

Politechnika Łódzka

Katedra Przyrządów Półprzewodnikowych i Optoelektronicznych

WWW.DSOD.PL

LABORATORIUM METROLOGII ELEKTRONICZNEJ

ĆWICZENIE nr **2**

CYFROWY POMIAR MOCY I ENERGII

Łódź 2009

CEL ĆWICZENIA:

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z cyfrowymi metodami pomiaru mocy/energii w układach zasilania 1-fazowego oraz zdobycie doświadczenia w konfigurowaniu i uruchomieniu współczesnych scalonych przetworników mocy/energii.

SPECYFIKACJA APARATURY:

W ćwiczeniu wykorzystana zostanie następująca aparatura pomiarowa oraz oprogramowanie:

Aparatura

1. Licznik gniazdkowy do pomiaru energii/mocy VOLTCRAFT EC3000
2. Oscyloskop cyfrowy 2-kanałowy typu RIGOL 1052E
3. Karta pomiarowa Advantech USB-4711A
4. Multimetr z funkcją próbkowania RIGOL DM3051
5. Zestaw dydaktyczny „ADE7753-Kit”
6. Zasilacz laboratoryjny DF1743005C

Oprogramowanie:

1. Program Data4711 do obsługi karty pomiarowej USB-4711A
2. Program ADE7753_63EVALR5P2 do akwizycji danych z zestawu dydaktycznego ADE7753-Kit
3. Arkusz kalkulacyjny z pakietu Office do przetwarzania danych z przyrządów pomiarowych

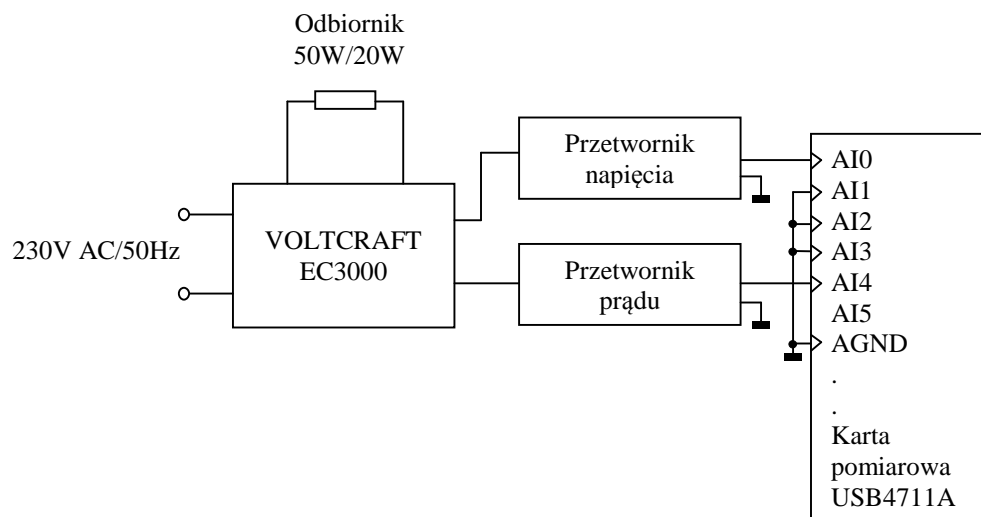
PODSTAWY TEORETYCZNE

PRZEBIEG ĆWICZENIA:

ZADANIE 1:

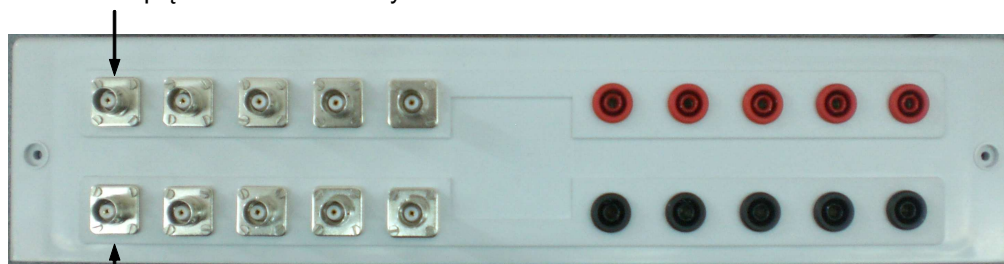
Pomiar mocy czynnej odbiorników zasilanych z sieci 1-fazowej za pomocą watomierza elektronicznego oraz karty pomiarowej

Układ pomiarowy do pomiaru mocy czynnej z zastosowaniem Voltcraft EC300 oraz karty pomiarowej Advantech4711A



Rys.1 Schemat układu pomiarowego do pomiaru mocy z zastosowaniem licznika VOLT CRAFT EC3000 i karty pomiarowej Advantech USB4711A

Pomiar napięcia Kanał AI0 karty USBA4711A



Pomiar prądu kanał Kanał AI4 karty USBA4711A

Rys.2 Podłączenie sygnałów pomiarowych z licznika EC3000 do karty pomiarowej USB47111A

Stałe przeliczeniowe i parametry przetworników pomiarowych napięcia i prądu:

- A) Przetwornik napięcia pracuje w układzie transformatora napięciowego z przekładnią **230V:6V** wartości skutecznej i obciążony jest dzielnikiem rezystancyjnym wzorcowym o stałej podziału **0,037** w przypadku pomiaru kartą pomiarową
- B) Przetwornik prądu pracuje w układzie przekładnika prądu z przekładnią **1:1500** obciążonego opornikiem wzorcowym o wartości **100Ω**

Dokładne stałe przeliczeniowe podane są na obudowie liczników VOLTcraft EC3000 oraz w załączniku.

Ku(DAQ) – współczynnik napięciowy przy pomiarze kartą

Ku(ADE) – współczynnik napięciowy przy pomiarze przetwornikiem ADE7753

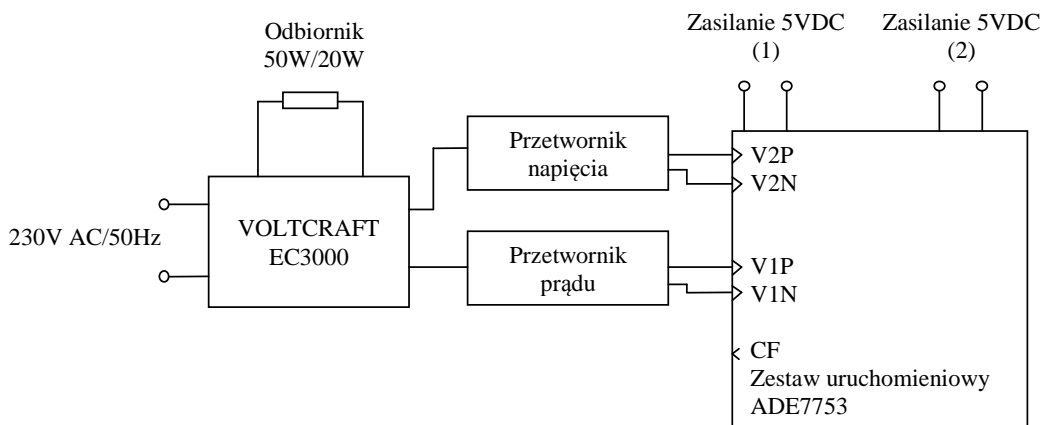
Qu=48,44μV – wartość kwantu napięcia w przetworniku A/C 16-bitowym toru pomiarowego napięcia układu ADE7753 przy wzmacnieniu 1

Qt=0,189μV – wartość kwantu napięcia w przetworniku A/C 24-bitowym toru pomiarowego prądu układu ADE7753 przy wzmacnieniu 1 i zakresie wejściowym +/-0,5V

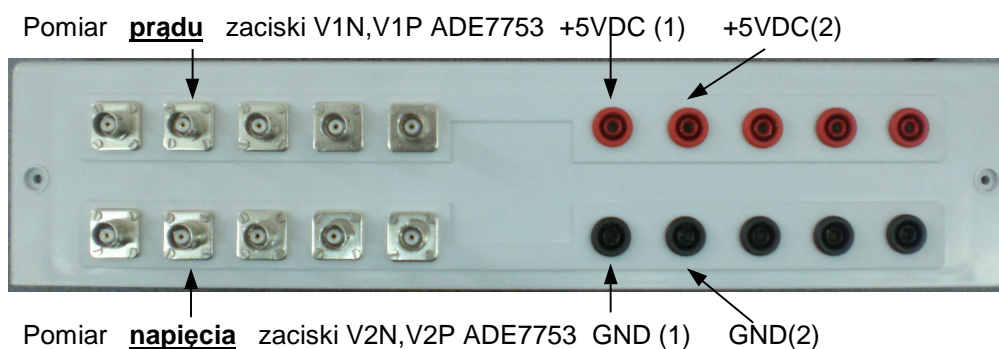
1. W układzie jak na rysunku 1 wykonać pomiar mocy dwóch odbiorników małej mocy (50W i 20W). Jako odbiorniki wykorzystać halogenowe źródło światła oraz monitor ciekłokrystaliczny TFT.
2. Zarejestrować moc za wskazywaną przez licznik EC3000 i porównać ją z mocą obliczoną na podstawie sygnałów dyskretnych zmierzonych za pomocą karty pomiarowej.
3. Określić przesunięcie fazowe pomiędzy sygnałami napięcia i prądu na podstawie przebiegów dyskretnych napięcia i prądu.
4. Uznając jako referencyjny pomiar mocy uzyskany z licznika EC3000 określić procentowy błąd względny pomiaru mocy za pomocą karty pomiarowej.
5. Wyjaśnić źródła błędów pomiaru z użyciem karty pomiarowej
6. Narysować przebiegi wartości chwilowych prądu, napięcia, mocy.

ZADANIE 2

Pomiar mocy czynnej odbiorników zasilanych z sieci 1-fazowej za pomocą watomierza elektronicznego oraz scalonego przetwornika mocy/energii ADE7753



Rys.3 Schemat układu pomiarowego do pomiaru mocy z zastosowaniem licznika VOLTACRAFT EC3000 i zestawu uruchomieniowego ADE7753



Rys.4 Podłączenie sygnałów pomiarowych z licznika EC3000 do zestawu uruchomieniowego ADE7753

Stałe przeliczeniowe i parametry przetworników pomiarowych napięcia i prądu:

- Przetwornik napięcia pracuje w układzie transformatora napięciowego z przekładnią **230V:6V** wartości skutecznej i obciążony jest dzielnikiem rezystancyjnym wzorcowym o stałej podziału **0,035** w przypadku pomiaru układem ADE7753
- Przetwornik prądu pracuje w układzie przekładnika prądu z przekładnią **1:1500** obciążonego opornikiem wzorcowym o wartości **100Ω**

Dokładne stałe przeliczeniowe podane są na obudowie liczników VOLTcraft EC3000 oraz w załączniku do instrukcji.

Ku(DAQ) – współczynnik napięciowy przy pomiarze kartą

Ku(ADE) – współczynnik napięciowy przy pomiarze przetwornikiem ADE7753

Qu=48,44μV – wartość kwantu napięcia w przetworniku A/C 16-bitowym toru pomiarowego napięcia układu ADE7753 przy wzmacnieniu 1

Qi=0,189μV – wartość kwantu napięcia w przetworniku A/C 24-bitowym toru pomiarowego prądu układu ADE7753 przy wzmacnieniu 1 i zakresie wejściowym +/-0,5V

1. W układzie jak na rysunku 3 wykonać pomiar mocy dwóch odbiorników małej mocy (50W i 20W). Jako odbiorniki wykorzystać halogenowe źródło światła oraz monitor ciekłokrystaliczny TFT.
2. Zarejestrować moc wskazywaną przez licznik EC3000 i porównać ją z mocą obliczoną na podstawie pomiarów wartości skutecznej prądu, napięcia i przesunięcia fazowego w układzie ADE7753
3. Uznając jako referencyjny pomiar mocy uzyskany z licznika EC3000 określić procentowy błąd względny pomiaru mocy za układu ADE7753
4. Wyjaśnić źródła błędów pomiaru z użyciem układu ADE7753

UWAGI KOŃCOWE

Użyteczne wzory do określania parametrów sygnałów dyskretnych:

Wartość średnia sygnału dyskretnego w przedziale

$$\bar{x} = \frac{1}{n_2 - n_1 + 1} \sum_{n=n_1}^{n_2} x(n)$$

Wartość średnia całego sygnału dyskretnego

$$\bar{x} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N + 1} \sum_{n=-N}^N x(n)$$

Wartość średnia sygnału dyskretnego okresowego

$$\bar{x}_N = \frac{1}{N} \sum_{n=n_0}^{n_0+(N-1)} x(n), N - \text{okres}$$

Energia całego sygnału dyskretnego

$$E_x = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x^2(n)$$

Moc średnia sygnału dyskretnego w przedziale

$$P_x = \bar{x^2} = \frac{1}{n_2 - n_1 + 1} \sum_{n=n_1}^{n_2} x^2(n)$$

Moc średnia całego sygnału (wartość średniokwadratowa)

$$P_x = \bar{x} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N + 1} \sum_{n=-N}^N x^2(n)$$

Moc średnia sygnału dyskretnego okresowego

$$P_x = \bar{x^2}_N = \frac{1}{N} \sum_{n=n_0}^{n_0+(N-1)} x^2(n), N - \text{okres}$$

Wartość skuteczna sygnału dyskretnego

$$x_{RMS} = \sqrt{P_x}$$

Wzór do obliczania wartości chwilowych napięcia za pomocą karty pomiarowej:

$$u(n) = u_{A/C}(n) \cdot K_{U(DAQ)x}$$

gdzie:

$u(n)$ - wartość chwilowa mierzonego napięcia [V]

$u_{A/C}(n)$ - wartość napięcia z przetwornika A/C karty pomiarowej [V]

$K_{U(DAQ)x}$ - stała przeliczeniowa przetwornika napięcia uwzględniająca przekładnię transformatora i stałą dzielnika rezystancyjnego. Dla każdego przetwornika napięcia określona indywidualnie.

$$K_{U(DAQ)1} = 609.9$$

$$K_{U(DAQ)2} = 583.7$$

$$K_{U(DAQ)3} = 620.8$$

$$K_{U(DAQ)4} = 606.8$$

$$K_{U(DAQ)5} = 606.1$$

Wzór do obliczania wartości chwilowych prądu za pomocą karty pomiarowej

$$i(n) = u_{A/C}(n) \cdot z_{CT} / R_{CTx} \text{ [A]}$$

gdzie:

$i(n)$ - wartość chwilowa mierzonego prądu [A],

$u_{A/C}(n)$ - wartość napięcia z przetwornika A/C karty pomiarowej [V],

z_{CT} - stała przekładni zwojowej przekładnika prądowego,

R_{CTx} - Rezystancja obciążenia przekładnika prądowego określana dla każdego rezystora obciążającego indywidualnie [Ω].

$$z_{CT} = 1500$$

$$R_{CT1} = 100.12 \text{ } \Omega$$

$$R_{CT2} = 99.99 \text{ } \Omega$$

$$R_{CT3} = 100.50 \text{ } \Omega$$

$$R_{CT4} = 100.05 \text{ } \Omega$$

$$R_{CT5} = 100.28 \text{ } \Omega$$

Wzór do obliczania wartości skutecznej napięcia mierzonego w układzie ADE7753

$$U_{RMS} = q \cdot Q_U \cdot K_{U(ADE)x} / \text{Gain}_U$$

U_{RMS} - wartość skuteczna napięcia mierzonego w układzie ADE7753 [V]

Q_U – wartość napięcia przypadająca na 1 bitową zmianę słowa kodowego przetwornika A/C

$Q_U = 48,44 \mu\text{V}$

q - wartość skuteczna napięcia z przetwornika A/C układu ADE7753 wyrażona w kwantach

$K_{U(ADE)x}$ - stała przeliczeniowa przetwornika napięcia uwzględniająca przekładnię transformatora i stałą dzielnika rezystancyjnego w torze pomiarowym układu ADE7753. Dla każdego przetwornika napięcia określona indywidualnie.

Gain_U – wzmacnienie wzmacniacza PGA w układzie ADE7753 ustawiane w torze pomiaru napięcia

$K_{U(ADE)1} = 698.8$

$K_{U(ADE)2} = 675.3$

$K_{U(ADE)3} = 707.7$

$K_{U(ADE)4} = 695.4$

$K_{U(ADE)5} = 696.2$

Wzór do obliczania wartości skutecznej prądu mierzonego w układzie ADE7753

$$I_{RMS} = q \cdot Q_I \cdot z_{CT} / (R_{CTx} \cdot \text{Gain}_I)$$

I_{RMS} - wartość skuteczna prądu mierzonego w układzie ADE7753 [A]

q - wartość skuteczna napięcia z przetwornika A/C układu ADE7753 wyrażona w kwantach

Q_I – wartość napięcia przypadająca na 1 bitową zmianę słowa kodowego przetwornika A/C

$Q_I = 0.189 \mu\text{V}$

z_{CT} - stała przekładni zwojowej przekładnika prądowego,

R_{CTx} – Rezystancja obciążenia przekładnika prądowego określana dla każdego rezystora obciążającego indywidualnie [Ω].

Gain_I – wzmacnienie wzmacniacza PGA w układzie ADE7753 ustawiane w torze pomiaru prądu

$z_{CT} = 1500$

$R_{CT1} = 100.12 \Omega$

$R_{CT2} = 99.99 \Omega$

$R_{CT3} = 100.50 \Omega$

$R_{CT4} = 100.05 \Omega$

$R_{CT5} = 100.28 \Omega$

LITERATURA I MATERIAŁY DODATKOWE

1. S. Tumański Technika Pomiarowa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne WNT, Warszawa 2007
2. T.P. Zieliński Od teorii do cyfrowego przetwarzania sygnałów, Wydawnictwo ANTYKWA, Kraków 2002
3. T.P. Zieliński Zarys cyfrowego przetwarzania sygnałów. Od teorii do zastosowań Wydawnictwo WKŁ, Warszawa 2006
4. Nota aplikacyjna układu ADE7753 www.analog.com

Materiały dodatkowe:

1. www.dspguide.com
2. www.analog.com/processors/learning/training/dsp_book_index.html

POLITECHNIKA ŁÓDZKA

KATEDRA PRZYRZĄDÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH I OPTOELEKTRONICZNYCH

WWW.DSOD.PL

LABORATORIUM METROLOGII ELEKTRONICZNEJ

ĆWICZENIE NR:	
TEMAT:	

GRUPA LABORATORYJNA		Kierunek/Semestr	
Lp.	NAZWISKO IMIĘ	NR ALBUMU	
1			
2			
3			
4			

Prowadzący:	
Dzień tygodnia: Data wykonania ćwiczenia:	
Data oddania sprawozdania:	
Ocena:	
Uwagi:	