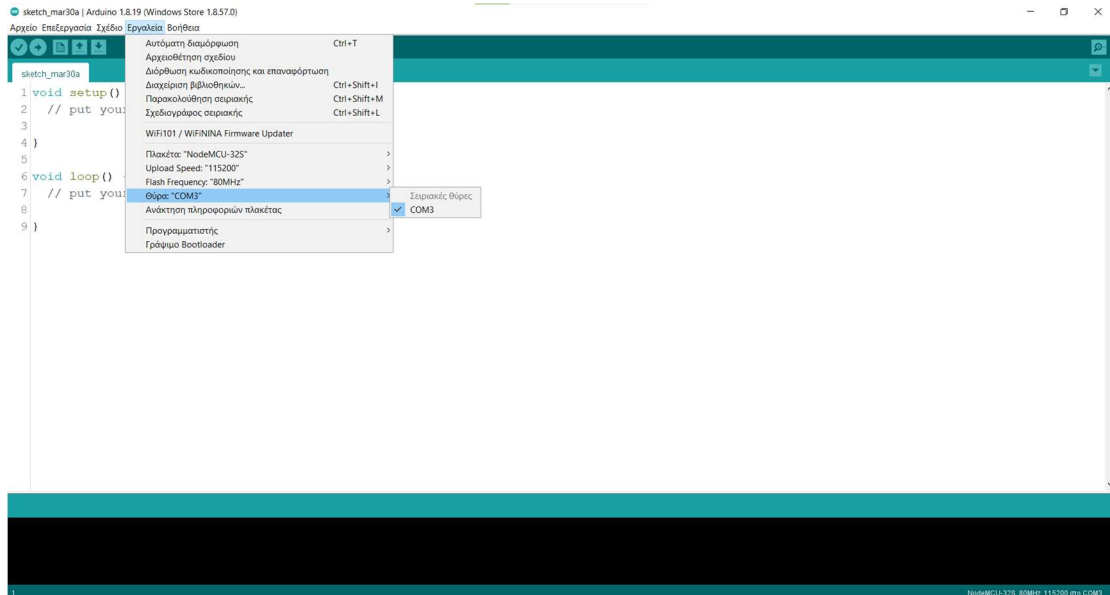
Στην αρχή όταν θα συνδέσετε το ESP32 μπορεί να μην σας εμφανίσει στο port το com που έχει το ESP32. Για να εμφανιστεί το com και να μάθετε ποιο com έχει το ESP32 σας πρέπει να κατεβάσετε στο υπολογιστή σας ένα Driver. Για παράδειγμα σε αυτή την εργασία χρησιμοποιήθηκε το CP210x USB to UART Bridge VCP Driver (<https://www.silabs.com/developers/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers>)

Στη συνέχεια για να μάθουμε το com ελέγχουμε πηγαίνοντας Ρυθμίσεις → Διαχείριση Συσκευών → Θύρες.



(Σχήμα 3.1) Ελέγχουμε το com

Μετά ανοίγουμε το Arduino IDE και επιλέγουμε το com αυτό που έχουμε.
Εργαλεία→θύρα.

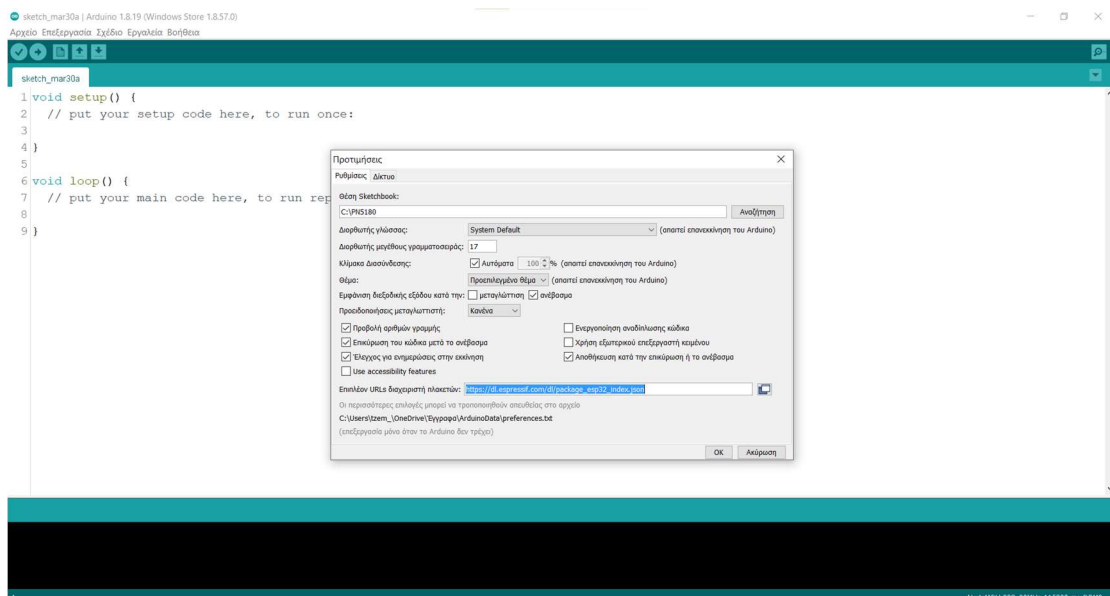


(Σχήμα 3.2) Στο Arduino IDE επιλέγουμε το com.

Για να έχουμε τη πλακέτα για το ESP32 προσθέτουμε στο Arduino IDE το URL .

https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json

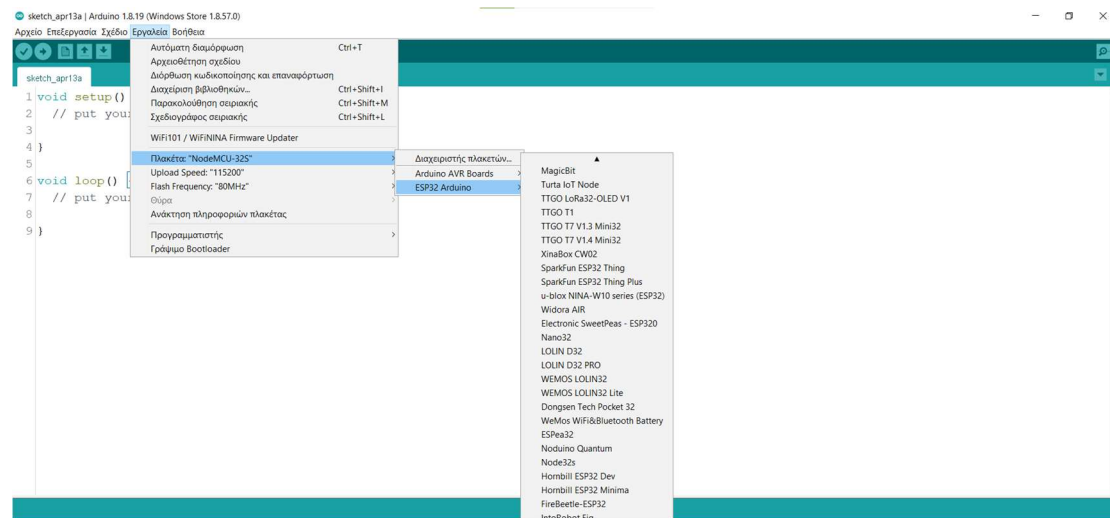
Αρχείο → Προτιμήσεις.



(Σχήμα 3.3) Το παράθυρο για την πρόσθεση URL.

Και στη συνέχεια επιλέγουμε τη συγκεκριμένη πλακέτα που έχουμε.

Εργαλεία→Πλακέτα.



(Σχήμα 3.4) Επιλογή πλακέτας.

3.1.1 Προγραμματισμός του ESP32

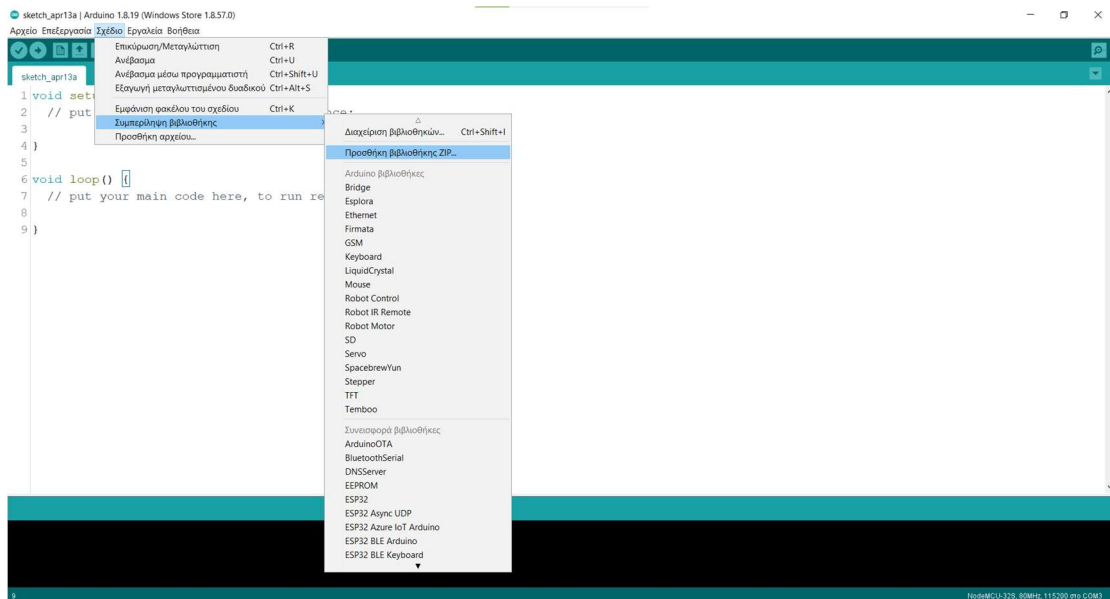
Το ESP32 μπορεί να προγραμματιστεί σε διαφορετικά περιβάλλοντα προγραμματισμού. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε :

- Arduino IDE
- Espressif IDF
- Micropython
- JavaScript
- LUA

Αυτή την εργασία χρησιμοποιήθηκε το Arduino IDE σε γλώσσα C++.

3.1.2 Προγραμματισμός του PN5180

Για να προγραμματίσουμε το PN5180 με την συγκεκριμένη πλακέτα που έχουμε, κατεβάζουμε τις βιβλιοθήκες(zip) που είναι σε γλώσσα C++ για το PN5180.[7]



(Σχήμα 3.5) Επιλογή βιβλιοθήκης σε zip που έχουμε κατεβάσει στο υπολογιστή μας.

Για άλλη επιλογή είναι να προγραμματίσετε το PN5180 χωρίς να χρησιμοποιείτε βιβλιοθήκες προτείνετε να κατεβάσετε το αρχείο AN12650 του NXP. (<https://www.nxp.com.cn/docs/en/application-note/AN12650.pdf>)

3.2 Ο κώδικας

```
#include <PN5180.h>
```

```
#include <PN5180ISO15693.h>
```

```
#include <PN5180ISO14443.h>
```

```
uint8_t swsthUid[8] =
```

```
{0xE3,0x93,0x2B,0x87,0x00,0x01,0x04,0xE0};
```

```
uint8_t swsthUid2 [4] = {0x03,0xA6,0x89,0x18};
```

```
// ρελε
```

```
const byte relayPin = 26;
```

```
//μπαζερ
```

```

int Buzzer = 21;

// oi pins tou PN5180 NSS, BUSY, kai RESET
// Theto to PN5180ISO15693 nfc kai to PN5180ISO14443 nfc2
PN5180ISO15693 nfc = { PN5180ISO15693(16,5,17),};
PN5180ISO14443 nfc2 = { PN5180ISO14443(16,5,17)};

// to teleuteo Uid
uint8_t prinUid[8];
uint8_t prinUid2[4];

void setup() {

    pinMode(relayPin, OUTPUT);
    digitalWrite(relayPin, HIGH);
    pinMode (Buzzer, OUTPUT);
    // entoli gia serial monitor
    Serial.begin(115200);

}

void loop() {

    {
        nfc.begin();

        nfc.reset();

        nfc.setupRF();
    }
}

```

```

// h dieythinsi poy diabazete
uint8_t thisUid[8];
ISO15693ErrorCode rc = nfc.getInventory(thisUid);
// an rc einai i karta poy diabastike
if(rc == ISO15693_EC_OK) {
    if(memcmp(thisUid, prinUid, 8) == 0) {

    }

    // an einai diaforetiki ID

    //Ο τελεστής sizeof επιστρέφει τον αριθμό των byte σε έναν τύπο μεταβλητής ή
    τον αριθμό των byte που καταλαμβάνει ένας πίνακας.

    //Το sizeof είναι ένας τελεστής χρόνου μεταγλώττισης που καθορίζει το μέγεθος,
    σε byte, μιας μεταβλητής ή ενός τύπου δεδομένων.

    else {

        Serial.print(F("Εντοπίστηκε (ISO15693) η κάρτα με Uid= "));
        for (int j=0; j<sizeof(thisUid); j++) {
            Serial.print(thisUid[j],HEX);
            Serial.print(" ");
        }
        Serial.println();

        //Το memset() χρησιμοποιείται για να ορίσει όλα τα byte σε ένα μπλοκ μνήμης
        σε μια συγκεκριμένη τιμή χαρακτήρων.

        //Η memcpy() αντιγράφει byte μεταξύ της μνήμης.

        //Αυτός ο τύπος δεδομένων που αντιγράφονται είναι άσχετος, απλώς δημιουργεί
        αντίγραφα byte-for-byte.

        memcpy(prinUid, thisUid, sizeof(prinUid[0])*8);

        // Αν η κάρτα είναι σωστη ή όχι
        elegxosSwsthKarta();
    }
}

```



```

// αν δεν διαβάζεται η κάρτα
else {
    // αν η κάρτα έχει απομακρυνθεί από το reader
    // αν το τελευταίο byte τις διευθύνσεις τελειώνει με 0xE0
    if(prinUid[7] == 0xE0){
        Serial.print("Η πόρτα με την κάρτα Uid= ");
        for (int j=0; j<sizeof(prinUid); j++) {
            Serial.print(prinUid[j], HEX);
            Serial.print(" ");
        }
        Serial.print("κλειδώνεται... ");
        Serial.println();
Serial.println("...");
        // Μηδενίζεται όλα τα byte του prinUid
        memset(prinUid,0, sizeof(prinUid[0])*8);
        delay(3000);
        digitalWrite(relayPin, HIGH);
        Serial.println("κλειδώθηκε. ");

        }
    }
}
{
    nfc2.begin();

    nfc2.reset();

    nfc2.setupRF();

```

```

uint8_t thisUid2[4];
nfc2.readCardSerial(thisUid2);
if (nfc2.isCardPresent()) {

    if(memcmp(thisUid2, prinUid2, 4) == 0){

    }
    else {
        Serial.print(F("Εντοπίστηκε (ISO14443)η ετικέτα κλειδιού με UID="));
        for (int i=0; i<sizeof(thisUid2); i++) {

            Serial.print(thisUid2[i], HEX);
            Serial.print(" ");

        }
        Serial.println();
        memcpy(prinUid2, thisUid2, sizeof(prinUid2[0])*4);
        elegxosSwsthKarta2();
    }

}

else {

```

```

// αν η κάρτα έχει απομακρυνθεί από το reader
// αν το τελευταίο byte τις διευθύνσεις τελειώνει με 0x18
if(prinUid2[3] == 0x18){
  Serial.print("Η πόρτα με την κάρτα ISO14443 Uid= ");
  for (int i=0; i< sizeof(prinUid2) ; i++) {
    Serial.print(prinUid2[i], HEX);
    Serial.print(" ");
  }
  Serial.print("κλειδώνεται... ");
  Serial.println();
Serial.println("...");
  // Μηδενίζεται byte του prinUid2
  memset(prinUid2,0, sizeof(prinUid2[0])*4);
  delay(3000);
  digitalWrite(relayPin, HIGH);
  Serial.println("κλειδώθηκε. ");

  }
  Serial.println();
}
}

}

void swsthKarta() {
//buzzer
digitalWrite (Buzzer, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite (Buzzer, LOW);

```

```

// ανοίγει το ρελέ
digitalWrite(relayPin, LOW);

delay (1000);

}

void elegxosSwsthKarta2() {

    // αν η τελευταία κάρτα δεν είναι σωστή τότε αν ναι τότε πήγαινε στη swsthKarta
    κάρτα
    if(memcmp(prinUid2, swsthUid2, 4)== 0 ) {
Serial.println("SWSTO");

swsthKarta();
    }
    else { Serial.println();
Serial.println("LATHOS ");
Serial.println();
    digitalWrite (Buzzer, HIGH);
delay(500);
digitalWrite (Buzzer, LOW);
delay(500);
    digitalWrite (Buzzer, HIGH);
delay(500);
digitalWrite (Buzzer, LOW);
memset(prinUid2,0, sizeof(prinUid2[0])*4);

}
}

```

```

void elegxosSwsthKarta() {

    // αν η τελευταία κάρτα δεν είναι σωστή τότε αν ναι τότε πήγαινε στη swsthKarta
    if(memcmp(prinUid, swsthUid, 8)== 0 ) {

        Serial.println("SWSTO");
        swsthKarta();

    }
    else{ Serial.println();
        Serial.println("LATHOS ");
        Serial.println();
        digitalWrite (Buzzer, HIGH);
        delay(500);
        digitalWrite (Buzzer, LOW);
        delay(500);
        digitalWrite (Buzzer, HIGH);
        delay(500);
        digitalWrite (Buzzer, LOW);

        memset(prinUid,0, sizeof(prinUid[0])*8);
    }
}

```

3.3 Εξήγηση του κώδικα

Ο κώδικας είναι σε γλώσσα C++ και γράφτηκε στο Arduino IDE. Εδώ εξηγείτε τι γίνεται σε κάθε μέρος του κώδικα.

- **α). Εδώ δηλώνω τις βιβλιοθήκες που χρησιμοποιώ για τον κώδικα μου.**

```
#include <PN5180.h>
#include <PN5180ISO15693.h>
#include <PN5180ISO14443.h>
```

- **β). Θέτω τις σωστές διευθύνσεις που θα ανοίξει την κλειδαριά. Και τα pins που θα χρησιμοποιήσει το ESP32.**

```
uint8_t swsthUid[8] = {0xE3,0x93,0x2B,0x87,0x00,0x01,0x04,0xE0};
uint8_t swsthUid2 [4] = {0x03,0xA6,0x89,0x18};
// ρελέ
const byte relayPin = 26;
//buzzer
int Buzzer = 21;
// οι pins του PN5180 NSS, BUSY, και RESET
// Θέτω το PN5180ISO15693 nfc και το PN5180ISO14443 σε nfc2
PN5180ISO15693 nfc = { PN5180ISO15693(16,5,17),};
PN5180ISO14443 nfc2 = { PN5180ISO14443(16,5,17)};
// το τελευταίο UID
uint8_t prinUid[8];
uint8_t prinUid2[4];
```

- **γ). Στο void setup δηλώνω buzzer και τη ρελέ σύμφωνα με την καλωδίωση του (HIGH) εδώ σημαίνει η ρελέ είναι 0. Επίσης έχει την εντολή που θα τρέχει σε 115200 το serial monitor.**

```
void setup() {
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  digitalWrite(relayPin, HIGH);
  pinMode (Buzzer, OUTPUT);
```

```
// εντολή για serial monitor
Serial.begin(115200);

}
```

Μέσα στο void loop θα τρέχει ξανά και ξανά οι εντολές αυτές είναι στο παρακάτω βρόχο.

- 1. δ). Ξεκινάει, γίνεται επαναφορά και γίνεται εγκατάσταση το PN5180. Στη συνέχεια διαβάζει την κάρτα μετά συγκρίνει αν είναι σωστή ή όχι και αν δεν μπορεί να διαβάσει, δηλαδή αν η κάρτα έχει απομακρυνθεί από PN5180 θα αρχίσει ο χρόνος για να κλειστεί η πόρτα. Αυτή η διαδικασία γίνεται και για το ISO15693 και για το ISO14443.**

```
void loop() {

{
nfc.begin();
nfc.reset();
nfc.setupRF();

// η διεύθυνση που διαβάζει το PN5180
uint8_t thisUid[8];
ISO15693ErrorCode rc = nfc.getInventory(thisUid);
//αν rc είναι η κάρτα που διαβάστηκε
if(rc == ISO15693_EC_OK) {
    if(memcmp(thisUid, prinUid, 8) == 0) {

    }

    // αν είναι διαφορετική ID

    //Ο τελεστής sizeof επιστρέφει τον αριθμό των byte σε έναν τύπο μεταβλητής ή
τον αριθμό των byte που καταλαμβάνει ένας πίνακας.

    //Το sizeof είναι ένας τελεστής χρόνου μεταγλώττισης που καθορίζει το μέγεθος,
σε byte, μιας μεταβλητής ή ενός τύπου δεδομένων.
```

```

else {
    Serial.print(F("Εντοπίστηκε (ISO15693) η κάρτα με Uid= "));
    for (int j=0; j<sizeof(thisUid); j++) {
        Serial.print(thisUid[j],HEX);
        Serial.print(" ");
    }
    Serial.println();
}

```

//Το memset() χρησιμοποιείται για να ορίσει όλα τα byte σε ένα μπλοκ μνήμης σε μια συγκεκριμένη τιμή χαρακτήρων.

//Η memcpy() αντιγράφει byte μεταξύ της μνήμης.

//Αυτός ο τύπος δεδομένων που αντιγράφονται είναι άσχετος, απλώς δημιουργεί αντίγραφα byte-for-byte.

```
memcpy(prinUid, thisUid, sizeof(prinUid[0])*8);
```

// αν η κάρτα είναι σωστή ή όχι

```
elegxosSwsthKarta();
```

```
}
```

```
}
```

// αν δεν διαβάζεται η κάρτα

```
else {
```

// αν η κάρτα έχει απομακρυνθεί από το rfid

// αν το τελευταίο byte της διεύθυνσης τελειώνει με 0xE0

```
if(prinUid[7] == 0xE0){
```

```
    Serial.print("Η πόρτα με την κάρτα Uid= ");
```

```
    for (int j=0; j<sizeof(prinUid); j++) {
```

```
        Serial.print(prinUid[j], HEX);
```

```
        Serial.print(" ");
```

```
    }
```

```
    Serial.print("κλειδώνεται... ");
```



```

Serial.println();
Serial.println("...");
// Μηδενίζεται όλα τα byte του prinUId
memset(prinUId,0, sizeof(prinUId[0])*8);
delay(3000);
digitalWrite(relayPin, HIGH);
Serial.println("κλειδώθηκε. ");

}
}
}
{

nfc2.begin();

nfc2.reset();

nfc2.setupRF();

uint8_t thisUId2[4];
nfc2.readCardSerial(thisUId2);
if (nfc2.isCardPresent()) {

    if(memcmp(thisUId2, prinUId2, 4) == 0){

    }
    else {
Serial.print(F("Εντοπίστηκε (ISO14443)η ετικέτα κλειδιού με UID="));
for (int i=0; i<sizeof(thisUId2); i++) {

```

```

        Serial.print(thisUid2[i], HEX);
Serial.print(" ");

    }
Serial.println();
memcpy(prinUid2, thisUid2, sizeof(prinUid2[0])*4);
elegxosSwsthKarta2();
    }
}

else {

    //Αν η κάρτα έχει απομακρυνθεί από το rfid
    //Αν το τελευταίο byte της διεύθυνσης τελειώνει με 0x18
    if(prinUid2[3] == 0x18){
        Serial.print("Η πόρτα με την κάρτα ISO14443 Uid= ");
        for (int i=0; i< sizeof(prinUid2) ; i++) {
            Serial.print(prinUid2[i], HEX);
            Serial.print(" ");
        }
        Serial.print("κλειδώνεται... ");
        Serial.println();
Serial.println("...");
        // Μηδενίζεται όλα τα byte του prinUid2
        memset(prinUid2,0, sizeof(prinUid2[0])*4);
        delay(3000);
        digitalWrite(relayPin, HIGH);
        Serial.println("κλειδώθηκε. ");
    }
}

```

```
Serial.println();  
}  
}  
}
```

ε). Ο βρόχος αυτός θα ενεργοποιηθεί αν η κάρτα που διαβάστηκε είναι σωστή. Θα ενεργοποιείται το κουδούνι και την ρελέ θα ανοίξει η κλειδαριά.

```
void swsthKarta() {  
//ενεργοποιείτε το κουδούνι για 1 δευτερόλεπτο  
digitalWrite (Buzzer, HIGH);  
delay(1000);  
digitalWrite (Buzzer, LOW);  
// Ανοίγει η ρελέ για 1 δευτερόλεπτο  
digitalWrite(relayPin, LOW);  
delay (1000);  
}
```

ζ). Εδώ γίνεται έλεγχος αν η διεύθυνση που διαβάστηκε από την κάρτα είναι σωστή διεύθυνση που δηλώσαμε στην αρχή για το ISO14443. Αν είναι σωστή θα τρέξει ο βρόχος void swsthkarta αν όχι θα εμφανιστή στην οθόνη “ ΛΑΘΟΣ” και ενεργοποιηθεί το buzzer.

```
void elegxosSwsthKarta2() {  
  
// Αν η τελευταία κάρτα δεν είναι σωστή τότε return, αν ναι τότε πήγαινε στη  
swsthkarta  
if(memcmp(prinUid2, swsthUid2, 4)== 0 ) {  
Serial.println("SWSTO");  
  
swsthKarta();  
}
```

```

else{ Serial.println();
Serial.println("LATHOS ");
Serial.println();
digitalWrite (Buzzer, HIGH);
delay(500);
digitalWrite (Buzzer, LOW);
delay(500);
digitalWrite (Buzzer, HIGH);
delay(500);
digitalWrite (Buzzer, LOW);

```

```

memset(prinUId2,0, sizeof(prinUId2[0])*4);
}
}

```

η). Εδώ γίνεται έλεγχος αν η διεύθυνση που διαβάστηκε από την κάρτα είναι σωστή διεύθυνση που δηλώσαμε στην αρχή για το ISO15693. Αν είναι σωστή θα τρέξει ο βρόχος void swsthkarta αν όχι θα εμφανιστεί στην οθόνη “ ΛΑΘΟΣ” και ενεργοποιηθεί το buzzer.

```

void elegxosSwsthKarta() {

```

Αν η τελευταία κάρτα δεν είναι σωστή τότε return, αν ναι τότε πήγαινε στη swsthkarta

```

if(memcmp(prinUId, swsthUId, 8)== 0 ) {

```

```

Serial.println("SWSTO");

```

```

swsthKarta();

```

```

}

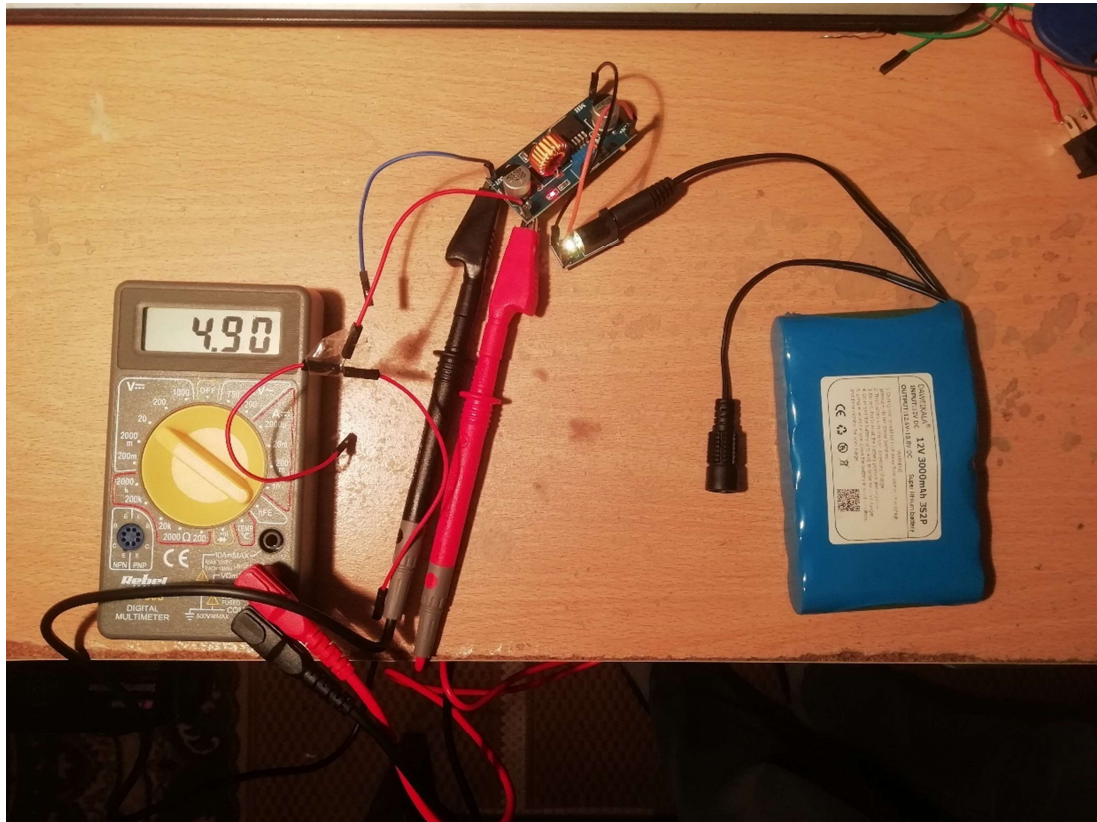
```

```
else{ Serial.println();  
Serial.println("LATHOS ");  
Serial.println();  
digitalWrite (Buzzer, HIGH);  
delay(500);  
digitalWrite (Buzzer, LOW);  
delay(500);  
digitalWrite (Buzzer, HIGH);  
delay(500);  
digitalWrite (Buzzer, LOW);
```

```
memset(prinUid,0, sizeof(prinUid[0])*8);  
}  
}
```

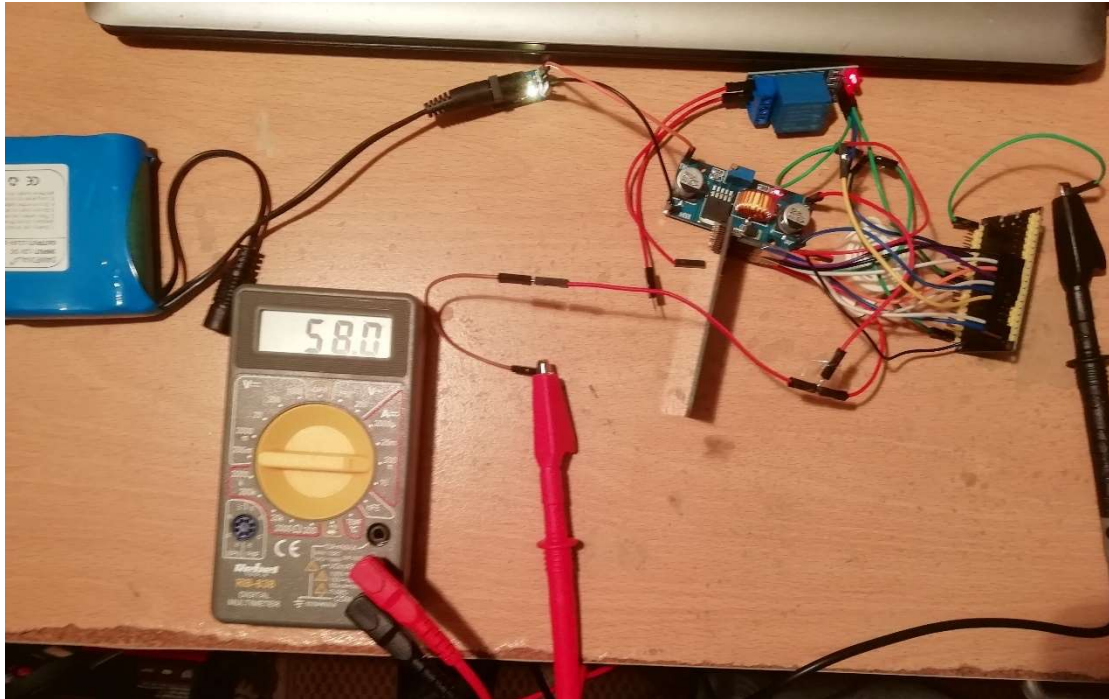
4. Αποτελέσματα

- Μετρώντας την ρυθμιστή τάση βλέπουμε είναι σε 4.90 V αφού έχουμε ρυθμίσει την έξοδο περίπου στα 5 V. Αυτό επιτρέπει την τροφοδότηση του ESP32 αλλά και του PN5180 με τον ίδιο ακροδέκτη.

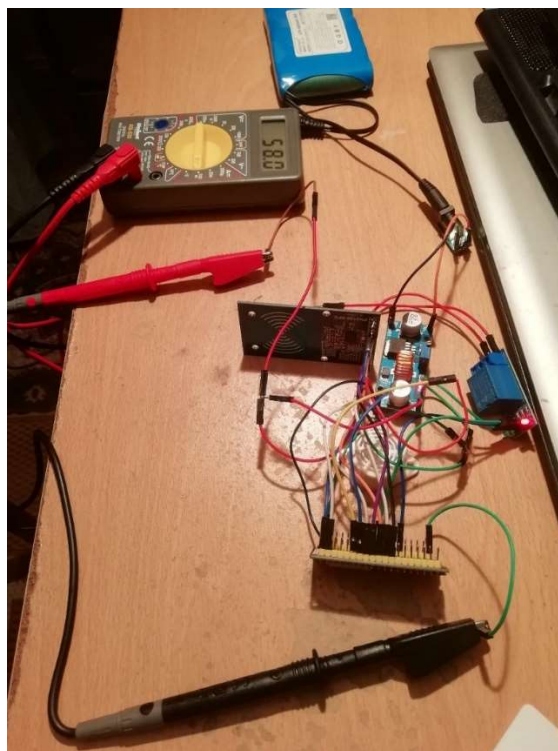


(Σχήμα 4.1) Μέτρηση πόσο τάσης εξόδου του ρυθμιστή τάσης.

- Στο Σχήμα 4.2 εμφανίζεται το ESP32 (είναι συνδεδεμένο με το ρελέ και με το PN5180). Το πολύμετρο μετράει το ρεύμα τροφοδοσίας, που 58.0 mA σε κατάσταση χωρίς επαφή με μια κάρτα ή με μια ετικέτα NFC.

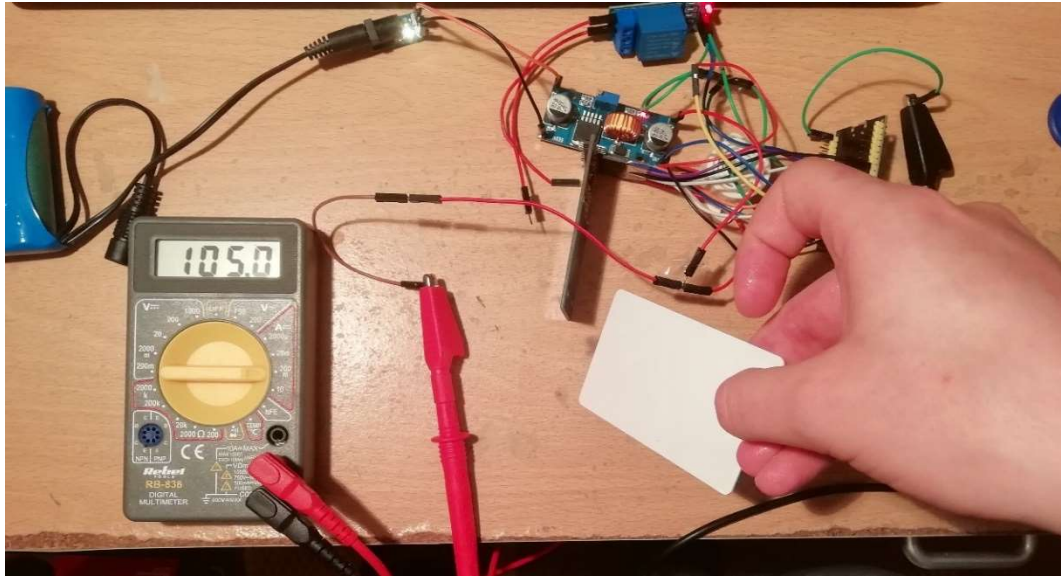


(Σχήμα 4.2) α) Μέτρηση πόσο Ampere περνάει στο ESP32

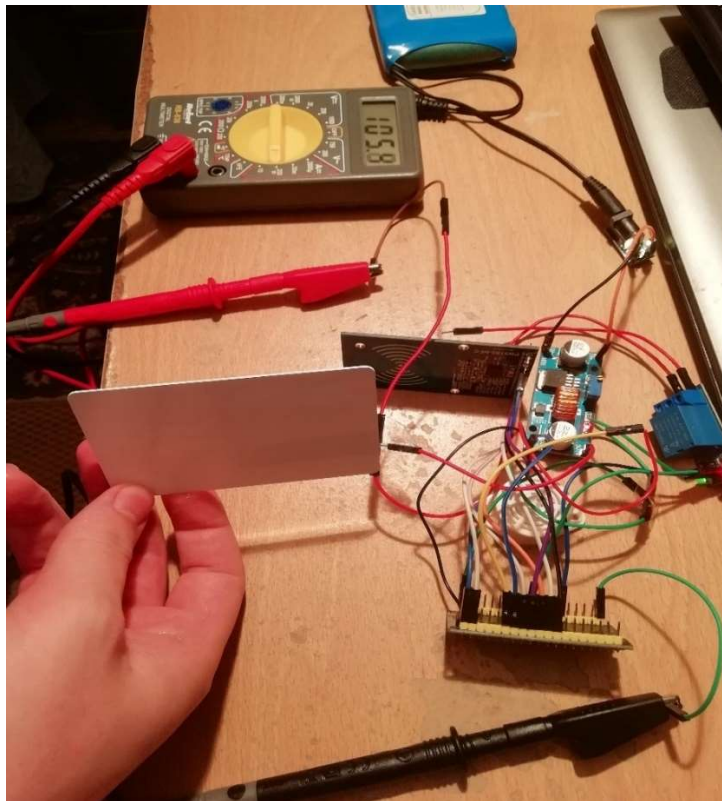


(Σχήμα 4.3) β) Μέτρηση πόσο Ampere περνάει στο ESP32

- Στα Σχήματα 4.4 και 4.5, στο ESP32 , παρουσιάζεται η μέτρηση ρεύματος σε κατάσταση με επαφή με μια κάρτα ή με μια ετικέτα NFC. Το ρεύμα είναι 105 mA.

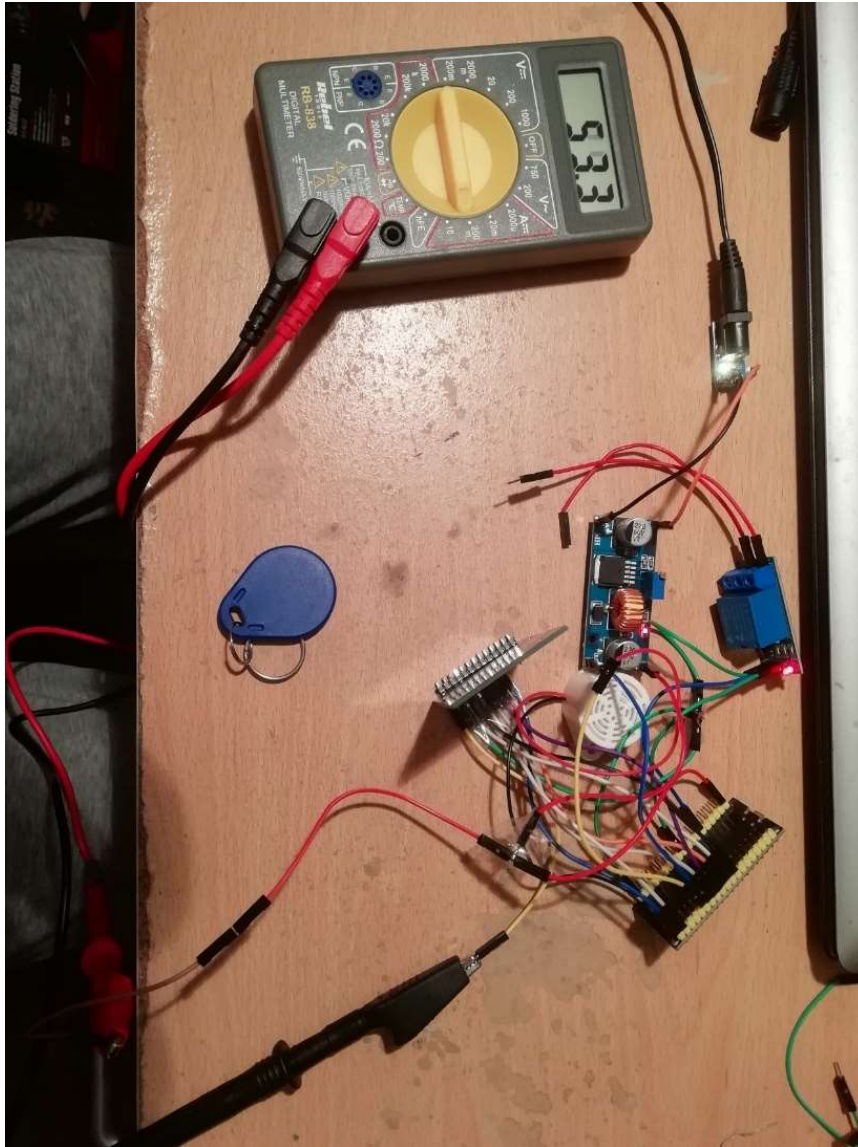


(Σχήμα 4.4) α) Σε κατάσταση με επαφή με μια κάρτα ή με μια ετικέτα NFC.

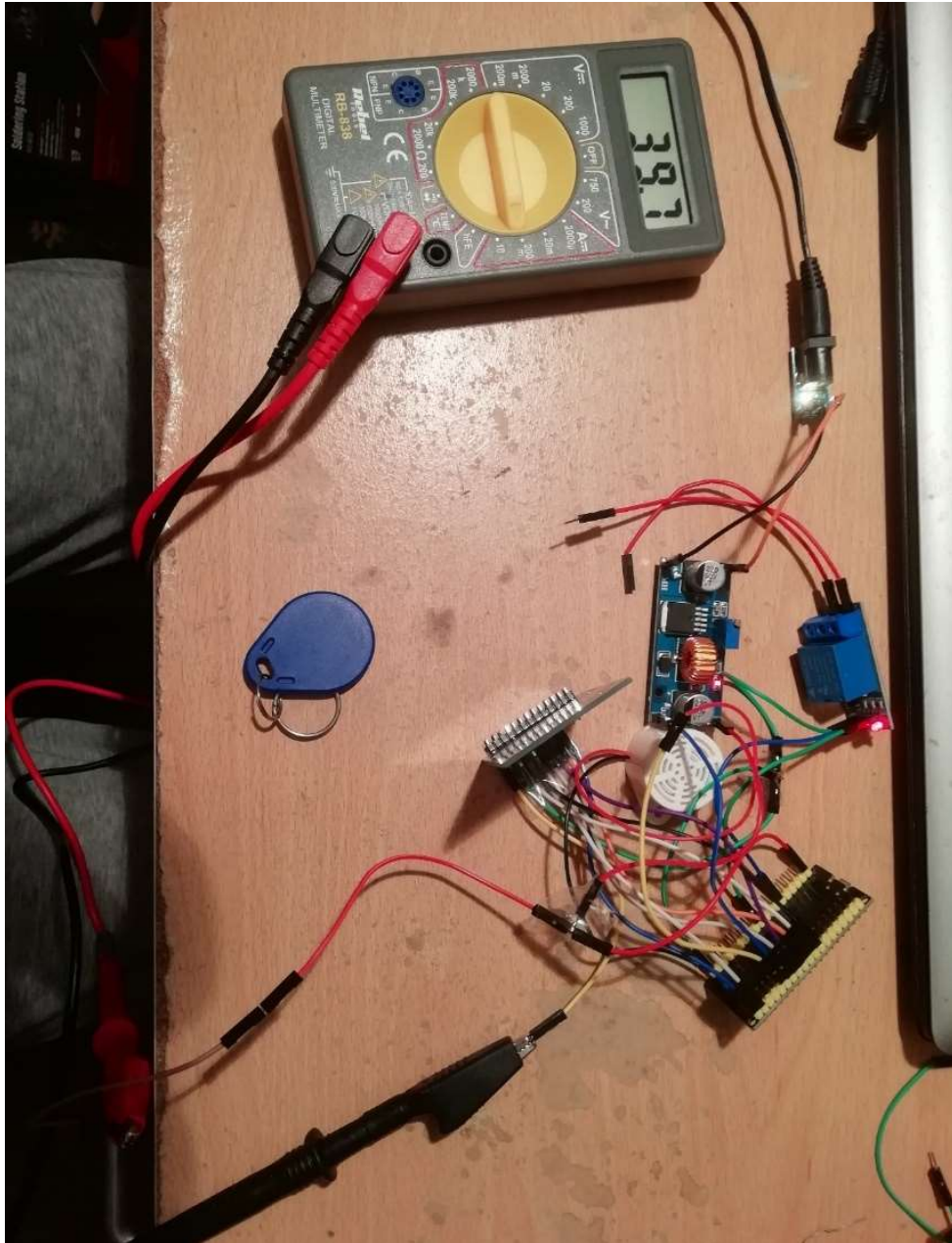


(Σχήμα 4.5) β) Σε κατάσταση με επαφή με μια κάρτα η με μια ετικέτα NFC.

- Στη συνέχεια μετρώντας το pin 5 mA του PN5180 βλέπουμε στο πολύμετρο 53.3 mA (σχήμα α) και ανεβοκατεβαίνει μέχρι 39.7 mA (σχήμα β).

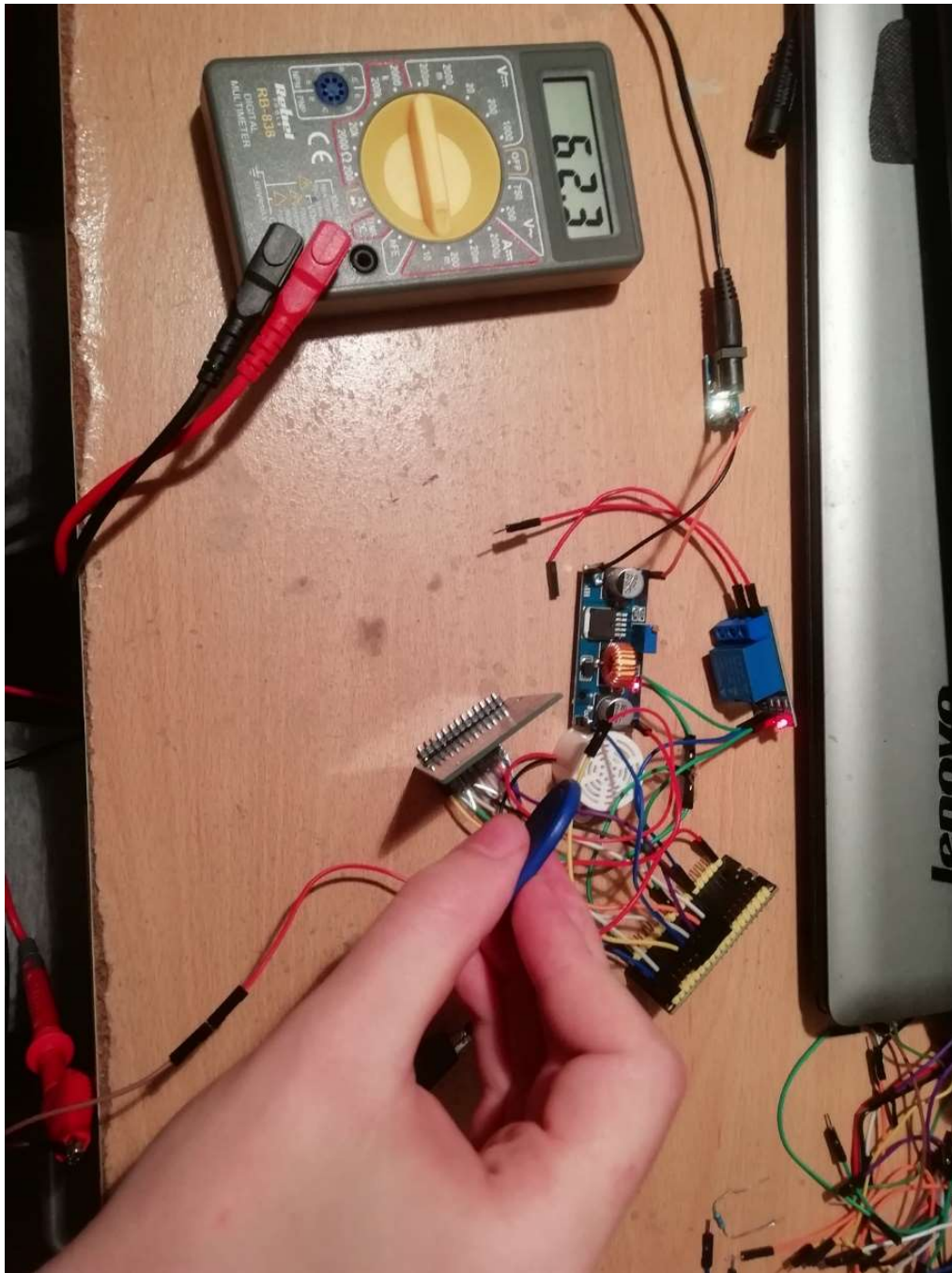


(Σχήμα 4.6) α) Το pin 5 mA του PN5180



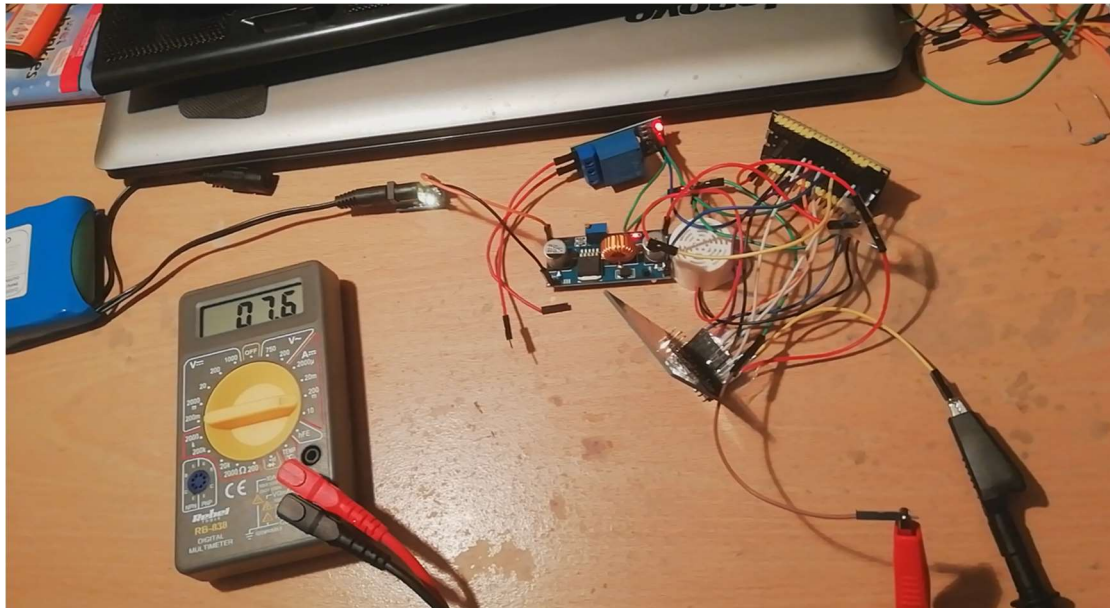
(Σχήμα 4.7) β) Το pin 5 mA του PN5180

- Μετά δοκιμάζοντας με μια nfc βλέπουμε στο πολύμετρο μας στο pin 5 V του PN5180 έχει 62.3 mA.

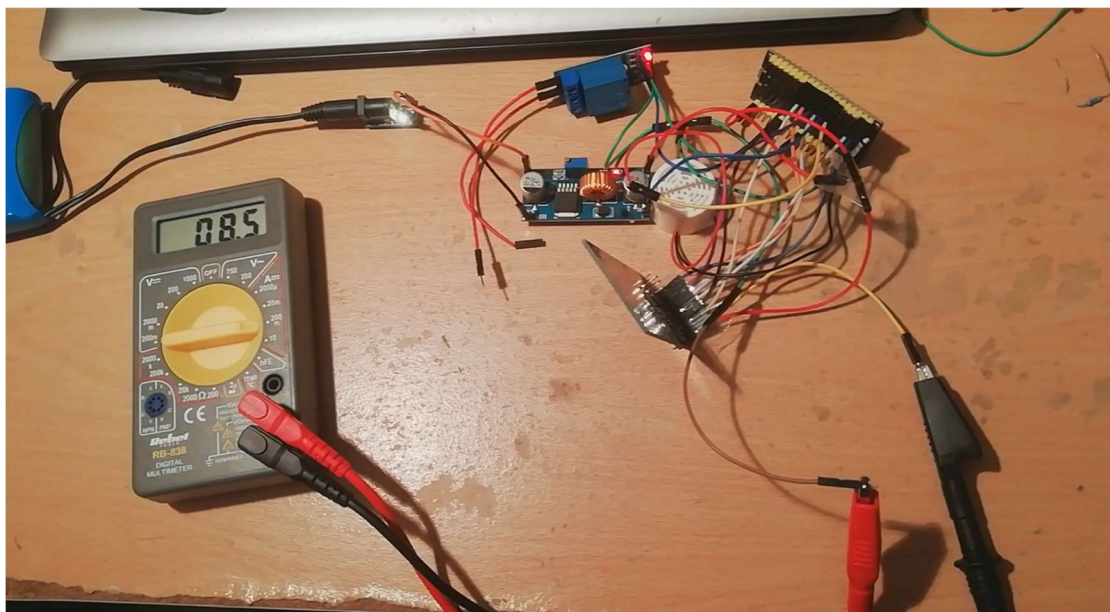


(Σχήμα 4.8) Το pin 5 mA του PN5180 με επαφή με την NFC ετικέτα.

- Και μετράμε το pin 3.3 V του PN5180 έχει 7.6 mA στο (σχήμα α) μέχρι και 8.5 mA (σχήμα β) μεταβλητό.

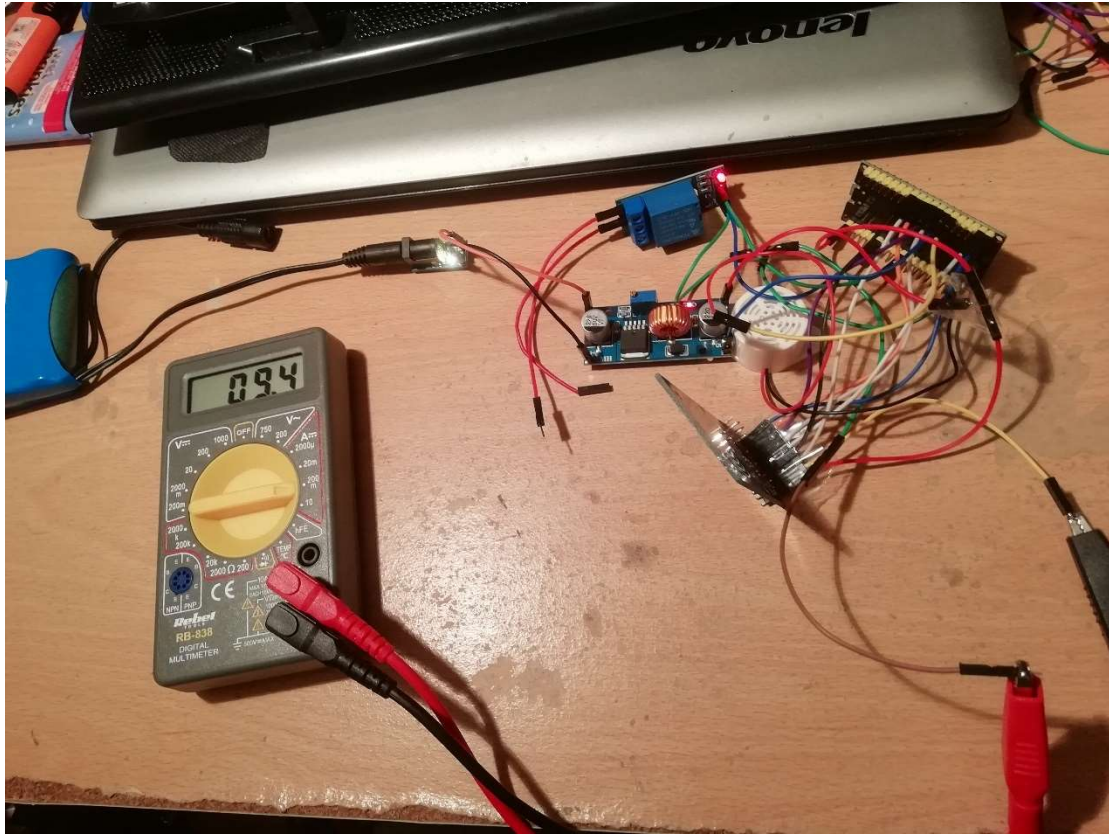


(Σχήμα 4.9) α) Μέτρηση το pin 3.3 V του PN5180.



(Σχήμα 4.9) β) Μέτρηση το pin 3.3 V του PN5180.

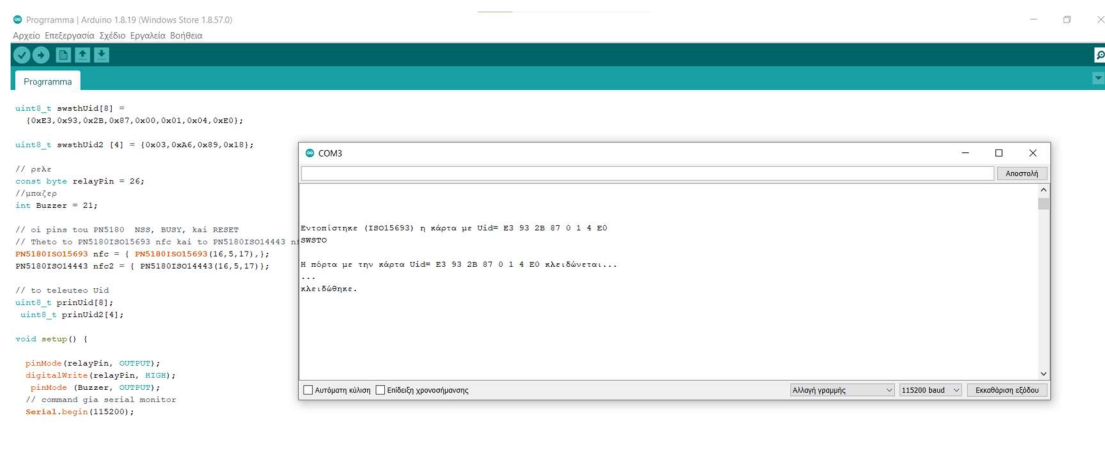
- Δοκιμάζοντας με μια NFC βλέπουμε στο πολύμετρο μας στο pin 3.3 V του PN5180 έχει 9.4 mA.



(Σχήμα 4.10) β) Μετράμε το pin 3.3 V του PN5180 με επαφή NFC .

5. Συμπεράσματα

Κατεβάζοντας κώδικα από Arduino IDE στο ESP32 ανοίγουμε το com για να δούμε τα αποτελέσματα. Βλέπουμε στα παρακάτω σχήματα ότι όταν δείχνουμε στο PN5180 την σωστή κάρτα NFC μαθαίνουμε και την διεύθυνση και όταν απομακρύνουμε την κάρτα αυτή εμφανίζεται το μήνυμα ότι η πόρτα κλειδώνεται με την ίδια διεύθυνση που ανοίξαμε την κλειδαριά. Επίσης όταν το PN5180 βλέπει το λάθος διεύθυνση NFC θα εμφανίσει την ID που διάβασε εκείνη την στιγμή και δεν θα ενεργοποιηθεί η κλειδαριά. Όταν το PN5180 θα διαβάσει ένα κινητό που έχει ενεργοποιημένο NFC του θα εμφανίσει πάλι την διεύθυνση αλλά επειδή ιδικά στα κινητά Android κάθε φορά αλλάζει την διεύθυνση του NFC λόγω ασφάλειας θα βλέπουμε διαφορετικές διευθύνσεις που ξεκινάνε με 0x08. Τις διευθύνσεις NFC του κινητού παρατηρούμε ότι διαβάζεται με την μορφή ISO14443. Τέλος όταν θα απομακρυνθεί NFC από PN5180 μετά από 3 δευτερόλεπτα θα κλειδωθεί η κλειδαριά. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό να δίνεται χρόνος τον χρηστή μέχρι να κλείσει την πόρτα.



```
Programma | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Αρχείο Επεξεργασία Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια
Programma
uint8_t swathid18 =
  {0xE3,0x93,0x2B,0x07,0x00,0x01,0x04,0x20};

uint8_t swathid2 [4] = {0x03,0xA6,0x89,0x18};

// pin
const byte relayPin = 26;
//μπαζερ
int buzzer = 21;

// οι pins του PN5180 NSS, BUSER, και RESET
// Theto to PN518015693 nfc kai to PN518018014443 nfc
PN518015693 nfc = { PN518015693(16,5,17)};
PN518018014443 nfc2 = { PN518018014443(16,5,17)};

// to teleuteo Uid
uint8_t prin0id[8];
uint8_t prin0id2[4];

void setup() {
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  digitalWrite(relayPin, HIGH);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  // command gia serial monitor
  Serial.begin(115200);
}

Εντοπίστηκε (18015693) η κάρτα με Uid= E3 93 2B 07 0 1 4 Ε0
ΣΩΣΤΟ
Η κάρτα με την κάρτα Uid= E3 93 2B 07 0 1 4 Ε0 κλειδώνεται...
...
κλειδωθηκε.
```

(Σχήμα 5.1) α) Όταν δείχνουμε στο PN5180 την σωστή κάρτα NFC.

COM3

```
Εντοπίστηκε (ISO15693) η κάρτα με Uid= E3 93 2B 87 0 1 4 E0  
SWSTO  
  
Η πόρτα με την κάρτα Uid= E3 93 2B 87 0 1 4 E0 κλειδώνεται...  
...  
κλειδώθηκε.
```

(Σχήμα 5.1) β) Όταν δείχνουμε στο PN5180 την σωστή κάρτα NFC σε ISO15693.

COM3

```
Εντοπίστηκε (ISO14443) η ετικέτα κλειδιού με UID=29 46 81 5A  
LATHOS
```

(Σχήμα 5.2) Όταν δείχνουμε το λάθος NFC σε ISO14443.

COM3

```
Εντοπίστηκε (ISO14443)η ετικέτα κλειδιού με UID=3 A6 89 18  
SWSTO  
Η πόρτα με την κάρτα ISO14443 Uid= 3 A6 89 18 κλειδώνεται...  
...  
κλειδώθηκε.
```

(Σχήμα 5.3) Όταν δείχνουμε την σωστή NFC σε ISO14443.

COM3

Εντοπίστηκε (ISO14443) η ετικέτα κλειδιού με UID=8 AE F1 7A

LATHOS

Εντοπίστηκε (ISO14443) η ετικέτα κλειδιού με UID=8 59 4E B6

LATHOS

Εντοπίστηκε (ISO14443) η ετικέτα κλειδιού με UID=8 DB E7 25

LATHOS

(Σχήμα 5.4) Όταν δείχνουμε το κινητό με NFC διαβάζει τις διευθύνσεις σε ISO14443.

Η εργασία αυτή κατέληξε να ανοιγοκλείνουμε την κλειδαριά με τις κάρτες του πρωτοκόλλου ISO 14443 και ISO 15693. Όπως παρουσιάστηκε στα παραπάνω σχήματα, αν πλησιαστεί όποιο NFC να είναι θα μάθει ο χρήστης τι ID έχει το συγκεκριμένο NFC που θέλει να χρησιμοποιήσει. Για το ISO 14443 NFC παρατηρήθηκε ότι αναγνωρίζεται από το PN5180 σε απόσταση 3 με 4 cm (εκατοστά). Το ISO 15693 συγκρίσει με το προηγούμενο έχει μεγαλύτερη απόσταση αναγνώρισης, περίπου 10-15 cm (εκατοστά).

Το επόμενο επιθυμητό βήμα μπορεί να είναι ένα προγραμματιζόμενο κωδικό μέσω κινητού τηλεφώνου. Στέλνοντας ένα κείμενο ή μια λέξη στο PN5180 με τη χρήση κινητού τηλεφώνου. Άλλη επιλογή είναι με μια εφαρμογή, μπορεί να στείλει το NFC του κινητού τηλεφώνου μια σταθερή διεύθυνση (ID).

6. Βιβλιογραφία

- [1] <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/PN5180A0XX-C1-C2.pdf>
- [2] <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf>
- [3] <https://www.espressif.com/>
- [4] https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/XL4015-DC-DC-Module-Datasheet.pdf
- [5] <https://components101.com/switches/5v-single-channel-relay-module-pinout-features-applications-working-datasheet>
- [6] <https://www.farnell.com/datasheets/2865763.pdf>
- [7] <https://github.com/tueddy/PN5180-Library>
- [8] <https://en.wikipedia.org/wiki/MIFARE>
- [9] https://en.wikipedia.org/wiki/Cyclic_redundancy_check
- [10] Hu L., Xiang C. and Qi C. (2020) “Research on traceability of cold chain logistics based on RFID and EPC” IOP Conference Series: Materials Science and Engineering
- [11] M. Bhattacharyya, W. Gruenwald, D. Jansen, L. Reindl, and J. Aghassi-Hagmann, "An Ultra-Low-Power RFID/NFC Frontend IC Using 0.18 μm CMOS Technology for Passive Tag Applications," Sensors (Basel), vol. 18, no. 5, May 7 2018