

Przetwarzanie A/C i C/A

Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego

opracował:

Łukasz Buczek

05.2015

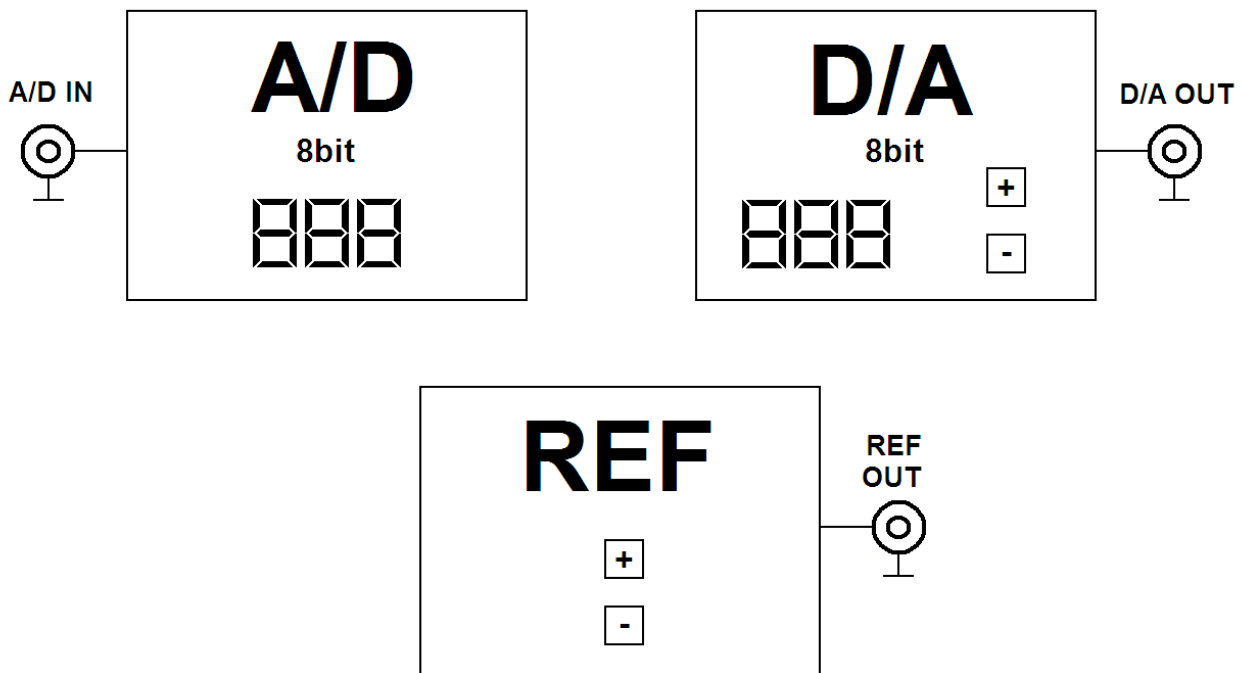
Rev. 204.2018 (KS)

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z przetwornikami: analogowo-cyfrowym A/C (ang. analog to digital - A/D) i cyfrowo-analogowym C/A (ang. digital to analog - D/A), wybranymi parametrami rzeczywistych przetworników oraz efektem aliasingu.

2. Opis badanego układu

Schemat blokowy modelu dydaktycznego przedstawiono na rysunku poniżej:



Model składa się z trzech bloków funkcjonalnych:

- Bloku 8 bitowego przetwornika analogowo-cyfrowego (analog to digital) - A/D.
- Bloku 8 bitowego przetwornika cyfrowo-analogowego (digital to analog) - D/A.
- Bloku wytwarzającego precyzyjnie regulowane napięcie stałe - REF.

UWAGA! Proszę nie mylić napięcia wytwarzanego przez blok REF z napięciem referencyjnym przetworników!

Model dydaktyczny może pracować w trzech trybach:

Tryb 1

W tym trybie aktywny jest 8 bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy. Jego wybór jest dokonywany przyciskiem zlokalizowanym powyżej napisu „A/D” i potwierdzany zapaleniem się zielonej diody. W tym trybie przetwornik 8-bitowy dokonuje ciągłego pomiaru a wynik pomiaru w postaci cyfrowej prezentowany jest na wyświetlaczach 7-segmentowych. Wejście sygnału mierzonego doprowadzane jest do wejścia „A/D IN”. W tym trybie aktywne jest również precyzyjne regulowane źródło napięcia stałego. Napięcie to dostępne jest na wyjściu „REF OUT” a jego wartość może być zmieniana za pomocą przycisków + i -. Dłuższe przytrzymanie jednego z przycisków powoduje szybszą zmianę napięcia.

Tryb 2

W tym trybie aktywny jest 8 bitowy przetwornik cyfrowo-analogowy. Jego wybór jest dokonywany przyciskiem zlokalizowanym powyżej napisu „D/A” i potwierdzany zapaleniem się zielonej diody. W tym trybie napięcie z wyjścia przetwornika dostępne jest na złączu „D/A OUT” a jego wartość może być regulowana za pomocą przycisków + i -. Aktualna cyfrowa wartość przetwarzana przez przetwornik prezentowana jest na wyświetlaczach 7-segmentowych.

Tryb 3

W tym trybie aktywne są przetworniki analogowo-cyfrowy i cyfrowo-analogowy. Jego wybór jest dokonywany przez jednoczesne naciśnięcie przycisków „A/D” i „D/A” i potwierdzany przez zapalenie się obydwu zielonych diod. W tym trybie przetwornik C/A sterowany jest sygnałem cyfrowym uzyskanym z wyjścia przetwornika A/C. Przyciski + i - służą do zmiany częstotliwości taktowania przetworników, co wpływa na częstotliwość próbkowania.

3. Przygotowanie do ćwiczenia

1. Zaplanować sposób połączenia poszczególnych bloków oraz multimetru Agilent U3401, który będzie wykorzystywany do pomiarów parametrów przetworników A/C i C/A.
2. Zaplanować sposób dołączenia do badanych przetworników generatora Rigol DG1022 oraz oscyloskopu Tektronix TBS1154 w celu obserwacji rezultatów przetwarzania sygnału analogowego na postać cyfrową oraz jego rekonstrukcji (Tryb 3). W tym trybie przetworniki A/C i C/A są wewnętrznie połączone na płycie modelowej.

3. Wyznaczyć teoretyczną wartość odpowiadającą 1 LSB dla przetwornika A/C zakładając rozdzielczość 8 bitów oraz napięcie referencyjne równe 5 V.
4. Wyznaczyć teoretyczną wartość odpowiadającą 1 LSB dla przetwornika C/A zakładając rozdzielczość 8 bitów oraz napięcie referencyjne równe 4.096 V.
5. Zapoznać się z definicjami oraz znaczeniem podstawowych błędów przetworników: błędu zera, błędu wzmocnienia, nieliniowości całkowitej (INL) oraz nieliniowości różniczkowej (DNL). Przemyśleć sposób wyznaczenia tych błędów mając do dyspozycji jedynie fragment zmierzonej charakterystyki przetwarzania.
6. Przygotować wzory potrzebne do wyznaczenia współczynników (metodą najmniejszych kwadratów) opisujących prostą niezbędną do wyznaczenia błędów wzmocnienia i offsetu.
7. Zapoznać się ze zjawiskiem aliasingu oraz znaczeniem pojęć częstotliwość próbkowania i częstotliwość Nyquista. W jakich warunkach zjawisko aliasingu może wystąpić podczas pomiarów oscyloskopem cyfrowym?
8. Z instrukcji multimetru odczytać i zanotować niepewność pomiaru związaną z pomiarem napięcia stałego. Umieć objaśnić znaczenie tych parametrów.

4. Plan ćwiczenia

1. Pomiary przetwornika A/C - Tryb 1

- a. Zestawić stanowisko do pomiarów parametrów przetwornika zgodnie z przygotowanym schematem blokowym.
- b. Zmierzyć „szerokość schodka” przetwornika oraz porównać tą wartość z wartością wyznaczoną teoretycznie.
- c. Zebrać niezbędne dane pomiarowe do wykreślenia charakterystyki INL w zakresie podanym przez prowadzącego.
- d. Zebrać niezbędne dane pomiarowe do wykreślenia charakterystyki DNL w zakresie podanym przez prowadzącego.
- e. Zebrać niezbędne dane pomiarowe do wyznaczenia błędu offsetu (minimum 7 punktów).
- f. Zebrać niezbędne dane pomiarowe do wyznaczenia błędu wzmocnienia (minimum 7 punktów).

2. Pomiary przetwornika C/A - Tryb 2

- a. Zestawić stanowisko do pomiarów parametrów przetwornika zgodnie z przygotowanym schematem blokowym.

- b. Zmierzyć „wysokość schodka” przetwornika oraz porównać tą wartość z wartością wyznaczoną teoretycznie.
- c. Zebrać niezbędne dane pomiarowe do wykreślenia charakterystyki INL w zakresie podanym przez prowadzącego.
- d. Zebrać niezbędne dane pomiarowe do wykreślenia charakterystyki DNL w zakresie podanym przez prowadzącego.
- e. Zebrać niezbędne dane pomiarowe do wyznaczenia błędu offsetu (minimum 7 punktów).
- f. Zebrać niezbędne dane pomiarowe do wyznaczenia błędu wzmocnienia (minimum 7 punktów).

3. System przetwarzania składający się z przetwornika A/C i C/A - Tryb 3

- a. Zestawić stanowisko od obserwacji oraz pomiarów prostego systemu składającego się z przetwornika A/C i C/A. Do wejścia „A/D IN” doprowadzić z generatora sygnał sinusoidalny, którego wartość chwilowa mieści się w przedziale od 1 V do 4 V, a jego częstotliwość wynosi 10 Hz. Wyjście „D/A OUT” podłączyć do oscyloskopu za pomocą przewodu zakończonych złączami BNC. Za pomocą przycisków + i - ustawić dowolnie wybraną liczbę i kolejne punkty wykonać przy takim ustawieniu.
- b. Przeprowadzić obserwację przy różnym kształcie sygnału (trójkąt, prostokąt, sinusoida) zwiększając stopniowo częstotliwość. Zmiany częstotliwości należy wykonywać z krokiem 1 Hz.
- c. Wyznaczyć częstotliwość próbkowania przetworników korzystając z kursorów.
- d. Zaobserwować zjawisko aliasingu i zaprezentować go prowadzącemu. Zwiększając częstotliwość sygnału sinusoidalnego powyżej częstotliwości próbkowania (wykorzystać informację o częstotliwości próbkowania wyznaczonej w punkcie 3c) zaobserwować cykliczne zwiększanie i zmniejszanie częstotliwości sygnału obserwowanego na wyjściu przetwornika C/A. Zmiany częstotliwości należy wykonywać z krokiem 1 Hz.

5. Opracowanie wyników

- Wyznaczyć błędy offsetu i wzmocnienia wykorzystując dane pomiarowe oraz metodę najmniejszych kwadratów.
- Narysować charakterystyki INL, DNL dla badanych przetworników A/C i C/A.