



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Υπολογιστών

Ενσωματωμένα Συστήματα - Τελική Εργασία

Χρήστος Μαργιάλης - 19390133

Ιανουάριος 2022

Περιεχόμενα

1 Πληροφορίες	2
1.1 Λίστα υλικών – BOM	2
1.2 Κόστος παραγωγής	2
1.3 Θερμοκρασίες λειτουργίας	3
2 Ανάπτυξη συστήματος	3
2.1 Σχηματικό	3
2.2 Κώδικας	3
2.3 Εικόνες	5

1 Πληροφορίες

1.1 Λίστα υλικών – BOM

- Microchip PIC16F877A - I/P μικροελεγκτής.
- Adafruit BME280 σένσορας θερμοχρασίας, υγρασίας και πίεσης.
- 16x2 LCD οθόνη.
- 1x 16 MHz κρυσταλλικός ταλαντωτής.
- 2x 10 kΩ αντίσταση.
- 2x 330 Ω αντίσταση.
- 1x 10 kΩ ποτενσιόμετρο.
- 2x 22 pF κεραμικός πυκνωντής.
- 2x LED
- 2x κουμπί.
- Καλώδια.
- 3x AAA μπαταρίες (4.5V) ή μπαταρία 9V με 5V διαιρέτη τάσης.

1.2 Κόστος παραγωγής

Οι τιμές υπολογίστηκαν με βάση τα τιμολόγια του <https://www.digikey.com>.

Για 100 τεμάχια:

Μέρος	Τιμή
PIC16F877A	\$706
BME280	\$1495
LCD	\$365
Σύνολο	\$2566

Για 1500 τεμάχια:

Μέρος	Τιμή
PIC16F877A	\$10.590
BME280	\$22.420
LCD	\$5.470
Σύνολο	\$38.480

*Όχι και ό,τι πιο οικονομικό έχει βγει...

1.3 Θερμοκρασίες λειτουργίας

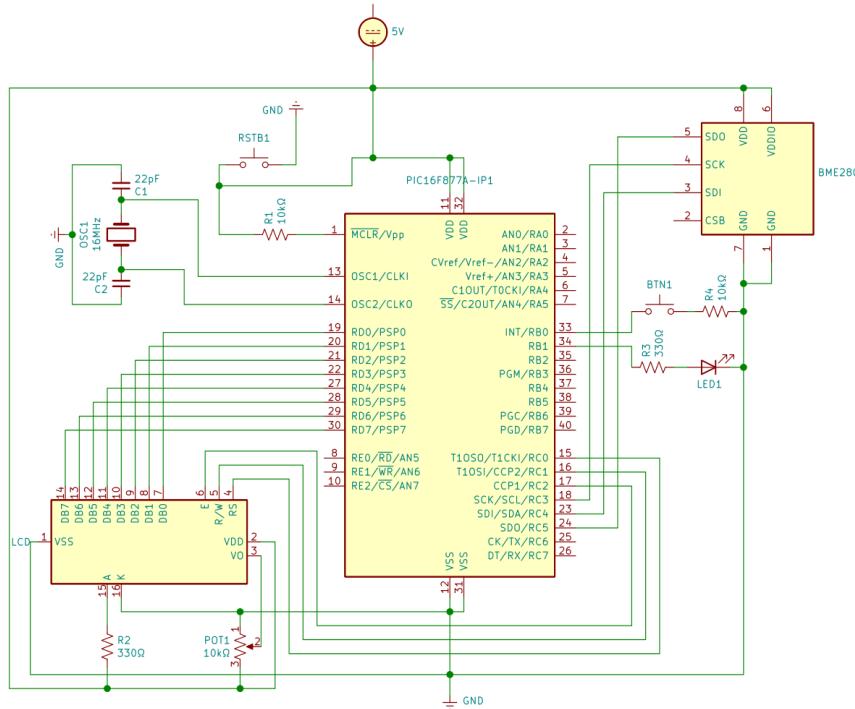
Μέρος	Εύρος θερμοκρασίας
PIC16F877A	-40 °C ~ 85 °C
BME280	-40 °C ~ 85 °C
LCD	-20 °C ~ 70 °C

Οπότε, παίρνοντας υπόψη την ουσόνη LCD η οποία έχει το μικρότερο εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας, το σύστημα είναι ασφαλές να λειτουργήσει στους -20°C ~ 70°C .

2 Ανάπτυξη συστήματος

Στο directory schem/ βρίσκονται όλα τα αρχεία σχετικά με το σχηματικό (αρχεία KiCAD και PDF).

2.1 Σχηματικό



2.2 Κώδικας

Η ανάπτυξη του κώδικα έγινε σε λειτουργικό FreeBSD 13.0 με την χρήση του sdcc C compiler, και το pk2cmd για την επικοινωνία του μικροελεγκτή με το PICKit2

– τον προγραμματιστή. Έχω αναλύσει την διαδικασία αυτή σε μορφή οδηγού στην ιστοσελίδα μου και στο FreeBSD Wiki: <https://wiki.freebsd.org/Microcontrollers/PIC>.

Στο directory src/ βρίσκεται όλος ο κώδικας του συστήματος. Το Makefile είναι υπεύθυνο για την μεταγλώττιση και φόρτωση του προγράμματος στο PIC. Η επιλογές που μπορούν να δωθούν στο Makefile είναι οι εξής:

- **Καμία επιλογή:** Μεταγλωττίζει το πρόγραμμα.
- **clean:** Καθαρίζει το directory από τα αρχεία που παράγει ο compiler.
- **erase:** Διαγράφει την μνήμη του PIC.
- **flash:** Φορτώνει το πρόγραμμα στο PIC.

Στον κώδικα έχει υλοποιηθεί ο Timer0 του PIC, driver για την οθόνη LCD, υλοποιήση του προτοκώλου I²C και driver για τον σένσορα BME280. Έχει υλοποιηθεί μόνο ό,τι είναι απολύτως απαραίτητο για το σύστημα.

Αν και στην εκφώνηση αναφέρεται ότι ο σένσορας θερμοκρασίας και υγρασίας πρέπει να είναι αναλογικός, χρησιμοποίησα ψηφιακό, λόγω του ότι στο μαγαζί όπου προμηθεύτηκα τα υλικά δεν υπήρχε αναλογικός σένσορας σε απόθεμα.

2.3 Εικόνες

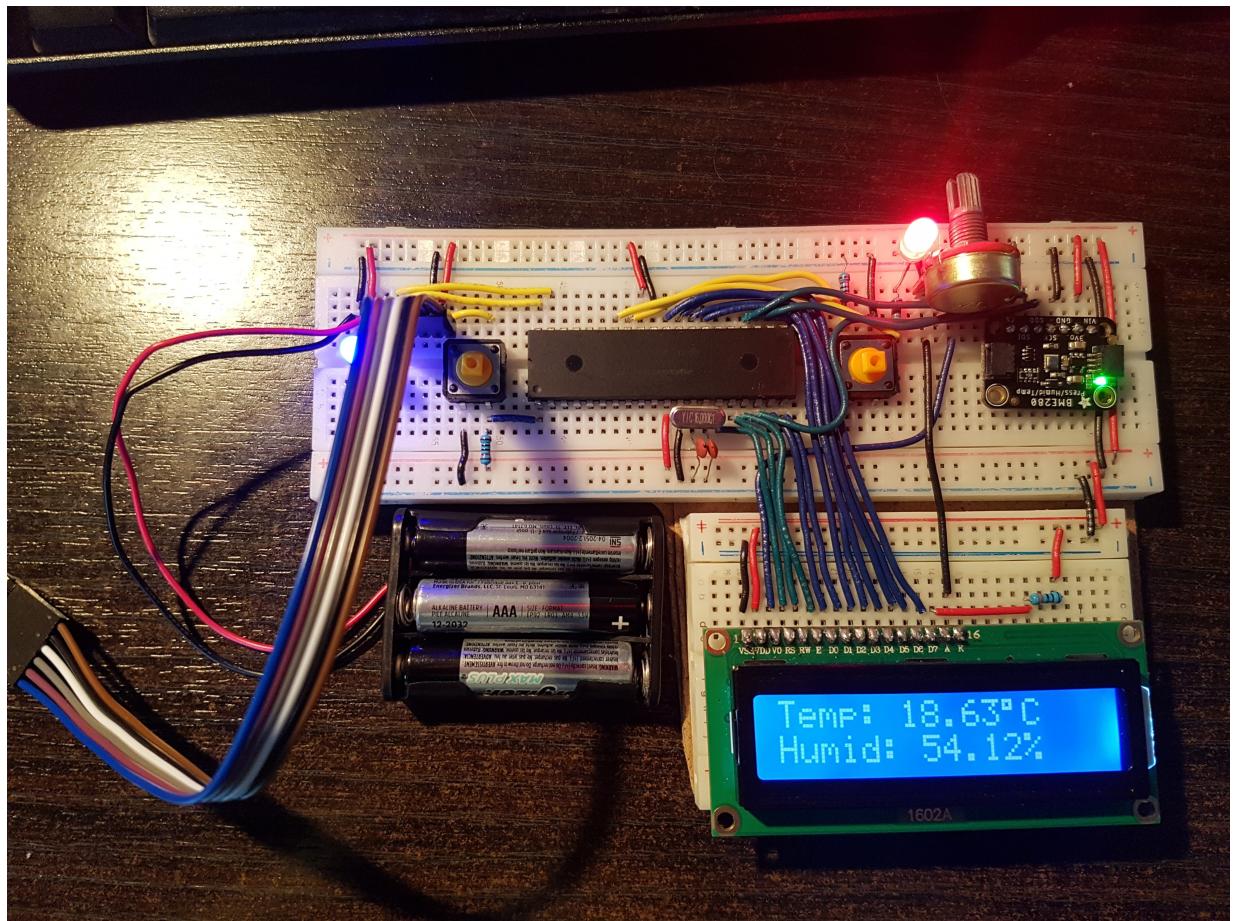


Figure 1: Βασική λειτουργία.

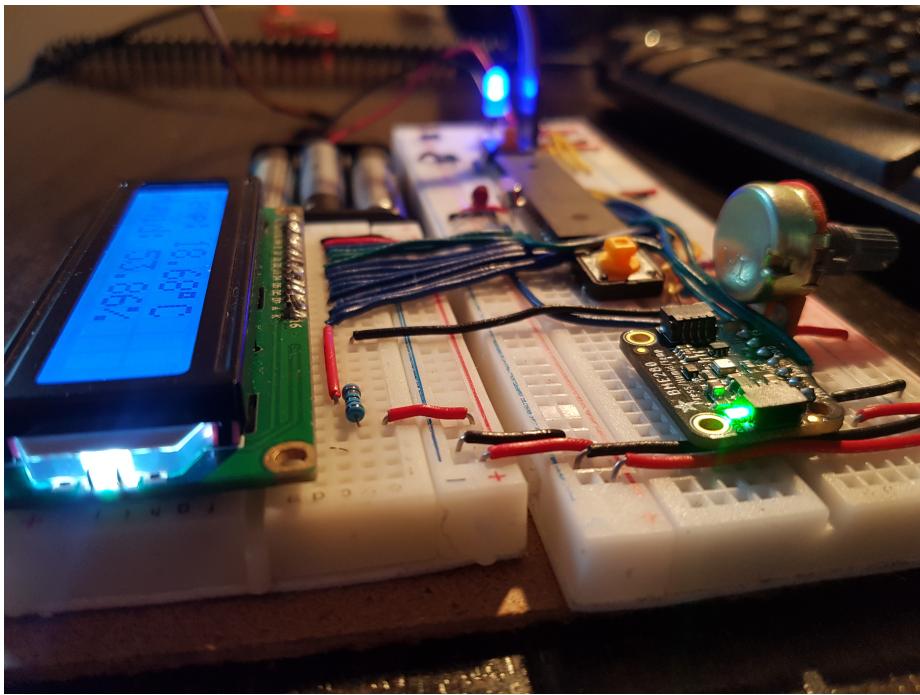


Figure 2: Πλάγια λήψη.

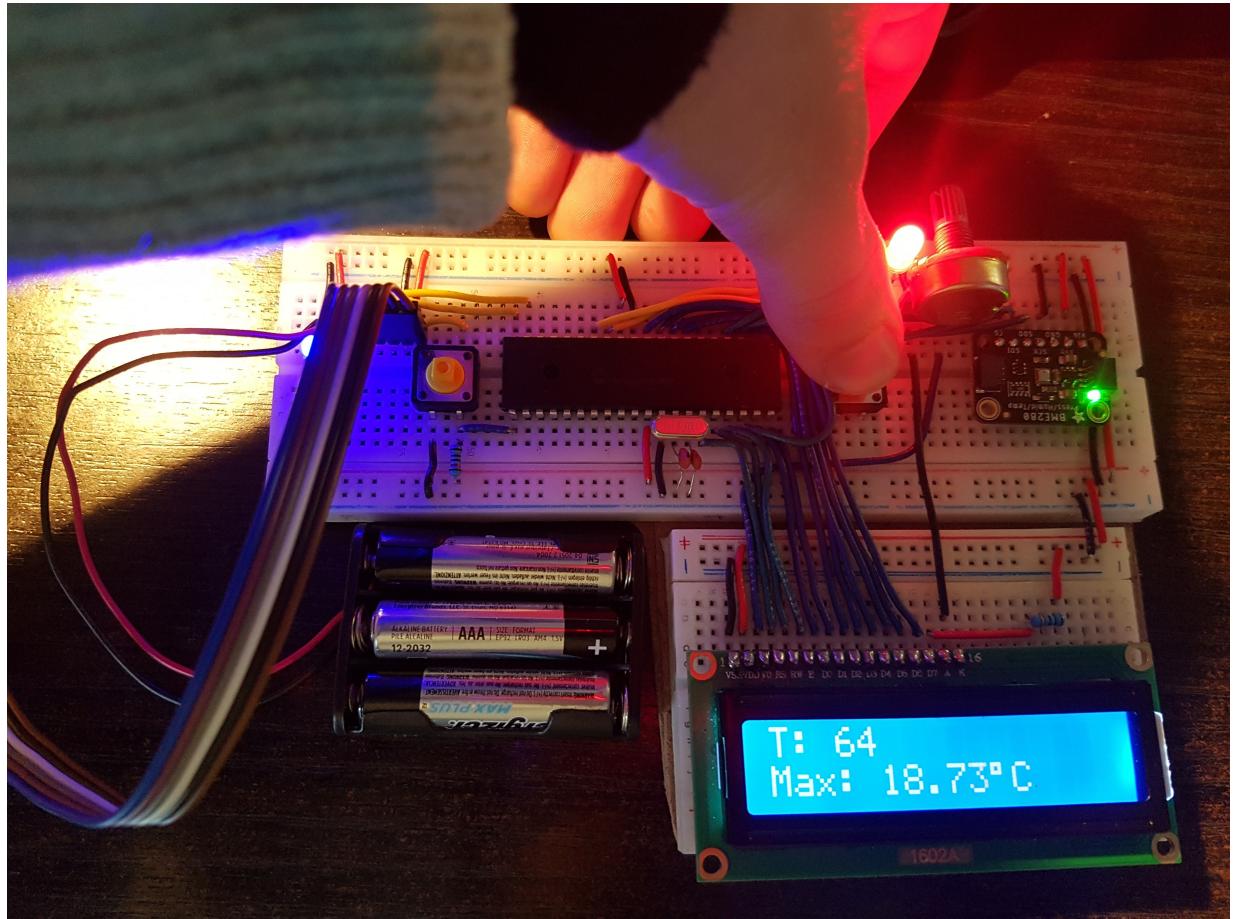


Figure 3: Λειτουργία κατά την πίεση του χουμπιού.

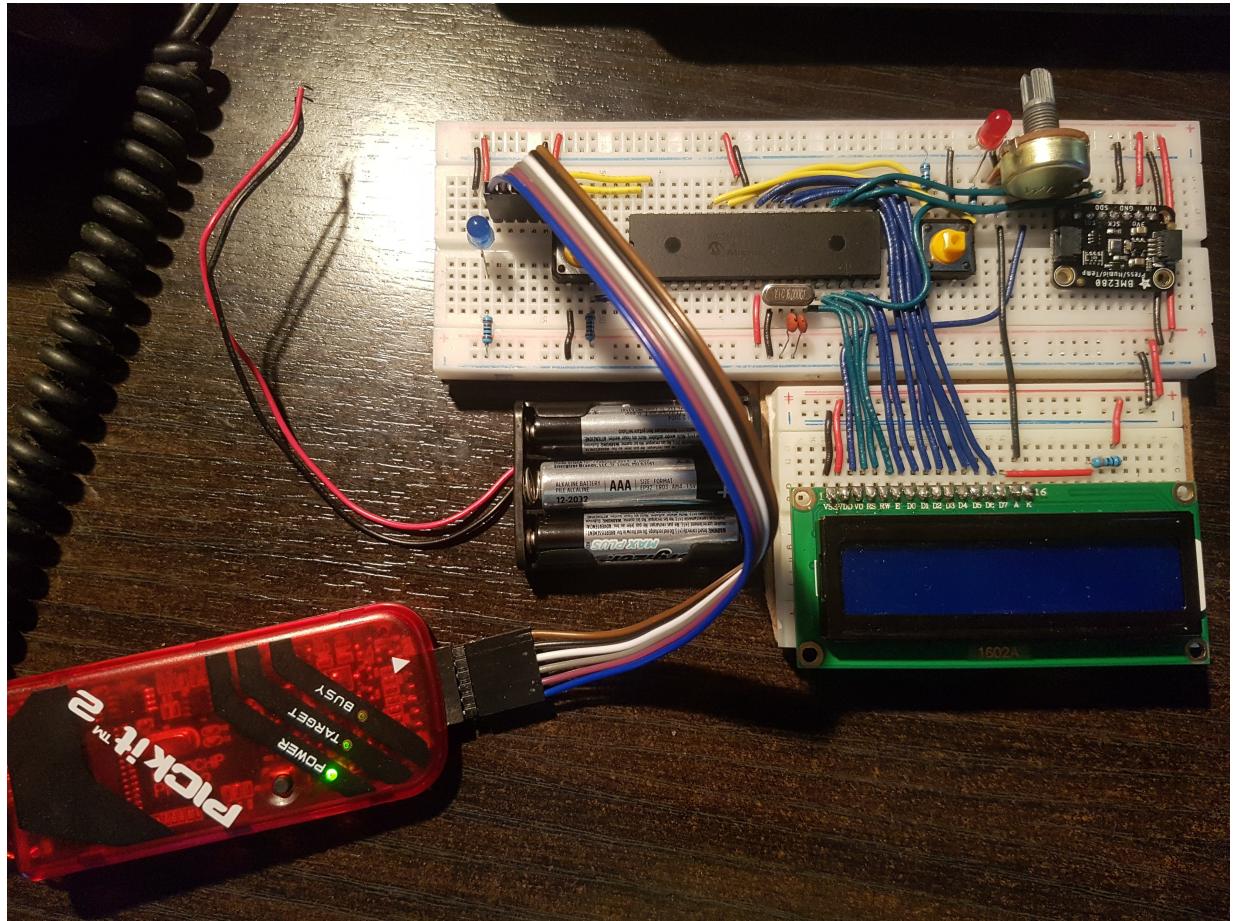


Figure 4: Προγραμματισμός του συστήματος με το PICKit2.