

Wydział Elektryczny
Katedra Telekomunikacji i Aparatury Elektronicznej

Instrukcja do zajęć laboratoryjnych z przedmiotu:
Architektura i Programowanie Procesorów Sygnałowych
Kod: TS1C510210

Numer ćwiczenia: 8

Temat ćwiczenia:

**Realizacja wybranych zadań z dziedziny elektroniki i telekomunikacji
przy wykorzystaniu procesora DSP**

Opracowali:
dr inż. Dariusz Jańczak

Temat: Realizacja wybranych zadań z dziedziny elektroniki i telekomunikacji przy wykorzystaniu procesora DSP

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest rozwój umiejętności studentów w zakresie formułowania algorytmów i realizacji zadań cyfrowego przetwarzania sygnałów. W ramach zajęć realizowane są wybrane zadania z dziedziny elektroniki i telekomunikacji przy wykorzystaniu procesora DSP. Studenci pogłębiają również umiejętność tworzenia, uruchamiania i testowania oprogramowania procesorów przy wykorzystaniu zaawansowanych funkcji oferowanych przez zintegrowane środowisko programistycznym. Ćwiczenie prowadzone jest z wykorzystaniem modułu DSK TMS320C6713 i dostępnych w module przetworników TLV320AIC23 oraz środowiska programistycznego Code Composer Studio.

Dodatkowym aspektem dydaktycznym ćwiczenia jest rozwój umiejętności w zakresie opracowania dokumentacji dotyczącej realizowanego zadania inżynierskiego oraz umiejętności przygotowania tekstu zawierającego omówienie wyników realizacji tego zadania.

2. Zagadnienie do opracowania przed przystąpieniem do zajęć

Przed przystąpieniem do zajęć należy opracować następujące zagadnienia:

- ◆ typowy układ przetwarzania sygnałów ciągłych metodami DSP,
- ◆ realizacja struktur cyfrowego przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem procesorów sygnałowych,
- ◆ współpraca procesora TMS320C6713 z układem TLV320AIC23 na płycie DSK.

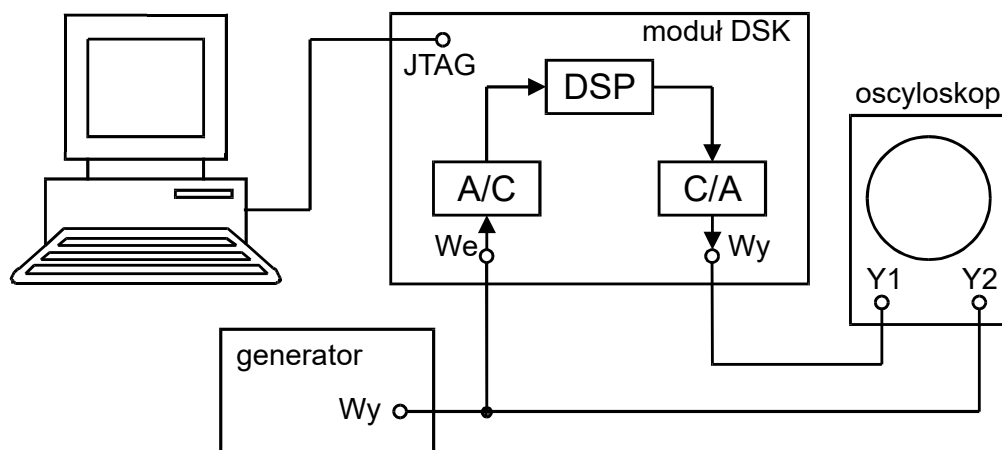
3. Przebieg ćwiczenia

3.1 Filtracja sygnałów z wykorzystaniem filtrów SOI i NOI

a) Napisać i uruchomić program realizujący filtry NOI lub SOI o parametrach zadanych przez prowadzącego.

b) Zdjąć jego charakterystyki amplitudowe dla zakresu częstotliwości od 0 do f_d oraz zarejestrować odpowiedź impulsową. Porównać otrzymane charakterystyki z wyznaczonymi teoretycznie.

Badania eksperymentalne należy przeprowadzić w układzie połączonym według schematu przedstawionego na Rys. 1. Amplituda napięcia podawanego z generatora na wejście układu A/C nie powinna przekraczać 2V.



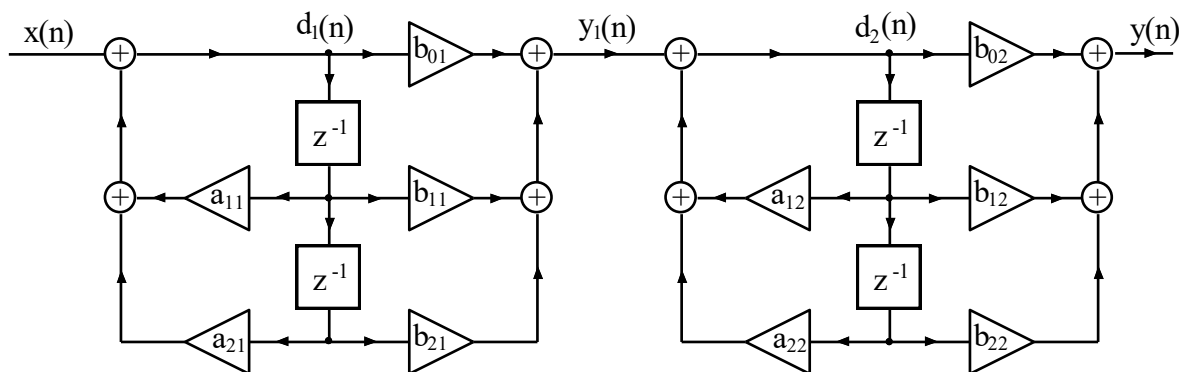
Rys. 1. Schemat połączeń stanowiska laboratoryjnego DSP do badania procedur przetwarzania sygnałów

Realizacja przykładowego filtra NOI:

Przykładowy filtr czwartego rzędu w formie kaskadowej, można opisać transmitancją:

$$H(z) = \frac{b_{01} + b_{11}z^{-1} + b_{21}z^{-2}}{1 - a_{11}z^{-1} - a_{21}z^{-2}} * \frac{b_{02} + b_{12}z^{-1} + b_{22}z^{-2}}{1 - a_{12}z^{-1} - a_{22}z^{-2}}$$

Przykładową transmitancję można zrealizować zgodnie ze strukturą:



Rys. 2 Filtr NOI czwartego rzędu w formie kaskadowej

Filtr ten jest opisany przez następujące równania:

$$d_1(n) = x(n) + a_{11} * d_1(n-1) + a_{21} * d_1(n-2)$$

$$y_1(n) = b_{01} * d_1(n) + b_{11} * d_1(n-1) + b_{21} * d_1(n-2)$$

$$d_2(n) = y_1(n) + a_{12} * d_2(n-1) + a_{22} * d_2(n-2)$$

$$y(n) = b_{02} * d_2(n) + b_{12} * d_2(n-1) + b_{22} * d_2(n-2)$$

Program należy skonstruować tak, aby obliczał kolejno podane wyżej równania (konieczne jest zdefiniowanie zmiennych $d_1(n)$, $d_1(n-1)$, $d_1(n-2)$, $d_2(n)$, $d_2(n-1)$, $d_2(n-2)$ przechowujących w pamięci stany wyjść układów opóźniających).

Filtr o skończonej odpowiedzi impulsowej

równanie:

$$y(k) = \sum_{i=0}^{N-1} h(i) \cdot x(k-i)$$

gdzie:

$y(k)$ – bieżąca wartość sygnału wyjściowego

$x(n)$ – n-ta próbka sygnału wejściowego

$h(i)$ – i-ty współczynnik filtra

N – długość filtra (liczba odczepów)

układ danych:

wektor współczynników	wektor wyjść układów opóźniających	przesunięty wektor w. ukł op. po oblicz.											
<table border="1"><tr><td>H(N-1)</td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td>h(0)</td></tr></table>	H(N-1)		h(0)	<table border="1"><tr><td>x(k)</td></tr><tr><td>x(k-1)</td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td>x(k-(N-1))</td></tr></table>	x(k)	x(k-1)		x(k-(N-1))	<table border="1"><tr><td>x(k)</td></tr><tr><td>x(k)</td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td>x(k-(N-2))</td></tr></table>	x(k)	x(k)		x(k-(N-2))
H(N-1)													
h(0)													
x(k)													
x(k-1)													
x(k-(N-1))													
x(k)													
x(k)													
x(k-(N-2))													

3.2 Realizacja wybranych zadań z dziedziny elektroniki i telekomunikacji.

- Napisać i uruchomić program realizujący funkcje zadane przez prowadzącego (przetwarzanie sygnałów mowy, kodek, filtr adaptacyjny i inne).
- Zdjąć odpowiednie przebiegi charakteryzujące realizowane funkcje. Porównać otrzymane charakterystyki z teoretycznymi.

4. Sprawozdanie powinno zawierać:

- kody źródłowe wraz z opisem,
- wyniki działania procedur,
- analizę kodów źródłowych stosowanych procedur,
- uwagi i wnioski nasuwające się w trakcie wykonywania ćwiczenia.

5. Wymagania BHP

W trakcie realizacji programu ćwiczenia należy przestrzegać zasad omówionych we wstępie do ćwiczeń, zawartych w: „Regulaminie porządkowym w laboratorium” oraz w „Instrukcji obsługi urządzeń elektronicznych znajdujących się w laboratorium z uwzględnieniem przepisów BHP”. Regulamin i instrukcja są dostępne w pomieszczeniu laboratoryjnym w widocznym miejscu.

6. Literatura

1. Zieliński T. (red.), *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w telekomunikacji: podstawy, multimedia, transmisja*, PWN, Warszawa, 2014
2. Zieliński T., *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów: od teorii do zastosowań*, WKŁ, Warszawa, 2009.
3. Smith S. W., *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów: praktyczny poradnik dla inżynierów i naukowców*, Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2007.
4. Kowalski H. A., *Procesory DSP dla praktyków*, BTC, Legionowo, 2013
5. Kowalski H. A., *Procesory DSP w przykładach*, BTC, Legionowo, 2012.
6. Dąbrowski A. (red.) *Przetwarzanie Sygnałów Przy użyciu Procesorów Sygnałowych*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2000.
7. Texas Instruments, *TMS320C6000 Optimizing Compiler User's Guide*, 2017.
8. Texas Instruments, *TMS320C6000 DSP Peripherals Overview*, 2009.
9. Texas Instruments, *TMS320C6000 Chip Support Library API Reference Guide*, 2004.
10. Texas Instruments, *TMS320C67x DSP Library Programmer's Reference Guide*, 2010.
11. Texas Instruments, *TLV320AIC23 Stereo Audio CODEC Data Manual*, 2004.
12. Kehtarnavaz, N., *Real-Time Digital Signal Processing: Based on the TMS320C6000*, Newnes, 2005.
13. Welch T. B., Wright C.H.G., Morrow M.G., *Real-time Digital Signal Processing from Matlab to C with the TMS320C6x DSPs*, Taylor & Francis, 2012.