



Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης

Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ

ΊΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ (Wi-Fi) ΠΙΝΑΚΙΔΑΣ
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΤΙΜΩΝ»**

**«DESIGN AND CONSTRUCTION
WIRELESS (Wi-Fi) PRICE TABLE»**

Επιβλέπων καθηγητής: ΓΙΑΚΟΥΜΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ

Καθηγητής Εφαρμογών

Φοιτητής: ΤΣΙΛΟΓΙΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ,

ΚΑΣ: 510157

Θεσσαλονίκη, 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	σελ 4
Summary	σελ 5
Πρόλογος	σελ 6
1.NodeMCU	
1.1.Τι είναι το NodeMCU	σελ.7
1.2.Ιστορία του NodeMCU.....	σελ.8
1.3.Πλεονεκτήματα του NodeMCU.....	σελ.8
1.4.ESP8266 μικροεπεξεργαστής Wi-Fi.....	σελ.9
1.5.Ονόματα των καρτών ανάπτυξης NodeMCU.....	σελ.10
1.6.Σύγκριση των πλακών ανάπτυξης NodeMCU	σελ.11
1.6.1.Πρώτη (1 ^η) γενιά / v0.9 / V1.....	σελ.11
1.6.2. Δεύτερη (2 ^η) γενιά / v1.0 / V2.....	σελ.12
1.6.3.Δεύτερη (2 ^η) γενιά / v1.0 / V3.....	σελ.13
1.7.Σχέση μεταξύ NodeMCU και Amica.....	σελ.14
1.8.Επίσημες και Ανεπίσημες κάρτες V2.....	σελ.14
1.9.Εναλλακτικές λύσεις.....	σελ.15
1.9.1.WeMos D1 mini.....	σελ.15
1.9.2.Adafruit/SparkFun.....	σελ.17
1.10.Σχετικά με το NodeMCU.....	σελ.19
1.10.1. Διάγραμμα κυκλώματος NodeMCU Hardware.....	σελ.19
1.10.2. CPU.....	σελ. 26
1.10.3.Μνήμη.....	σελ.28
1.10.4.Τροφοδοσία.....	σελ.29
1.10.5.Οι ακροδέκτες του NodeMCU.....	σελ.30
1.10.6. Software.....	σελ.33
1.10.7. Γλώσσα προγραμματισμού.....	σελ.33
1.11. ESP8266-12.....	σελ.34
1.12.Περιβάλλον ανάπτυξης (IDE).....	σελ.37

2. MATRIX	
2.1.Τι είναι το matrix 8x8.....	σελ.41
2.2. MAX7219 Driver.....	σελ.42
2.2.1.Τι είναι ο MAX7219.....	σελ.42
2.2.2.Χαρακτηριστικά MAX7219.....	σελ.43
2.2.3.Προδιαγραφές.....	σελ.47
2.2.4.Πού χρησιμοποιείται ο MAX7219 IC.....	σελ.48
2.3. Module 4 σε 1 display.....	σελ.48
3. Διαδικασία της κατασκευής της ασύρματης (Wi-Fi) πινακίδας μου.....	σελ.50
3.1 Βήματα διαδικασίας.....	σελ. 50
3.2. Διάγραμμα Κώδικα.....	σελ.54
3.3. Κώδικας	σελ. 55
4. Τρόπος λειτουργίας της ασύρματης πινακίδας τιμών	σελ.60
5. Φωτογραφίες της ασύρματης (Wi-Fi) πινακίδας μου	σελ 61
6. Βιβλιογραφία.....	σελ. 64

Περίληψη

Η σχεδίαση και κατασκευή μιας ασύρματης πλακέτας απεικόνισης τιμών έγινε με τη χρήση της πλακέτας NODMCU και μιας οθόνη matrix τεσσάρων τομέων. Το NODMCU είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης ανοιχτού λογισμικού βασισμένο σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο αποκαλείται ESP8266 και περιλαμβάνει CPU, RAM, δικτύωση (WiFi), λειτουργικό σύστημα και SDK. Ρυθμίζουμε τη συμπεριφορά της πλακέτας μας στέλνοντας ένα σύνολο εντολών στον μικρο-ελεγκτή της. Ο έλεγχος της πλακέτας επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας συσκευής, που θα είναι συνδεδεμένη στο ίντερνετ και έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει το σύστημα μέσω ενός προγράμματος περιήγησης και μιας διεύθυνσης IP. Η διεύθυνση IP προέρχεται από έναν τοπικό διακομιστή και μόνο τοπικοί χρήστες μπορούν να τη χειριστούν. Οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν τη διεύθυνση αυτή ή να έχουν εγκατεστημένη την εφαρμογή με τις προαπαιτούμενες ρυθμίσεις IP.

Summary

The design and construction of a wireless price tag was done using the NODMCU board and a four-sector matrix display. NODMCU is an integrated software development environment based on an integrated circuit called ESP8266 and includes CPU, RAM, networking (WiFi), operating system and SDK. We regulate the behavior of our board by sending a set of commands to its microcontroller. The control of the board is achieved by the use of a device that is connected to the Internet and is able to use the system through a browser and an IP address. The IP address comes from a local server and only local users can handle it. Users must know this address or have the application installed with the required IP settings.

Πρόλογος

Ένας βασικός σκοπός στις βιομηχανικές και ηλεκτρονικές εφαρμογές, είναι η επικοινωνία μεταξύ του χρήστη και των ηλεκτρονικών συστημάτων. Ο έλεγχος μιας συσκευής εξ αποστάσεως είναι ένας από τους στόχους των νέων ηλεκτρονικών εφαρμογών. Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει φτάσει σε τέτοιο σημείο, ώστε οι χρήστες να μπορούν πλέον να χειρίζονται συσκευές μέσω υπολογιστή, ακόμα και μέσω κινητού τηλεφώνου.

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η κατασκευή μιας ηλεκτρονικής διάταξης, όπου ο χρήστης μπορεί απλά με τη χρήση μιας συσκευής να επικοινωνεί με άλλες ηλεκτρονικές συσκευές και να ορίζει την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση τους. Με απλά λόγια θα μπορούσε να πει κανείς πως πρόκειται για κατασκευή τηλεχειριστηρίου. Ο τρόπος υλοποίησης του στόχου αυτού είναι η κατασκευή ενός κυκλώματος ικανού να μπορεί να δέχεται εντολές από μία συσκευή και να μπορεί να τροφοδοτεί τις ηλεκτρονικές συσκευές με χαμηλή τάση.

Η εργασία χωρίζεται σε δύο βασικές ενότητες, που είναι το θεωρητικό και το πρακτικό μέρος. Στο θεωρητικό μέρος αναλύονται ιστορικά στοιχεία, ορολογίες, χαρακτηριστικά και δυνατότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή και το πρακτικό μέρος αποτελεί την κατασκευή μιας ασύρματης πινακίδας απεικόνισης τιμών. Στο θεωρητικό μέρος ειδικότερα γίνεται αναλυτική περιγραφή του NodeMCU και MATRIX ο σχεδιασμός και η διαδικασία κατασκευής της ασύρματης πινακίδας τιμών καθώς και η λειτουργία της

1. NodeMCU

1.1. Τι είναι το NodeMCU

Το NodeMCU είναι μία υπολογιστική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα (open-source) βασισμένη σε ένα ευέλικτο και εύκολο στη χρήση υλικό (hardware) και λογισμικό (software), που προορίζεται για οποιονδήποτε έχει λίγη προγραμματιστική εμπειρία, στοιχειώδεις γνώσεις ηλεκτρονικών και ενδιαφέρεται να δημιουργήσει διαδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα. Όλα τα σχέδια του NodeMCU, το hardware καθώς και το software που χρειάζεται για την λειτουργία του, είναι διαθέσιμα για τον οποιονδήποτε, ελεύθερα, ώστε μπορεί να κατασκευαστεί ή και να βελτιωθεί από τον καθένα. Αυτό προσδιορίζεται με τον όρο πλατφόρμα ανοικτού κώδικα (open source Hardware). Όταν κατασκευαστεί, μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, αφού ο χρήστης μπορεί να συνδέσει επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου.



1.2. Ιστορία του NodeMCU

Το NodeMCU δημιουργήθηκε λίγο μετά την έξοδο του ESP8266. Στις 30 Δεκεμβρίου 2013, η Espressif Systems άρχισε να παράγει το ESP8266. Το ESP8266 είναι ένα SoC Wi-Fi ενσωματωμένο στον πυρήνα Tensilica Xtensa LX106, που χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές IoT. Το NodeMCU ξεκίνησε στις 13 Οκτωβρίου 2014, όταν ο Hong έκανε το πρώτο αρχείο του nodemcu-firmware στο GitHub. Δύο μήνες αργότερα, το έργο επεκτάθηκε για να συμπεριλάβει μια πλατφόρμα ανοιχτού υλικού, όταν ο προγραμματιστής Huang R. δέσμευσε το αρχείο Gerber σε πλακέτα ESP8266 με το όνομα devkit v0.9. Αργότερα εκείνο το μήνα, ο Tuan PM. μεταβίβασε τη βιβλιοθήκη πελατών MQTT από τη Contiki στην πλατφόρμα SoC ESP8266 και δεσμεύτηκε στο έργο NodeMCU και στη συνέχεια ο NodeMCU ήταν σε θέση να υποστηρίξει το πρωτόκολλο MQTT IoT χρησιμοποιώντας Lua για πρόσβαση στον μεσίτη MQTT . Μια άλλη σημαντική ενημέρωση έγινε στις 30 Ιανουαρίου 2015, όταν ο Devsaurus φόρτωσε το u8glib στο έργο NodeMCU, επιτρέποντας στον NodeMCU να οδηγήσει εύκολα τις οθόνες LCD, Οθόνης, OLED, ακόμη και VGA.

Το καλοκαίρι του 2015 οι δημιουργοί εγκατέλειψαν το πρόγραμμα firmware και ανέλαβε μια ομάδα ανεξάρτητων συντελεστών. Μέχρι το καλοκαίρι του 2016, το NodeMCU περιελάμβανε περισσότερες από 40 διαφορετικές ενότητες. Λόγω περιορισμένων πόρων, οι χρήστες πρέπει να επιλέξουν τις ενότητες που σχετίζονται με το έργο τους και να δημιουργήσουν ένα υλικο-λογισμικό προσαρμοσμένο στις ανάγκες τους.

1.3. Πλεονεκτήματα του NodeMCU

Το εμπόριο προσφέρει πληθώρα μικροελεγκτών και αναπτυξιακών για να ασχοληθεί κάποιος. Όλα αυτά τα εργαλεία είναι απλοποιημένα καθώς καλύπτουν τις δύσκολες λεπτομέρειες της αρχιτεκτονικής και επιτρέπουν τον μέσο προγραμματισμό του μικροελεγκτή, ακόμα και στον αρχάριο χρήστη, προσφέροντας τα πάντα σε ένα μόνο “πακέτο” έτοιμο για χρήση. Αυτό το “πακέτο” ξεχωρίζει σε σύγκριση με άλλα παρόμοια του γιατί απλοποιεί τη διαδικασία να δουλεύει κάποιος με μικροελεγκτές,

καθώς προσφέρει επιπλέον πλεονεκτήματα, κάποια από τα οποία φαίνονται παρακάτω:

- Χαμηλό κόστος: οι πλακέτες του ESP8266 είναι εξαιρετικά φθηνές σε σχέση με άλλες πλατφόρμες μικροελεγκτών, καθώς μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει τα σχηματικά που κυκλοφορούν στο διαδίκτυο και να κατασκευάσει ένα στην φθηνότερη εκδοχή του.
- Τρέχει σε διάφορα λειτουργικά συστήματα: το λογισμικό του NodeMCU είναι διαθέσιμο για τα λειτουργικά συστήματα Windows, Macintosh, OSX καθώς και για Linux. Τα περισσότερα συστήματα ανάπτυξης μικροελεγκτών περιορίζονται στα Windows.
- απλό προγραμματιστικό περιβάλλον: Το περιβάλλον προγραμματισμού ενδείκνυται για αρχάριους, αλλά είναι ταυτόχρονα ευέλικτο και για πιο προχωρημένους χρήστες.
- Λογισμικό ανοιχτού κώδικα που μπορεί να επεκταθεί: Το software διανέμεται με τη μορφή εργαλείων ανοιχτού λογισμικού και είναι διαθέσιμο προς επέκταση. Η γλώσσα προγραμματισμού του μπορεί να επεκταθεί διαμέσου των βιβλιοθηκών της C++ και της AVR-C.

1.4. ESP8266 μικροεπεξεργαστής Wi-Fi

Το ESP8266 είναι ένας μικροεπεξεργαστής Wi-Fi χαμηλού κόστους με πλήρη ικανότητα TCP / IP stack και μικροελεγκτή που παράγεται από τον κατασκευαστή Espressif Systems στη Σαγκάη της Κίνας.

Το τσιπ για πρώτη φορά έτυχε της προσοχής των δυτικών κατασκευαστών τον Αύγουστο του 2014 με τη μονάδα ESP-01, που κατασκευάστηκε από μια άλλη εταιρία την Ai-Thinker. Αυτή η μικρή μονάδα επιτρέπει στους μικροελεγκτές να συνδεθούν σε ένα δίκτυο Wi-Fi και να κάνουν απλές συνδέσεις TCP / IP χρησιμοποιώντας εντολές τύπου Hayes. Ωστόσο, στην αρχή δεν υπήρχε σχεδόν καμία τεκμηρίωση στην αγγλική γλώσσα σχετικά με το τσιπ και τις εντολές. Το ESP8285 είναι ένα ESP8266 με 1 MB ενσωματωμένου φλας, που επιτρέπει συσκευές με μοναδικό τσιπ να μπορούν να συνδεθούν με Wi-Fi. Ο διάδοχος αυτών των τσιπ μικροελεγκτών είναι το ESP32, που κυκλοφόρησε το 2016.

1.5. Ονόματα των καρτών ανάπτυξης NodeMCU

Σε μια σύγκριση των πλακέτων ανάπτυξης NodeMCU ESP8266 πρέπει να συγκρίνουμε και τα τσιπ ESP8266 που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις πλακέτες. Η σύγκριση μπορεί να προκαλέσει σύγχυση όχι επειδή υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί πίνακες (υπάρχουν μόνο 3) αλλά επειδή υπάρχουν πολλά ονόματα για το ίδιο πράγμα.

Γενιά	Έκδοση	Όνομα
1st	0.9	V1
2nd	1.0	V2
2nd	1.0	V3

Η 3η στήλη είναι η ονομασία των προϊόντων σε (κινεζικά) ηλεκτρονικά καταστήματα όπως το Banggood και το AliExpress. Το προϊόν που κυκλοφορεί στο εμπόριο ως V3 μοιάζει με ένα V2 board.

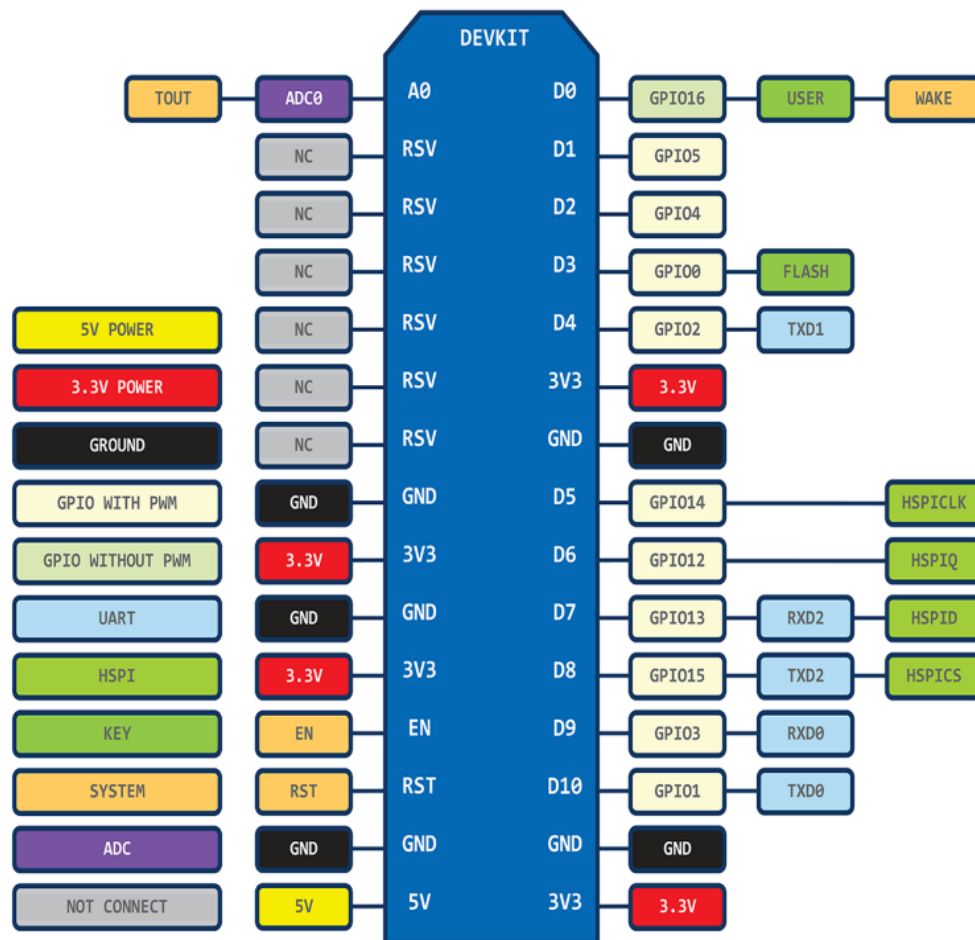
Αυτό που συμβάλλει περαιτέρω στην ονομασία είναι ακριβώς το γεγονός ότι το υλικό είναι ανοιχτού κώδικα και όλοι μπορούν να παράγουν και να εμπορεύονται πλατφόρμες ανάπτυξης NodeMCU.

1.6. Σύγκριση των πλακών ανάπτυξης NodeMCU

Οι πίνακες 1ης και 2ης γενιάς είναι εύκολο να ξεχωρίσουν, επειδή το μέγεθός τους είναι αρκετά διαφορετικό. Και οι δύο γενιές χρησιμοποιούν μάρκες ESP-12 με φλας 4MB αλλά η δεύτερη γενιά χρησιμοποιεί το νεότερο και ενισχυμένο ESP-12E.

1.6.1. Πρώτη (1^η) γενιά / v0.9 / V1

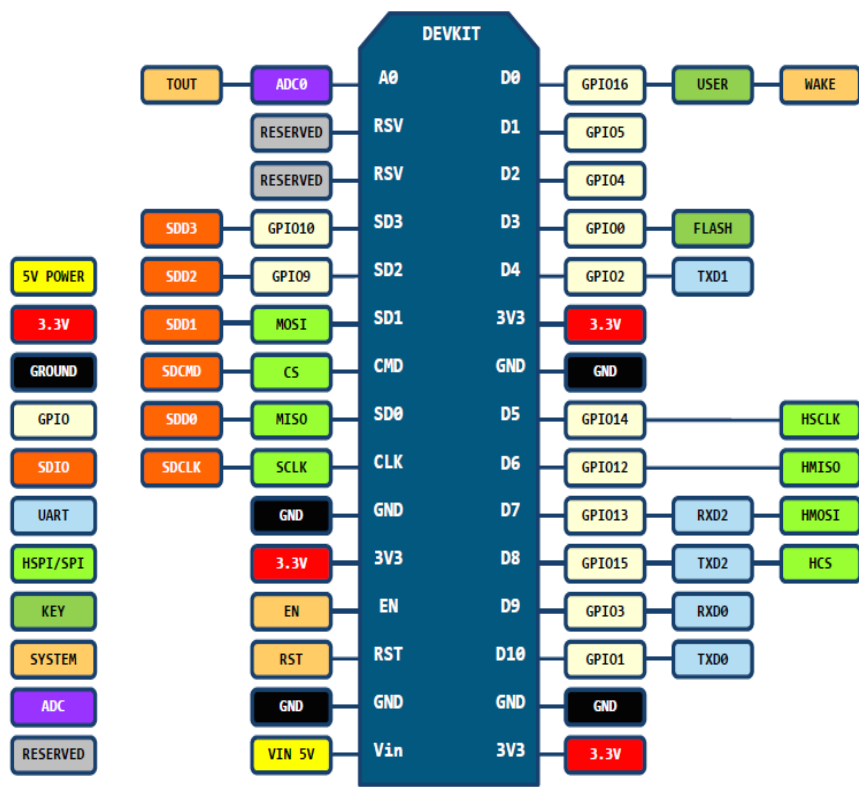
Το πρωτότυπο, αλλά τώρα ξεπερασμένο, kit dev πωλείται συνήθως με μια εξαιρετική κίτρινη πλακέτα και είναι πολύ μεγάλη. Το μέγεθος της (47 mm x 31mm) καλύπτει και τις 10 καρφίτσες κανονικής πλακέτας, γεγονός που το καθιστά πολύ άβολο στη χρήση. Υπάρχει μια ανάρτηση στο internet με μια φωτογραφία που το δείχνει αυτό καθαρά και έχει μονάδα ηλεκτρονικού ESP-12 και μνήμη flash 4MB.





1.6.2. Δεύτερη (2^η) γενιά / v1.0 / V2

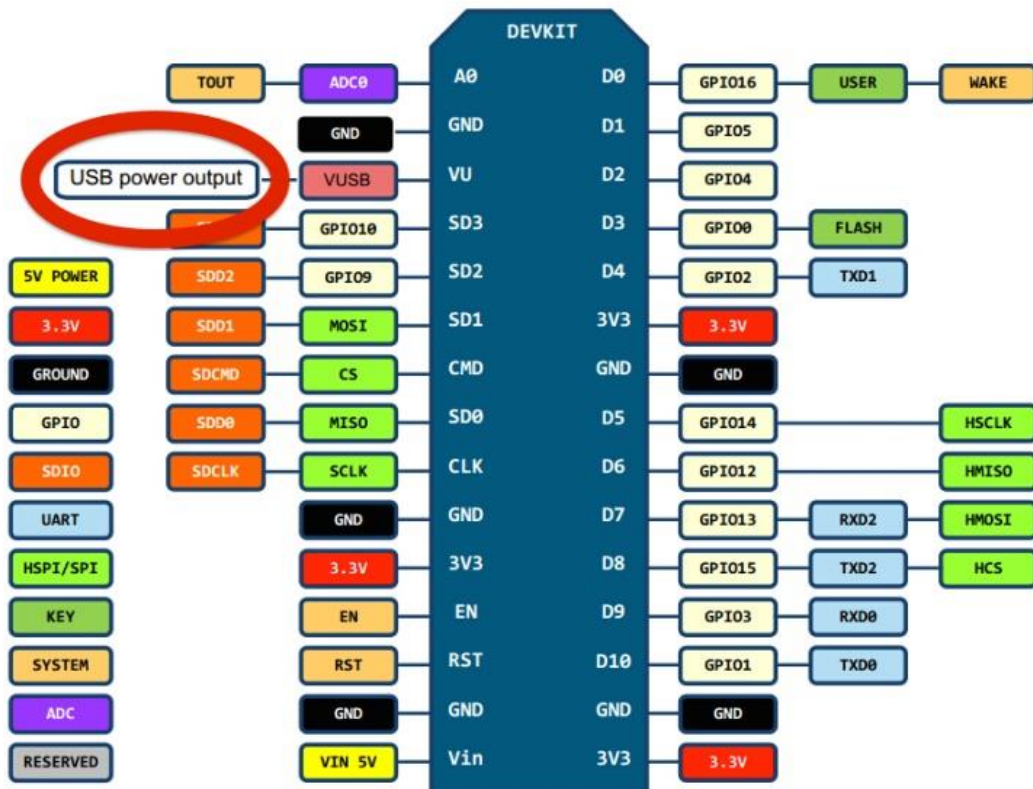
Το V2 διορθώνει τις αδυναμίες του αρχικού πίνακα, είναι πιο στενό και ταιριάζει καλά στην πλακέτα. Το τσιπ αναβαθμίστηκε από ESP-12 σε ESP12E.





1.6.3. Δεύτερη (2η) γενιά / v1.0 / V3

Για το NodeMCU δεν έχουν δημοσιοποιηθεί μέχρι στιγμής νέες προδιαγραφές με αποτέλεσμα να μην υπάρχει επίσημο NodeMCU 3ης γενιάς. Ως εκ τούτου, το V3 είναι μια "έκδοση" που επινοήθηκε από τον παραγωγό LoLin για να επισημάνει μικρές βελτιώσεις στις κάρτες V2. Μεταξύ άλλων υποστηρίζουν ότι η θύρα USB είναι πιο ισχυρή. Εάν συγκρίνετε τη διάταξη των καρφίδων, υπάρχει μόνο μια μικρή διαφορά στη διάταξη V2. Η LoLin αποφάσισε να χρησιμοποιήσει μία από τις δύο πινέζες για την έξοδο USB και την άλλη για ένα πρόσθετο GND. Προσέχοντας όμως για τη διαφορά μεγέθους βλέπουμε ότι αυτός ο πίνακας LoLin είναι σημαντικά μεγαλύτερος από τους πίνακες Amica και DOIT V2.

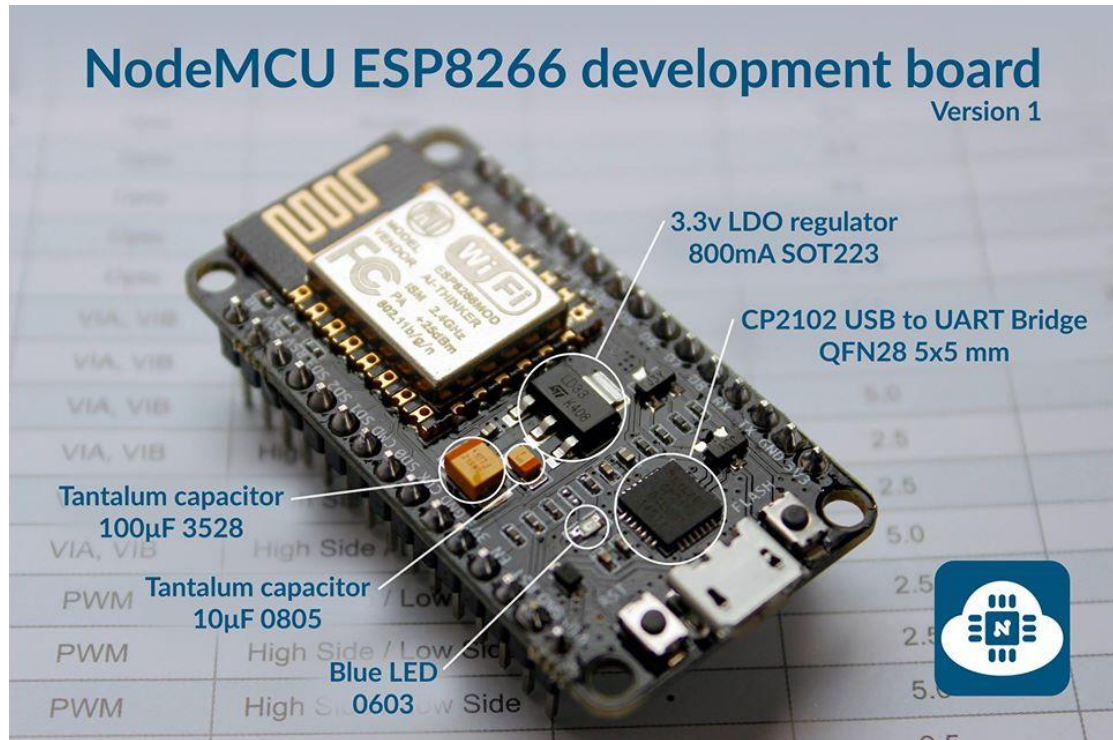


1.7. Σχέση μεταξύ NodeMCU και Amica

Πολλοί πίνακες V2 φέρουν την ετικέτα με το σήμα «Amica». Είναι ένα εμπορικό σήμα που δημιούργησε ο Ολλανδός Gerwin Janssen. Είναι ιδιοκτήτης της πλατφόρμας amica.io. Αν και δεν ήταν επίσημα μέρος της αρχικής ομάδας NodeMCU, ο Gerwin σχεδίασε ένα όνομα για το devkit v1, που ονομάζεται Amica. Η ομάδα του άρесе και υιοθέτησε το όνομα.

1.8. Επίσημες και Ανεπίσημες κάρτες V2

Για το NodeMCU δημοσιεύτηκε μια φωτογραφία στο Facebook που δείχνει επίσημες και ανεπίσημες κάρτες V2. Γενικά όμως δεν υπάρχει κώδικας σαν επίσημη πλακέτα λόγω του ανοικτού υλικού. Αυτό ίσως σημαίνει ότι η Amica είναι ο "επικυρωμένος" παραγωγός και το DOIT & LoLin δεν είναι. Η Amica επίσης φαίνεται να είναι ο μοναδικός παραγωγός που είναι συμβατός με το spec hardware V2 NodeMCU.

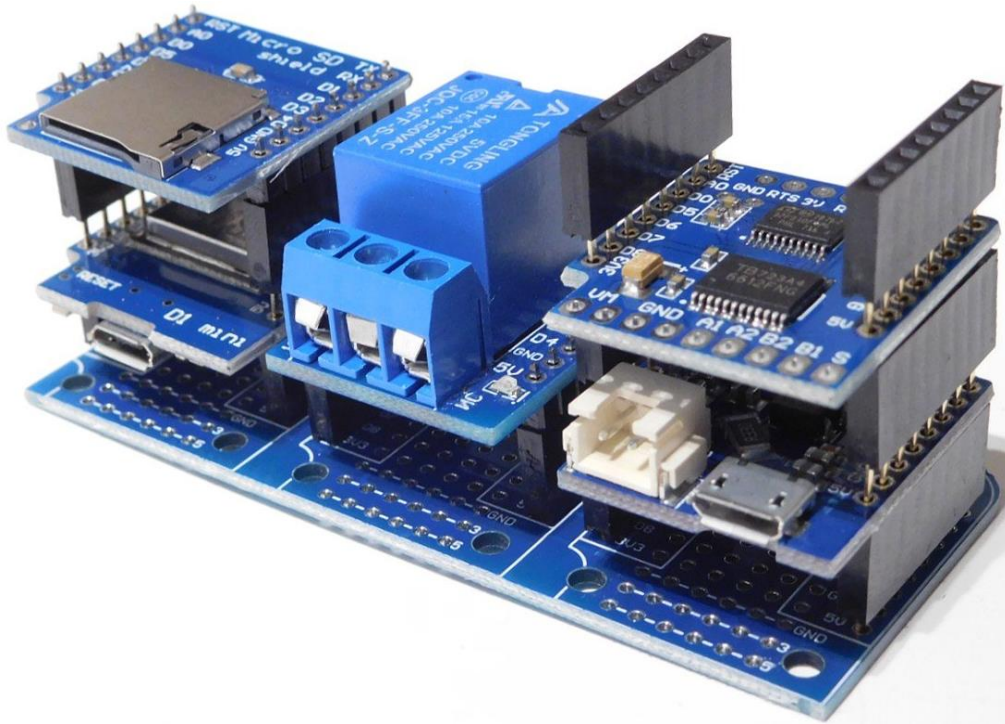


1.9. Εναλλακτικές λύσεις

1.9.1. WeMos D1 mini

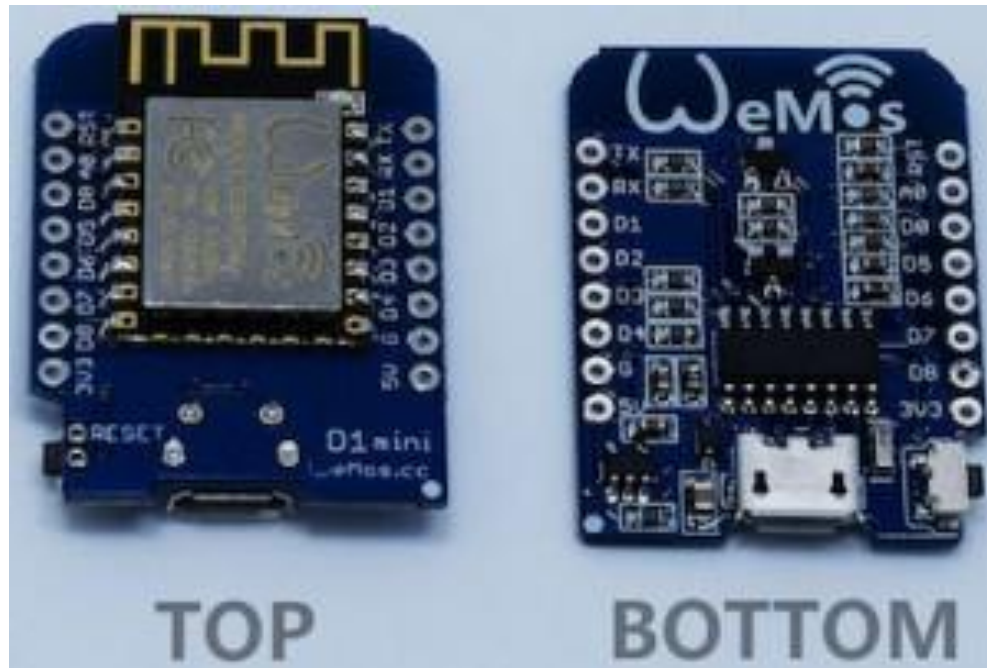
Μετά τα τέλη του 2015 η πιο συχνή εναλλακτική λύση φαίνεται να είναι το WeMos D1 mini. Έχει περίπου το ίδιο πλάτος με το V2 NodeMCU devkit, αλλά στα 34,2mm και είναι σχεδόν το ένα τρίτο μικρότερο. Διαχειρίζεται ένα MCU ESP-8266EX και παρέχει 4MB flash. Οι εννέα ακίδες GPIO του καθιστούν το D1 μίνι κατάλληλο για ένα μεγάλο κοινό στόχο IoT. Υποστηρίζει τόσο Arduino όσο και NodeMCU.

Η WeMos διαθέτει επίσης μια σειρά πλακετών ίσου μεγέθους που επιτρέπουν την κατασκευή μονάδων με κάθετη διάταξη.



Το μόνο μειονέκτημα για πολλούς μπορεί να είναι ότι πρέπει να κολλήσουν τις ακίδες μόνοι τους. Κάθε D1 μίνι έρχεται με ένα ζευγάρι μακρύ και κοντό-θηλυκό ακίδες και ένα ζευγάρι κανονικές ακίδες. Ορισμένες αναφορές στο Διαδίκτυο ισχυρίζονται ότι μπορεί να είναι λίγο δύσκολο να βρεθούν οι κατάλληλοι οδηγοί για το σειριακό τσιπ CH34x USB στο μίνι D1. Αυτό είναι το ίδιο τσιπ που χρησιμοποιείται από μερικούς από τους φθηνούς κλώνους Arduino.

Επίσης, είναι προφανές ότι μειώσανε τις εισόδους-εξόδους για να μειώσουν το μήκος ώστε να είναι μικρότερο από τις πλακέτες NodeMCU. Από την άλλη πλευρά έχει επίσης 5V έξω ακριβώς όπως το LoLin V3.

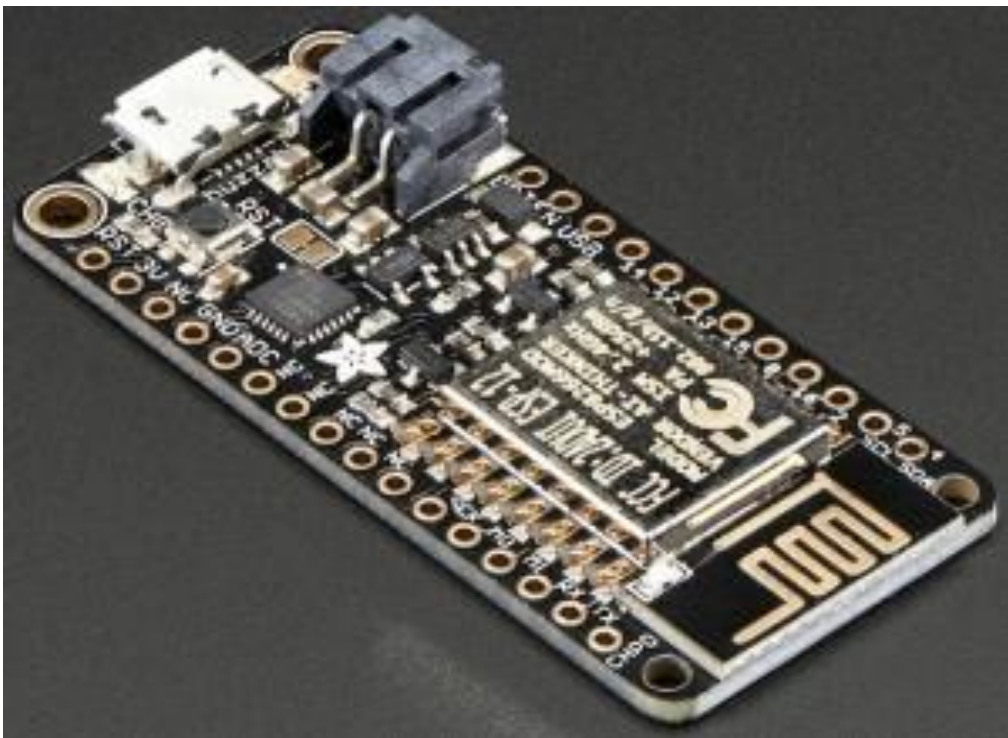


1.9.2. Adafruit/SparkFun

Μεταξύ των άλλων δύο εναλλακτικών λύσεων είναι το SparkFun ESP8266 Thing και το Adafruit HUZZAH ESP8266 Breakout. Στο Adafruit, το μεγαλύτερο μέρος του υλικού του, φαίνεται αρκετά τακτοποιημένο. Είναι λίγο μικρότερο από το NodeMCU dev kit, αλλά χρειάζεστε ένα ειδικό USB σε TTL σειριακό καλώδιο αντί για ένα συμβατικό καλώδιο USB.



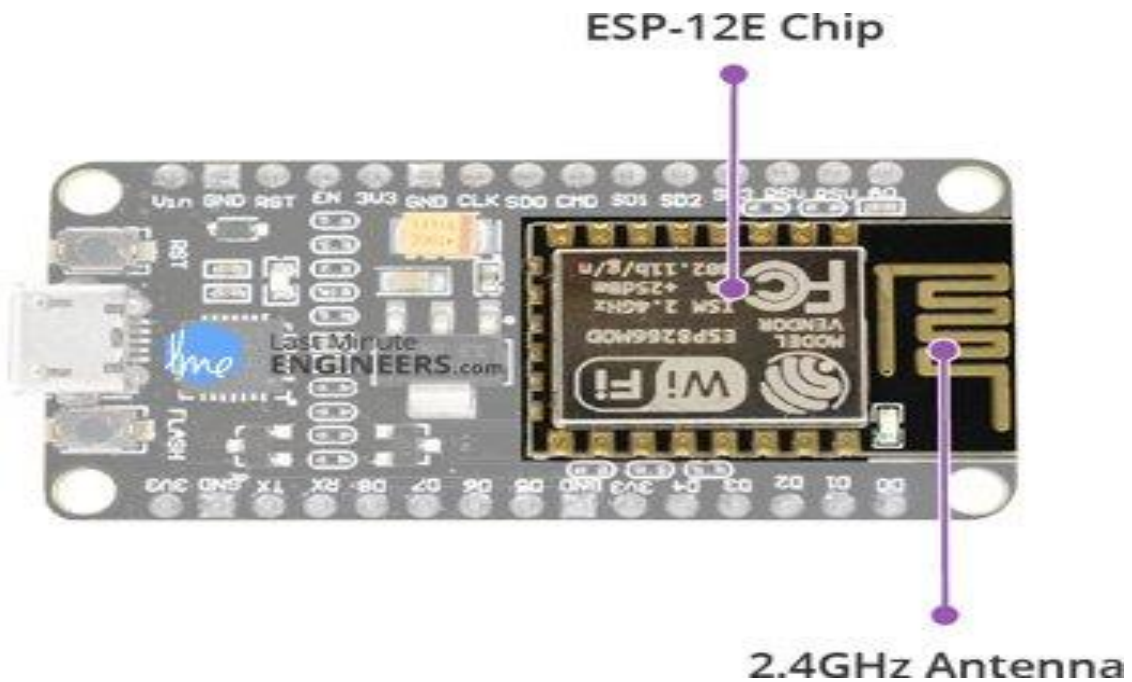
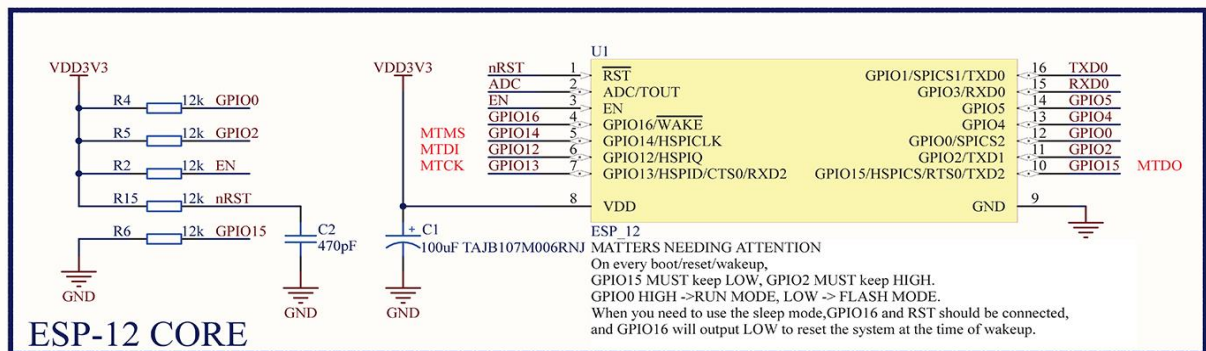
Πρόσφατα η Adafruit πουλά μια ανάπτυξη πλακέτας πολύ παρόμοια με το NodeMCU v2 dev αλλά με πρόσθετη υποδοχή LiPo.



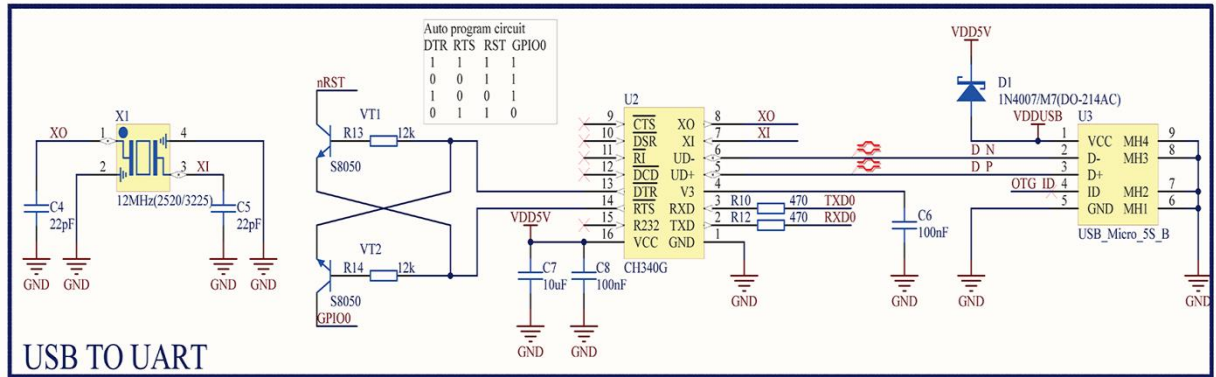
1.10. Σχετικά με το NodeMCU

1.10.1. Διάγραμμα κυκλώματος NodeMCU Hardware

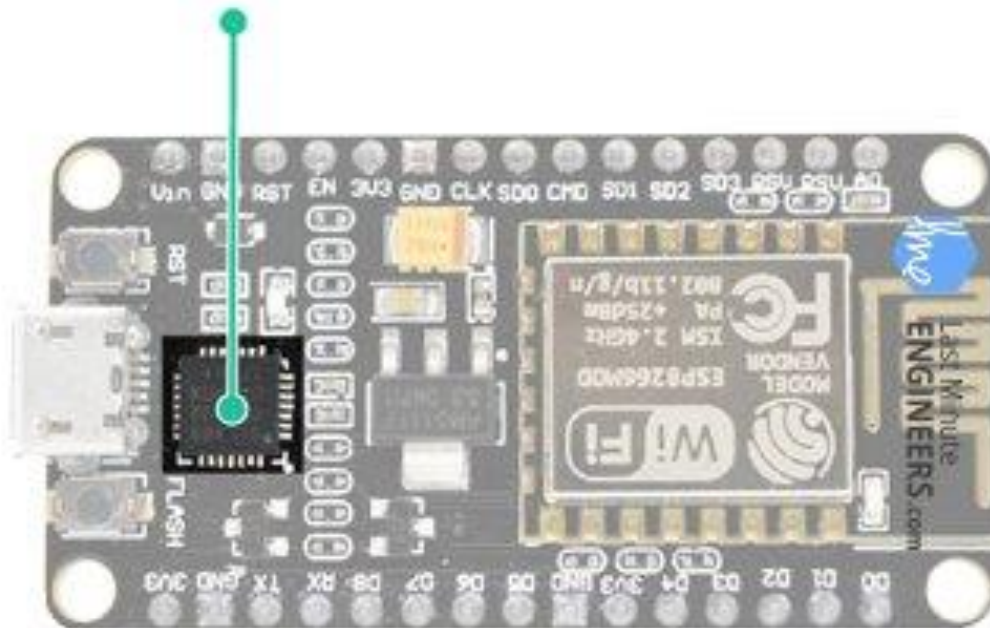
Η πλατφόρμα ανάπτυξης (NodeMCU) έχει την ηλεκτρονική μονάδα ESP-12E, η οποία περιέχει το τσιπ ESP8266.



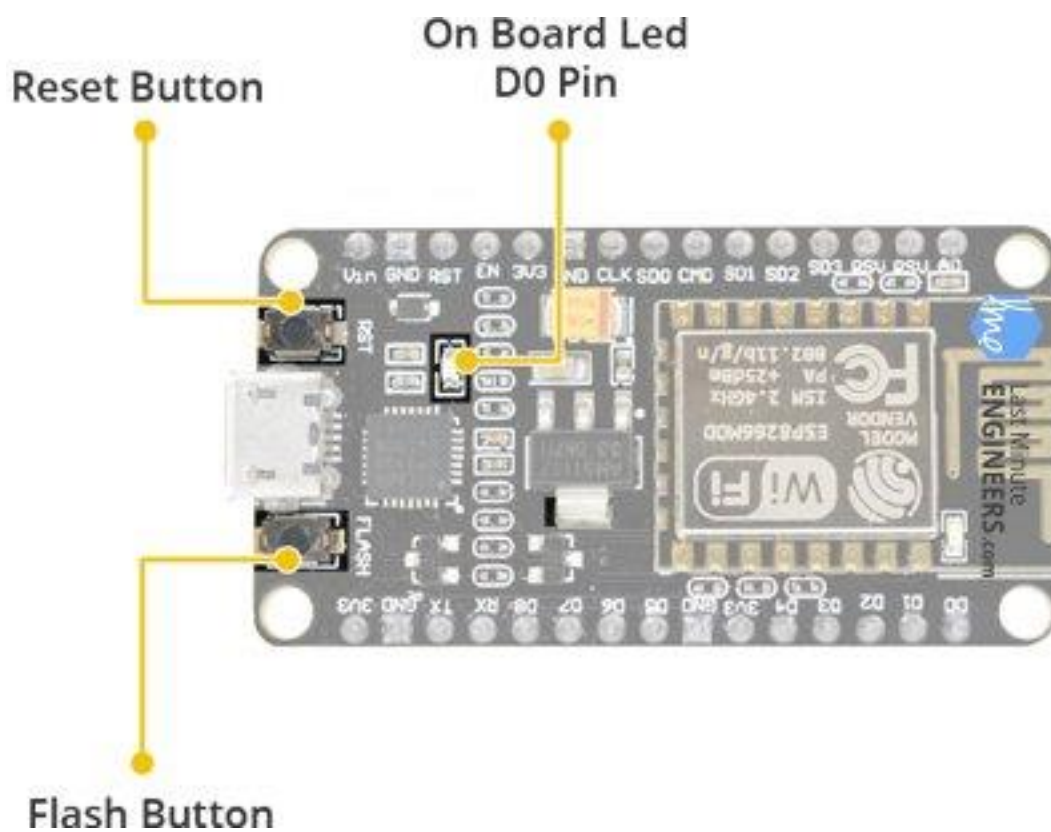
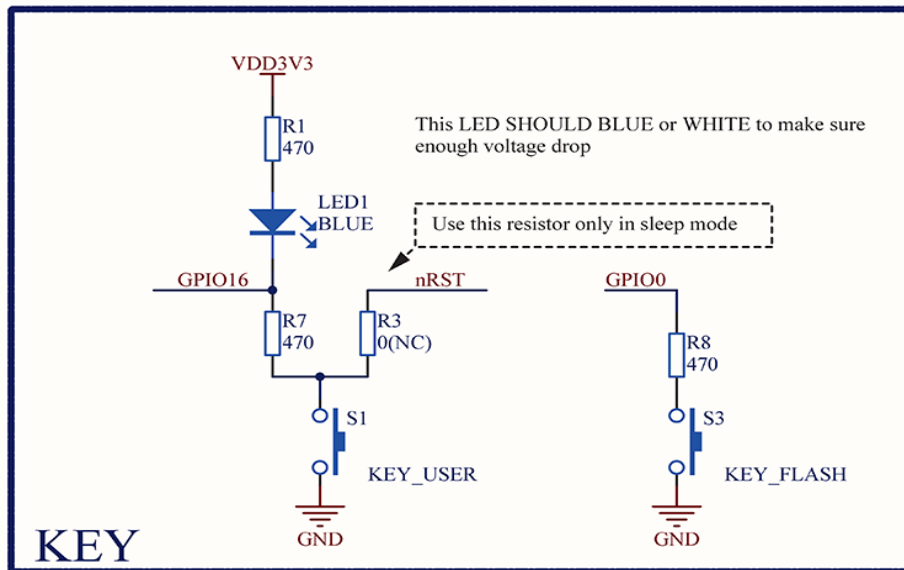
Ο CP2102 (USB-to TTL Bridge Controller), μετατρέπει το σήμα USB σε σειριακό και επιτρέπει στον υπολογιστή να προγραμματίζει και να επικοινωνεί με το τσιπ ESP8266.



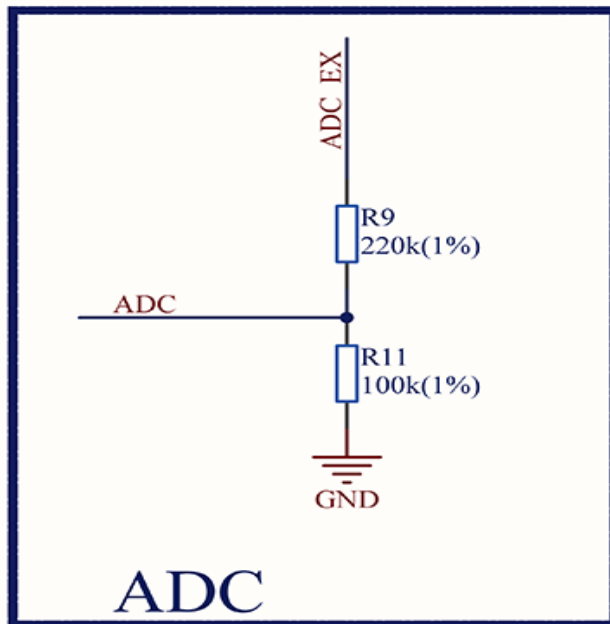
USB To TTL Converter CP2102



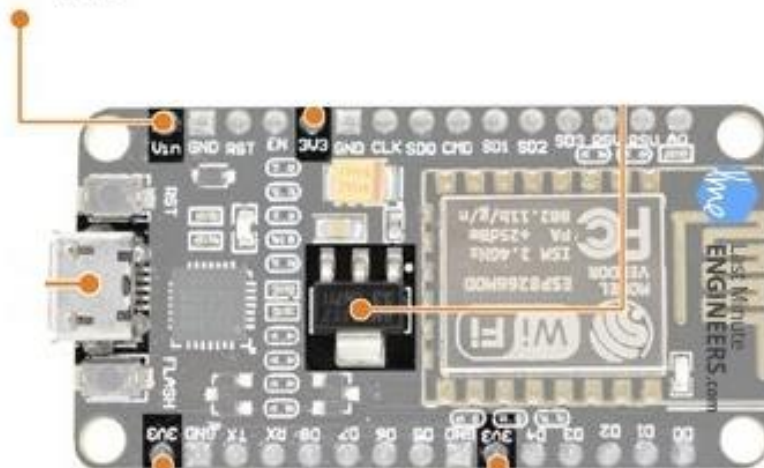
RESET και FLASH BUTTON



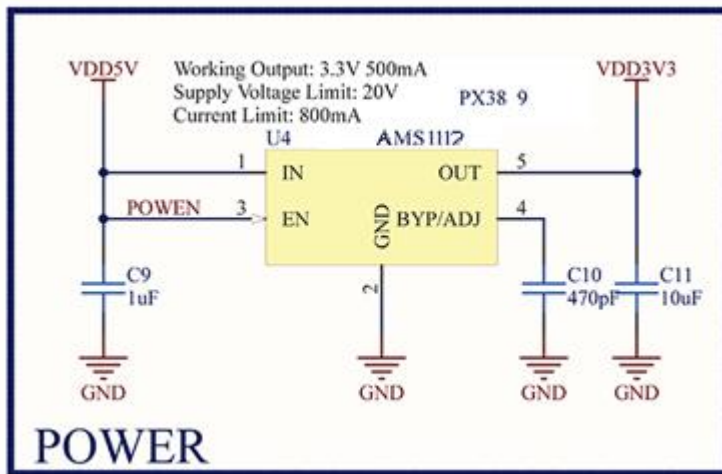
Το κύκλωμα στο pin Vin για να μπει η εξωτερική τροφοδοσία.



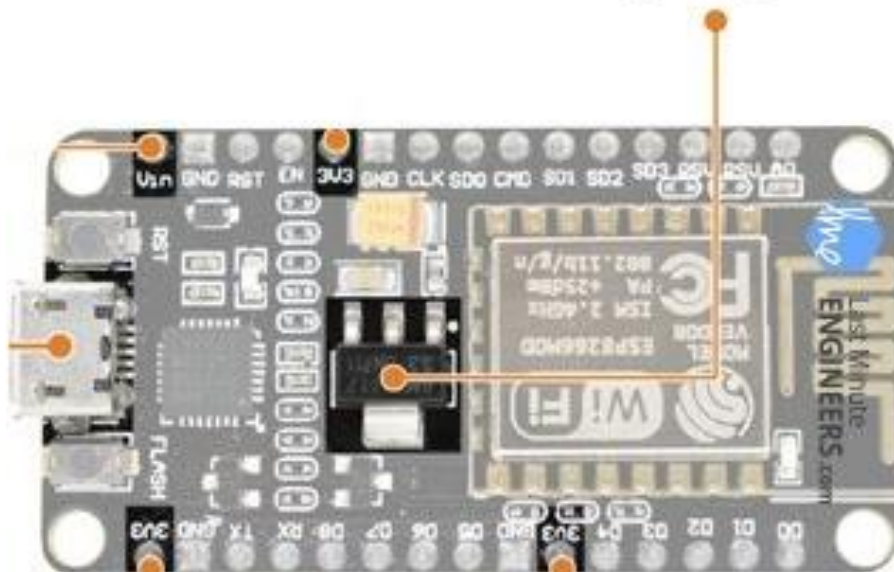
External
Power Supply



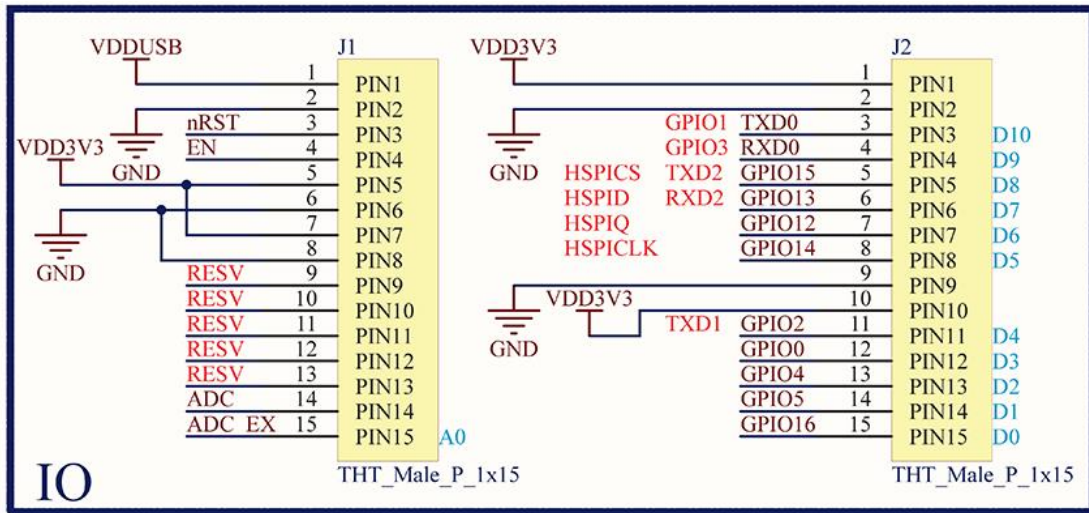
Ο AMS1117 ρυθμιστής υπάρχει για να ρυθμίζει την τάση στα 3,3V.



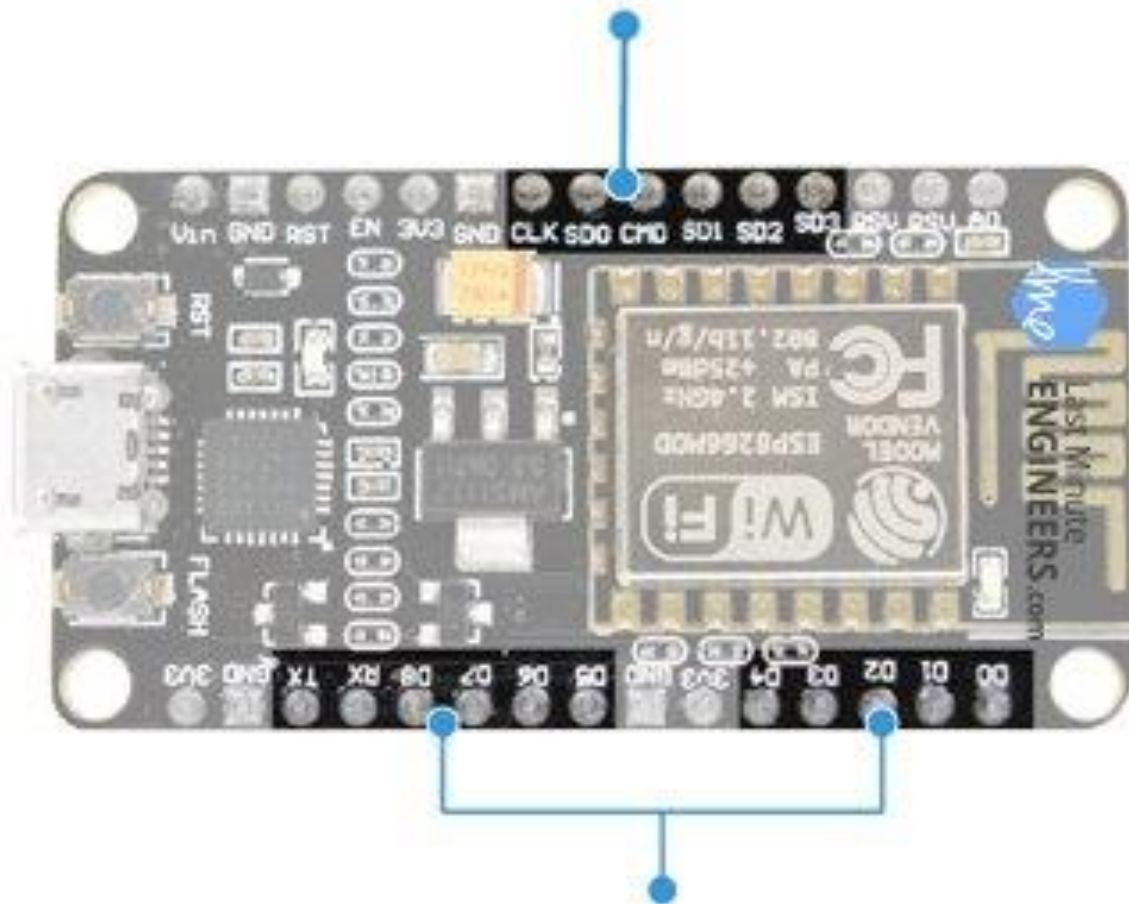
3.3V LDO Voltage Regulator



Οι 17 ακίδες GPIO που μας παρέχονται, διανέμονται και στις δύο πλευρές της πλακέτας ανάπτυξης.



Multiplexed GPIO



Multiplexed GPIO

1.10.2. CPU

Στον πυρήνα της μονάδας βρίσκεται το τσιπ CP2102. Το ενσωματωμένο αυτό τσιπ είναι σχεδιασμένο να είναι εύκολο στην προσαρμογή. Υπάρχουν δύο πυρήνες CPU που μπορούν να ελέγχονται μεμονωμένα και η συχνότητα ρολογιού CPU είναι ρυθμιζόμενη από 80 MHz έως 240 MHz. Ο χρήστης μπορεί επίσης να απενεργοποιήσει τη CPU και να χρησιμοποιήσει τον συν-επεξεργαστή χαμηλής ισχύος για να παρακολουθεί συνεχώς τις περιφερειακές συσκευές για αλλαγές ή διέλευση κατοφλιών. Το ESP32 ενσωματώνει ένα πλούσιο σύνολο περιφερειακών, που κυμαίνεται από τους αισθητήρες χωρητικότητας αφής, αισθητήρες Hall, διεπαφή κάρτας SD, Ethernet, SPI υψηλής ταχύτητας, UART, I2S και I2C.

Το ESP32 μπορεί να παράγει PWM σε όλες τις ακίδες I/O. Στο ESP32, το `analogWrite` δεν θα λειτουργήσει γιατί είναι διαφορετικό από το Arduino Uno. Το ESP32 χρησιμοποιεί ανάλυση 8, 10, 12, 15 bit για την τιμή PWM. Το Arduino χρησιμοποιεί ανάλυση 8 bit, δηλαδή το εύρος PWM είναι 0-254. Έτσι, για να χρησιμοποιήσουμε PWM, μπορούμε να καλέσουμε το `ledcWrite (pinChannel, dutyCycle)`. Το `ledcWrite (pinChannel, dutyCycle)` γράφει μια αναλογική τιμή σε μια ακίδα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανάψει ένα LED σε διαφορετικές φωτεινότητες ή να οδηγήσει έναν κινητήρα σε διάφορες ταχύτητες. Μετά από μια κλήση στο `ledcWrite (pinChannel, dutyCycle)`, ο ακροδέκτης θα δημιουργήσει ένα σταθερό τετραγωνικό κύμα του καθορισμένου κύκλου λειτουργίας μέχρι την επόμενη κλήση στο `ledcWrite (pinChannel, dutyCycle)` ή μια κλήση προς το ψηφιακό `Read` ή `digitalWrite` στην ίδια ακίδα. Η συχνότητα του σήματος PWM στις περισσότερες ακίδες είναι περίπου 1 KHz.

Χρησιμοποιούμε το LED, το οποίο δεν είναι GPIO2

Ο AMS1117 ρυθμιστής υπάρχει για να ρυθμίζει την τάση στα 3,3V

Χαρακτηριστικά του CP2102:

Μικροελεγκτής	CP2102
Τάση Λειτουργίας	3.3V
Τάση Εισόδου (προτεινόμενη)	4,5-9V
Τάση Εισόδου (όριο)	10V
ψηφιακές Είσοδοι/Εξοδοι	13 (όλες παρέχουν PWM έξοδο)
Μνήμη Flash	4MB
SRAM	8KB
EEPROM	1KB
Ταχύτητα Ρολογιού - Κρυστάλλου	80-240MHZ

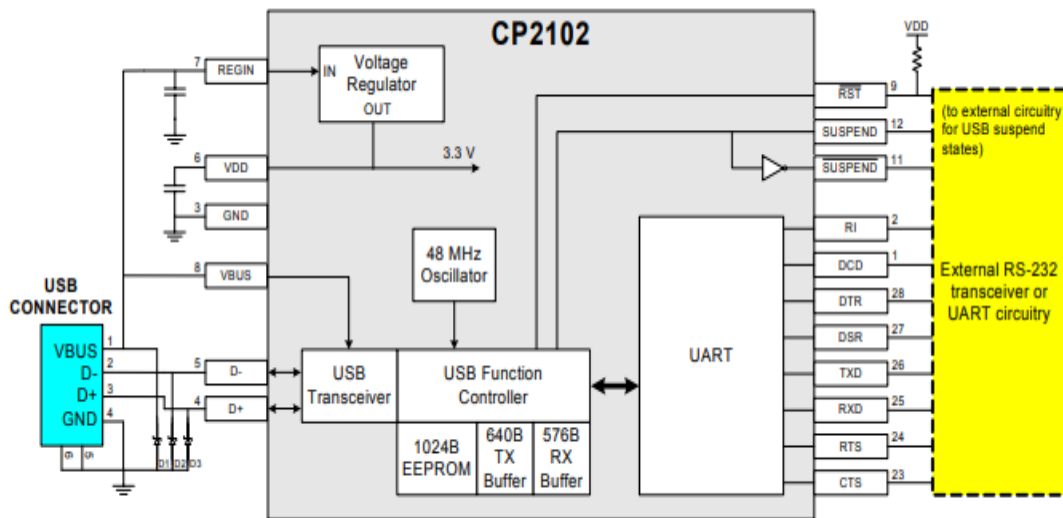


Figure 1. Example System Diagram

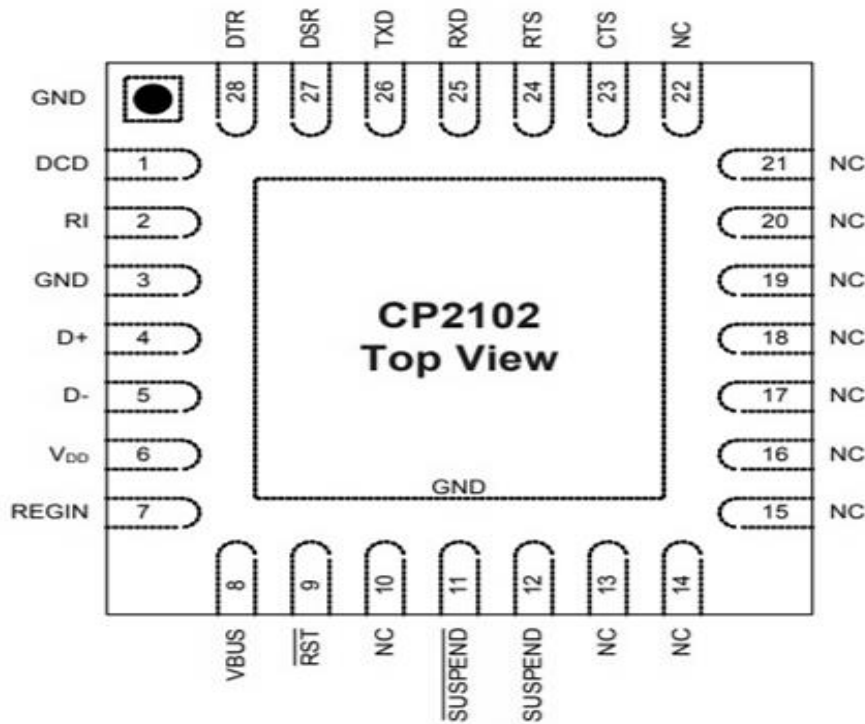


Figure 2. MLP-28 Pinout Diagram (Top View)

1.10.3. Μνήμη

Όπως προαναφέρθηκε στην εργασία χρησιμοποιήθηκε το NodeMCU με μικροελεγκτή τον CP2102 της Silicon Laboratories, ο οποίος διαθέτει τρία διαφορετικά είδη μνήμης για την ομαλή λειτουργία του. Πιο κάτω παρουσιάζονται οι μνήμες αυτές, με τα μεγέθη τους καθώς και η χρησιμότητα της κάθε μίας:

- Μνήμη Flash: διατίθενται 4MB της συγκεκριμένης μνήμης, εκ των οποίων τα 0.5KB χρησιμοποιούνται από τον φορτωτή εκκίνησης (bootloader) του NodeMCU για την αποθήκευση του firmware του. Το firmware αυτό είναι αναγκαίο για την εγκατάσταση των προγραμμάτων στον μικροελεγκτή μέσω του Arduino IDE (περιβάλλοντος εργασίας του Arduino) και της θύρας USB, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται εξωτερικός προγραμματισμός υλικού. Τα υπόλοιπα της μνήμης Flash χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των προγραμμάτων, αφού πρώτα μεταφραστούν στον υπολογιστή. Σημαντικό στοιχείο της μνήμης Flash είναι ότι δεν χάνει τα περιεχόμενά της μετά από

απώλεια τροφοδοσίας ή επανεκκίνηση (reset) της πλακέτας. Η μνήμη Flash υπό κανονικές συνθήκες δεν προορίζεται για χρήση runtime, λόγω της μικρής συνολικής μνήμης που είναι διαθέσιμη από τις άλλες δύο μνήμες, για αυτό το λόγο σχεδιάστηκε μία βιβλιοθήκη που επιτρέπει τη χρήση του χώρου που περισσεύει.

- Μνήμη SRAM: διατίθενται 8 KB μνήμης, η οποία είναι η ωφέλιμη μνήμη που χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα για την αποθήκευση μεταβλητών, πινάκων και άλλων δεδομένων κατά την εκτέλεση του. Η μνήμη αυτή είναι προσωρινή και χάνει τα δεδομένα της σε περίπτωση διακοπής της τροφοδοσίας ή επανεκκίνησης.
- Μνήμη EEPROM: είναι διαθέσιμη 1KB μνήμης, η οποία χρησιμοποιείται για εγγραφή και ανάγνωση δεδομένων από το πρόγραμμα κατά την εκτέλεση του. Αντίθετα με την SRAM, η EEPROM δεν χάνει τα δεδομένα της σε τυχόν απώλεια τροφοδοσίας ή επανεκκίνησης, όπως και η Flash.

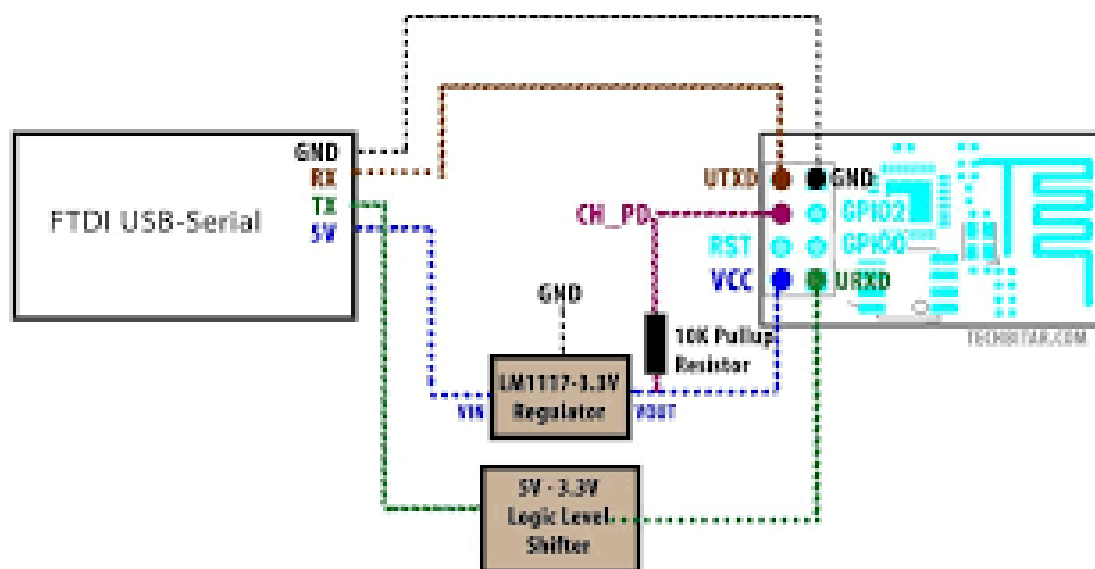
1.10.4. Τροφοδοσία

Όπως κάθε κύκλωμα, έτσι και το NodeMCU, χρειάζεται τροφοδότηση ρεύματος για να λειτουργήσει, η οποία γίνεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος είναι μέσω ενός καλωδίου USB συνδεδεμένο στον υπολογιστή ενώ ο δεύτερος μέσω τροφοδοτικού (μετασχηματιστής AC/DC) ή και μπαταρία συνδεδεμένα σε μία υποδοχή των 2,1mm, με τον θετικό πόλο στο κέντρο, που βρίσκεται στο NodeMCU.

Η πλακέτα μπορεί να λειτουργήσει στα 6 έως 20 Volts για κατώτατο και ανώτατο όριο, όπως αναφέρει ο κατασκευαστής, ο οποίος συστήνει την τροφοδότηση με 7 έως 12 volt για να επιτευχθεί η βέλτιστη λειτουργία της πλακέτας χωρίς απώλειες, υπερθερμάνσεις και καταστροφές. Ως ιδανική τάση τροφοδότησης αναφέρεται η τάση των 9 volts.

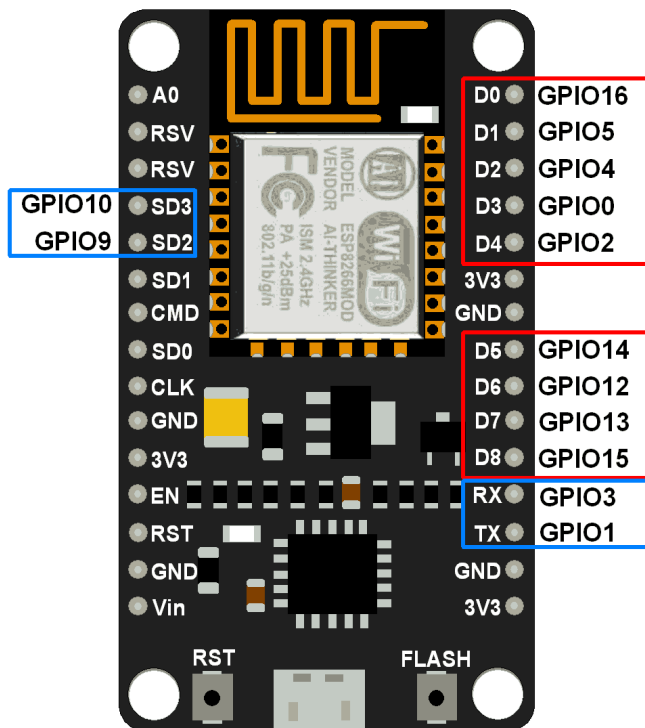
Το NodeMCU διαθέτει επίσης κάποιους ακροδέκτες τροφοδοσίας, με τη λειτουργία του καθενός να έχει ως εξής:

- VIN: ο συγκεκριμένος ακροδέκτης έχει διπλό ρόλο. Ένας ρόλος του είναι λειτουργία του ως μέθοδος εξωτερικής τροφοδοσίας του NodeMCU σε συνδυασμό με τον ακροδέκτη γείωσης δίπλα του. Ο άλλος ρόλος είναι η παροχή μη σταθεροποιημένης τάσης, συγκεκριμένα της τάσης τροφοδοσίας, στην περίπτωση που υπάρχει συνδεδεμένη εξωτερική τροφοδοσία μέσω του USB καλωδίου ή της υποδοχής 2,1mm.
- 3V3: παρέχει τάση 3,3 Volts. Η συγκεκριμένη τάση παράγεται από το ολοκληρωμένο FTDI που βρίσκεται στο NodeMCU, με μέγιστο ρεύμα τα 50mA.
- GND: είναι οι ακροδέκτες γείωσης της πλακέτας.



1.10.5. Οι ακροδέκτες του NodeMCU

Το NodeMCU Development Kit παρέχει πρόσβαση σε αυτά τα GPIOs του ESP8266. Το μόνο που πρέπει να προσέξουμε είναι ότι οι καρφίτσες του kit NodeMCU Dev αριθμούνται διαφορετικά από τις εσωτερικές σημειώσεις GPIO του ESP8266 όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Για παράδειγμα, ο ακροδέκτης D0 στο kit NodeMCU Dev αντιστοιχίζεται στον εσωτερικό πείρο GPIO 16 του ESP8266.



NodeMCU DevKit GPIOs

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι ακίδες NodeMCU Dev Kit και οι εσωτερικές καρφίτσες GPIO του ESP8266

Pin	Names on NodeMCU Development Kit	ESP8266 Internal GPIO number
	D0	GPIO16
	D1	GPIO5
	D2	GPIO4
	D3	GPIO0
	D4	GPIO2
	D5	GPIO14
	D6	GPIO12
	D7	GPIO13

D8	GPIO15
D9/RX	GPIO3
D10/TX	GPIO1
D11/SD2	GPIO9
D12/SD3	GPIO10

Τα GPIO που εμφανίζονται σε μπλε πλαίσιο (1,3,9,10) δεν χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον για σκοπούς GPIO στο Dev Kit.

Το ESP8266 είναι ένα σύστημα σχεδιασμού chip (SoC) με στοιχεία όπως το τσιπ επεξεργαστή. Ο επεξεργαστής έχει περίπου 16 γραμμές GPIO, μερικές από τις οποίες χρησιμοποιούνται εσωτερικά για να διασυνδέονται με άλλα στοιχεία του SoC, όπως η μνήμη flash.

Επειδή αρκετές γραμμές χρησιμοποιούνται εσωτερικά στο ESP8266 SoC, έχουμε περίπου 11 GPIO καρφίτσες που απομένουν για σκοπούς GPIO. Δύο (2) ακίδες από τις 11 είναι γενικά δεσμευμένες για RX και TX για να επικοινωνήσουν με έναν κεντρικό υπολογιστή από τον οποίο έχουμε κατεβάσει το compiled object code.

Συνεπώς, αυτό αφήνει μόνο 9 ακροδέκτες I/O γενικής χρήσης, από το D0 έως D8.

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα του NodeMCU Dev Kit. Μπορούμε να δούμε ότι οι RX, TX, SD2, SD3 καρφίτσες δεν χρησιμοποιούνται ως GPIOs ως επί το πλείστον, δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται για άλλες εσωτερικές διαδικασίες. Αλλά μπορούμε να δοκιμάσουμε με SD3 (D12) καρφίτσα που ως επί το πλείστον θα ανταποκριθεί για τις λειτουργίες GPIO/PWM/interrupt.

Ο ακροδέκτης D0/GPIO16 μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο ως αναγνώριση / εγγραφή GPIO.

1.10.6. Software

Καλά είναι τα όσα προαναφέρθηκαν για το NodMCU και τις λειτουργίες του, αλλά για να λειτουργήσει στο επιθυμητό σημείο χρειάζεται πρώτα ο προγραμματισμός του και για αυτή τη διαδικασία υπάρχει το λογισμικό του Arduino, το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) δηλαδή, που όπως και τα σχέδια του υλικού, έτσι και αυτό, προσφέρεται δωρεάν μέσω διαδικτύου. Το περιβάλλον αυτό είναι βασισμένο στο περιβάλλον ανάπτυξης Processing, σχεδιασμένο να εισάγει στον προγραμματισμό νέους χρήστες μη εξοικειωμένους με την ανάπτυξη λογισμικού, το οποίο προέρχεται από την πλατφόρμα προγραμματισμού Wiring. Η γλώσσα αυτή μοιάζει με τη C, η οποία παρέχει παρόμοια λειτουργικότητα για μία πιο περιορισμένη σχεδίασης πλακέτα, της οποίας το περιβάλλον ανάπτυξης βασίζεται επίσης στην Processing. Στην συνέχεια, παρουσιάζονται αναλυτικά τόσο το περιβάλλον ανάπτυξης, όσο και η γλώσσα προγραμματισμού processing, από την οποία επηρεάστηκε.

1.10.7. Γλώσσα προγραμματισμού

Το NodeMCU βασίζεται κατά κύριο λόγο στην πλατφόρμα Wiring, η οποία με τη σειρά της βασίζεται στη γλώσσα προγραμματισμού processing. Κατά συνέπεια, το NodeMCU βασίζεται στη γλώσσα προγραμματισμού Processing, ή οποία είναι γλώσσα προγραμματισμού ανοιχτού κώδικα, παρόμοια με την C με απλοποιήσεις και αλλαγές, που αναπτύχθηκε (και συνεχίζει να αναπτύσσεται) από τους Benjamin Fry (UCLA) και Casey Raes (Board Institute) για την οποία κέρδισαν τη Χρυσή Νίκη στα βραβεία Prix Ars electronic το 2005, στην κατηγορία Net Vision. Αρχικά αναπτύχθηκε ως ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα, αλλά στη συνέχεια εξελίχθηκε σε εργαλείο δημιουργίας ολοκληρωμένων έργων (γλώσσα προγραμματισμού). Πρόκειται ουσιαστικά για ένα μανδύα γύρω από την Java που απλοποιεί τον προγραμματισμό οπτικών προγραμμάτων και που επιτρέπει τη δημιουργία αμέσου γραφικού αποτελέσματος. Αυτά τα χαρακτηριστικά κάνουν την Processing ιδανική για την εκμάθηση βασικών αρχών προγραμματισμού. Καλλιτέχνες και σχεδιαστές την χρησιμοποιούν ως μαθησιακό εργαλείο, ως ένα εργαλείο δημιουργίας πρωτοτύπων (prototyping) ακόμα και στην παραγωγή.

1.11. ESP8266-12

Το ESP8266 είναι ένα από τα πιο ολοκληρωμένα τσιπ WiFi στον κλάδο. Ενσωματώνει τους διακόπτες κεραίας, το RF balun, τον ενισχυτή ισχύος, τον ενισχυτή χαμηλού θορύβου, τα φίλτρα, τις μονάδες διαχείρισης ισχύος και απαιτεί ελάχιστα εξωτερικά κυκλώματα. Όλη η λύση, συμπεριλαμβανομένης της μονάδας front-end, έχει σχεδιαστεί για να καταλαμβάνει ελάχιστη επιφάνεια PCB. Το ESP8266 ενσωματώνει επίσης μια ενισχυμένη έκδοση του επεξεργαστή 32-bit σειράς L106 Diamond της Tensilica, με SRAM on-chip εκτός από τις λειτουργίες WiFi. Το ESP8266 συχνά ενσωματώνεται με εξωτερικούς αισθητήρες και άλλες συσκευές που αφορούν συγκεκριμένες εφαρμογές μέσω των GPIO του.

Χαρακτηριστικά:

- Ενσωματωμένη χαμηλής ισχύος MCU 32-bit.
- Ενσωματωμένη στοίβα πρωτοκόλλων TCP / IP.
- Ενσωματωμένος διακόπτης TR, balun, LNA, power amplifier και matching network.
- 802.11 b/g/n WiFi 2.4 GHz, υποστήριξη WPA/WPA2.
- Υποστηρίζει STA/AP/STA+AP operation modes.
- 10-bit ADC, SDIO 2.0, (H) SPI, UART, I2C, I2S, IR Remote Control, PWM, GPIO.
- Deep sleep power <10uA, Power down leakage current < 5uA.
- Wake up and transmit packets in < 2ms.
- Κατανάλωση ισχύος σε αναμονή <1.0mW (DTIM3).
- +20 dBm ισχύς εξόδου σε λειτουργία 802.11b.
- Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας -40C ~ 125C.
- FCC, CE, TELEC, WiFi Alliance, and SRRC certified.

Working Voltage: 3.3V

Maximum IO Driving Power I_{MAX}: 12 mA

Maximum IO Voltage Level V_{MAX}: 3.6V

Current Consumption: 100mAmp

Πίνακας για τα ποδαράκια του ESP8266-12

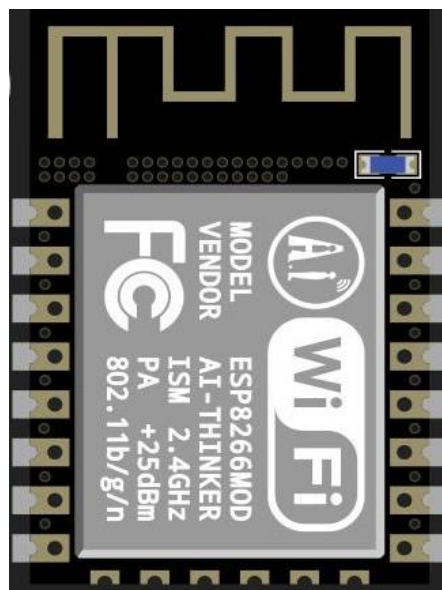
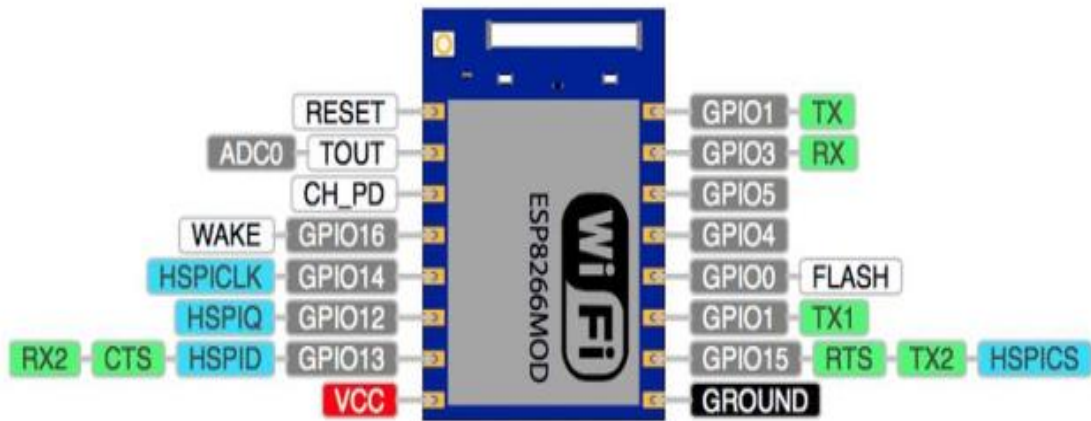
ΟΝΟΜΑ	ΤΥΠΟΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
VCC	P	Power 3.0 ~ 3.6V
GND	P	Ground
RESET	I	External reset signal (Low voltage level: Active)
ADC(TOUT)	I	ADC Pin Analog Input 0 ~ 1V
CH_PD	I	Chip Enable. High: On, chip works properly; Low: Off, small current
GPIO0(FLASH)	I/O	General purpose IO, If low while reset/power on takes chip into serial programming mode
GPIO1(TX)	I/O	General purpose IO and Serial TXd Το TX1 και TX GPIO1 είναι εσωτερικά συνδεδεμένα. Επίσης, στο μπλοκ είναι συνδεδεμένο το μπλε LED
GPIO3(RX)	I/O	General purpose IO and Serial RXd
GPIO4	I/O	General purpose IO
GPIO5	I/O	General purpose IO
GPIO12	I/O	General purpose IO
GPIO13	I/O	General purpose IO
GPIO14	I/O	General purpose IO
GPIO15(HSPI_CS)	I/O	General purpose IO, Connect this pin to ground through 1KOhm resistor to boot from internal flash.

Working Voltage: 3.3V

Maximum IO Driving Power I_{MAX}: 12 mA

Maximum IO Voltage Level V_{MAX}: 3.6V

Current Consumption: 100mAmp



Συγκρίνοντας το ESP8266-12F με το παλαιότερο ESP8266-12E διαπιστώνουμε:

- Το ESP8266-12F είναι μια βελτιωμένη έκδοση του ESP8266-12E που βελτιώνει το περιφερειακό κύκλωμα και τη διαδικασία των τεσσάρων ελασμάτων. Βελτιώνεται η αντιστάθμιση της σύνθετης αντίστασης. Το σήμα εξόδου είναι καλύτερο, είναι σταθερό με δυνατότητα αντι-μπλοκαρίσματος και έχει καλή προσαρμογή της κεραίας PCB. Μετά επίσης από επαγγελματικές εργαστηριακές δοκιμές και την πιστοποίηση ROHS (πιστοποίηση απουσίας επιβλαβών υλικών), έχει βελτιωθεί σημαντικά. Η ενισχυμένη έκδοση είναι πλήρως συμβατή με το υλικο-λογισμικό πριν από το ESP-12, και βασίζεται στο SPI και τις 6 νέες θύρες I/O. Έτσι η ανάπτυξη είναι πιο βολική και η εφαρμογή είναι ευρύτερη.

- Το ESP8266-12F έχει τη δυνατότητα χειρισμού μέσω cloud
- Το ESP-12F έχει πρωτοποριακό σχεδιασμό, νέο σχεδιασμό πλακών τεσσάρων επιπέδων, νέα βελτιστοποίηση επιδόσεων RF κεραίας αναβάθμισης, αυξημένη κατά 30%-50% σε σχέση με το ESP-12E. Έχει τεχνολογία τσιπ ημι-οπών. Το σύνολο των οδηγών I/O με μεταλλικό περίβλημα θωράκισης, πέρασε την πιστοποίηση FCC & CE & RoHS. Έχει επίσης ενσωματωμένη κεραία PCB με 4M bytes Flash.
- Η σελίδα Electrodragon ESP-12F διαθέτει επίσης ένα νέο σχέδιο πλακών τεσσάρων επιπέδων με βελτιωμένη κεραία που αυξάνει την περιοχή WiFi κατά 30% έως 50%. Ο προμηθευτής επιβεβαιώνει ότι αυτή η νεότερη έκδοση έχει το ίδιο μέγεθος και έχει τους ίδιους ακροδέκτες με την προηγούμενη έκδοση του ESP-12E. Η σελίδα για το ESP-12E δεν είναι πλέον διαθέσιμη αφού αντικαταστάθηκε με το ESP-12F. Το 12E είχε πρόσθετους ακροδέκτες: CS0, MISO, GPIO9, GPIO10, MOSI, SCLK (συνδεδεμένοι με τους ακόλουθους ακροδέκτες στην πλακέτα ανάπτυξης: CMD, SD0, SD2, SD3, SD1 CLK).

Το συμπέρασμα φαίνεται να είναι ότι δεν υπάρχει καμία απώλεια όσον αφορά τη χρήση του ESP-12F αντί του διαφημιζόμενου ESP-12E.

1.12. Περιβάλλον ανάπτυξης (IDE)

Για να διαχειριστεί κανείς το NodeMCU και πιο συγκεκριμένα όλες τις λειτουργίες του, πρέπει να επέμβει σ' αυτό μέσω ολοκληρωμένου περιβάλλοντος ανάπτυξης. Το περιβάλλον αυτό είναι γραμμένο σε Java και μπορεί να τρέχει σε πολλαπλές πλατφόρμες. Περιλαμβάνει επεξεργαστή κώδικα (επεξεργαστή κειμένου με διαφορά εύχρηστα εργαλεία), μεταγλώττιση και έχει την ικανότητα να φορτώνει εύκολα το πρόγραμμα μέσω μιας θύρας USB από τον υπολογιστή στην πλακέτα. Η γλώσσα που χρησιμοποιείται για την εγγραφή των προγραμμάτων είναι η Processing, όπως προαναφέρθηκε, που είναι παρόμοια με τη C ή C++, μία σχετικά εύκολη γλώσσα

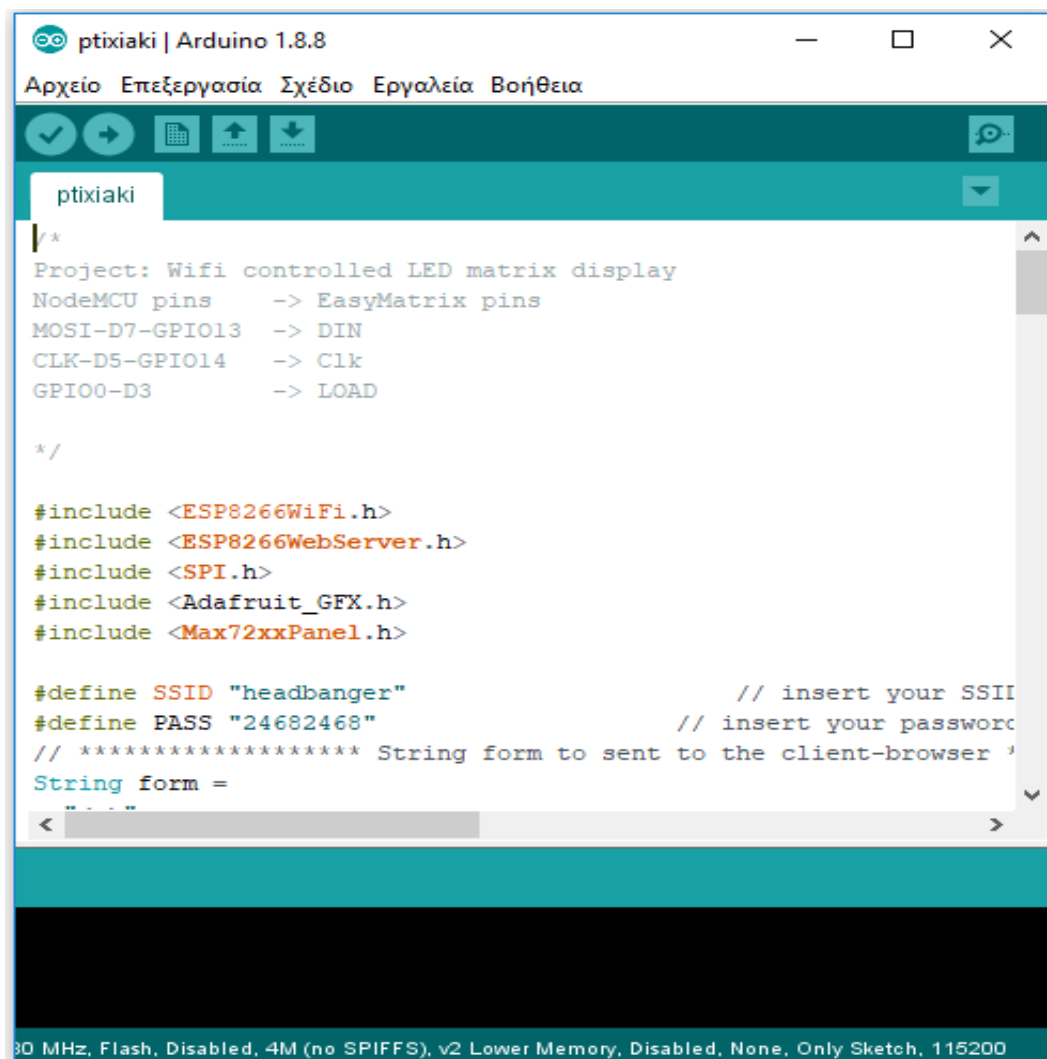
προγραμματισμού. Το Arduino IDE έρχεται με μία βιβλιοθήκη λογισμικού που ονομάζεται "Wiring" από το πρωτότυπο σχέδιο Wiring, γεγονός που καθιστά πολλές κοινές λειτουργίες εισόδου/εξόδου πολύ πιο εύκολες. Οι χρήστες πρέπει μόνο να ορίσουν δύο λειτουργίες για να κάνουν ένα πρόγραμμα κυκλικής εκτέλεσης (**stup**) που είναι μία συνάρτηση που τρέχει μία φορά στην αρχή του προγράμματος, η οποία αρχικοποιεί τις ρυθμίσεις και (**loop**) που είναι μία συνάντηση, η οποία καλείται συνέχεια μέχρι η πλακέτα να απενεργοποιηθεί.

Το IDE του Arduino χρησιμοποιεί την αλυσίδα εργαλείων GNU (toolchain), το AVR Libc για να μεταγλωττίζει προγράμματα και το AVRDUDE για να φορτώνει προγράμματα στην πλακέτα. Η αλυσίδα GNU είναι ένας όρος που αναφέρεται στα εργαλεία προγραμματισμού που έχει δημιουργήσει το εγχείρημα GNU. Αυτό το σύνολο εργαλείων αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύνολο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη λειτουργικών συστημάτων και εφαρμογών. Αποτελεί συστατικό ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη του πυρήνα του Linux, των λειτουργικών της οικογένειας BSD, καθώς και για την ανάπτυξη λογισμικού για ενσωματωμένα συστήματα. Μέρος των εργαλείων αυτών χρησιμοποιείται και για την ανάπτυξη του solaris Operating Enviroment και για προγραμματισμό στα Windows στα πλαίσια των εγχειρημάτων Cygwin και MinGW/MSYS. Το AVR Libc είναι πρόγραμμα ελεύθερου λογισμικού, του οποίου στόχος είναι να παρέχει υψηλής ποιότητας βιβλιοθήκες C για χρήση με το GCC (GNU Compiler Collection) για τους Atmel AVR μικροελεγκτές. Όσο για το AVRDUDE είναι ένα βοηθητικό πρόγραμμα για τη λήψη, τη φόρτωση και το χειρισμό των περιεχομένων της μνήμης ROM και EEPROM των AVR μικροελεγκτών με τη χρήση της τεχνικής προγραμματισμού in-system (ISP).

Δεδομένου ότι η πλατφόρμα Arduino χρησιμοποιεί Atmel μικροελεγκτές, το περιβάλλον ανάπτυξης της Atmel, το AVR Studio ή τη νεότερη έκδοση του Atmel Studio, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη λογισμικού για το NodeMCU. Στην εργασία αυτή όμως, όπως και στις πλείστες εφαρμογές για NodeMCU, χρησιμοποιείται το Arduino IDE και οι διάφορες λειτουργίες του. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστεί εκτενέστερα η μορφή και τα εργαλεία του.

Το περιβάλλον ανάπτυξης του Arduino περιέχει ; ένα πρακτικό περιβάλλον για τη συγγραφή κώδικα (sketch στην ορολογία του Arduino) με συντακτική χρωματική σήμανση, μία περιοχή στην οποία εμφανίζονται διάφορα μηνύματα, μία κονσόλα κειμένου και μία γραμμή εργαλείων υπό μορφή κουμπιών, με μερικά από αυτά να είναι compiler, κουμπί για upload και σειριακής οθόνης. Επίσης μπορεί κανείς να βρει αρκετά έτοιμα παραδείγματα με κώδικα, όπως επίσης μερικές έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της γλώσσας για τον εύκολο χειρισμό των εξαρτημάτων που είναι συνδεδεμένα με το NodeMCU μέσα από τον κώδικα. Συνδέεται επίσης με ένα Hardware για να φορτώσει προγράμματα και να επικοινωνεί μαζί του. Παρακάτω παρουσιάζονται τα εργαλεία του περιβάλλοντος ανάπτυξης (κουμπιά), καθώς και επίσης το ίδιο περιβάλλον.

Το περιβάλλον ανάπτυξης Arduino IDE



Για να φορτώσει τον κώδικα πρέπει πρώτα ο κώδικας να είναι σωστός και η θύρα USB που θα χρησιμοποιηθεί να είναι δηλωμένη. Έτσι γίνονται πρώτα αυτά και αφού δεν βρεθεί κάποιο πρόβλημα αμέσως γίνεται η φόρτωση.

Όσον αφορά τη συριακή οθόνη, χρησιμοποιείται για την προβολή δεδομένων που αποστέλλονται από την πλακέτα του NodeMCU ή για την αποστολή δεδομένων σε αυτό, πληκτρολογώντας το κατάλληλο κείμενο. Επίσης είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τον εντοπισμό σφαλμάτων (debugging) των sketch.

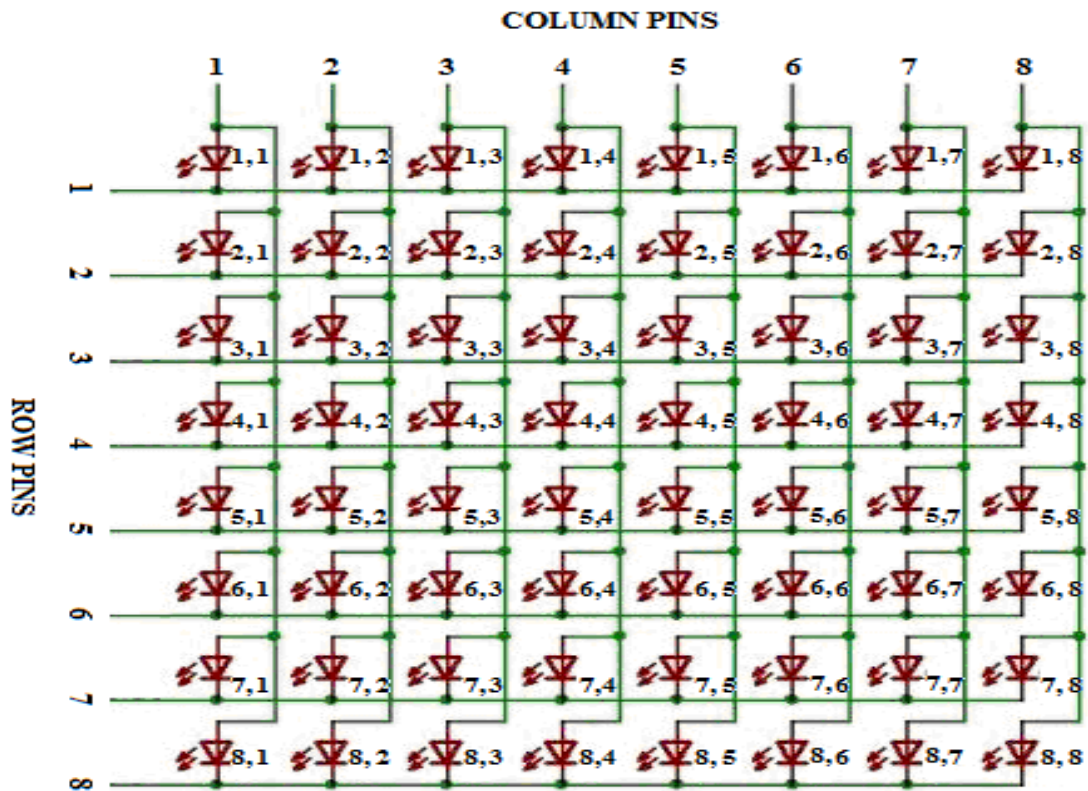
Για τα δύο αυτά χαρακτηριστικά, το NodeMCU πρέπει να είναι συνδεδεμένο σε μία από τις θύρες USB του υπολογιστή και, λόγω του ελεγκτή Serial-over-USB, πρέπει να αναγνωριστεί από το λειτουργικό σύστημα ως εικονική σειριακή θύρα. Για την αναγνώριση χρειάζεται η εγκατάσταση του οδηγού ολοκληρωμένου FTDI (δηλαδή του ελεγκτή Serial-over-USB) ο οποίος διατίθεται στο διαδίκτυο μαζί με το Arduino IDE είτε και μόνος του.

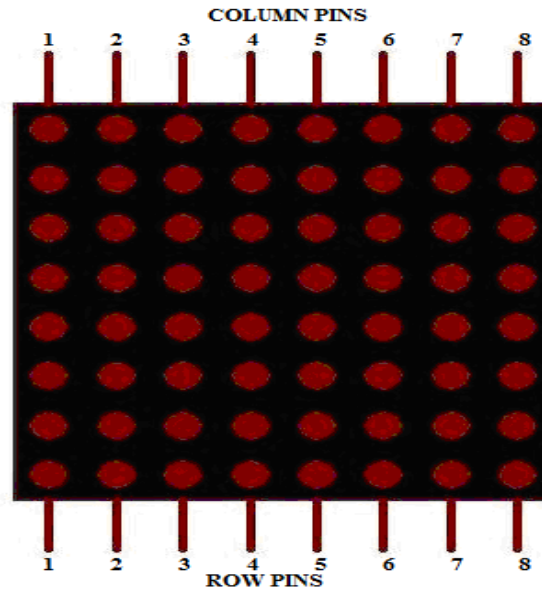
2. MATRIX

2.1. Τι είναι το matrix 8x8

Η οθόνη 8x8 dot matrix κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας 64 LEDs όπως φαίνεται στο σχήμα. Έχει 8 τερματικά στην κορυφή και 8 στο κάτω μέρος. Κάθε ένας από τους ακροδέκτες στην κορυφή συνδέεται με την άνοδο του. Κάθε LED στην αντίστοιχη στήλη και ομοίως, κάθε ένας από τους ακροδέκτες στο κάτω μέρος συνδέεται στην κάθοδο του κάθε LED, στην αντίστοιχη σειρά.

Η εφαρμογή του σήματος HIGH στη στήλη 5 και του σήματος LOW σε σειρές φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.





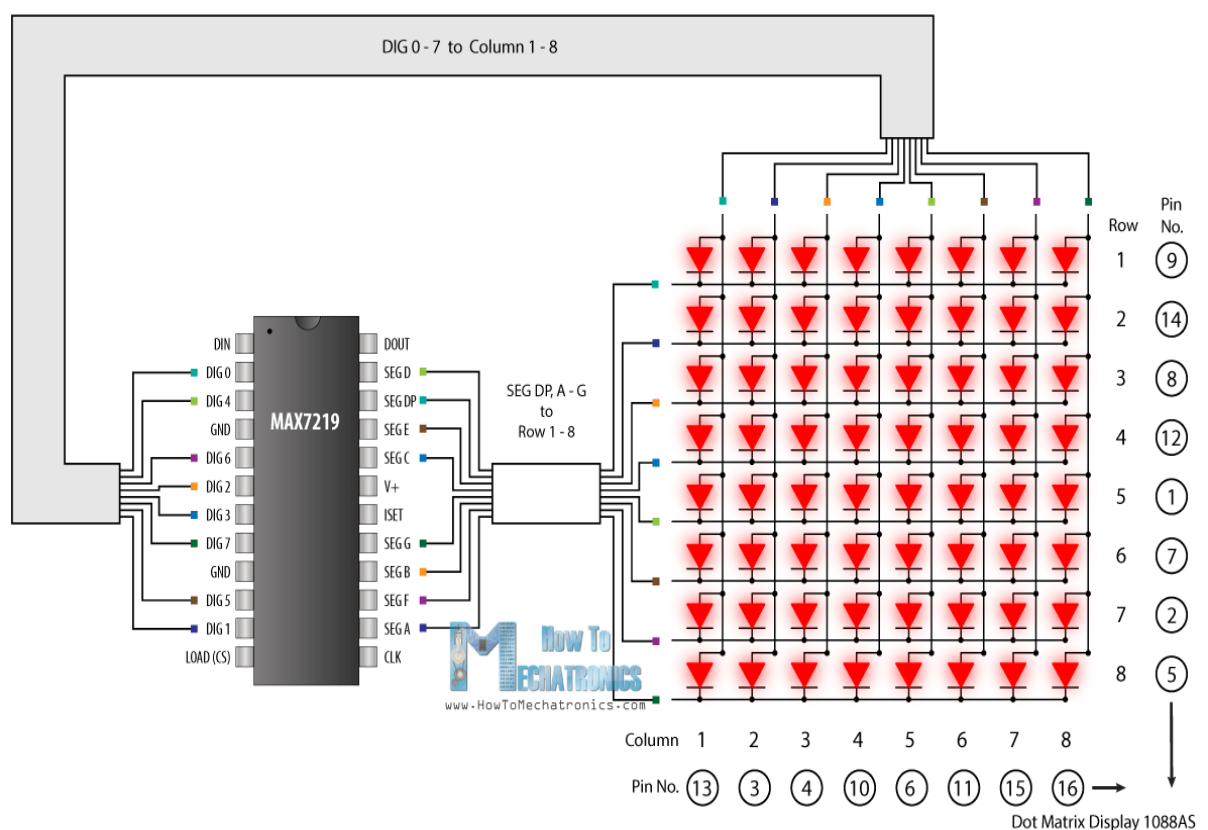
2.2. MAX7219 Driver

2.2.1. Τι είναι ο MAX7219

Ο MAX7219 είναι ένας ενσωματωμένος οδηγός οθόνης κοινής καθόδου εισόδου/εξόδου, συνδέει τον μικροεπεξεργαστή με ψηφιακή οθόνη LED 7 ψηφίων με 7 ψηφία και μπορούμε επίσης να συνδέσουμε μια γραφική παράσταση ή 64 ανεξάρτητες λυχνίες LED. Περιλαμβάνει ένα τσιπ κωδικοποιητή BCD τύπου B, έναν πολυκαναλικό βρόχο σάρωσης, ένα πρόγραμμα οδήγησης τμήματος και λέξης και μια στατική μνήμη RAM 8x8 για την αποθήκευση κάθε δεδομένου-ψηφίου. Ένας μόνο εξωτερικός καταχωρητής-αντιστάτης αρκεί για να ρυθμίσει το τμηματικό ρεύμα κάθε LED. Το MAX7219 είναι συμβατό με SPI™, QSPI™ και Microwire™. Έχει τη δυνατότητα να μειώσει τον ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο. Μια βολική τετρασύρματη σειριακή διασύνδεση φτάνει για να συνδεθεί με όλους τους μικροϋπολογιστές γενικής χρήσης. Τα μεμονωμένα ψηφία μπορεί να διευθύνονται και να ανανεώνονται χωρίς να ξαναγράφεται ολόκληρη η οθόνη. Το MAX7219 επιτρέπει επίσης στον χρήστη να επιλέξει αποκωδικοποίηση κώδικα-B ή να μη αποκωδικοποιήσει κάθε ψηφίο. Οι συσκευές περιλαμβάνουν μια κατάσταση απενεργοποίησης χαμηλής ισχύος 150μΑ, έλεγχο αναλογικού και ψηφιακού φωτισμού, μια καταχώρηση scanlimit που επιτρέπει στο χρήστη να εμφανίζει από 1 έως 8 ψηφία και μια κατάσταση δοκιμής που ενεργοποιεί όλες τις λυχνίες LED. Ολόκληρη η συσκευή διαθέτει λειτουργία

απενεργοποίησης χαμηλής ισχύος 150μΑ, έλεγχο αναλογικού και ψηφιακού φωτισμού, μητρώ ορίου σάρωσης που επιτρέπει στο χρήστη να εμφανίζει δεδομένα 1-8 bits και μία λειτουργία για όλες τις ανιχνεύσεις φωτεινότητας LED. Ο MAX7219 Απαιτεί μόνο τρεις θύρες I/O για να οδηγήσει ένα τετράγωνο! Δεν αναβοσβήνει όταν εμφανίζεται η dot matrix.

Η παρακάτω εικόνα δείχνει τη συνδεσμολογία του MAX7219 σε ένα matrix 8X8.



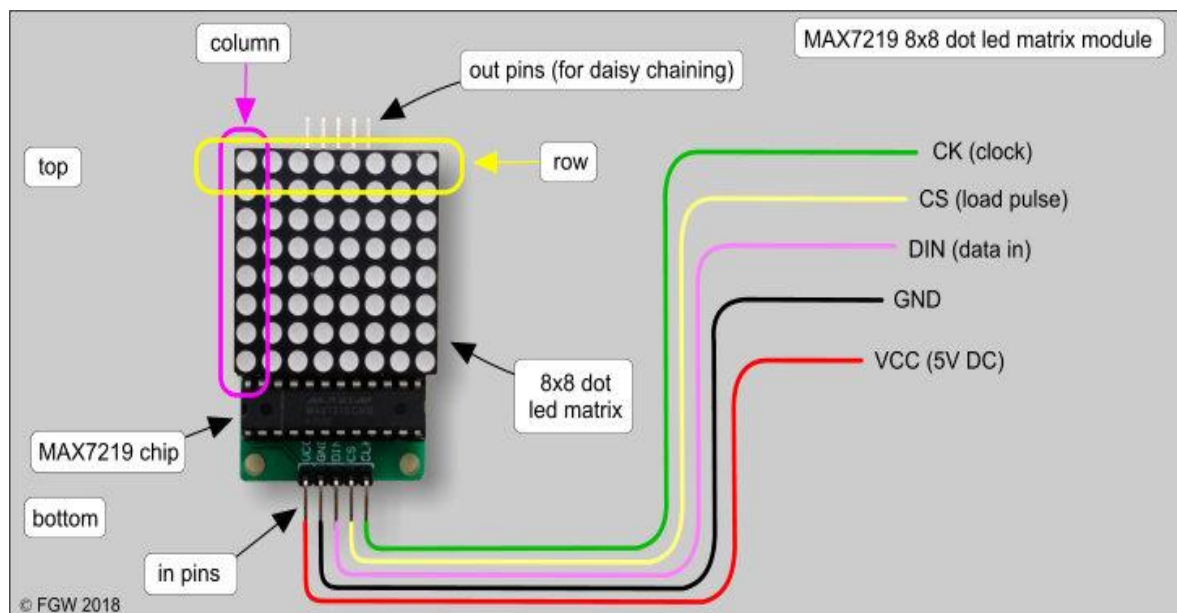
2.2.2. Χαρακτηριστικά MAX7219

- Ένα MAX7219 μπορεί να οδηγήσει μόνο μια κοινή κάθοδο 8x8 dot matrix
- Τάση λειτουργίας μονάδας: 5V ή 3.3V
- Μέγεθος μονάδας: 12,8 cm X X 1,3 cm
- Ένα MAX7219 έχει διεπαφές εισόδου και εξόδου για την υποστήριξη πολλαπλών ενοτήτων

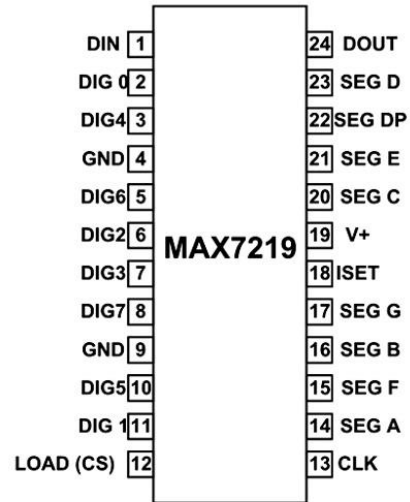
Καλωδίωση:

- VCC→5V
- GND→GND
- DIN→D7
- CS →D3
- CLK→D5

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η καλωδίωση μιας ολοκληρωμένης μονάδας MAX7219 μαζί με ένα MATRIX 8x8



Το MAX7219 είναι ένα IC σχεδιασμένο για να ελέγχει ένα MATRIX 8x8 LED. Τα IC είναι οθόνες κοινής καθόδου (Common Negative) display drivers, που ο μικροεπεξεργαστής μπορεί να οδηγήσει μέχρι ένα 7-Segment Display 8 ψηφίων ή απεικονίσεις bar-graph ή 64 μεμονωμένες λυχνίες LED. Το MAX7219 είναι ένα 24-pin IC διαθέσιμο σε διαφορετικά πακέτα και επιλέγεται ανάλογα με τις απαιτήσεις. Η παρακάτω εικόνα δείχνει τη χαρτογράφηση των 24-pin.



Ο παρακάτω πίνακας αναφέρει τη λειτουργία καθενός pin.

Pin Number	Description
COMMON CATHODE OF DISPLAY SEGMENTS	
2	DIG0- Common ground for all eight segments of DIGIT0
11	DIG1- Common ground for all eight segments of DIGIT1
6	DIG2- Common ground for all eight segments of DIGIT2
7	DIG3- Common ground for all eight segments of DIGIT3
3	DIG4- Common ground for all eight segments of DIGIT4
10	DIG5- Common ground for all eight

	segments of DIGIT5
5	DIG6- Common ground for all eight segments of DIGIT6
8	DIG7- Common ground for all eight segments of DIGIT7

SHARED TERMINALS

4	GND
19	V+- Power Supply

SHARED SEGMENT TERMINAL OF ALL EIGHT DIGITS

14	SEG A – SEGEMENTENT A of all DIGITS
16	SEG B – SEGEMENTENT B of all DIGITS
20	SEG C – SEGEMENTENT C of all DIGITS
23	SEG D – SEGEMENTENT D of all DIGITS
21	SEG E – SEGEMENTENT E of all DIGITS
15	SEG F – SEGEMENTENT F of all DIGITS

17	SEG G – SEGEMENTENT G of all DIGITS
22	SEG DP – SEGEMENTENT DOT of all DIGITS
FUNCTION PINS	
1	DIN - Serial Data Input Pin
12	LOAD(CS) – Chip Select or Data shift pin
13	CLK - Clock Pin
24	DOUT - Pin used to Connect Second chip serially
18	ISET - current output adjust pin

2.2.3. Προδιαγραφές

- Operating voltage range: +4.0 to +5.5V
- Recommended operating voltage: +5V
- Maximum supply voltage: 6V
- Maximum current allowed to draw through each segment pin: 100mA
- Maximum current allowed to through each DIGIT ground pin: 500mA
- Low power consumption
- Data-to-Segment Delay Time: 2.2mSec
- Operating temperature: 0°C to +70°C
- Storage Temperature: -65°C to +150°C

2.2.4. Πού χρησιμοποιείται ο MAX7219 IC

Το MAX7219 IC βασικά χρησιμοποιείται όπου θέλετε να μετατρέψετε σειριακά δεδομένα σε παράλληλα δεδομένα.

Χρησιμοποιείται :

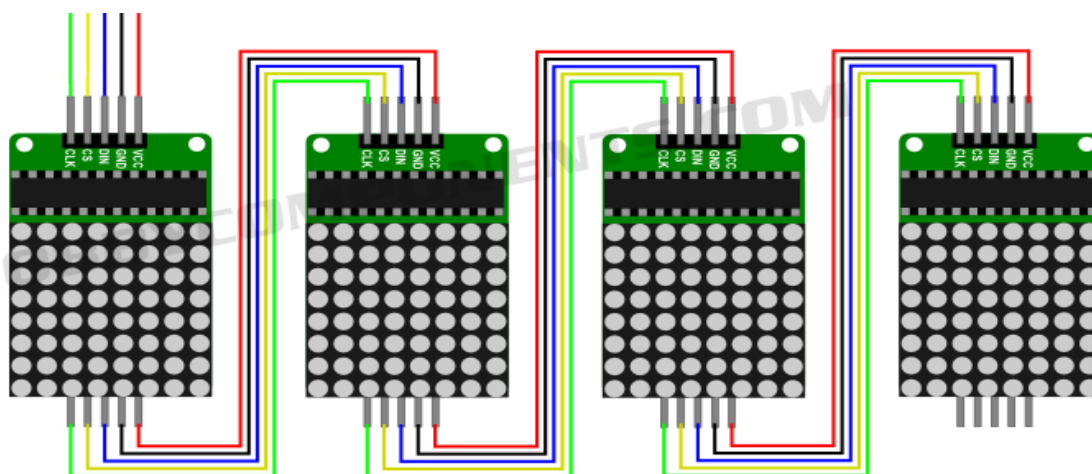
- για τη μείωση της χρήσης I / O pins του ελεγκτή ή του επεξεργαστή.
- για τον έλεγχο 64 LED χρησιμοποιώντας μόνο 3 PINS
- για τον έλεγχο 7 Segment Display. Το τσιπ μπορεί να ελέγξει έως 8 DIGIT.

Το τσιπ λειτουργεί όπως κάθε καταχωρητής μετατόπισης. Πρώτα θα στείλουμε σειριακά τα δεδομένα στο τσιπ, bit προς bit. Όταν αποσταλούν όλα τα δεδομένα, θα πούμε στο τσιπ να τα μεταφέρει στη σειριακή έξοδο, ενεργοποιώντας την CS pin.

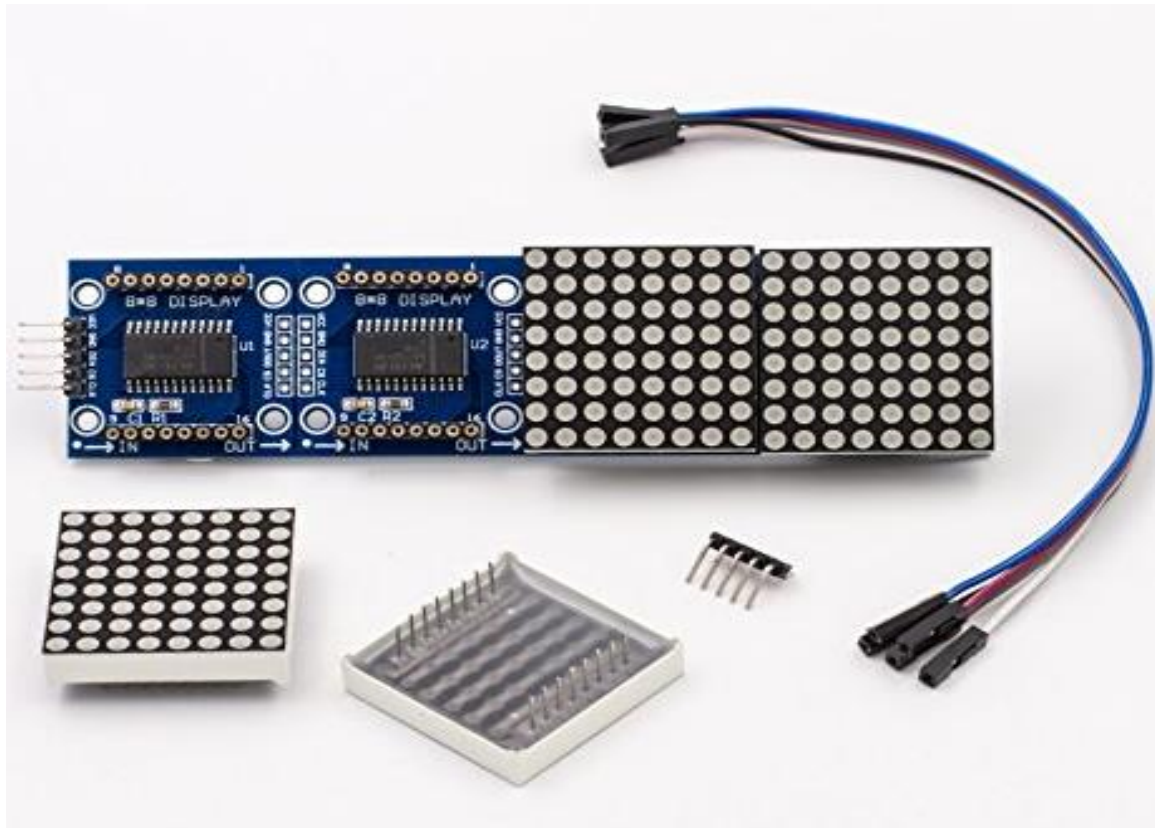
2.3. Module 4 σε 1 display

Η σύνδεση πάνω από ένα 8X8 LED Matrix γίνεται με το MAX7219 IC γιατί μπορεί να οδηγήσει 64 ανεξάρτητες λυχνίες LED ενώ χρησιμοποιεί μόνο 3 καλώδια για επικοινωνία και για αυτό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα ίδια 3 καλώδια για πολλαπλούς οδηγούς και Matrix. Στην αγορά μπορούμε να βρούμε μια πλακέτα που διαθέτει ένα matrix 4 Module σε 1.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η σύνδεση περισσότερων Matrix.



Στην επόμενη εικόνα βλέπουμε ένα Module 4 σε 1 display όπως πουλιέται στην αγορά.



3. Διαδικασία της κατασκευής της ασύρματης (Wi-Fi) πινακίδας μου

3.1. Βήματα διαδικασίας

Η διαδικασία της κατασκευής της ασύρματης (Wi-Fi) πινακίδας απεικόνισης τιμών της πτυχακής μου εργασίας ήταν βήμα προς βήμα η εξής:

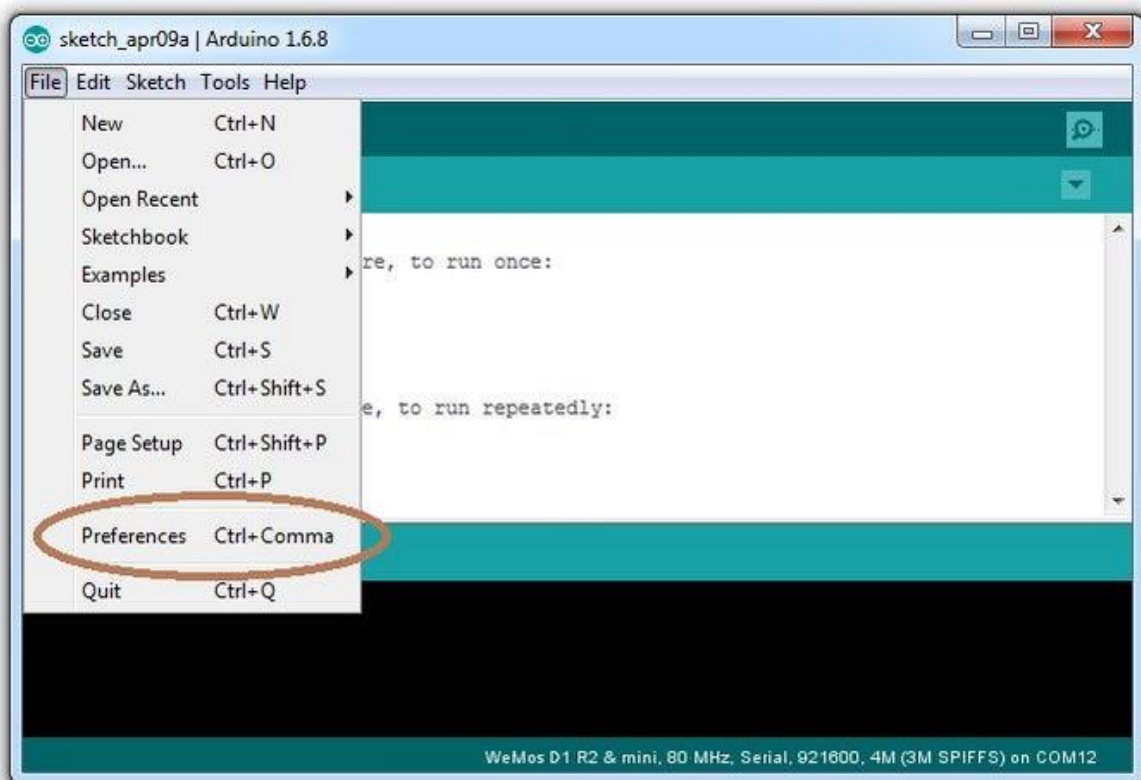
- 1^{ov}) Έψαξα και αγόρασα τα υλικά από το gearbest.com. Όπως προαναφέρθηκε, στην εργασία χρησιμοποιήθηκε το NodeMCU με μικροελεγκτή τον CP2102 της Silicon Laboratories και το MATRIX_Module 4 σε 1 display.
- 2^{ov}) Για την τροφοδοσία των MATRIX σύνδεσα το VCC με το pin που αναγράφει 3,3V και το GND με το pin που αναγράφει GND του NOD-MCU.
- 3^{ov}) Για τα δεδομένα σύνδεσα το DOUT, στο pin D7 του NOD-MCU. Το CS στο pin D3 και το CLK στο pin D5.
- 4^{ov}) Υπήρχαν δύο τρόποι για να χρησιμοποιήσω το τσιπ. Ο πρώτος ήταν να ακολουθήσω το datasheet για να στείλω τα δεδομένα bit προς bit και ο δεύτερος τρόπος ήταν να χρησιμοποιήσω τη βιβλιοθήκη του τσιπ για να στείλω τα δεδομένα μου χωρίς προβλήματα. Επέλεξα το δεύτερο τρόπο και χρησιμοποίησα τη βιβλιοθήκη το MAX72xxpanel-master.
- 5^{ov}) Εστειλα τα δεδομένα στο τσιπ μέσω του DIN pin. Τα δεδομένα στάλθηκαν bit προς bit ρυθμιζόμενα από το clock pin. Έτσι το chip αποθηκεύει όλα τα δεδομένα που γράφτηκαν μέχρι να συγκεντρωθούν πλήρως. Αφού συμπληρωθούν τα δεδομένα, δίνουμε ένα σήμα στο CS pin για να σταλούν όλα τα αποθηκευμένα δεδομένα στην έξοδο του DOUT pin. Μόλις το τσιπ διώξει τα δεδομένα, θα ανάψει το συγκεκριμένο LED του display.
- 6^{ov}) Πρώτα από όλα κατέβασα το arduino ide από το αντίστοιχο site: <https://www.arduino.cc/en/main/software>. Επειδή το site έχει περασμένες μόνο τις πλακέτες του arduino, έπρεπε να κατεβάσω και να εγκαταστήσω την πλακέτα

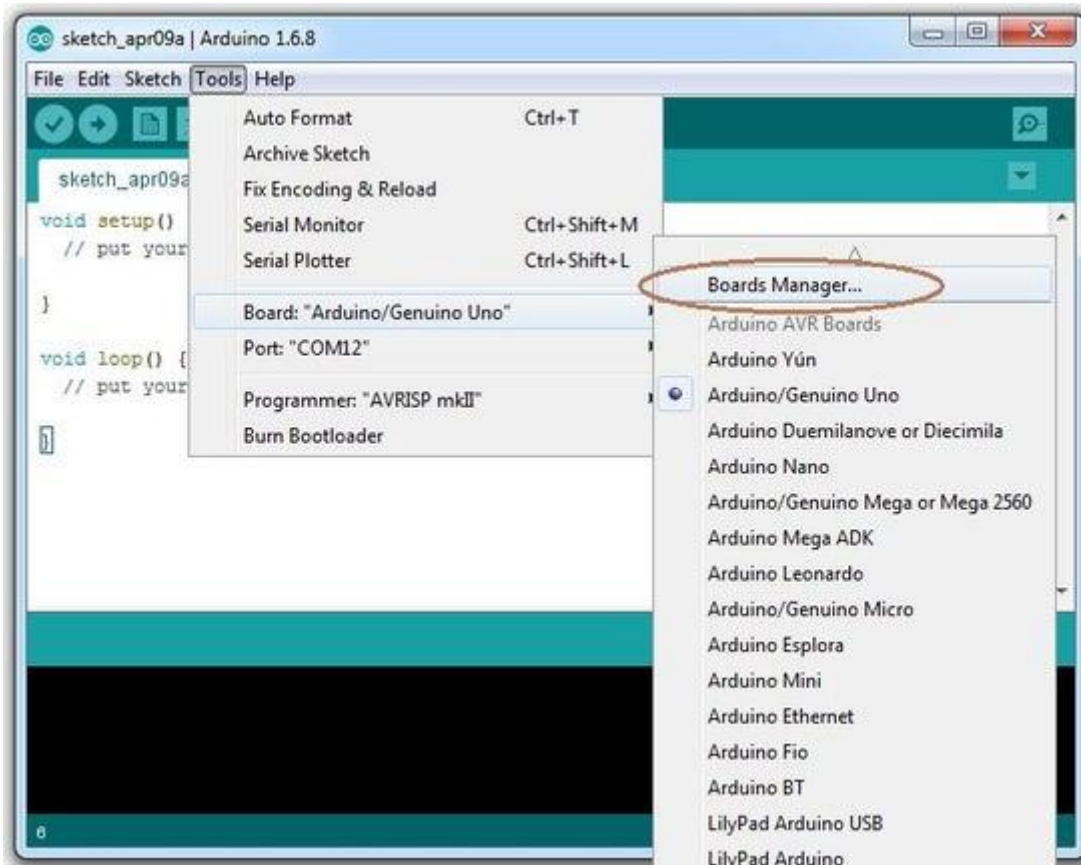
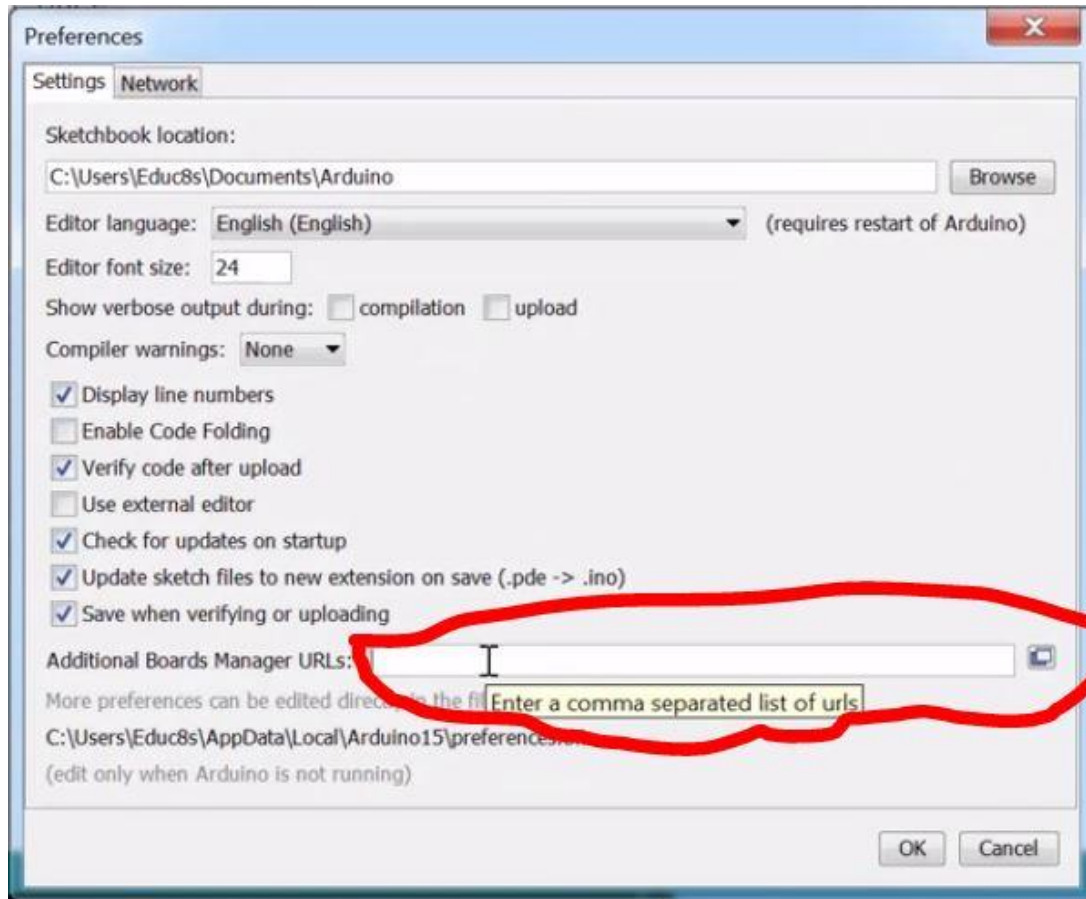
του NodeMCU. Για να ετοιμάσω τον προγραμματισμό του NodeMCU στο arduino ide πρόγραμμα έκανα εγκατάσταση την πλακέτα του esp8266. Αυτό το έκανα πατώντας file στις επιλογές της γραμμής εργαλείων. Στη συνέχεια, επέλεξα το preferences και ύστερα έβαλα το URL :

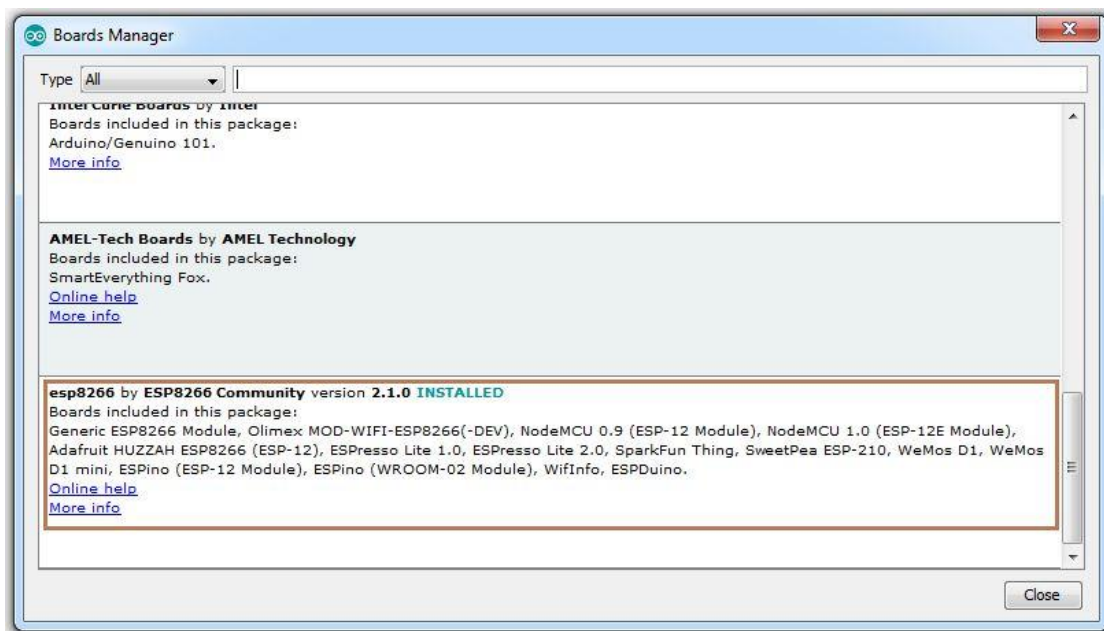
http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

που είναι η διεύθυνση ώστε το πρόγραμμα να μπορέσει να βρει την πλακέτα μέσω του Internet.

Αφού καταχωρήσαμε το πού θα ψάξει το πρόγραμμα για να βρεί την πλακέτα, πρέπει να κάνουμε τις ενέργειες ώστε να την εγκαταστήσουμε στο πρόγραμμα. Για να το κάνω αυτό πήγα στα tools της γραμμής εργαλείων και επέλεξα board manager. Μετά έγραψα στη γραμμή αναζήτησης esp8266 και μου την εμφάνισε. Την επέλεξα και την έκανα εγκατάσταση. Προχώρησα στα παρακάτω βήματα:



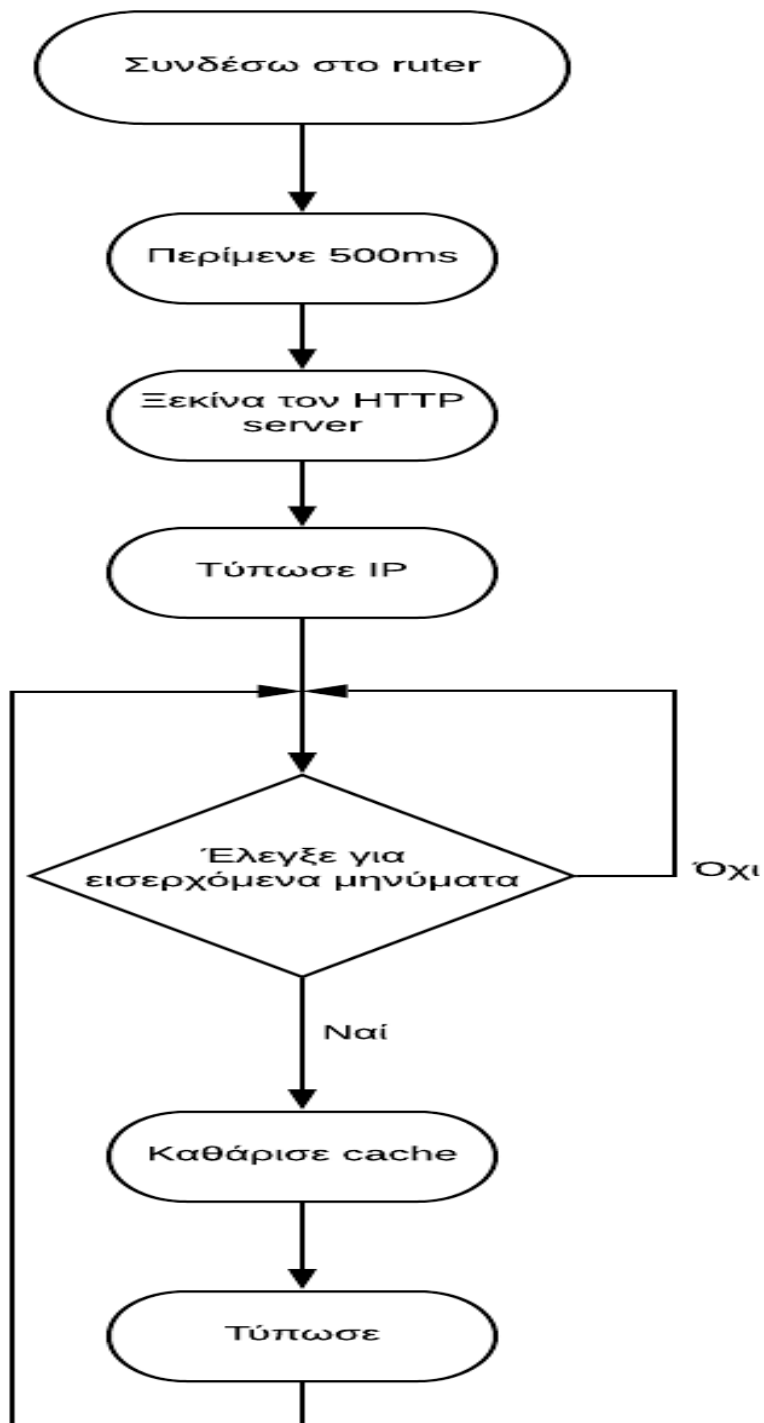




7^{ov}) Τώρα χρειαζόμουν τις βιβλιοθήκες για να λειτουργήσει η οθόνη matrix. Έψαξα αρκετά (γιατί υπάρχουν αρκετές στο internet), ώστε να βρώ τη σωστή βιβλιοθήκη που να είναι συμβατή με την οθόνη μου. Αφού τη βρήκα την κατέβασα σε αρχείο zip. Για να τη φορτώσω στο πρόγραμμα πήγα στο sketch της γραμμής εργαλείων και ύστερα στο include library και επέλεξα Add zip library. Στη συνέχεια επιλέγω το αρχείο μου. Οι βιβλιοθήκες που κατέβασα είναι: Adafruit_GFX.h και Max72xxPanel.h. Στη συνέχεια έγραψα το πρόγραμμα, το οποίο αναφέρεται στην επόμενη ενότητα.

8^{ov}) Για να φορτώσω το πρόγραμμα στο NodeMCU χρειάστηκε ένα micro USB καλώδιο, το οποίο αφού το σύνδεσα έπρεπε να κάνω τα εξής: Επιλέγω από τα Tools την πλακέτα μου, την ταχύτητα φόρτωσης και τη θύρα COM που έχω συνδέσει το NodeMCU. Στη συνέχεια παω στα sketch και επιλέγω Upload.

3.2. Διάγραμμα Κώδικα



3.3. ΚΩΔΙΚΑΣ

```
/*
Project: Wifi controlled LED matrix display
NodeMCU pins -> EasyMatrix pins
MOSI-D7-GPIO13 -> DIN
CLK-D5-GPIO14 -> Clk
GPIO0-D3 -> LOAD
*/
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Max72xxPanel.h>

#define SSID "headbanger" // Bale to SSID
#define PASS "24682468" // Bale to password
// ***** Grami formas gia dimiourgia client-browser *****

String form =
  "<p>"
  "<center>"
  "<h1>TSILOGIANNIS NIKOS</h1>"
  "<form action='msg'><p>grapse to minima sou edw <input type='text' name='msg'"
  "size=100 autofocus> <input type='submit' value='Submit'></form>"
  "</center>";

ESP8266WebServer server(80); // HTTP server tha siavastei apo tin
port 80
long period;
int offset=1,refresh=0;
int pinCS = 0; // Attach CS to this pin, DIN to MOSI and CLK to SCK (cf
http://arduino.cc/en/Reference/SPI )
```

```

int numberOfHorizontalDisplays = 8;
int numberOfVerticalDisplays = 1;
String decodedMsg;
Max72xxPanel matrix = Max72xxPanel(pinCS, numberOfHorizontalDisplays,
numberOfVerticalDisplays);

String tape = "Arduino";
int wait = 250; // se milliseconds

int spacer = 2;
int width = 5 + spacer; // to platos gramatosiraseinai 5 pixels

/*
Xirizete ta minimata pou proerxonde apo ton web browser kai ta stelnei stin othoni
*/
void handle_msg() {

matrix.fillScreen(LOW);
server.send(200, "text/html", form); // stelnondas thn idia selida stelnoume
diaforetiko minima
refresh=1;
// Display msg on Oled
String msg = server.arg("msg");
Serial.println(msg);
decodedMsg = msg;
// Gia na grapsoume kapious idikous xaraktires stin othoni tha prepi na grapsoume
tous parakato kodikous me tin morfi %char

decodedMsg.replace("+", " ");
decodedMsg.replace("%21", "!");
decodedMsg.replace("%22", "");
decodedMsg.replace("%23", "#");
decodedMsg.replace("%24", "$");

```

```

decodedMsg.replace("%25", "%");
decodedMsg.replace("%26", "&");
decodedMsg.replace("%27", "");
decodedMsg.replace("%28", "(");
decodedMsg.replace("%29", ")");
decodedMsg.replace("%2A", "*");
decodedMsg.replace("%2B", "+");
decodedMsg.replace("%2C", ",");
decodedMsg.replace("%2F", "/");
decodedMsg.replace("%3A", ":");
decodedMsg.replace("%3B", ";");
decodedMsg.replace("%3C", "<");
decodedMsg.replace("%3D", "=");
decodedMsg.replace("%3E", ">");
decodedMsg.replace("%3F", "?");
decodedMsg.replace("%40", "@");
//Serial.println(decodedMsg);           // tipose to analogo simvolo

```

```

//Serial.println(' ');                 // nea grammi sto monitor
}

```

```

void setup(void) {
matrix.setIntensity(10); // xrisimopoiise tous arithmous anamesa sto 0 kai 15 gia tin
fotinotita

```

```

// Adjust to your own needs
//matrix.setPosition(0, 1, 0); // to proto display <0, 0>
//matrix.setPosition(1, 0, 0); // to defter display <1, 0>

```

```

// Adjust to your own needs
matrix.setPosition(0, 3, 0); // // to proto display <0, 3>

```

```

matrix.setPosition(1, 2, 0); // to defter display <1, 2>
matrix.setPosition(2, 1, 0); // to trito display <2, 1>
matrix.setPosition(3, 0, 0); // to tetarto display <3, 0>

// Adjust to your own needs

matrix.setRotation(0, 3); // strofi 90 mires sta simbola stoproto display <0, 3>
matrix.setRotation(1, 3); // strofi 90 mires sta simbola stodefter display <1, 3>
matrix.setRotation(2, 3); // strofi 90 mires sta simbola sto trito display <2, 3>
matrix.setRotation(3, 3); // strofi 90 mires sta simbola sto tetarto display <3, 3>

//ESP.wdtDisable(); // used to debug, disable wachdog timer,
Serial.begin(115200); // full speed to monitor

WiFi.begin(SSID, PASS); // Connect to WiFi network
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) { // Wait for connection
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
// Set up the endpoints for HTTP server, Endpoints can be written as inline
functions:
server.on("/", []() {
  server.send(200, "text/html", form);
});
server.on("/msg", handle_msg); // And as regular external functions:
server.begin(); // Start the server

Serial.print("SSID : "); // prints SSID in monitor
Serial.println(SSID); // to monitor

char result[16];

```

```

    sprintf(result,    "%3d.%3d.%1d.%3d",    WiFi.localIP()[0],    WiFi.localIP()[1],
WiFi.localIP()[2], WiFi.localIP()[3]);
    Serial.println();
    Serial.println(result);
    decodedMsg = result;
    Serial.println("WebServer ready! ");

    Serial.println(WiFi.localIP());          // Serial monitor prints localIP
    Serial.print(analogRead(A0));

}
void loop(void) {
    for ( int i = 0 ; i < width * decodedMsg.length() + matrix.width() - 1 - spacer; i++ ) {
        server.handleClient();              // checks for incoming messages
        if (refresh==1) i=0;
        refresh=0;
        matrix.fillScreen(LOW);

        int letter = i / width;
        int x = (matrix.width() - 1) - i % width;
        int y = (matrix.height() - 8) / 2; // center the text vertically

        while ( x + width - spacer >= 0 && letter >= 0 ) {
            if ( letter < decodedMsg.length() ) {
                matrix.drawChar(x, y, decodedMsg[letter], HIGH, LOW, 1);
            }
            letter--;
            x -= width;
        }
        matrix.write(); // Send bitmap to display
        delay(wait);
    }
}

```

4. Τρόπος λειτουργίας της ασύρματης πινακίδας τιμών

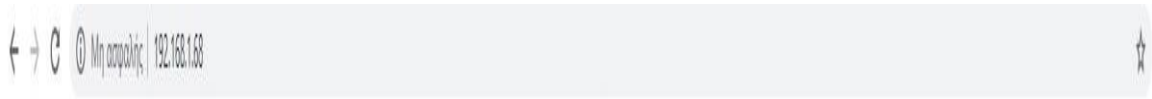
Θέτουμε σε λειτουργία τον πίνακα απεικόνισης τιμών συνδέοντάς τον με κάποιο DC ρεύμα (πχ powerbank).

Αφού συνδεθεί στο WiFi περιμένουμε να μας δείξει η οθόνη την IP της κατασκευής μας.

Ανοίγουμε ένα πρόγραμμα περιήγησης (browser) πχ google chrome και γράφουμε την IP που μας έδειξε η οθόνη της πινακίδας στη μπάρα αναζήτησης.

Εκεί μας εμφανίζει μια ιστοσελίδα που μας δίνει τη δυνατότητα να γράψουμε το κείμενό μας (τιμές) και πατώντας enter, στέλνονται τα δεδομένα μέσω WiFi στον NodeMCU που τα στέλνει στην οθόνη της πινακίδας.

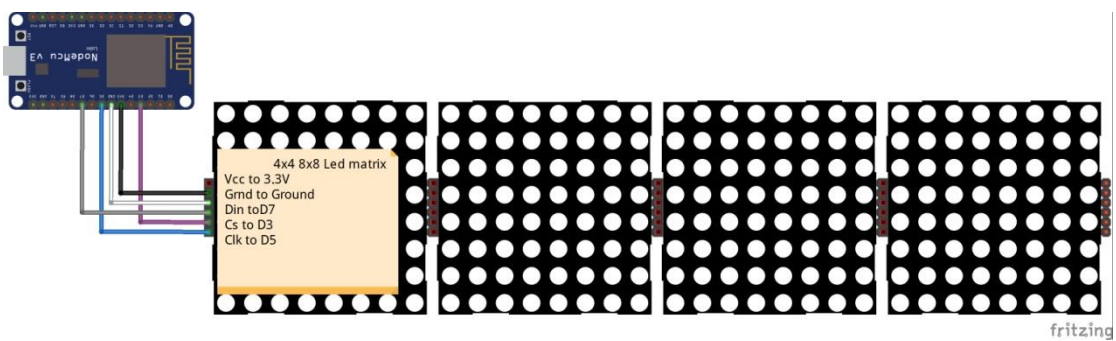
5. Φωτογραφίες της ασύρματης (Wi-Fi) πινακίδας μου

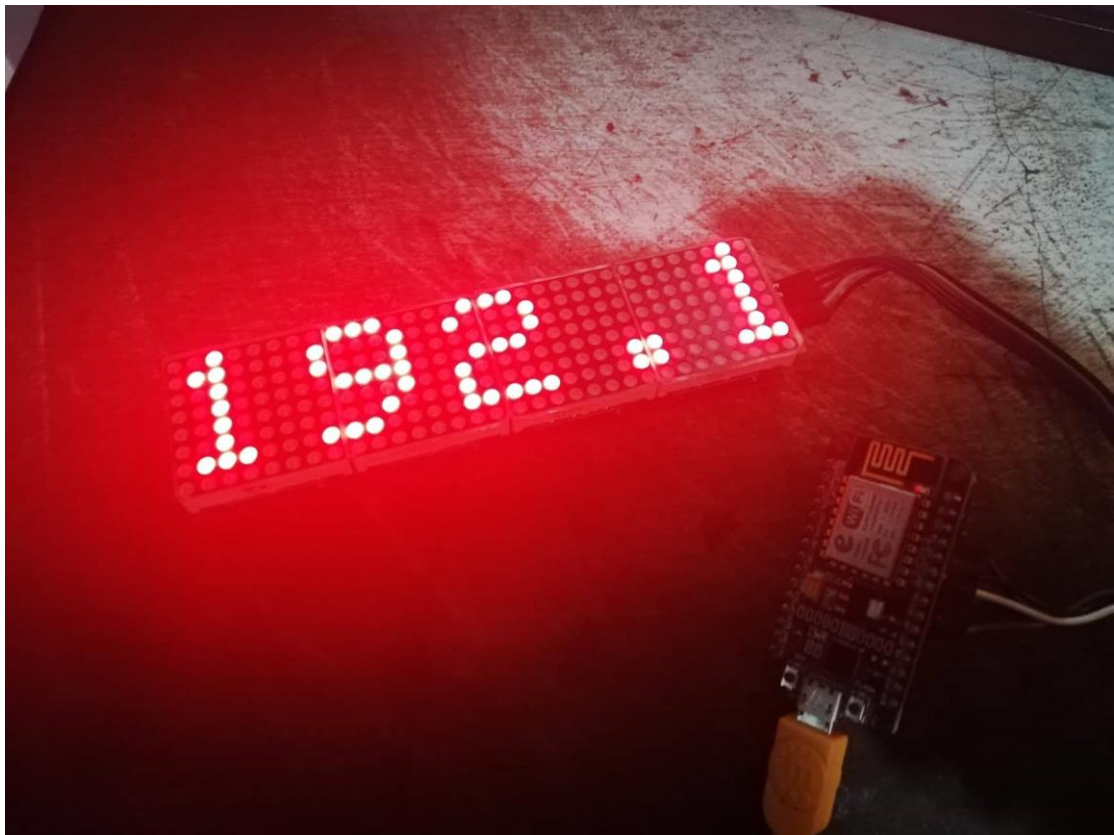
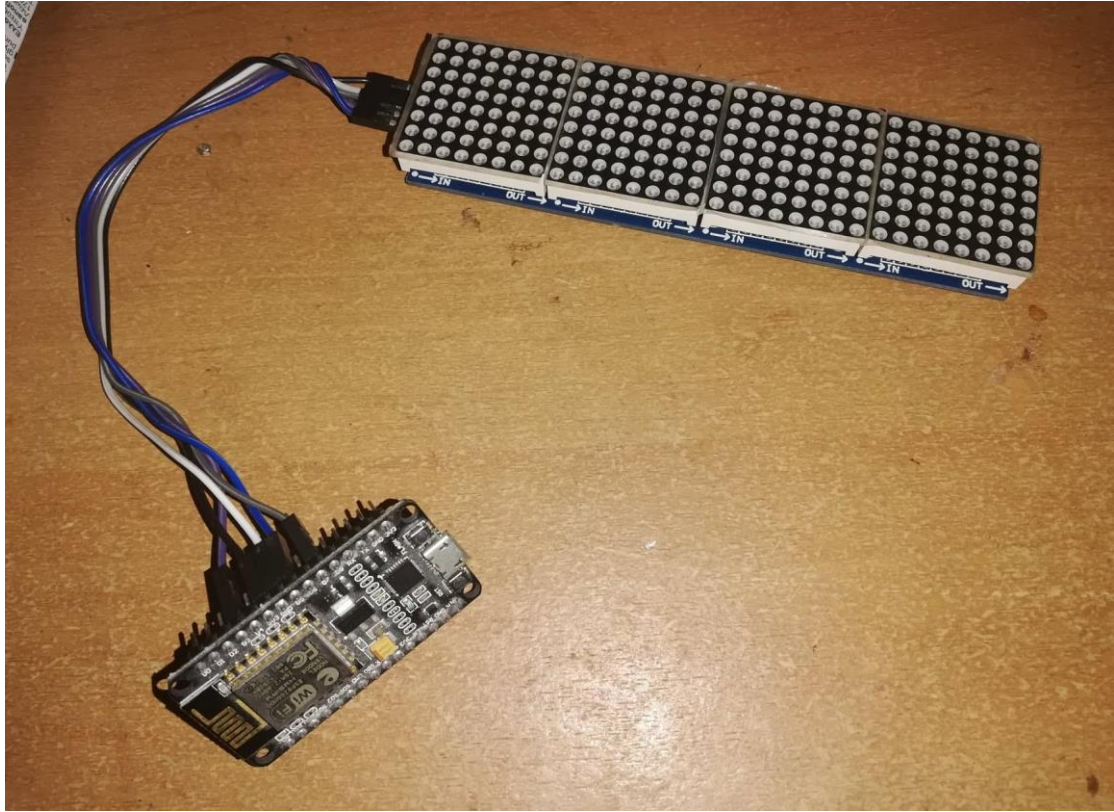


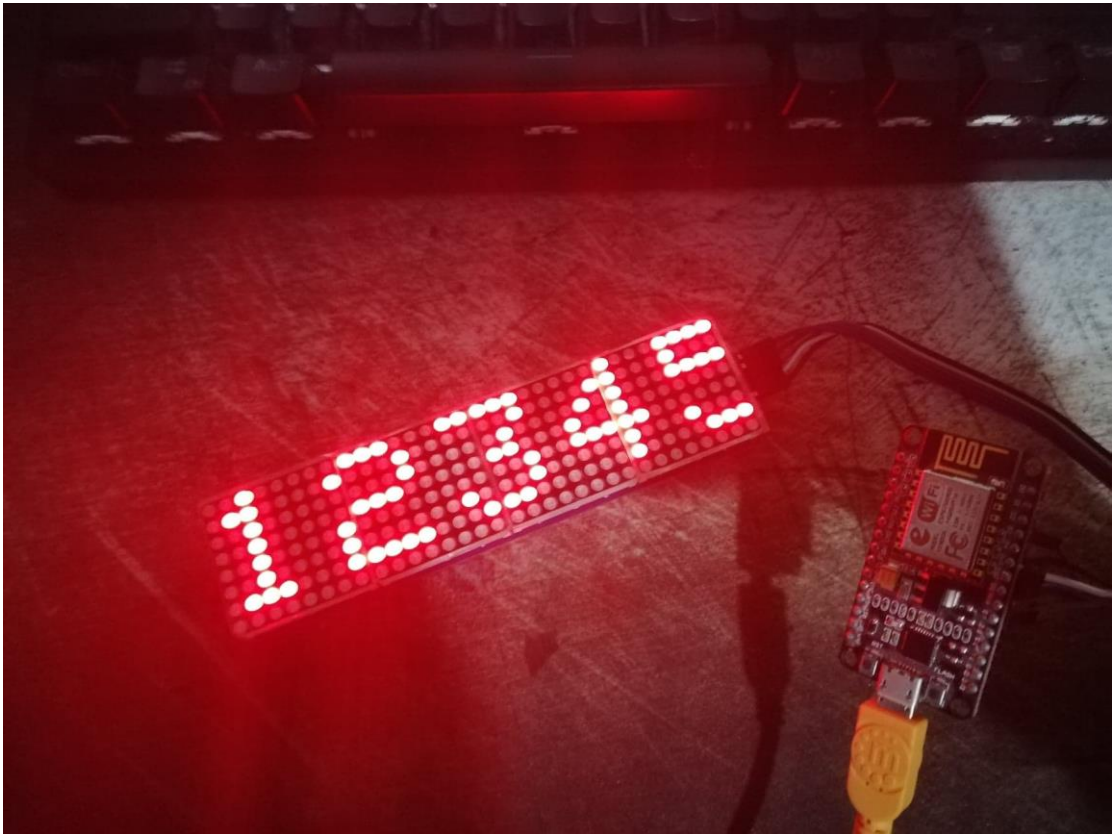
TSILOGIANNIS NIKOS

grapse to minima sou edw

Submit







6. Βιβλιογραφία

Βιβλία

- ESP8266 Home Automation Projects, Catalin Batrinu, Packt Publishing, November 2017
- Internet of Things with ESP8266, Marco Schwartz, Packt Publishing, July 2016
- Ultimate Guide For Arduino Sensors/Modules, Rui Santos and Sara Santos, November 2019
- Zero to Hero ESP8266, Manoj R. Thakur, December 2016
- Home Automation Using ESP8266 (4th Edition), Rui Santos and Sara Santos, November 2019
- The official ESP32 Book, Dogan Ibrahim, Elector Publication, October 2017

Ιστοσελίδες

- https://www.nodemcu.com/index_en.html
- <https://lastminuteengineers.com/esp8266-nodemcu-arduino-tutorial/>
- <https://circuits4you.com/2016/12/14/esp8266-pin-diagram/>
- <https://cityos-air.readme.io/docs/1-usb-drivers-for-nodemcu-v10>
- <https://circuits4you.com/2018/12/31/esp32-devkit-esp32-wroom-gpio-pinout/>
- <https://circuits4you.com/2019/03/02/esp32-vs-esp8266/>
- <https://www.sparkfun.com/datasheets/IC/cp2102.pdf>
- <https://www.hellasdigital.gr/electronics/microcontrollers/nodemcu-lua-ch340g-esp8266-wifi-development-board-black/>
- <https://frightanic.com/iot/comparison-of-esp8266-nodemcu-development-boards/>
- <http://html.alldatasheet.com/html-pdf/49118/ADMOS/AMS1117/388/3/AMS1117.html>
- https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1_mini
- <https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1>
- <http://www.instructables.com/id/Programming-ESP8266-ESP-12E-NodeMCU-Using-Arduino-/>
- https://www.sigmdel.ca/michel/ha/esp8266/doit_nodemcu_v3_en.html

- <http://kookye.com/2016/12/13/use-nodemcu-to-show-mqtt-iot-message-in-4-digit-led/>
- <http://internetofthinking.blogspot.gr/2015/12/control-led-from-webserver-using.html>
- <https://randomnerdtutorials.com/home-automation-using-esp8266/>
- <https://www.electronicwings.com/nodemcu/nodemcu-gpio-with-arduino-ide>
- <https://nodemcu.readthedocs.io/en/dev/>
- <https://github.com/hzeller/rpi-rgb-led-matrix>
- <https://www.olimex.com/Products/Modules/LED/MOD-LED8x8RGB/open-source-hardware>
- <https://www.hellasdigital.gr/electronics/optoelectronics/max7219-dot-matrix-module-4-in-1-display-for-arduino/>
- <https://www.cableworks.gr/ilektronika/arduino-and-microcontrollers/displays/dot-matrix/max7219-dot-matrix-module-4-in-1-display-for-arduino/>
- <https://www.robot-r-us.com/vmchk/display-graphics/max7219-dot-matrix-module-4-in-1-display.html>
- <https://github.com/markruys/arduino-Max72xxPanel>
- <https://components101.com/ics/max7219-pinout-specs-datasheet>
- <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/8x8-led-matrix-max7219-tutorial-scrolling-text-android-control-via-bluetooth/>
- <https://gustmees.wordpress.com/2018/04/08/first-steps-with-the-arduino-uno-r3-maker-makered-coding-scrolling-text-with-8x8-led-matrix/>
- https://www.researchgate.net/figure/Displaying-symbol-A-by-frames_fig3_269330355
- <https://en.wikipedia.org/wiki/NodeMCU>
- <https://nodemcu.readthedocs.io/en/master/>
- <https://www.electronicwings.com/nodemcu/introduction-to-nodemcu>
- https://esphome.io/devices/nodemcu_esp8266.html