

Μάθημα

EEE.7-2.3 & EEE.7-3.3 «ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΟΣ»

Εξάμηνο Μαθήματος

7^ο

Διδάσκοντες

Ηλίας Ζώης και Μαρία Ραγκούση

Συνεργάτες Εργαστηρίου

Μάνος Μιχαηλίδης και Άγγελος Χαριτόπουλος

Εξάμηνο Διδασκαλίας

Χειμερινό Εξάμηνο 2021-22

ΕΙΣΑΓΩΓΗ στην ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ μέσω CCS

(Α) Διαδικασία εισαγωγής των εργαστηριακών ασκήσεων

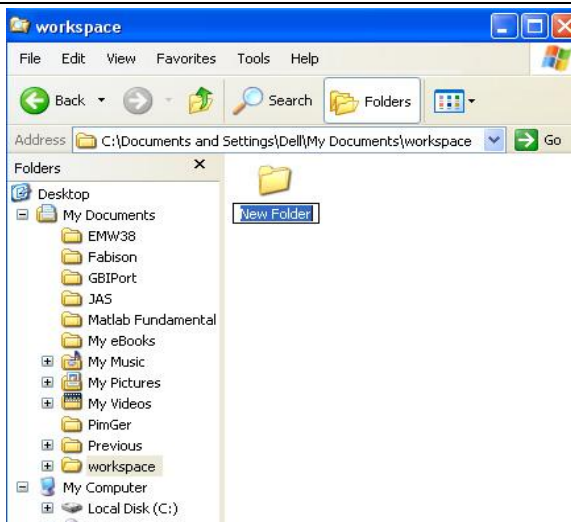
Η δομή του Code Composer Studio (CCS) στηρίζεται στην έννοια του «**project**». Ο προγραμματιστής / χειριστής μπορεί ανά πάσα στιγμή να εργάζεται πάνω σε ένα ή περισσότερα projects, αλλά ένα από αυτά είναι το ενεργό (**active project**).

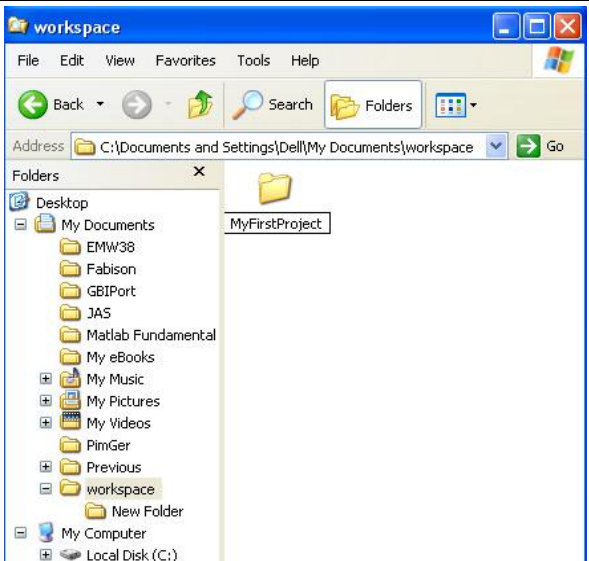
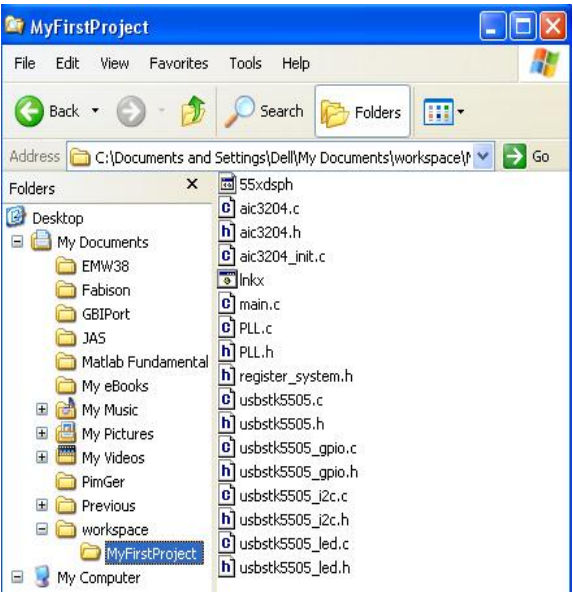
Το CCS δημιουργεί και χρησιμοποιεί ένα «χώρο εργασίας», δηλαδή ένα φάκελο (directory) στον Η/Υ, για να αποθηκεύει ενδιάμεσα αποτελέσματα / αρχεία του εκτελούμενου project.

Ο προεπιλεγμένος φάκελος είναι:

Desktop -> My Documents -> Workspace

- Χρησιμοποιώντας την Εξερεύνηση των Windows, δημιουργήστε ένα νέο φάκελο

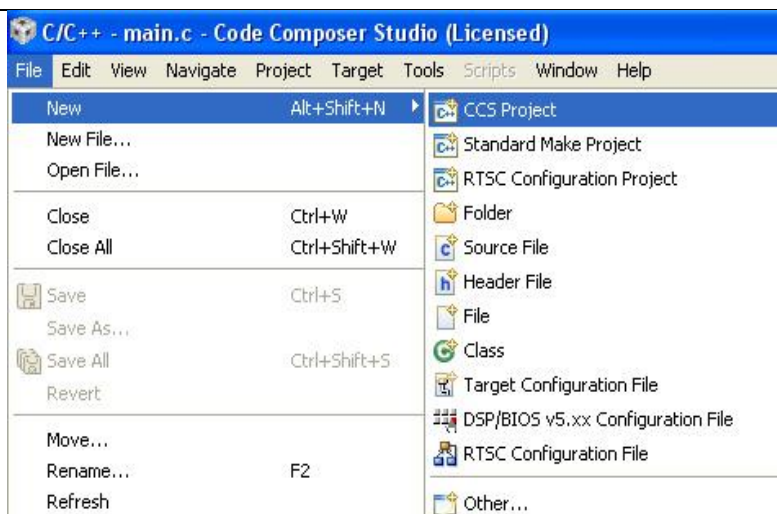


<ul style="list-style-type: none"> • <u>Ονομάστε</u> αυτό το φάκελο όπως θέλετε, στην συγκεκριμένη περίπτωση τον ονομάζουμε MyFirstProject 	
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Αντιγράψτε</u> τα αρχεία της άσκησης στον φάκελο MyFirstProject 	
<ul style="list-style-type: none"> • Συνδέστε φυσικά το DSP board με τον Η/Υ σας, χρησιμοποιώντας τη USB θύρα και το κατάλληλο καλώδιο 	<p>ΠΡΟΣΟΧΗ: Η σύνδεση είναι απαραίτητο να γίνει ΠΡΙΝ την εκκίνηση του CCS.</p>

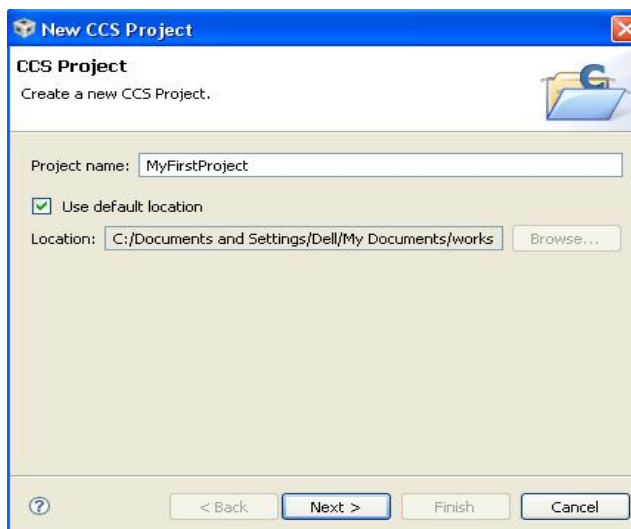
- Εκκινείτε το **Code Composer Studio** από την επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή σας, επιλέγοντας το εικονίδιο του (κύβος)
- Κλείστε (X) την οθόνη Welcome που ανοίγει πρώτη.



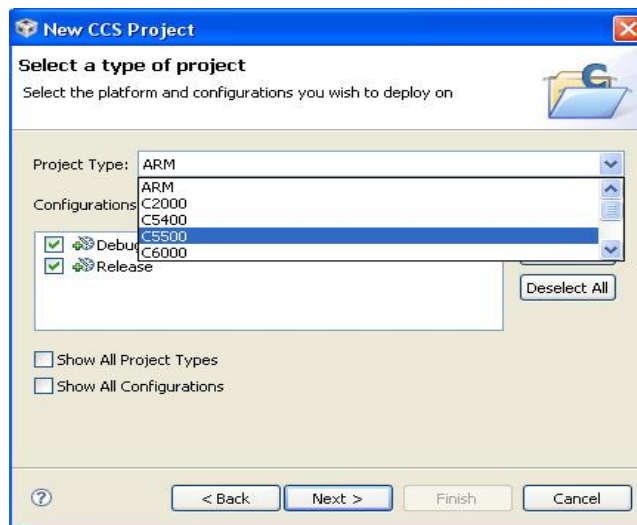
- Επιλέξτε από το μενού πάνω αριστερά **File -> New -> CCS Project**



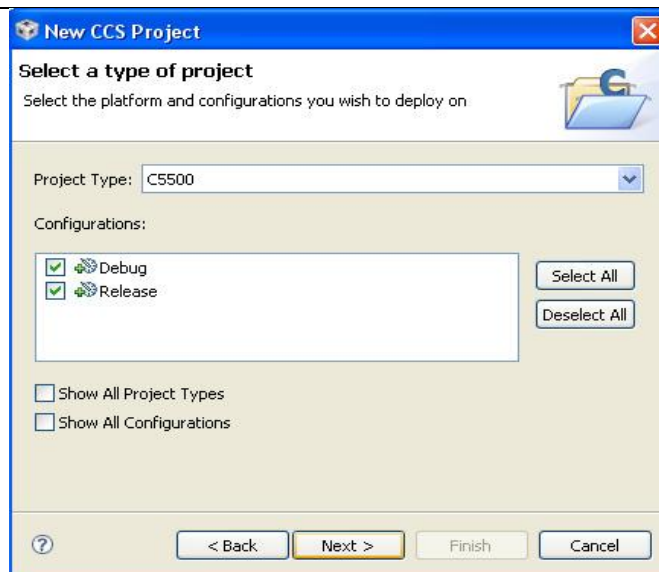
- Πληκτρολογήστε ως όνομα του project το όνομα που δώσατε στον φάκελο, στην περίπτωση μας **MyFirstProject**. Κάντε κλικ στο **Next**.



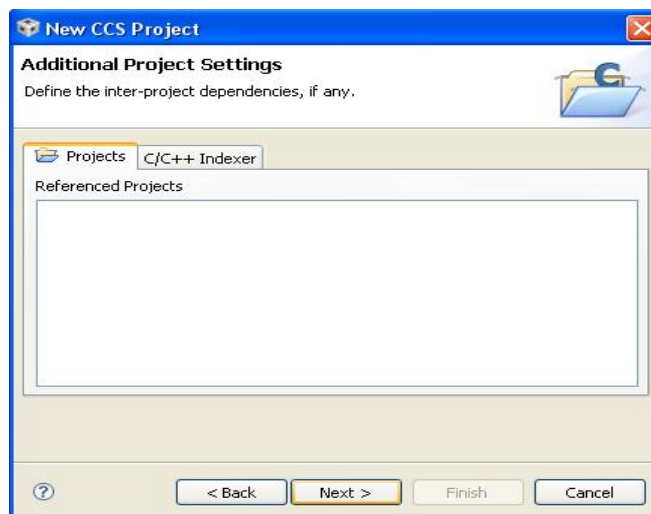
- Επιλέξτε Project Type C5500 από τη διαθέσιμη λίστα.



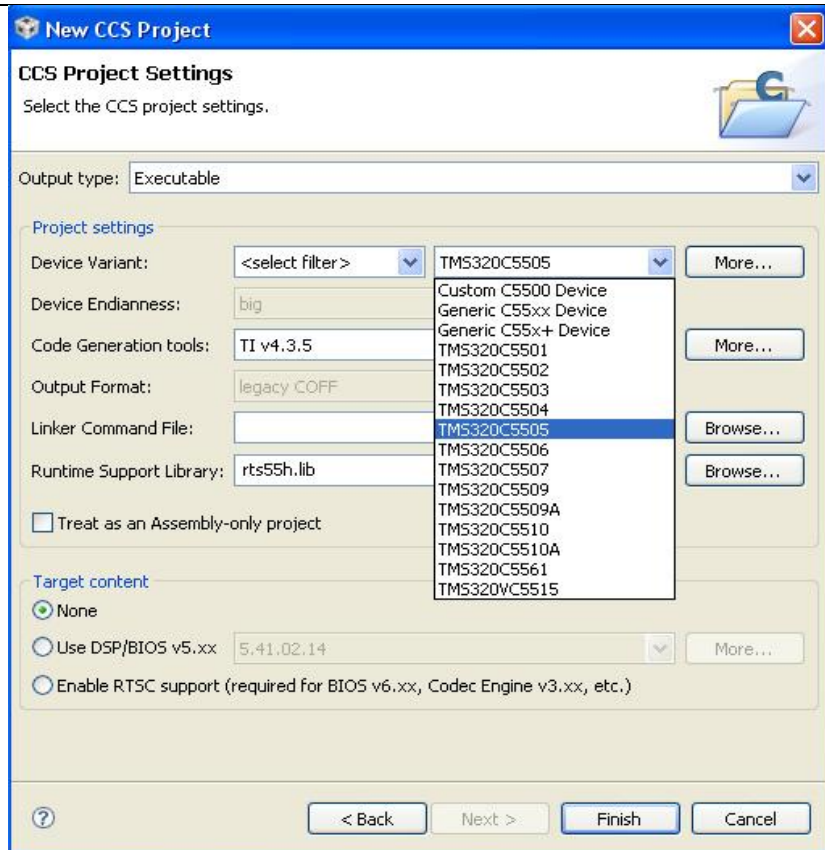
- Κάντε κλικ στο Next.



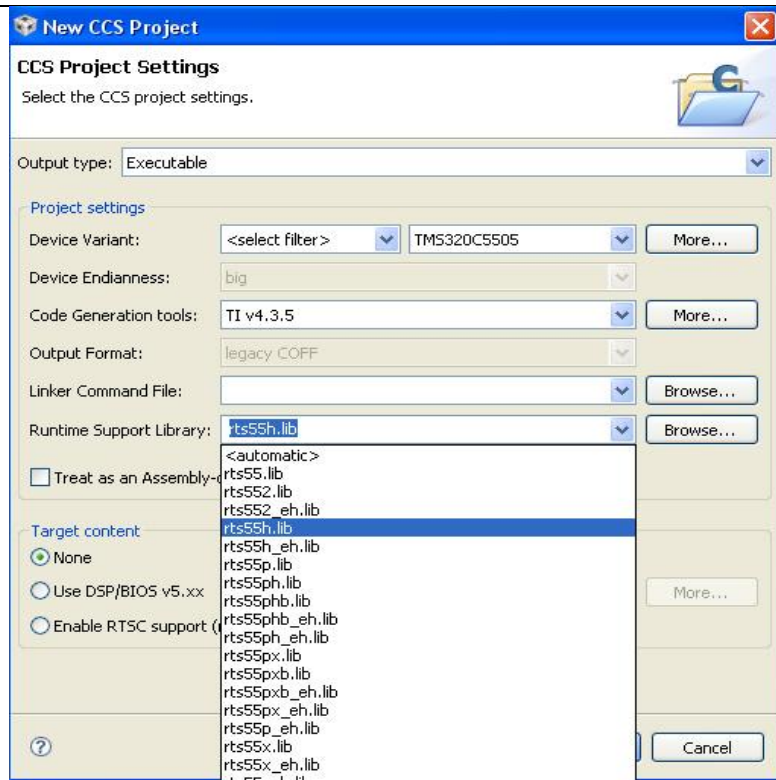
- Δεν υπάρχουν αναφορές σε άλλα έργα. Κάντε κλικ στο Next.



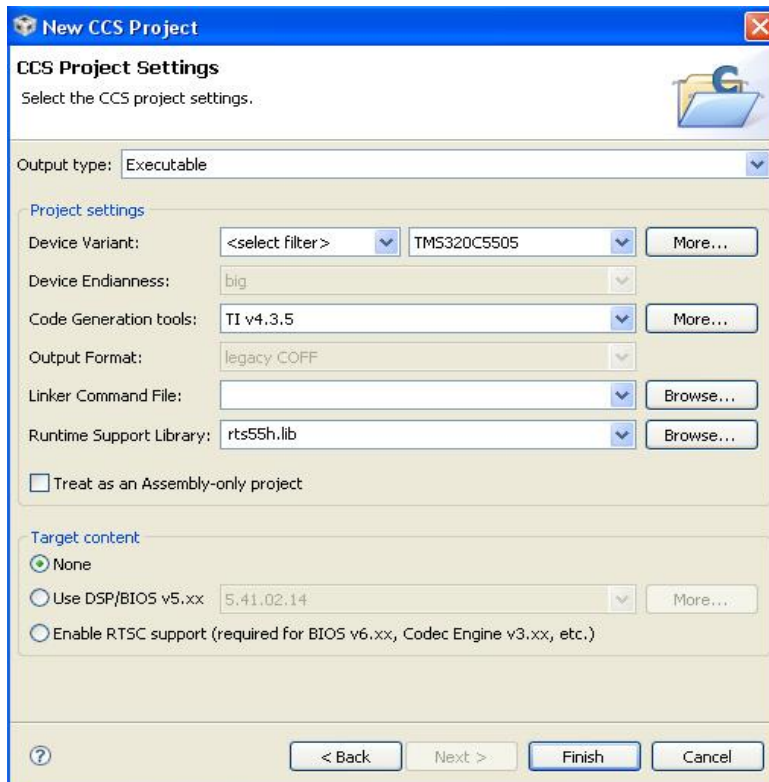
- Από το αναπτυσσόμενο μενού, επιλέξτε **TMS320C5505**



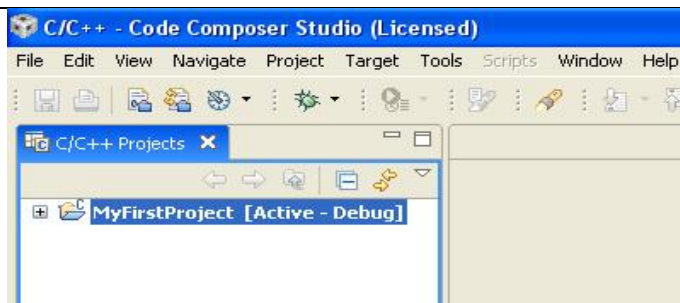
- Η *Runtime Support Library* που απαιτείται είναι η **rts55h.lib**.



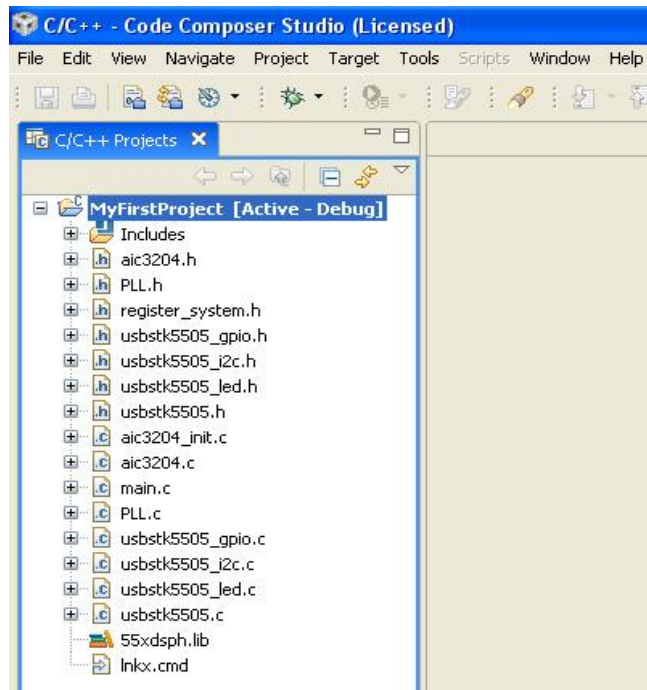
- Κάντε κλικ στο **Finish**.



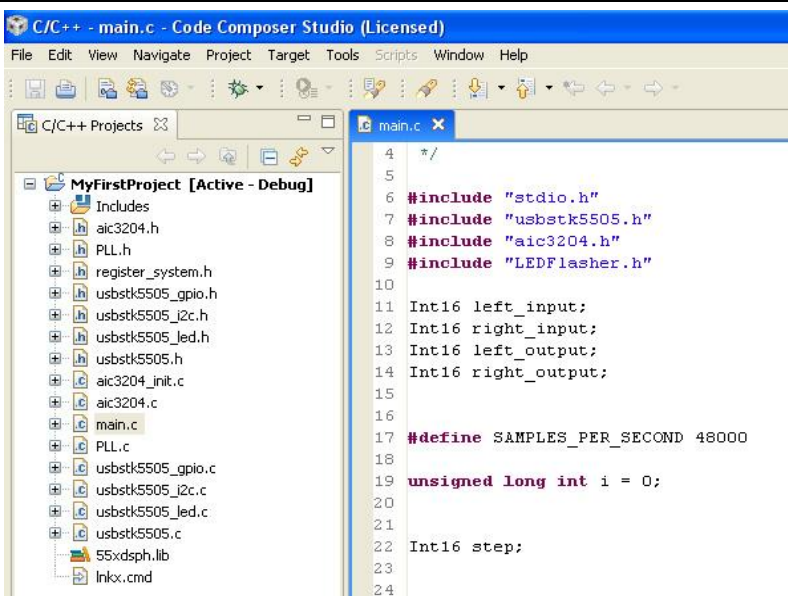
Στο παράθυρο των C / C ++ Projects, το MyFirstProject είναι το ενεργό έργο (Active-Debug) για εντοπισμό σφαλμάτων.



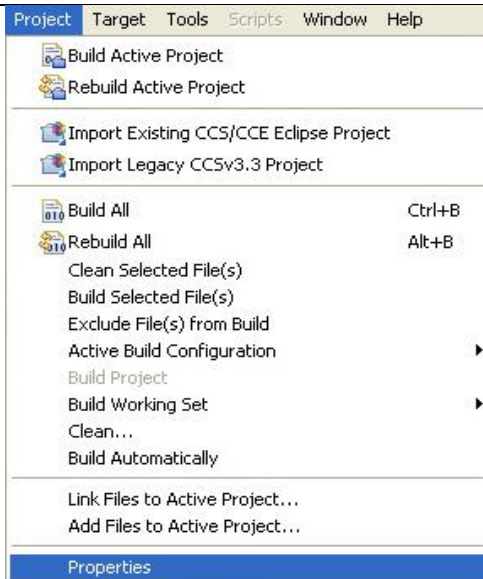
- Κάντε κλικ στο «+» για να αναπτύξετε τη λίστα των αρχείων.



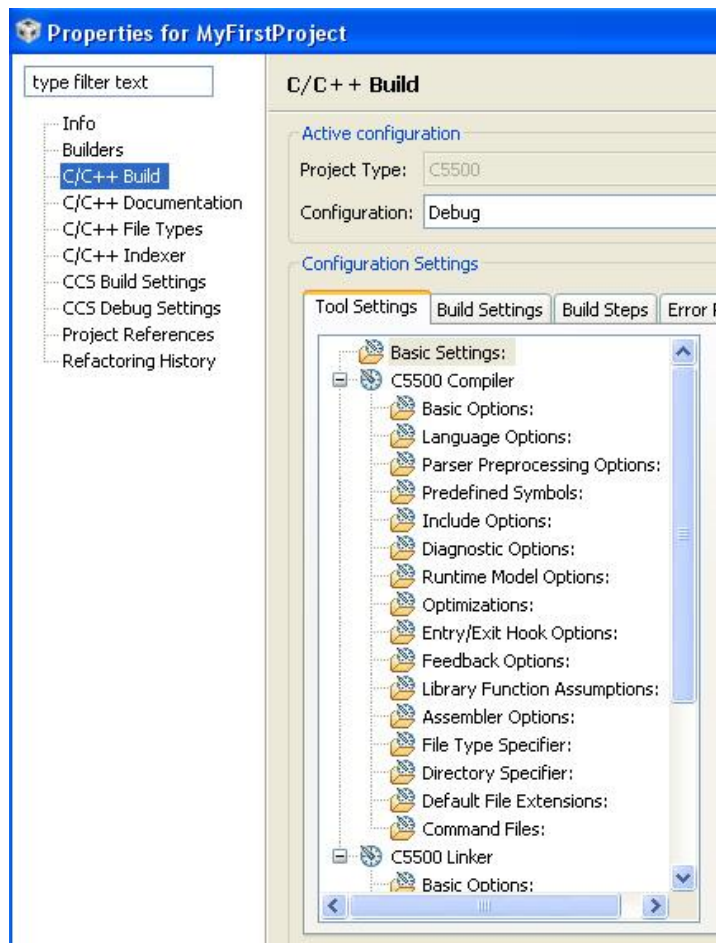
- Κάντε διπλό κλικ στο **main.c** για να ανοίξετε το αρχείο *main.c* στο κεντρικό frame.



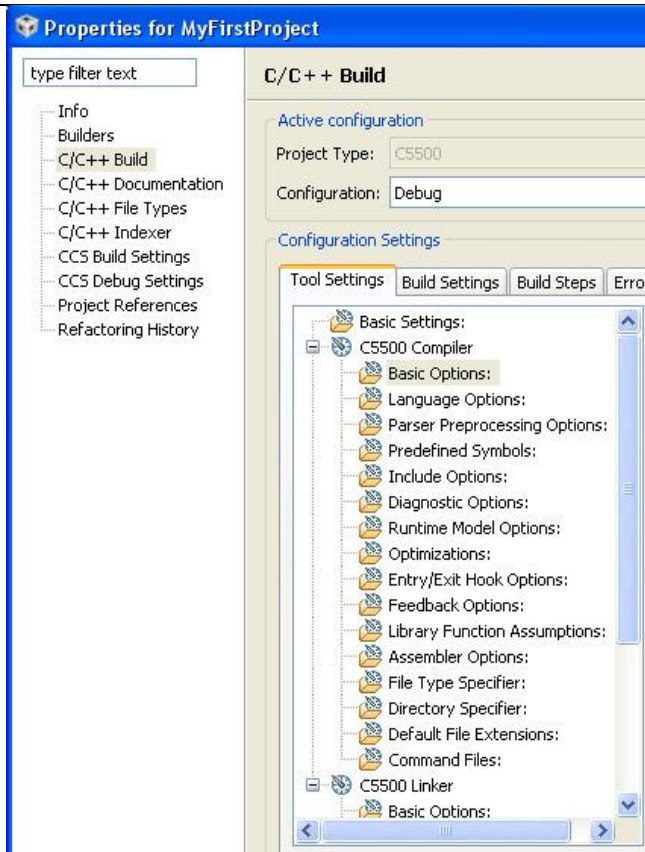
- Επιλέξτε Project -> Properties



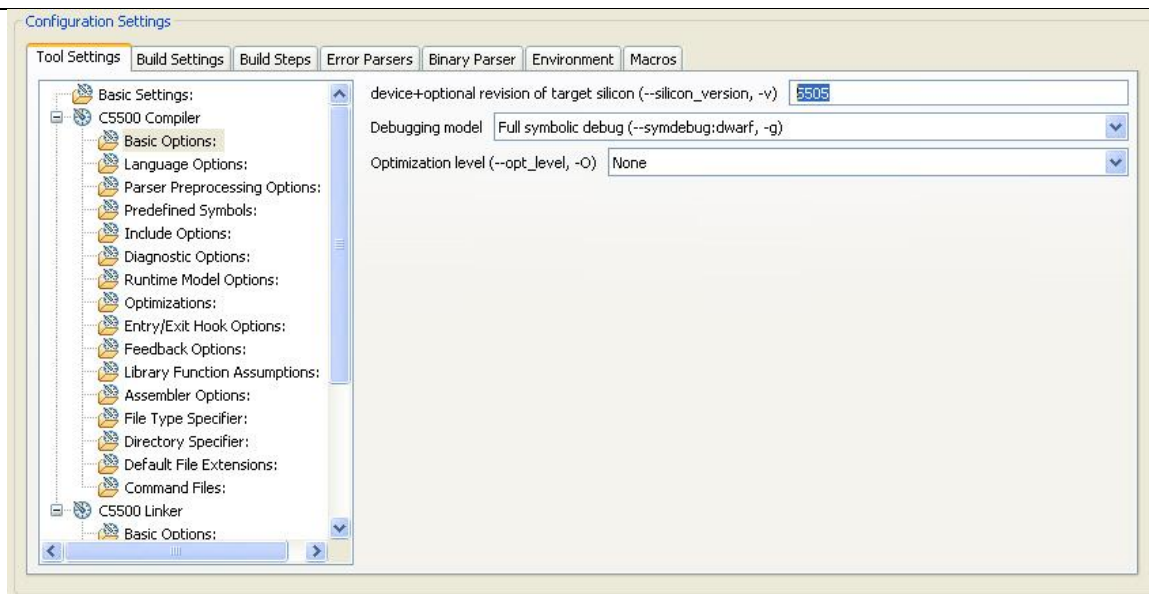
- Κάντε διπλό κλικ στο C / C ++ Build



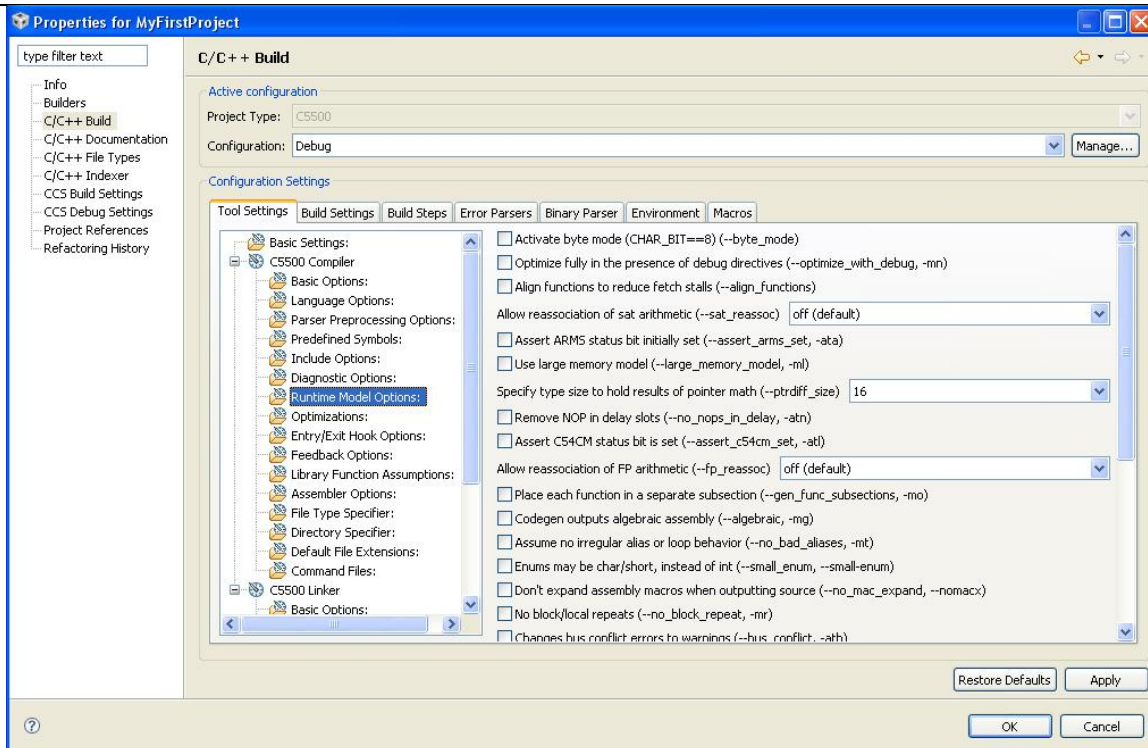
- Κάντε κλικ στο **Basic Options.**



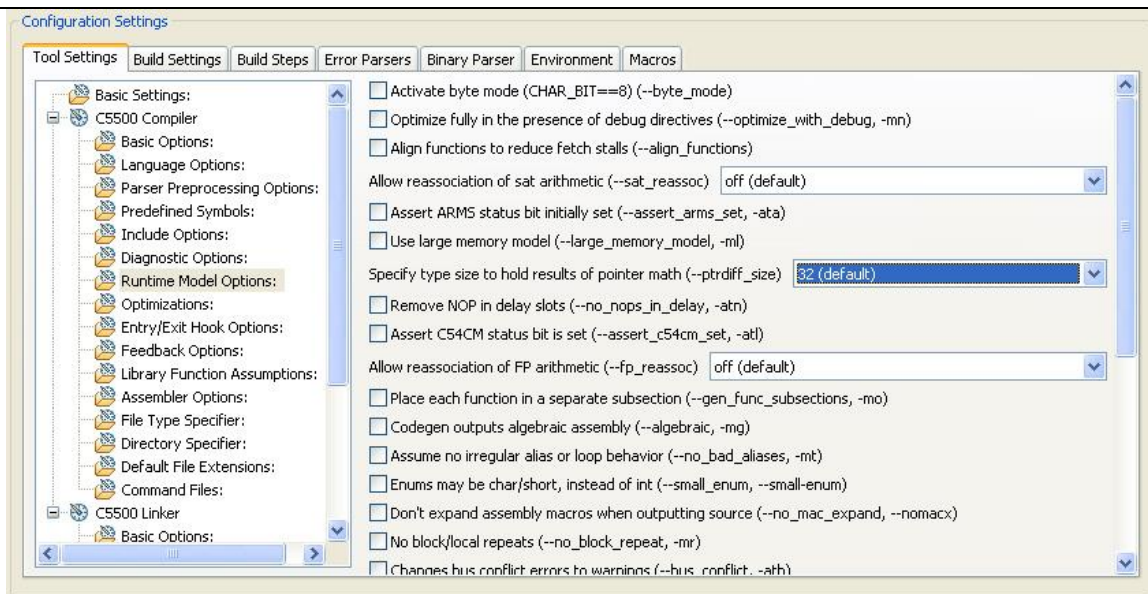
- Πληκτρολογήστε **5505** για το (`--silicon_version, -v`), αν δεν εμφανίζεται ήδη το 5505 μέσα στο πλαίσιο



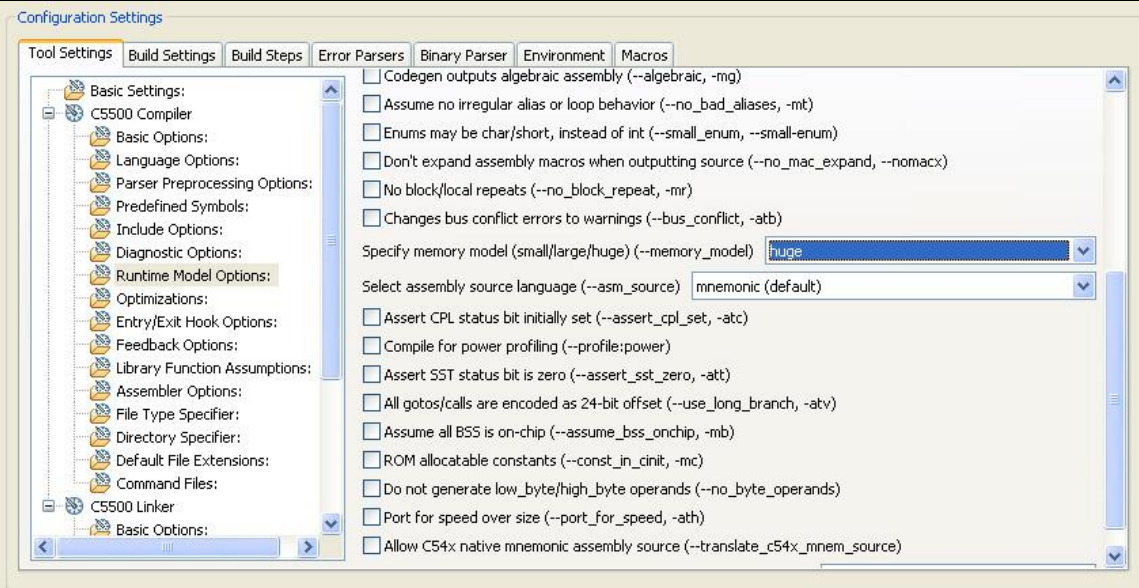
- Κάντε διπλό κλικ στο **Runtime Model Options**



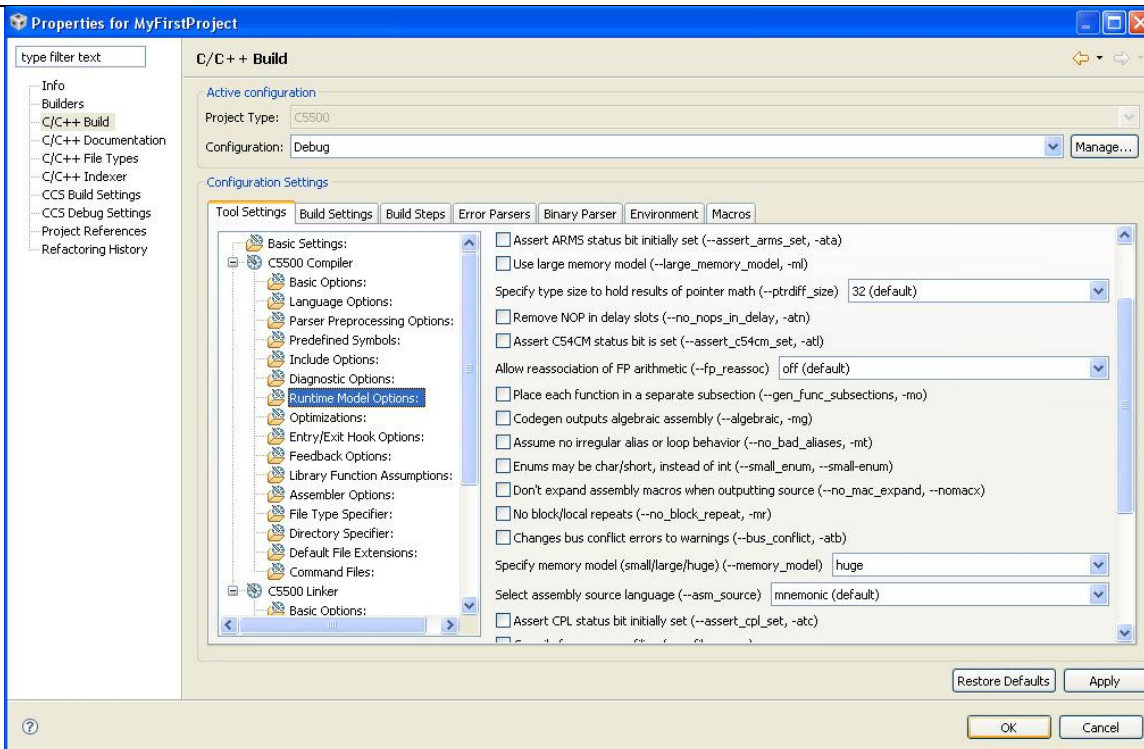
- Επιλέξτε στα λευκά πλαίσια **"OFF"**, **"32"** για το *(--ptrdiff_size)*, **"OFF"**



- Επιλέξτε «**huge**» για το *memory model* και «**mnemonic**» για την *assembly source language*



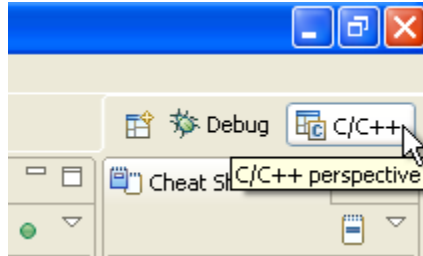
- Κάντε κλικ στο **Apply** και στο **OK**.



(B) Διαδικασία εκτέλεσης των εργαστηριακών ασκήσεων

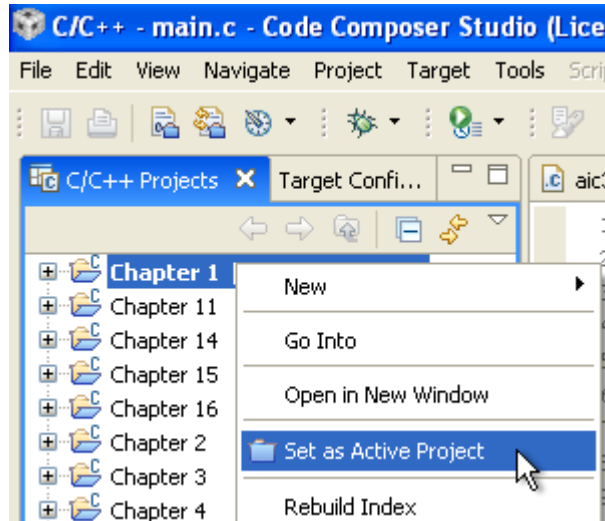
Στην συνέχεια θα πρέπει να επιλέξουμε την άσκηση με την οποία θα ασχοληθούμε.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Για να γίνει αυτό θα πρέπει να έχουμε επιλέξει από το μενού επάνω ΔΕΞΙΑ την **καρτέλα C/C++** (δηλαδή εκεί που επεξεργαζόμαστε τον κώδικα), όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

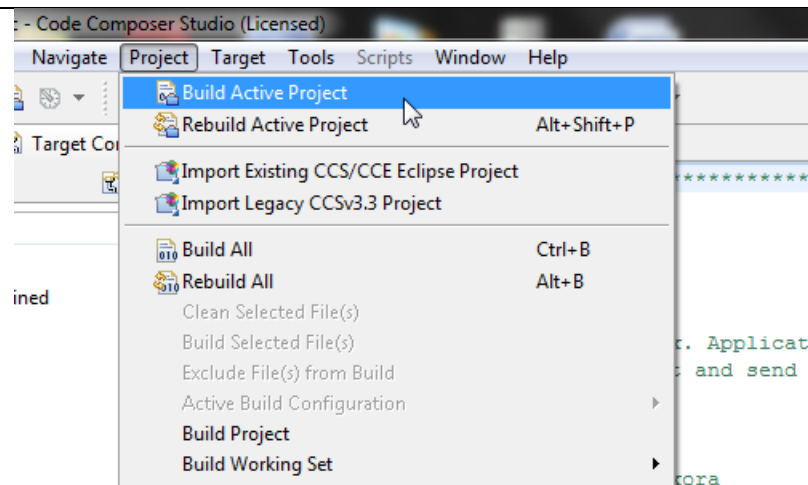


ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ: Αν η άσκηση που σκοπεύουμε να εκτελέσουμε είναι ήδη “**Active Project**”, δηλαδή εμφανίζεται με **bold** και δίπλα στο όνομα της άσκησης εμφανίζεται το **[Active-Debug]**, τότε παραλείπουμε το ακόλουθο βήμα.

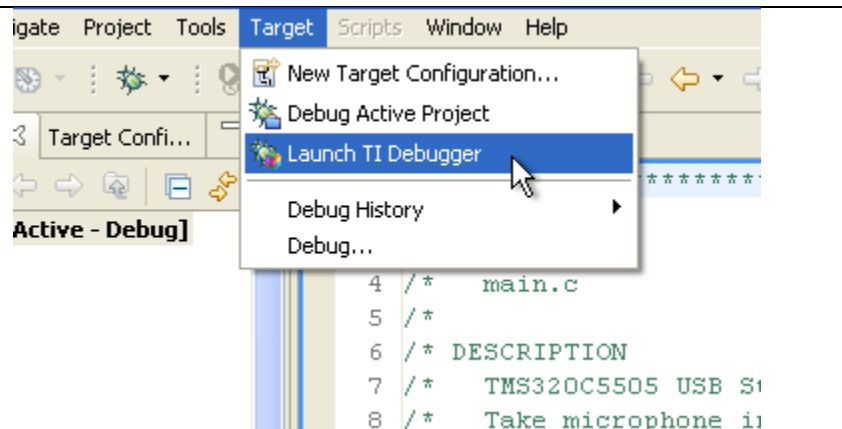
Όπως βλέπουμε στην αριστερή πλευρά του προγράμματος υπάρχει η λίστα με τις ασκήσεις. Για να επιλέξουμε την άσκηση που θέλουμε κάνουμε δεξί κλικ πάνω της και επιλέγουμε **set as active project**, όπως φαίνεται και στην εικόνα δεξιά:



- Στη συνέχεια επιλέγουμε Project->Build Active project.
- Περιμένουμε να τελειώσει ο builder και όσο τρέχει παρακολουθούμε στο πλαίσιο Console ότι δεν θα εμφανίσει μήνυμα λάθους με κόκκινα γράμματα.

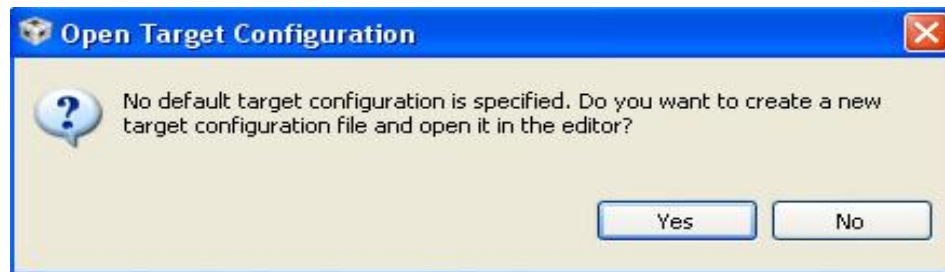


- **Επιλέγουμε Target->Launch T.I. Debugger** για να ανοίξει η εφαρμογή εντοπισμού σφαλμάτων

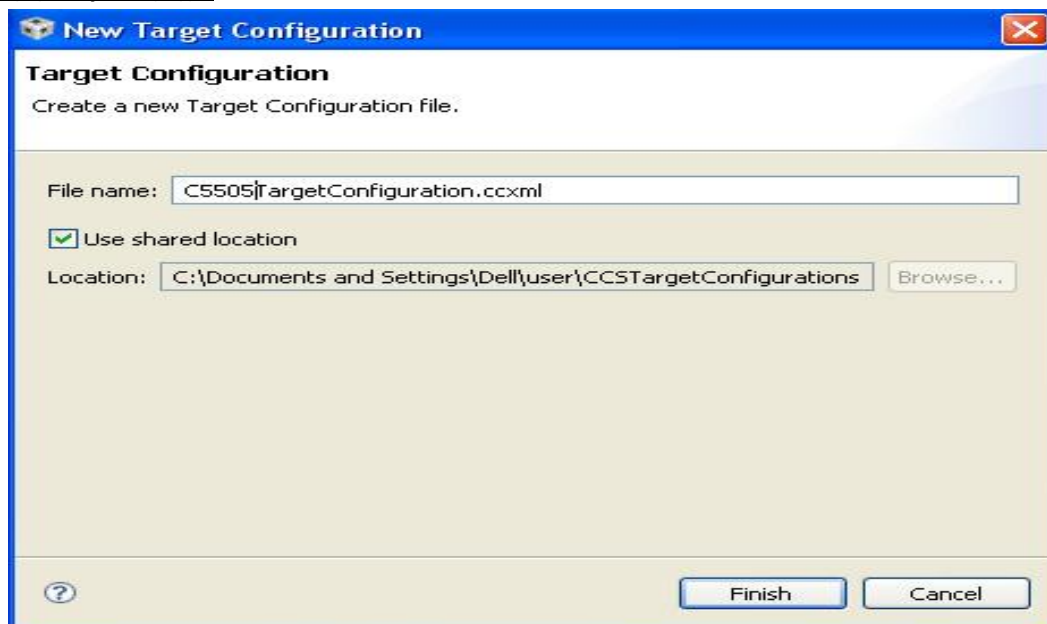


ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ Την πρώτη φορά που θα επιλέξουμε το **Launch T.I. Debugger**, θα πρέπει να κάνουμε τις παρακάτω ρυθμίσεις:

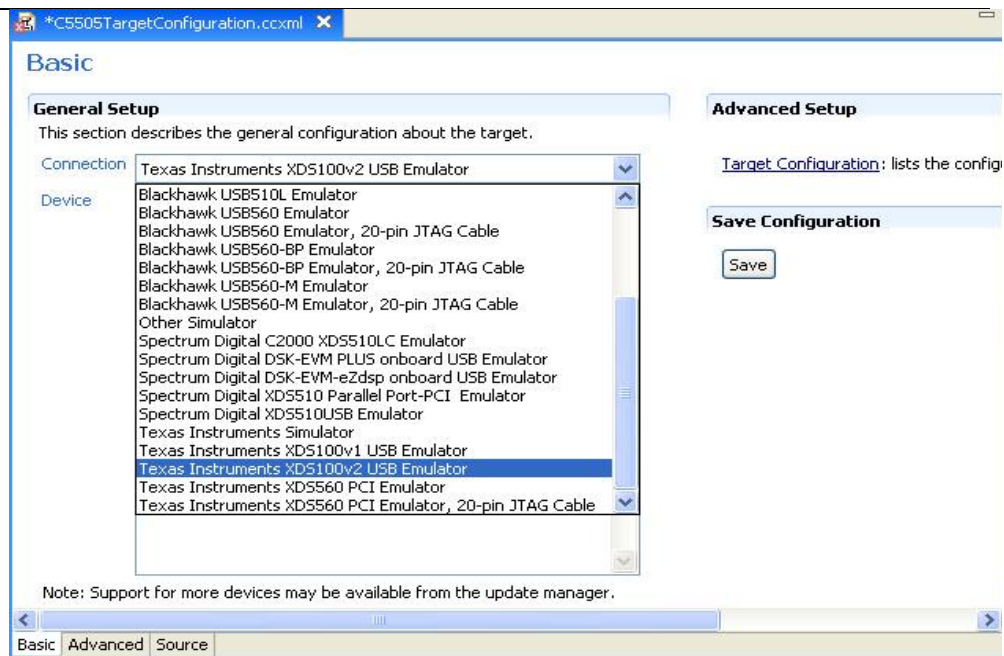
- Στο πρώτο παράθυρο επιλέγουμε Yes.



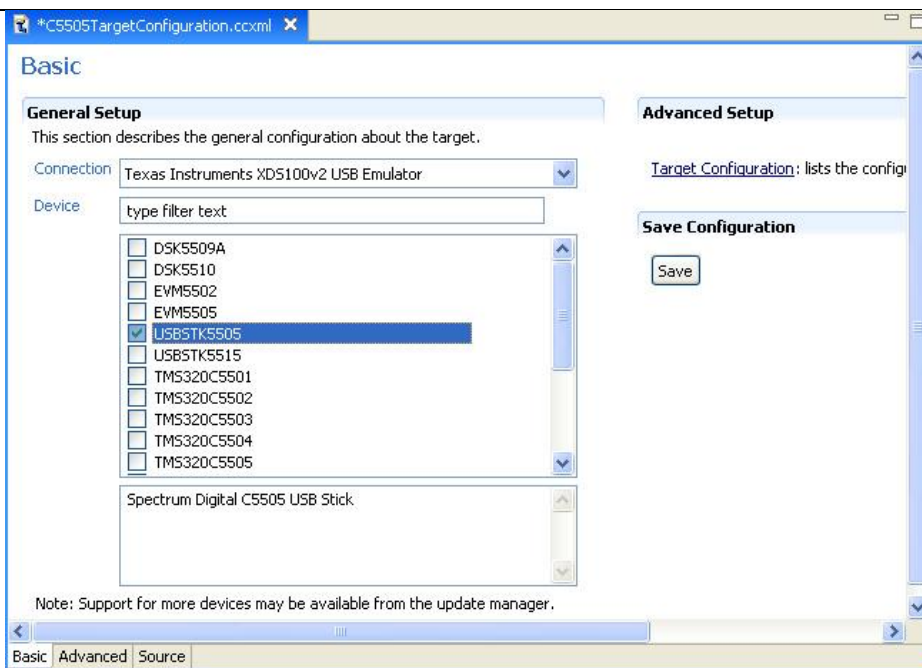
- Εδώ μπορούμε να αλλάξουμε το όνομα του αρχείου που αποθηκεύονται οι ρυθμίσεις (στο εργαστήριο, το αφήνουμε ως έχει:



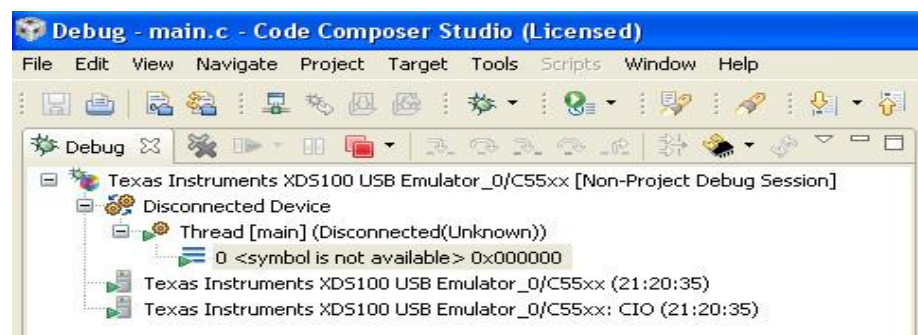
- Εδώ επιλέγουμε από την πρώτη αναδυόμενη καρτέλα **Texas Instruments XDS100v2 USB Emulator**.



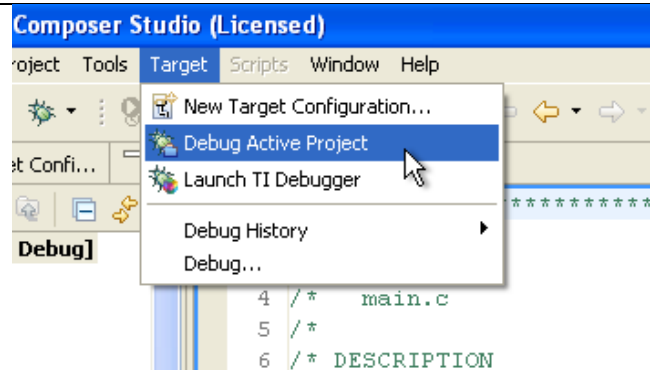
- Στη συνέχεια επιλέγουμε από την δεύτερη καρτέλα το **USBSTK5505** και κάνουμε **save**.



ΣΧΟΛΙΟ Το XDS100 USB Emulator έχει συνδεθεί όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα:



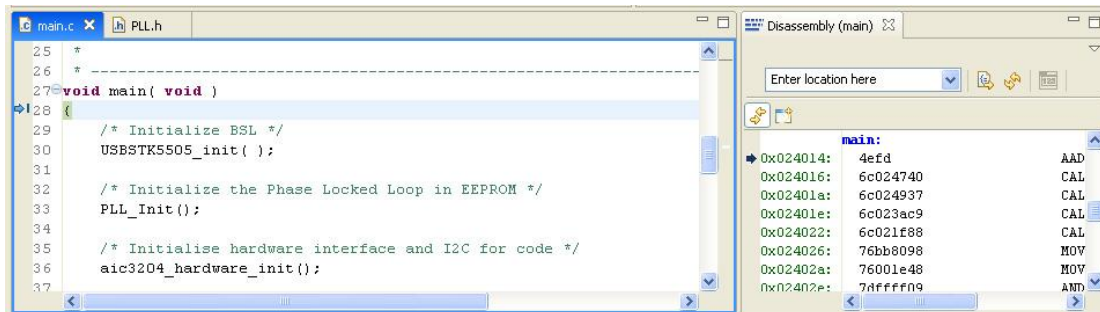
- Στη συνέχεια επιλέγουμε **Target->Debug active project.**



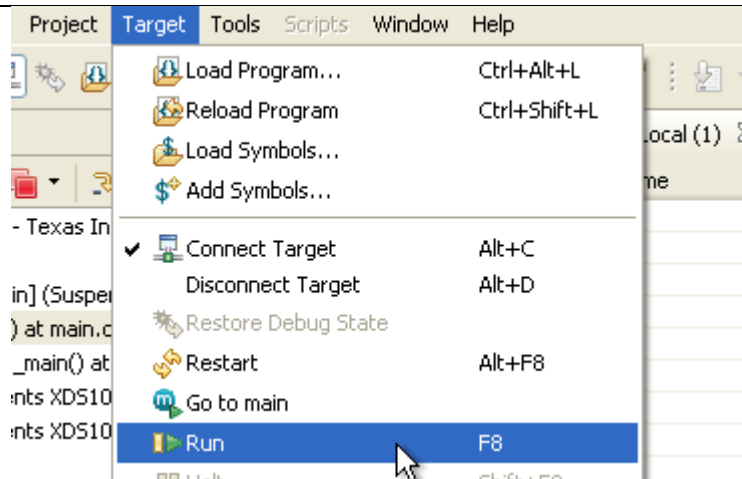
ΣΧΟΛΙΟ Ο XDS100 USB Emulator κάνει debug το MyFirstProject όπως φαίνεται και στη παρακάτω εικόνα:



Όταν ολοκληρωθεί το debug ο κέρσορας δείχνει ότι το πρόγραμμα είναι έτοιμο να τρέξει από την αρχή της main ().



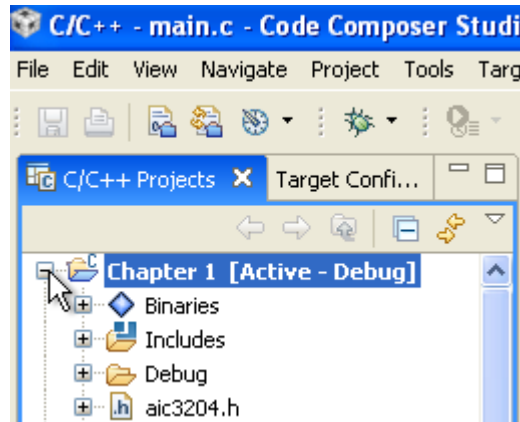
- Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία επιλέγουμε **Target->Run** για να τρέξει το πρόγραμμα.



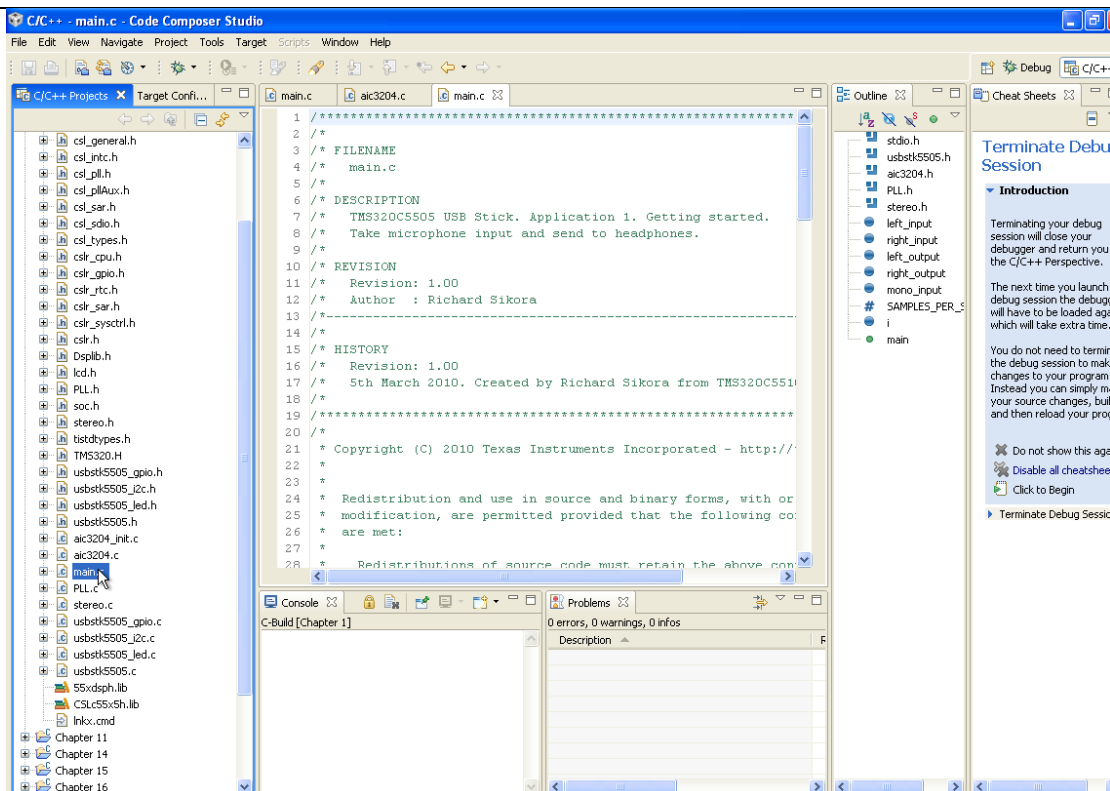
ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ Για να σταματήσουμε την εκτέλεση του προγράμματος, πρέπει να επιλέξουμε **Target -> Halt** (η επιλογή Halt βρίσκεται ακριβώς κάτω από την επιλογή Run).

(Γ) ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ C

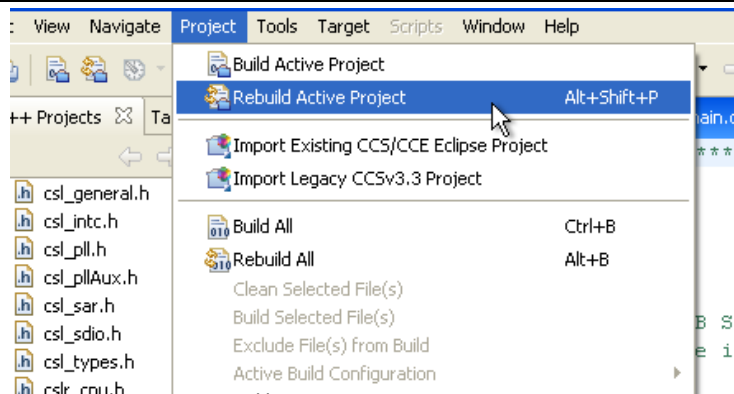
- Αν κάνουμε αριστερό κλικ στο + αριστερά της άσκησης μας, θα εμφανιστούν όλα τα αρχεία της άσκησης. Από εκεί κάνοντας διπλό αριστερό κλικ στο αρχείο το οποίο μας ζητείται εμφανίζεται και ο κώδικας του αρχείου.



Για παράδειγμα αν μας ζητηθεί να τροποποιήσουμε το **main.c** της εκτελούμενης άσκησης, θα πρέπει αρχικά να το εντοπίσουμε ανάμεσα στα αρχεία και στη συνέχεια να το επιλέξουμε (με διπλό κλικ πάνω του). Με αυτόν τον τρόπο εμφανίζεται στο μέσο της οθόνης ο κώδικας που περιέχει το main.c, όπως στην παρακάτω εικόνα:

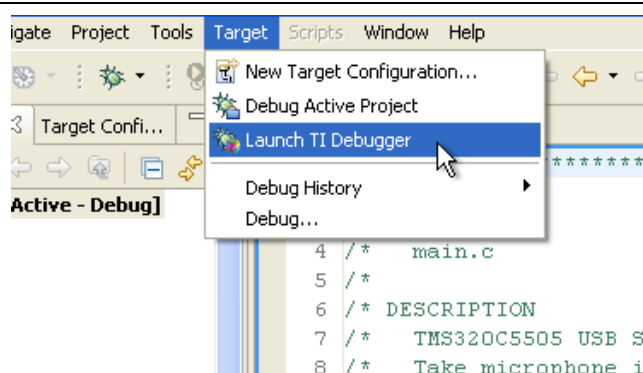


- Αλλάζουμε τον κώδικα σύμφωνα με τα ζητούμενα της άσκησης, κάνουμε SAVE ALL, και επιλέγουμε Project->Rebuild Active project. (Συνήθως τροποποιούμε τον κώδικα του main.c). Απαντάμε YES στην ερώτηση για overwrite.

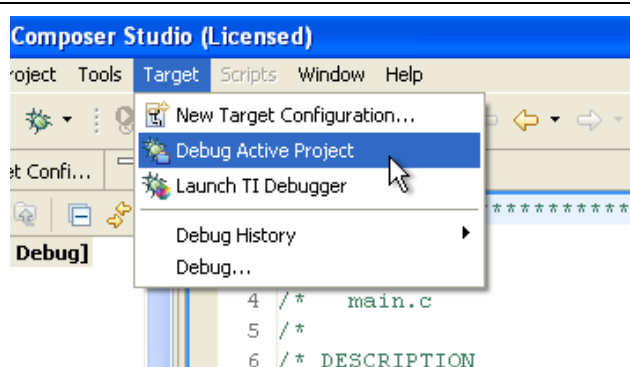


ΣΧΟΛΙΟ Αντί για Rebuild θα μπορούσαμε να κάνουμε Build active project, αλλά δεν είναι ασφαλές διότι έτσι κάποιες φορές δεν αποθηκεύονται όλες οι αλλαγές.

- Επιλέγουμε Target->Launch T.I. Debugger για να ανοίξει η εφαρμογή εντοπισμού σφαλμάτων

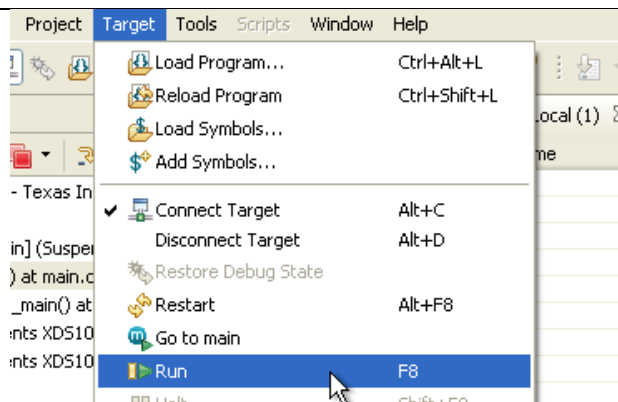


- Στη συνέχεια επιλέγουμε Target->Debug active project για να βρούμε τυχόν σφάλματα



Αν ο κώδικας μας δεν έχει κάποιο σφάλμα και η συνδεσμολογία μας είναι σωστή συνεχίζουμε στο επόμενο βήμα:

- Τέλος επιλέγουμε Target->Run και παρατηρούμε τα αποτελέσματα.



Τέλος, για τερματισμό του εκτελούμενου προγράμματος, επιλέγουμε **Target -> Halt**.

Άσκηση 01: Αναπαραγωγή μουσικής μέσω του TMS320C5505

Σκοπός της άσκησης

- Να φτιάξετε το πρώτο σας project χρησιμοποιώντας το TMS320C5505 USB Stick.
- Να αναπαράγετε μουσική μέσω του TMS320C5505 και να τροποποιήσετε έτοιμο κώδικα C.

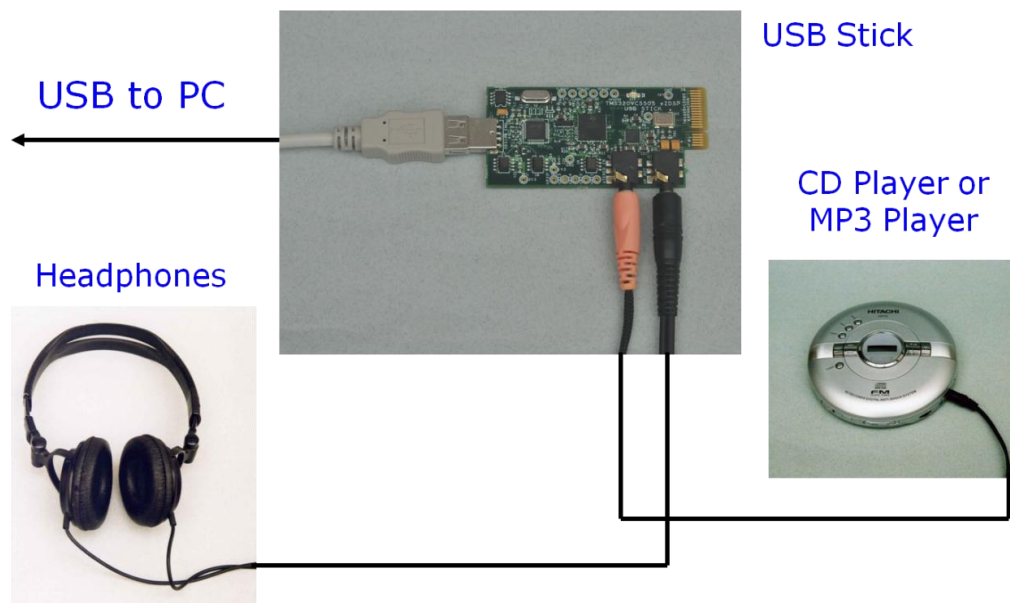
Εισαγωγή στο εργαστήριο

- Χρησιμοποιήστε τον έτοιμο κώδικα σε C που δίνεται στην Άσκηση 1 (folder “example_01”), το οποίο (ολόκληρο το folder με το ίδιο όνομα) φροντίστε από πριν να αντιγράψετε μέσα στο **Desktop -> My Documents -> Workspace**. **ΠΡΟΣΟΧΗ:** Διαγράψτε το folder «.metadata» που ενδεχομένως εμφανίζεται στο Workspace από προηγούμενη εκτέλεση του CCS.
- Ακολουθήστε τα βήματα που δίνονται στα (Α), (Β), (Γ) του παρόντος αρχείου.

Συνοπτικά βήματα – Αρχικός Κώδικας C

- Πραγματοποιούμε την κατάλληλη συνδεσμολογία του DSP board με τον Η/Υ, το μικρόφωνο και τα ακουστικά (βλ. επόμενη εικόνα – χρησιμοποιούμε μικρόφωνο αντί για player).
- Εκκινούμε το Code Composer Studio (CCS).
- Ακολουθούμε τα βήματα του μέρους (Α) του παρόντος αρχείου. **ΠΡΟΣΟΧΗ:** Αντί για το «MyFirstProject» χρησιμοποιούμε το «example_01».
- Ακολουθούμε τα βήματα του μέρους (Β) του παρόντος αρχείου. Περιληπτικά, πρέπει να
 - Επιλέξουμε Project->Build Active Project
 - Επιλέξουμε Target->Launch TI Debugger
 - Επιλέξουμε Target->Debug active project
 - Επιλέξουμε Target->Run
 - Επιλέξουμε Target->Halt

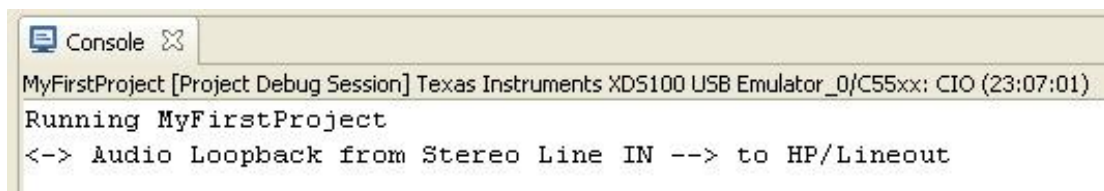
Η συνδεσμολογία του TMS320C5505 για Line-in.



Όταν επιλέξουμε **Target -> Debug active project**, βλέπουμε στο **Console window** ότι το phase lock loop έχει ρυθμιστεί στα 100MHz, και ότι το XDS100 USB Emulator έχει ρυθμιστεί σωστά.



Όταν εκτελέσουμε την άσκηση (**Target->Run**), το παρακάτω κείμενο θα εμφανιστεί στο console window.



ΣΧΟΛΙΟ: Οι εντολές που χρησιμοποιούνται στον κώδικα C για να εμφανιστεί το παραπάνω κείμενο είναι οι “printf” και “puts”.

Τροποποίηση του αρχικού κώδικα C

Συνοπτικά βήματα

Ακολουθούμε τις οδηγίες του μέρους (Γ) του παρόντος αρχείου. Συνοπτικά:

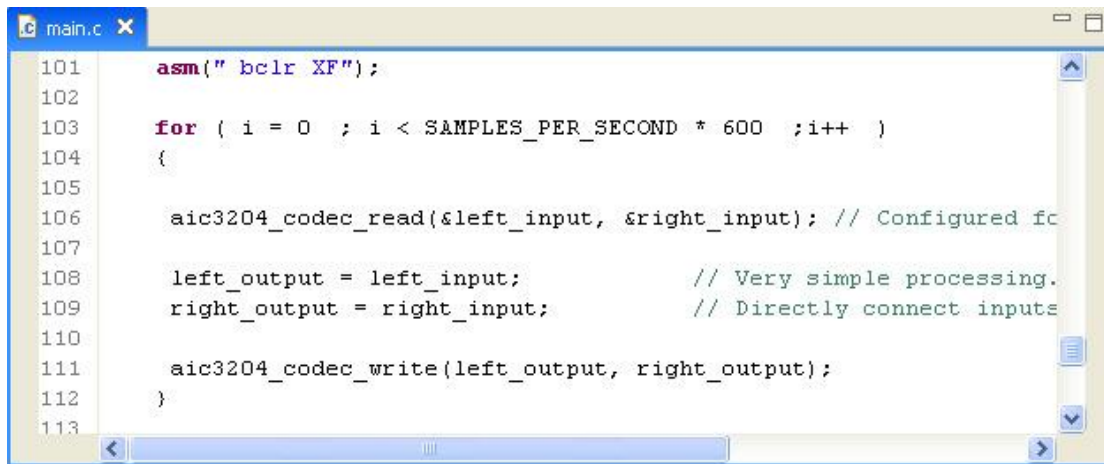
- Τροποποιούμε τον κώδικα στην καρτέλα main.c, σύμφωνα με τα ζητούμενα της άσκησης (βλ. παρακάτω).
- Επιλέγουμε Project -> Rebuild Active Project
- Επιλέγουμε Target -> Debug Active Project
- Επιλέγουμε Target->Run
- Επιλέγουμε Target->Halt

Αλλαγές

Πηγαίνουμε στο main.c της άσκησης μας και τροποποιούμε τα δύο κανάλια της εξόδου, ώστε στο αριστερό κανάλι ο ήχος να έχει ενισχυθεί 2 φορές ενώ στο δεξί κανάλι ο ήχος να έχει αποσβεστεί 2 φορές. Ένας απλός τρόπος να γίνει αυτό είναι η χρήση πολ/σμού ή διαίρεσης με το 2, αντίστοιχα, κατευθείαν πάνω στο σήμα εισόδου, πριν αυτό οδηγηθεί στο αντίστοιχο κανάλι εξόδου. Στις επόμενες εικόνες φαίνεται η αλλαγή στον κώδικα: πολλαπλασιάζουμε την αριστερή είσοδο επί δυο και ταυτόχρονα διαιρούμε την δεξιά είσοδο με 2.

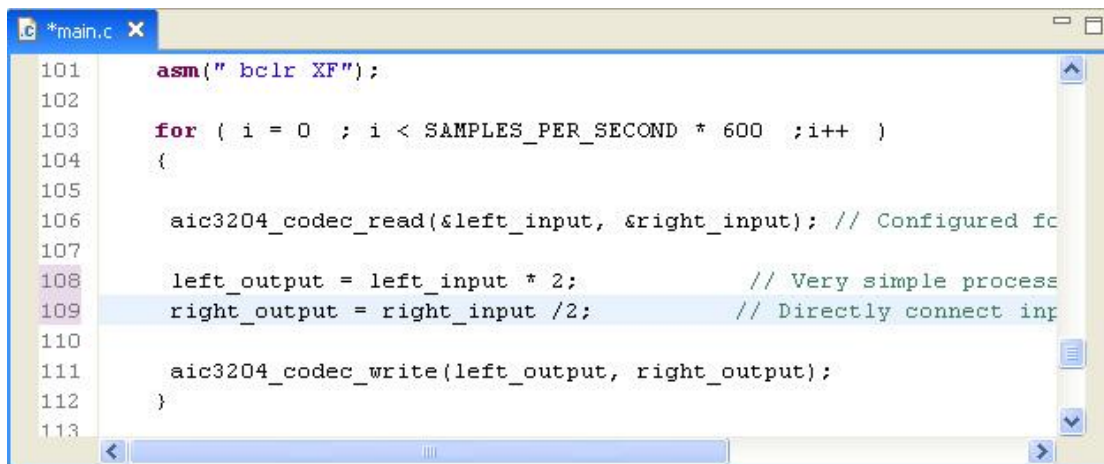
Τρέχουμε τον αλλαγμένο κώδικα με τη διαδικασία που αναφέρεται στο μέρος (Γ) και ακούμε τα αποτελέσματα.

Το main.c πριν τις αλλαγές:



```
101  asm(" bclr XF");
102
103  for ( i = 0 ; i < SAMPLES_PER_SECOND * 600 ;i++ )
104  {
105
106      aic3204_codec_read(&left_input, &right_input); // Configured for
107
108      left_output = left_input;           // Very simple processing.
109      right_output = right_input;        // Directly connect inputs
110
111      aic3204_codec_write(left_output, right_output);
112  }
113
```

Το main.c μετά τις αλλαγές (αλλαγή του gain των δύο καναλιών left και right):



```
101  asm(" bclr XF");
102
103  for ( i = 0 ; i < SAMPLES_PER_SECOND * 600 ;i++ )
104  {
105
106      aic3204_codec_read(&left_input, &right_input); // Configured for
107
108      left_output = left_input * 2;           // Very simple process
109      right_output = right_input / 2;        // Directly connect inp
110
111      aic3204_codec_write(left_output, right_output);
112  }
113
```