

# ZASTOSOWANIE PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH

L A B O R A T O R I U M



LABORATORIUM SPECJALIZOWANYCH UKŁADÓW SCALONYCH I PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH

## WYKAZ ĆWICZEŃ LABORATORYJNYCH

1. Środowisko programistyczne VisualDSP: budowa projektu, edycja, kompilacja, uruchamianie, debugowanie, podgląd zasobów procesora. Podstawowa struktura pliku assemblerowego. Operacje ALU
2. Operacje jednostki MAC i SHIFTER.  
Realizacja pętli. Dzielenie. Sterowanie diodami LED
3. Flagi: obsługa diod LED i przycisków. Przerwania: IRQ 0-2
4. TIMER. Bufory pierścieniowe,  
Audio Shell – podstawowy program wejścia/wyjścia. Filtracja
5. Efekty dźwiękowe: Generacja funkcji sinus,  
Opóźnienie (Delay), Przesuwnik fazy (Phaser)
6. Efekty dźwiękowe: Pitch Shifter
7. Efekty dźwiękowe: Pogłos (Reverb)

Zajęcia odbywają się co 2 tygodnie po dwie godziny.  
Wszystkie zespoły ten sam temat.

**ZASTOSOWANIE  
PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH  
LABORATORIUM**



LABORATORIUM SPECJALIZOWANYCH UKŁADÓW SCALONYCH I PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH

## ĆWICZENIE NR 1

### ŚRODOWISKO PROGRAMISTYCZNE VISUALDSP: BUDOWA PROJEKTU, EDYCJA, KOMPILACJA, URUCHAMIANIE, DEBUGOWANIE, PODGLĄD ZASOBÓW PROCESORA. PODSTAWOWA STRUKTURA PLIKU ASEMBLEROWEGO. OPERACJE ALU

**WYMAGANA** jest ogólna znajomość budowy procesora ADSP 21161 oraz zasobów znajdujących się na płycie uruchomieniowej (rodzaje przetworników, dostępnych innych układów wejścia/wyjścia, wielkości pamięci itp.). Obszary zastosowań procesorów sygnałowych.

#### PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Uruchomienie programu VisualDSP oraz połączenie oprogramowania z platformą sprzętową.
  - a) Zakładanie nowej sesji, wybór procesora, testowanie dostępności płyty uruchomieniowej, diody LED- wskaźnik przejęcia kontroli nad procesorem
  - b) sytuacje newralgiczne: brak połączenia, niepomyślne zakończenie testu, reset
2. Zakładanie nowego projektu
  - a) omówienie zasad i położenia niezbędnych plików (.asm i .ldf)
  - b) włączanie plików do projektu i tworzenie nowych
3. Kompilacja: build, rebuild. Klawisze skrótów. Błędy kompilacji – omówienie.
4. Podgląd wybranych zasobów procesora: Register File, Status register, disassembly. Zmiana sposobu wyświetlania wartości w rejestrach.
5. Uruchamianie programu. Klawisze skrótów. Praca ciągła i krokowa.
6. Podstawowa struktura pliku assemblerowego. Operacje dodawania.
7. Wykonać wszystkie operacje jednostki Arytmetyczno-logicznej sprawdzając register file oraz status register. Zanotować zachowanie procesora (zmiany wartości i statusu)

**SPRAWOZDANIE** powinno zawierać omówienie poszczególnych kroków wykonywanych podczas laboratorium, tabelaryczne zestawienie wykonanych operacji. Należy porównać uzyskane wyniki z informacjami o poszczególnych instrukcjach dostępnymi w literaturze.

#### LITERATURA

1. ADSP-21161 SHARC: DSP Hardware Reference.
2. ADSP-21161N EZ-KIT Lite. Evaluation System Manual.
3. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing.

**ZASTOSOWANIE  
PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH  
LABORATORIUM**



LABORATORIUM SPECJALIZOWANYCH UKŁADÓW SCALONYCH I PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH

## ĆWICZENIE NR 2

### OPERACJE JEDNOSTKI MAC I SHIFTER. REALIZACJA PĘTLI. DZIELENIE. STEROWANIE DIODAMI LED

**WYMAGANA** jest znajomość budowy jednostki ALU, MAC i SHIFTER oraz komend wykonywanych przez poszczególne jednostki.

#### PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Wykonać operacje jednostki MAC sprawdzając status poszczególnych operacji.
2. Wyjaśnić zasadę wykonywania mnożenia i formatu danych wejściowych
3. Wykonać operacje jednostki SHIFTER sprawdzając status poszczególnych operacji. Zwrócić szczególną uwagę na operacje LSHIFT i ASHIFT – podać różnice
4. Budowa pętli: omówienie konstrukcji do `..until lce`, zagnieżdżenia. Realizacja opóźnień.
5. Wykonać przewidziane przez prowadzącego przykłady.
6. Zapoznać się z algorytmem dzielenia. Wykonać przykłady i zastanowić się nad wykonywanym algorytmem
7. Wykonać program bezpośredniego sterowania diodami LED. Omówić kroki niezbędne do sterowania diodami.
8. Wykonać sterowanie diodami z wykorzystaniem rejestru `ustat2`

**SPRAWOZDANIE** powinno zawierać omówienie poszczególnych kroków wykonywanych podczas laboratorium, tabelaryczne zestawienie wykonanych operacji. Należy porównać uzyskane wyniki z informacjami o poszczególnych instrukcjach dostępnymi w literaturze. Przedstawić algorytm dzielenia w postaci blokowej na bazie danych rzeczywistych

#### LITERATURA

1. ADSP-21161 SHARC: DSP Hardware Reference.
2. ADSP-21161N EZ-KIT Lite. Evaluation System Manual.
3. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing.

**ZASTOSOWANIE  
PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH  
LABORATORIUM**



### ĆWICZENIE NR 3

#### FLAGI: OBSŁUGA DIOD LED I PRZYCISKÓW. PRZERWANIA: IRQ0-2

**WYMAGANA** jest znajomość sposobu obsługi flag w procesorze oraz konstrukcji projektów do realizacji obsługi przerw od przycisków. Maskowanie przerw.

#### PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Wykonać program, który pięciokrotnie włączy i wyłączy wszystkie diody (wykorzystać wcześniej zdobytą wiedzę na temat opóźnień)
2. Wykonać program sukcesywnego włączania poszczególnych diod z czasem  $t_1$ , okresem oczekiwania  $t_2$ , czasem wyłączenia diod  $t_3$  i czasem przerwy  $t_4$ .
3. Omówienie sterowania przyciskami Flag0-3. Wykonaj program, który włączy odpowiednie diody po naciśnięciu przycisków
4. Wykonaj program, który zmieni ilość zaświeceń w zależności od wybranego przycisku lub efekt świetlny: \*oooo\*//o\*oo\*o//oo\*\*oo//o\*oo\*o//\*oooo\*
5. Omówienie projektu zawierającego obsługę przerw IRQ0-2

**SPRAWOZDANIE** powinno zawierać omówienie poszczególnych etapów laboratorium, przedstawienie realizowanych kodów źródłowych oraz omówienie wyników działań. W sprawozdaniu należy, na bazie literatury, omówić rejestr mode1, mode2 oraz imask.

#### LITERATURA

1. ADSP-21161 SHARC: DSP Hardware Reference.
2. ADSP-21161N EZ-KIT Lite. Evaluation System Manual.
3. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing.

**ZASTOSOWANIE  
PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH  
LABORATORIUM**



LABORATORIUM SPECJALIZOWANYCH UKŁADÓW SCALONYCH I PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH

## ĆWICZENIE NR 4

### TIMER. BUFORY PIERŚCIENIOWE, AUDIO SHELL – PODSTAWOWY PROGRAM WEJŚCIA/WYJŚCIA. FILTRACJA

**WYMAGANA** jest znajomość timera i realizacji przerwania od timera, budowy rejestru mode1, mode2 i imask, sposobu realizacji bufora pierścieniowego na procesorze ADSP21161 i realizacji struktury filtrów cyfrowych FIR

#### PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Zrealizuj program przełączający diody LED w takt przerwania od timera
2. Napisz program obsługujący bufory pierścieniowe (Bit Set/Clr MODE1 CBUFEN)
  - a) Porównaj działanie obu funkcji Set/Clr . Odpowiedz: jaki wpływ ma ustawienie lub zerowanie CBUFEN
  - b) Zmień wartość M na  $>1$  zarówno dodatnia jak i ujemną
3. Otwórz i uruchom przygotowany przez prowadzącego projekt AudioShell. Wykonaj modyfikację zmiany panoramy sygnału z mikrofonu (głośności L/R)
4. Uruchom program filtracji, sprawdź jak zmienia się działanie programu pod wpływem naciskania przycisków (push buttons). Opisz działanie
5. Przeanalizuj strukturę procedury filtracji, sprawdź zawartość plików \*.dat. Wykreśl je w programie MATLAB
6. Zmodyfikuj program filtracji dodając piąty i szósty filtr o wybranej i zaprojektowanej częstotliwości granicznej (MATLAB FDATool)

**SPRAWOZDANIE** powinno zawierać omówienie poszczególnych etapów laboratorium, przedstawienie realizowanych kodów źródłowych oraz omówienie wyników działań.

#### LITERATURA

1. ADSP-21161 SHARC: DSP Hardware Reference.
2. ADSP-21161N EZ-KIT Lite. Evaluation System Manual.
3. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing.
4. Analog Devices. Using The Low-Cost, High Performance ADSP-21161 SIMD Digital Signal Processor For Digital Audio Applications

**ZASTOSOWANIE  
PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH  
LABORATORIUM**



LABORATORIUM SPECJALIZOWANYCH UKŁADÓW SCALONYCH I PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH

## ĆWICZENIE NR 5

### EFEKTY DŹWIĘKOWE: GENERACJA FUNKCJI SINUS, OPÓŹNIENIE (DELAY), PRZESUWNIK FAZY (PHASER)

**WYMAGANA** jest znajomość algorytmów efektu delay i phaser oraz sposobu ich implementacji na procesorze SHARC. Realizacji generowania dźwięku metodą wavetable

#### PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Uruchom projekt Sinegenerator. Przeanalizuj jego działanie. Dostosuj do poleceń prowadzącego.
2. Przeanalizuj projekt MonoStereoDelay. Uruchom i określ działanie IRQ oraz Flag2. Wykonaj zmiany zgodnie z poleceniem prowadzącego.
3. Przeanalizuj projekt Phaser\_Effect. Uruchom i określ działanie IRQ oraz Flag2. Wykonaj zmiany zgodnie z poleceniem prowadzącego.

**SPRAWOZDANIE** powinno zawierać opis generowania funkcji sinus: blokowo i w kodzie asemblera z komentarzami i wnioskami.

#### LITERATURA

1. ADSP-21161 SHARC: DSP Hardware Reference.
2. ADSP-21161N EZ-KIT Lite. Evaluation System Manual.
3. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing.
4. Analog Devices. Using The Low-Cost, High Performance ADSP-21161 SIMD Digital Signal Processor For Digital Audio Applications
5. Sophocles. J. Orfanidis Introd. to Signal Processing Section 8.2.2, Eq.(8.2.22) - 1996, Prentice-Hall

**ZASTOSOWANIE  
PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH  
LABORATORIUM**



## ĆWICZENIE NR 6

### EFEKTY DŹWIĘKOWE: PITCH SHIFTER

**WYMAGANA** jest znajomość zasady tworzenia efektu pitch-shifter (na bazie dostępnego projektu w VisualDSP 4.5 i literatury)

#### PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Przeanalizować zasadę działania efektu, określić jego parametry
2. Zmodyfikować program tak, aby:
  - a) wyłączyć wszystkie przyciski za wyjątkiem FLG2
  - b) usunąć słyszany dwugłos pozostawiając jedynie wyższy głos (bez głosu bezpośredniego)
3. Dokonać zmian efektu zgodnie z poleceniem prowadzącego

**SPRAWOZDANIE** powinno zawierać opis działania efektu pitch-shifter zaimplementowanego w uruchamianym projekcie. Wyraźnie wyodrębnić bloki funkcjonalne w plikach `Pitch_Shifter_One.asm` oraz `Pitch_Shifter_Two.asm`

#### LITERATURA

1. ADSP-21161 SHARC: DSP Hardware Reference.
2. ADSP-21161N EZ-KIT Lite. Evaluation System Manual.
3. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing.
4. Analog Devices. Using The Low-Cost, High Performance ADSP-21161 SIMD Digital Signal Processor For Digital Audio Applications
5. De Götzen A., Bernardini N., Arfib D. Traditional (?) implementations of a phase vocoder: the tricks of the trade, DAFX-00, 37-44, December 7-9, 2000, Verona, Italy
6. Zolzer, Udo *DAFX book* (Rozdział 8. Time-frequency processing), John Weley, 2007
7. Zolzer, Udo *DAFX book* (8.4.4), John Weley, 2007

**ZASTOSOWANIE  
PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH  
LABORATORIUM**



## ĆWICZENIE NR 7

### EFEKTY DŹWIĘKOWE: POGŁOS (REVERB)

**WYMAGANA** jest znajomość podstaw tworzenia efektu pogłosu oraz podstawowych rozwiązań (Moorer, Dorato, Schroeder)

#### PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Uruchomić odpowiednio projekty ReverbDelay(FloydTheWall) oraz PlateReverb\_&\_StereoChorus
2. Określić dostępne parametry i zmodyfikować je zgodnie z zaleceniami prowadzącego
3. Zmodyfikuj dowolny projekt efektu reverb dla procesora 21065 i uruchom na procesorze 21161.

**SPRAWOZDANIE** powinno zawierać opis możliwości poszczególnych algorytmów oraz opis wyraźnie wyodrębnionych poszczególnych grup funkcjonalnych w ww projektach (w plikach głównych)

#### LITERATURA

1. ADSP-21161 SHARC: DSP Hardware Reference.
2. ADSP-21161N EZ-KIT Lite. Evaluation System Manual.
3. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing.
4. Analog Devices. Using The Low-Cost, High Performance ADSP-21161 SIMD Digital Signal Processor For Digital Audio Applications
5. Zolzer, Udo *DAFX book* (Rozdział 6.5), John Weley, 2007
6. Fernando A. Beltrán†, Matlab Implementation of Reverberation Algorithms. Dostępny w wersji elektronicznej.