

HPY 411 - Ενσωματωμένα Συστήματα Μικροεπεξεργαστών  
Χειμερινό Εξάμηνο 2017-2018

**ΑΝΑΦΟΡΑ 1<sup>ου</sup> - 2<sup>ου</sup> - 3<sup>ου</sup>**

**Ομάδα Εργασίας**

Χούσος Χρήστος 2012030117  
Γιαρισκάνης Φώτιος 2011030087

**Τίτλος Έργου (Project)**

Analog Audio Mixer with digital frequency response display  
(Μίκτης Αναλογικού Ηχητικού Σήματος με ψηφιακή απεικόνιση συχνοτήτων)

**Σύντομη Περιγραφή**

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι η δημιουργία μίας κονσόλας αναλογικής μίξης και επεξεργασίας ηχητικών σημάτων, η οποία παράλληλα παρέχει φασματική απεικόνιση της ηχητικής πληροφορίας που βρίσκεται στο κάθε κανάλι ξεχωριστά(δύο κανάλια/εισόδοι) αλλά και του τελικού καναλιού εξόδου(mixed master output).

Πιο συγκεκριμμένα μιλάμε για ένα σύστημα που σε αρχικό στάδιο μελετάμε την λήψη και επεξεργασία στερεοφωνικών ηχητικών σημάτων(line in, audio filters).

Σε επόμενο στάδιο η μελέτη μας εστιάζεται στην μίξη και σωστή προενίσχυση του τελικού αποτελέσματος.

Τέλος θα προχωρήσουμε στην απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο του κάθε καναλιού σε οθόνες LCD μέσω ενός μικροελεγκτή AVR.

**Milestone1**

- Παραδοτέα Milestone 1: <7/11/2017> <Εξοικείωση με την χρήση της πλατφόρμας AVR και συγκέντρωση υλικού-Βιβλιοθηκών που θα χρειαστούν για την υλοποίηση της εργασίας>

**Εξοικείωση με την χρήση της πλατφόρμας AVR-STK500**

Σχετικά με την χρήση της πλατφόρμας AVR δημιουργήσαμε το project με τίτλο Milestone1\_final το οποίο μας βοήθησε στο να εξοικειωθούμε με την

χρήση και την διαχείριση των πόρων του STK500 όπως (timer/counters, interrupt service routines,) I/O ,καθώς και για τις λειτουργίες του μικροεπεξεργαστή ATmega16.Επιπλέον πειραματιστήκαμε με τις λειτουργίες του AVR και το Pulse with Modulation (PWM) δημιουργώντας το project **Milestone1\_bonus**. Πιο αναλυτικά:

- **Milestone1\_final:**

1. **I/O DEMO MODE**

Στο συγκεκριμένο mode πατώντας συγχρόνως τα buttons PA0 και PA1 σβήνουνε στιγμιαία και ανάβουνε τα LED0-LED1-LED2-LED3, με την σειρά το ένα μετά το άλλο, με την χρήση του Timer0 για καθυστέρηση . Μετά από 2 sec το σύστημα κάνει Reset με την χρήση του Watchdog timer .

2. **LED DELAY INIT MODE**

Στο συγκεκριμένο mode πατώντας το button PD3 ενεργοποιείται το interrupt INT1,με το οποίο αν πατηθεί συγχρόνως ένα από τα buttons PA0/PA1 είτε αρχικοποιείται ο Timer0 σύμφωνα με τον οποίο εκτελείται η διαδικασία με τα LEDs που περιγράφηκε στο I/O DEMO MODE (για PA0), είτε αρχικοποιείται ο Timer1 σύμφωνα με τον οποίο θα αρχικοποιηθεί ο Timer0,μετά από ένα interruption(Timer1\_COMPA\_vect), σύμφωνα με τον οποίο εκτελείται η διαδικασία με τα LEDs που περιγράφηκε στο I/O DEMO MODE και έπειτα ο Timer1 μπαίνει σε λειτουργία STOP (για PA1).

3. **RESET MODE**

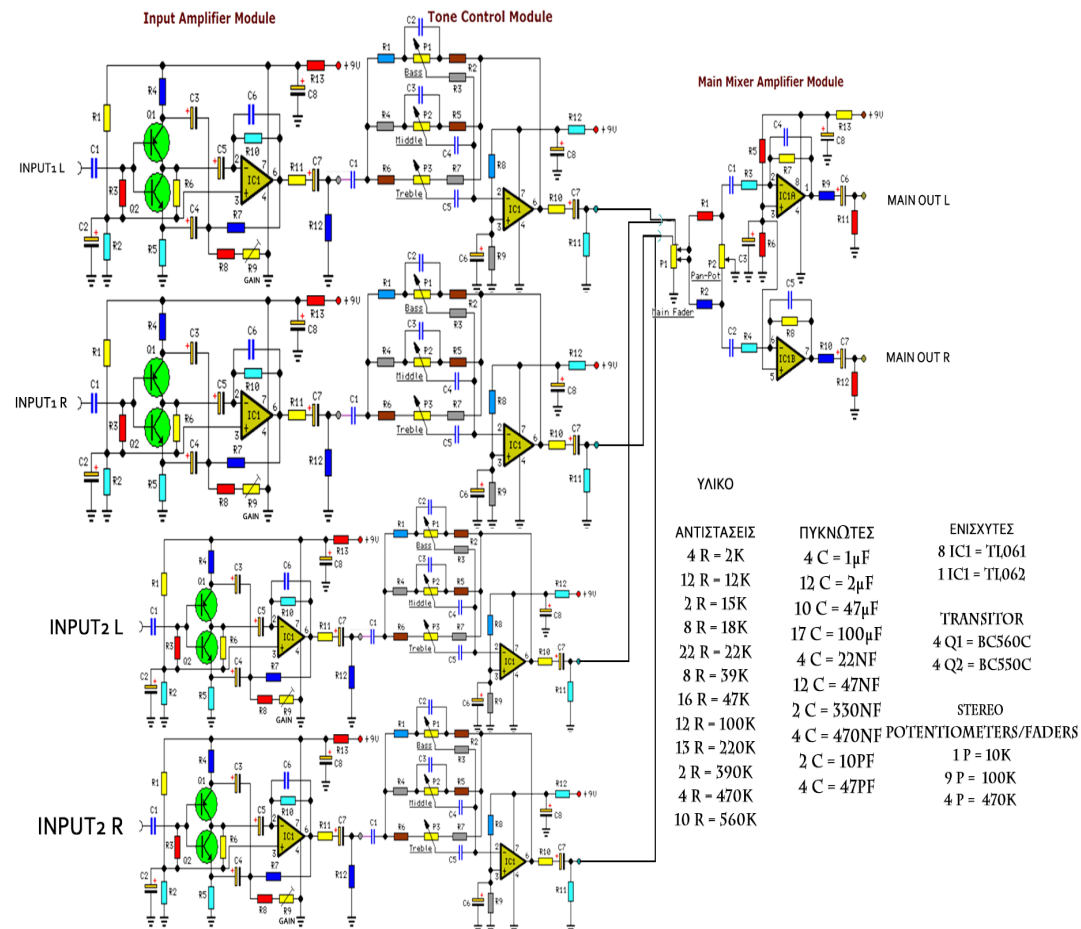
Στο συγκεκριμένο mode πατώντας το button PD2 ενεργοποιείται το interrupt INT0,με το οποίο αν πατηθεί συγχρόνως ένα από τα buttons PA0/PA1,είτε οι εξόδοι παίρνουν την τιμή 0 και μπαίνει σε λειτουργία STOP ο Timer0 (για PA0),είτε μετά από 2sec το σύστημα κάνει Reset με την χρήση του Watchdog timer(για PA1).

- **Milestone1\_bonus (Pulse With Modulation (PWM) ++ hardware) :**

Σε αυτό το project δημιουργήσαμε μια συνάρτηση για την αρχικοποίηση των παραμετρών του PWM μας (pwm\_init) όπου ορίσαμε έναν timer, τις βασικές παραμέτρους χρονισμού - πληροφορίας του pwm και την έξοδο PD5 ώστε να δέχεται το τελικό σήμα. Στη συνέχεια φτιάξαμε ένα interrupt στο timer Overflow όπου διαβάζουμε από ενα πίνακα τις τιμές του **OCR1A** τις οποίες στέλνουμε στην PD5, και βάση αυτών ανάβουμε τα led (χρησιμοποιώντας το στην ουσία σαν meter). Επίσης στην έξοδο του συστήματος έχουμε υλοποιήσει παθητικό κύκλωμα για το φιλτράρισμα και τον έλεγχο της τάσης του pwm σήματος το οποίο καταλήγει σε ένα 8Ω ηχείο για την ακουστική απεικόνιση του αποτελέσματος. Τέλος ενα RGB Led έχει τοποθετηθεί στην έξοδο του παθητικού φίλτρου το οποίο δέχεται τάση (ίδια και στα 3 pins) αντίστροφα με το ηχείο και για κάποιο λόγο φαίνεται το φίλτρο να έχει παρόμοια συμπεριφορά και σε αυτό (“σβήνει” το μπλέ μετά το πράσινο και μένει μόνο το κόκκινο στο τέλος της διαδρομής του ποτενσιόμετρου, παρόμοιο με την λειτουργία του στο φάσμα ηχητικών συχνοτητων).

**Συγκέντρωση υλικού**

Για την σχεδίαση του αναλογικού μίκτη καταλήξαμε στο κύκλωμα της παρακάτω εικόνας στην οποία φαίνονται και τα υλικά που θα χρειαστούμε για την υλοποίησή του:

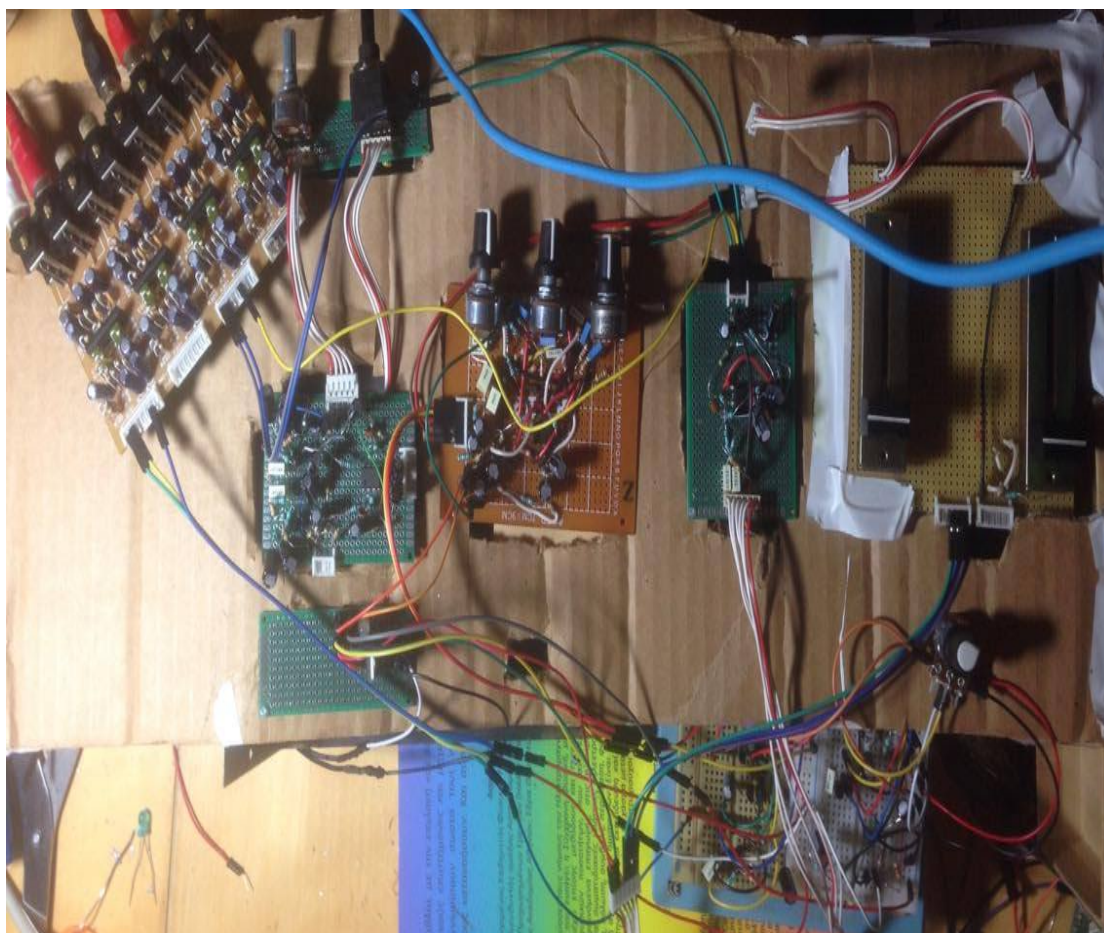


Για την φασματική απεικόνιση της ηχητικής πληροφορίας χρησιμοποιώντας τον AVR έχουμε καταλήξει στην χρήση μίας οθόνης LCD TFT 7".

## Milestone2

- Παραδοτέα Milestone 2: <25/11/2017> <Υλοποίηση κυκλώματος εισόδου ήχου, έντασης εισόδου, παραμετροποιημένου φίλτρου και ενίσχυσης ήχου>

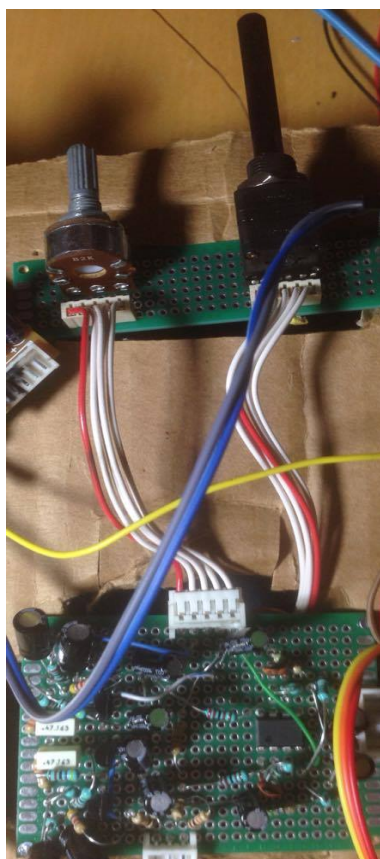
## Υλοποίηση Κυκλώματος Αναλογικού Μίκτη



Στα πλαίσια του Milestone 2 καταφέραμε να υλοποιήσουμε ένα κανάλι αναλογικού μίκτη που δέχεται ηχητική είσοδο με καλώδιο RCA και λειτουργεί με τροφοδοσία της τάξης των  $12V-0.3A$  την οποία μετατρέπουμε σε  $9V$  τάση με την χρήση ενός Voltage regulator(L7809CV) βάσει των προδιαγραφών του συστήματος μας.

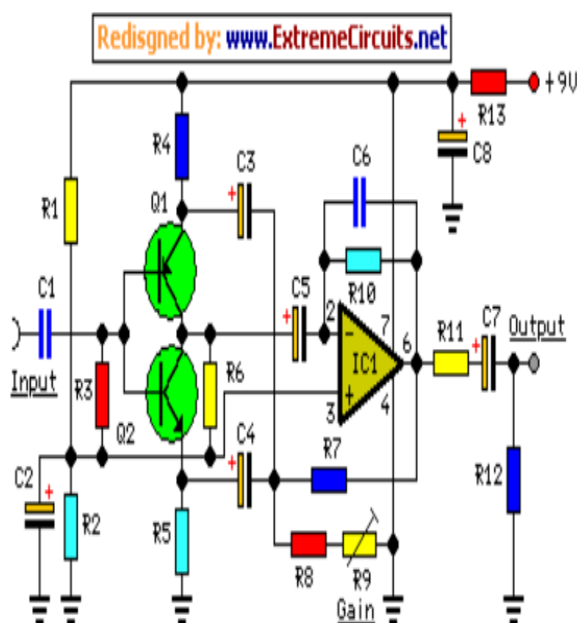
Πιο αναλυτικά τα Modules που υλοποιήθηκαν:

### Input Amplifier Module



(EIKONA 1)

## Input Amplifier Module



(EIKONA 2)

Σε αυτό το module (EIKONA 1) υλοποιήθηκε το κύκλωμα εισόδου και ενίσχυσης, χρησιμοποιώντας την σχεδίαση του Input Amplifier Module x2 λόγω στέρεο(EIKONA 2). Στο κύκλωμα αυτό παίρνουμε το ηχητικό σήμα εισόδου χρησιμοποιώντας το Line/Phono Input Module (EIKONA 7) και αφού το ενισχύσουμε και του προσθέσουμε, αν θελήσουμε Gain μέσω του στέρεο ποτενσιόμετρου, το μεταδίδουμε σαν έξοδο (Output) .

### PINOUT:

#### -Inputs

Audio Signal Left , Audio Signal Right, Audio Signal Ground ,Vcc, Ground.

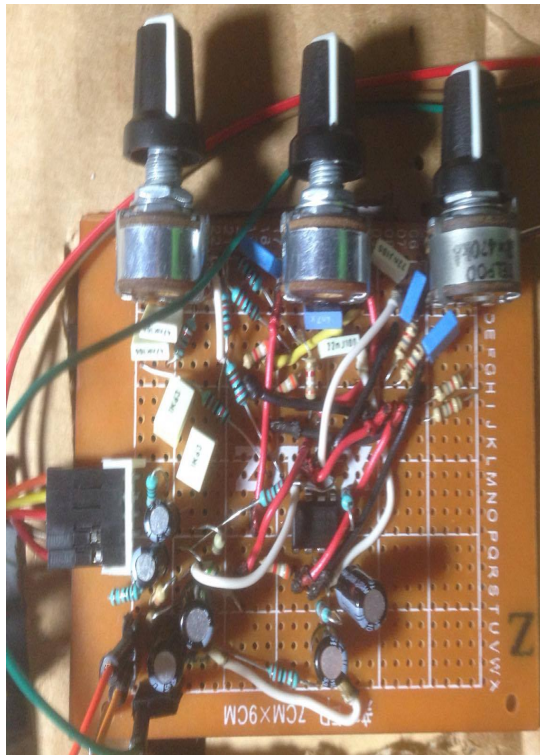
#### - Outputs

Audio Signal Left , Audio Signal Right ,Audio Signal Ground .

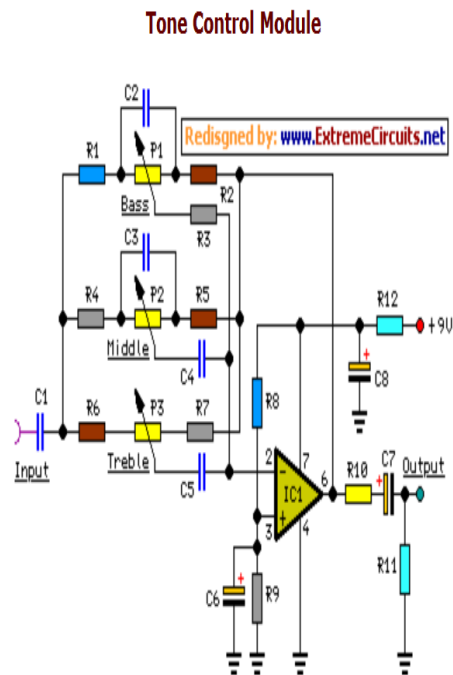
.

### Tone Control Module:





**(EIKONA 3)**



**(EIKONA 4)**

Σε αυτό το module (EIKONA 3) υλοποιήθηκε το κύκλωμα παραμετροποιημένων φίλτρων, χρησιμοποιώντας την σχεδίαση του Tone Control Module x2 λόγω στέρεο (EIKONA 4). Στο κύκλωμα αυτό παίρνουμε ως είσοδο την έξοδο του Input Module και αφού την φιλτράρουμε, αν θελήσουμε κόβουμε τις χαμηλές/μεσαίες/ψηλές συχνότητες ( $\pm 15\text{dB}@30\text{Hz}$ / $\pm 19\text{dB}@1\text{KHz}$ / $\pm 16\text{dB}@10\text{KHz}$  αντίστοιχα) του ενισχυμένου ηχητικού σήματος μέσω των στέρεο ποτενσιόμετρων, το μεταδίδουμε σαν έξοδο (Output) .

**PINOUT:**

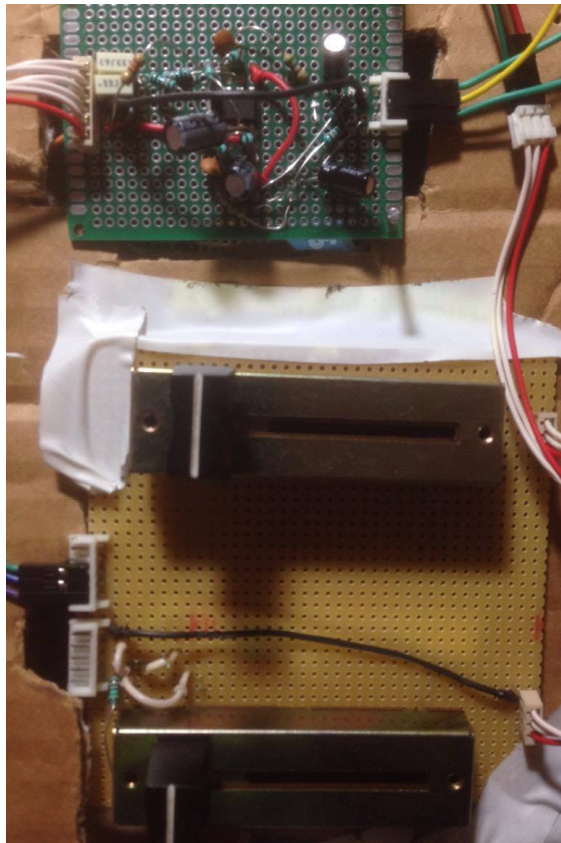
-Inputs

Audio Signal Left , Audio Signal Right, Audio Signal Ground ,Vcc, Ground.

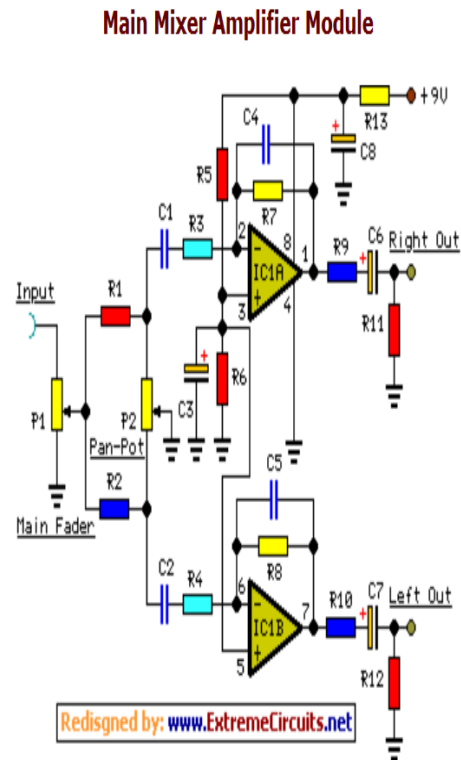
- Outputs

Audio Signal Left , Audio Signal Right ,Audio Signal Ground .

**Main Mixer Amplifier Module**



(EIKONA 5)



(EIKONA 6)

Σε αυτό το module (EIKONA 5) υλοποιήθηκε το κύκλωμα μίξης και ενίσχυσης των ηχητικών σημάτων από τα δύο στέρεο κανάλια , χρησιμοποιώντας την σχεδίαση του Main Mixer Amplifier Module (EIKONA 6). Στο κύκλωμα αυτό παίρνουμε ως είσοδο τις δύο εξόδους των Equalizer Module τις μιξάρουμε σε ένα ενιαίο ηχητικό σήμα (δηλαδή αν θελήσουμε να μεταβάλουμε την ένταση κάποιου από τα δύο κανάλια χρησιμοποιούμε τα Slide Pots) ,το ενισχύσουμε και το μεταδίδουμε ως την τελική έξοδο του συστήματος μέσω του Line Output Module (EIKONA 7).

#### PINOUT:

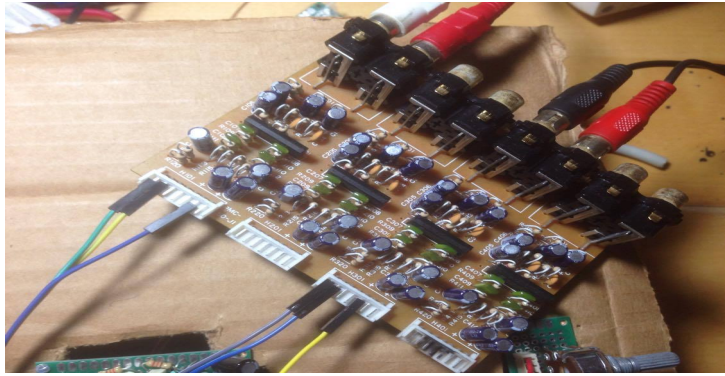
##### -Inputs

Audio Signal Left , Audio Signal Right, Audio Signal Ground ,Vcc, Ground.

##### - Outputs

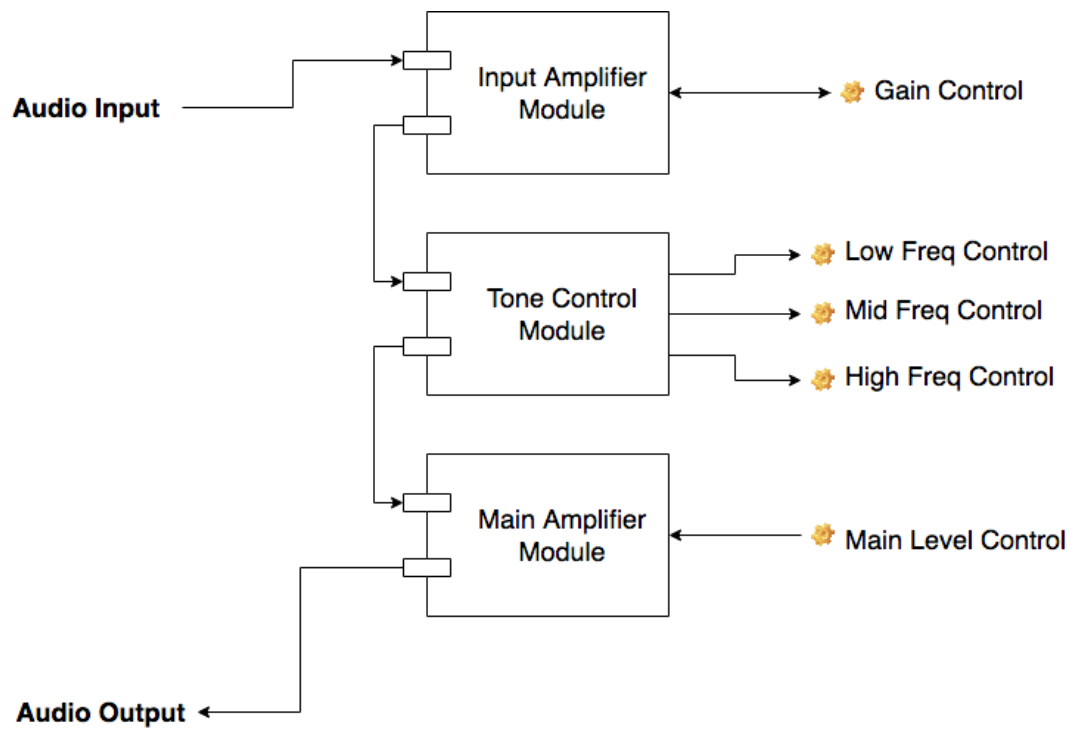
Audio Signal Left , Audio Signal Right ,Audio Signal Ground .

#### Line In RCA Input/Output



(EIKONA 7)

## BLOCK DIAGRAM



(EIKONA 8)

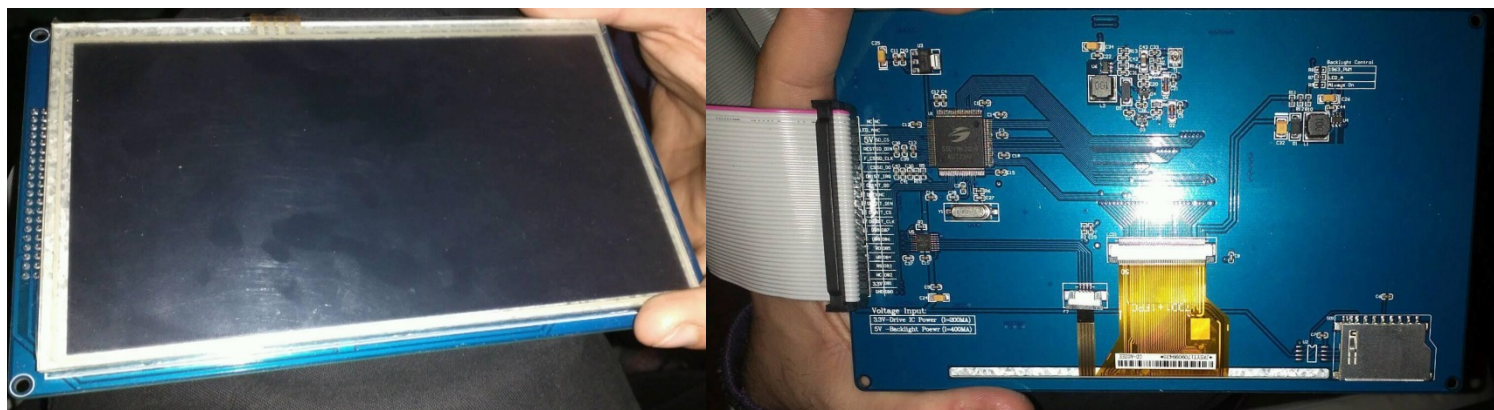


### Milestone 3

- Παραδοτέα: <18/12/2017> <Διασύνδεση αναλογικών σημάτων με AVR μέσω του οποίου υλοποιείται λειτουργικότητα φασματικής απεικόνισης αναλύοντας 3 συχνοτικές μπάντες σε RGB LEDs και παράλληλη λειτουργικότητα AVR ως stereo VU Meter σε 16 (8+8 L/R Channels) LEDs.>

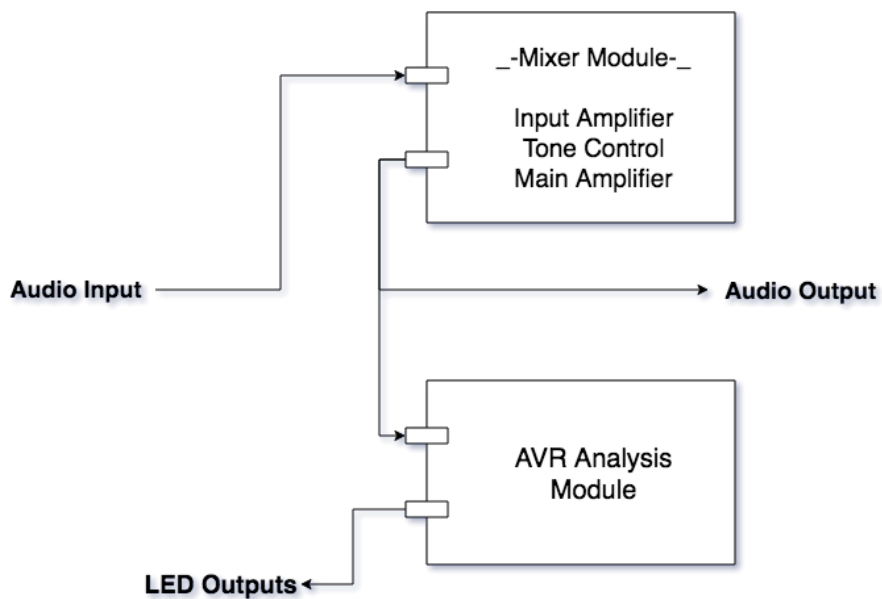
Στα πλαίσια του Milestone 3 καταφέραμε να υλοποιήσουμε απεικόνιση συχνοτήτων και έντασης του ήχητικού σήματος εξόδου του μίκτη, με την χρήση του AVR (Atmega16) που προγραμματίστηκε σε STK500 (Development Board).

Σε ότι αναφορά τον προγραμματισμό του συστήματός μας χρησιμοποιώντας τα αναλογικά σήματα εξόδου (Left - Right) του μίκτη μας ως είσοδο στα ADC0 και ADC1 στο PORTA του Atmega16, καταφέραμε να μετατρέψουμε τα αναλογικά σήματα μας σε ψηφιακή πληροφορία για την ένταση τους στον χρόνο(δειγματοληψία). Δυστυχώς στην προσπάθεια μας να απεικονίσουμε τις εντάσεις των σημάτων μας σε οθόνη TFT LCD 7”(ΕΙΚΟΝΑ 9), την οποία προμηθευτήκαμε στα πλαίσια του project, δεν καταφέραμε ακόμη να επιτύχουμε αξιόπιστη επικοινωνία μεταξύ του Atmega16 και της οθόνης που διαλέξαμε λόγω προβλημάτων που αντιμετωπίσαμε αρχικά στην έρευνα μας (λόγω περιορισμένου community) και στη συνέχεια στην σύνδεση της με τον AVR και κατα συνέπεια τον προγραμματισμό της.



(ΕΙΚΟΝΑ 9)

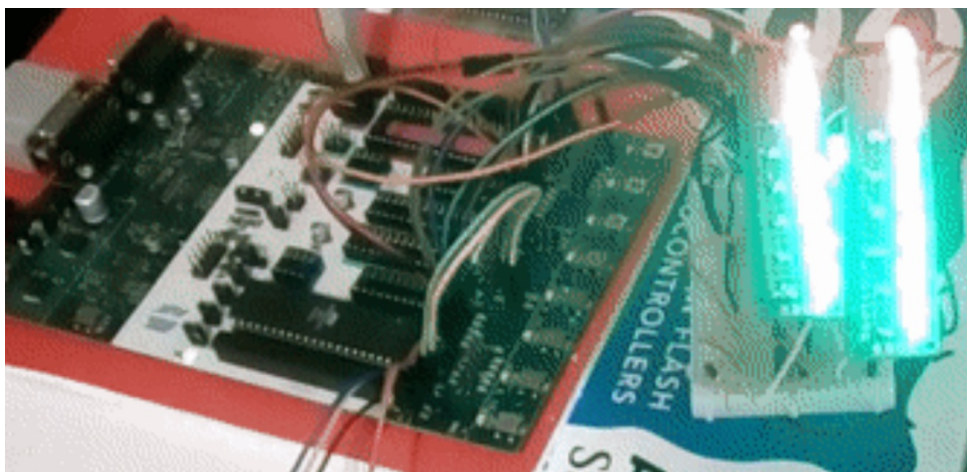
Λόγω αυτής της απρόσμενης εξέλιξης αποφασίσαμε για την απεικόνιση της έντασης και των συχνοτήτων του ήχου, χρησιμοποιήσαμε δύο διαφορετικής λειτουργικότητας LED modules.



(BLOCK DIAGRAM TOP LEVEL)

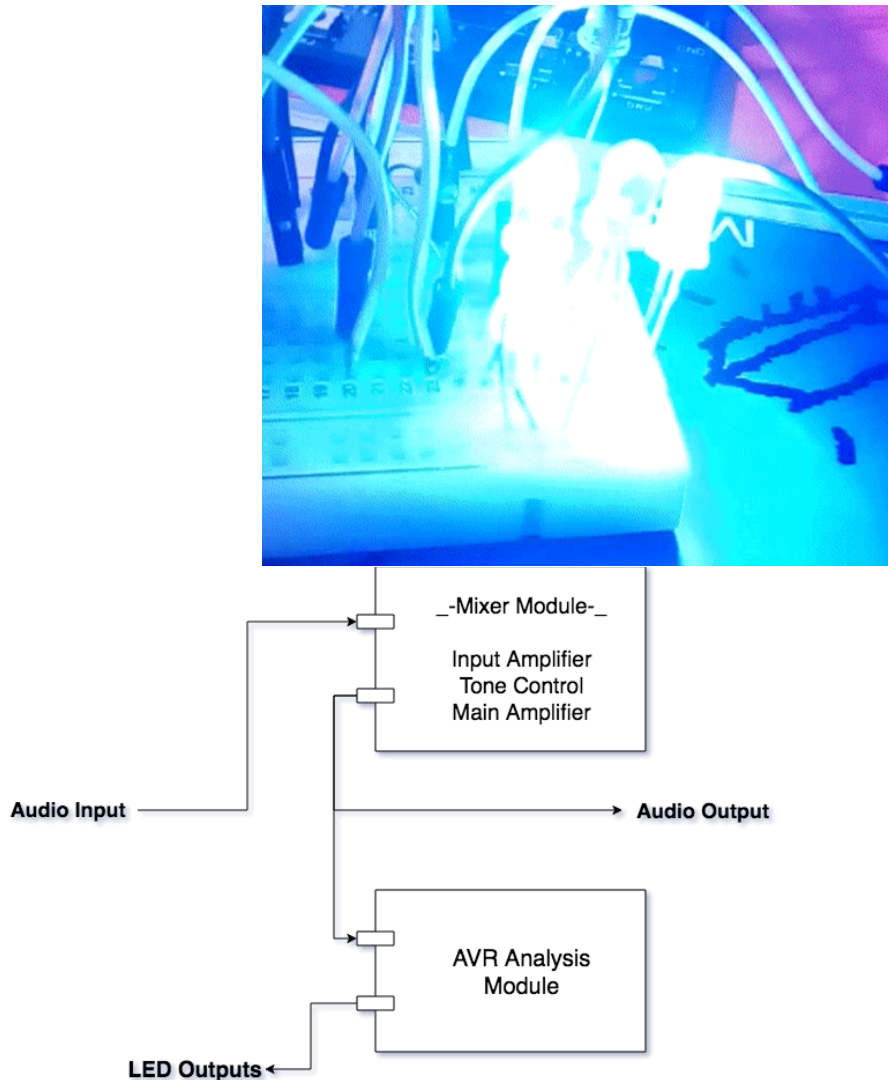
Πιο συγκεκριμένα,

1. **VU Meter Led Module:** Σε μια ομάδα από 16 leds (8+8 L/R Channels) απεικονίζεται η ένταση του ηχητικού σήματος η οποία προκύπτει από την δειγματοληψία των αναλογικών εισόδων A0 (ADC0) και A1 (ADC1). Το γεγονός ότι ο Atmega16 χρησιμοποιεί έναν Analog to Digital Converter για να εξυπηρετήσει τις δύο βασικές ηχητικές εισόδους μας, καθιστά ανέφικτο το να δειγματοληψίσουμε ταυτόχρονα και τις δύο. Έτσι, για την όσο πιο ρεαλιστικά ταυτόχρονη δειγματοληψία μπορούσαμε να προσεγγίσουμε, χρησιμοποιήσαμε δύο ξεχωριστές συναρτήσεις οι οποίες κάλουνται να διαβάζουν σε δύο διαφορετικούς χρόνους (με την χρήση timers και ADC) τις τιμές των εντάσεων των δύο καναλιών, και όταν ολοκληρωθεί με επιτυχία και στις δύο συναρτήσεις η διαδικασία απεικονίζουμε την ένταση των σημάτων με την μορφή ψηφιακού VU Meter στα 16 Led.



2. **Spectrogram RGB Led Module:** Σε μια ομάδα από 4 leds (RED, GREEN, BLUE, RGB) απεικονίζεται το φάσμα του ηχητικού σήματος το οποίο προκύπτει από τον μετασχηματισμό Fourier των δειγματοληπτιμένων σημάτων της προηγούμενης λειτουργικότητας. Έτσι, για την όσο πιο ρεαλιστική φασματική απεικόνιση μπορούσαμε να προσεγγίσουμε, υλοποιήσαμε μια συνάρτηση μετασχηματισμού Fourier με  $N=6$ , της οποίας τα

αποτελέσματα εάν ξεπερασουν κάποιο threshold ανάβει το συχνотικά αντίστοιχο led (RED 0-6666,667 Hz || GREEN 6666,667-13333.334 Hz || BLUE 13333.334 - 20000 Hz). Για την ομαλότερη μεταβολή τις εντασής των led χρησιμοποιήθηκε διεπαφή με PWM, έτσι ώστε να είναι πιο ξεκάθαρη η οπτική απεικόνιση.



(BLOCK DIAGRAM AVR)

Εξωτερικές πηγές και βιβλιογραφίες

<http://www.avrfreaks.net/>

<http://www.learningelectronics.net/circuits/4-channel-portable-audio-mixer.html>

<http://www.atmel.com/Images/doc32120.pdf>