



Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica

Sprawozdanie

Techniki Pomiarowe

Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe – budowa i
zastosowanie

Ćwiczenie 12

Borsuk Piotr

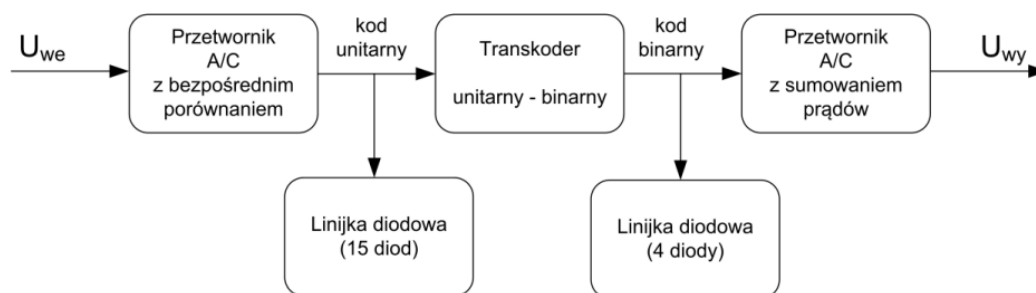
Technologie Przemysłu 4.0

Rok 2, Semestr 4, Grupa nr. 1

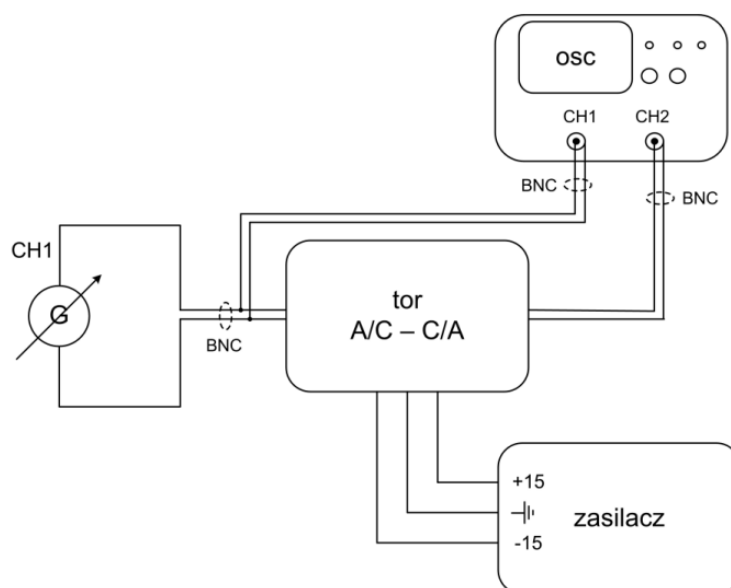
Rok akademicki 2023/2024

Zadanie 1. Badanie działania toru przetwarzania A/C-C/A

1. Schemat pomiarowy



Rys. 1 Schemat blokowy toru przetwarzania A/C-C/A



Rys. 2 Układ do obserwacji działania toru przetwarzania A/C-C/A

1.2 Tabela pomiarowa

Amplituda napięcia wejściowego U_{we} [V]	Amplituda napięcia wyjściowego U_{wy} [V]	Ilość poziomów napięcia wyjściowego N
1	1	3
2	1,66	5
3	2,68	8
4	3,64	11
5	4,64	14
6	4,96	15
7	4,96	15

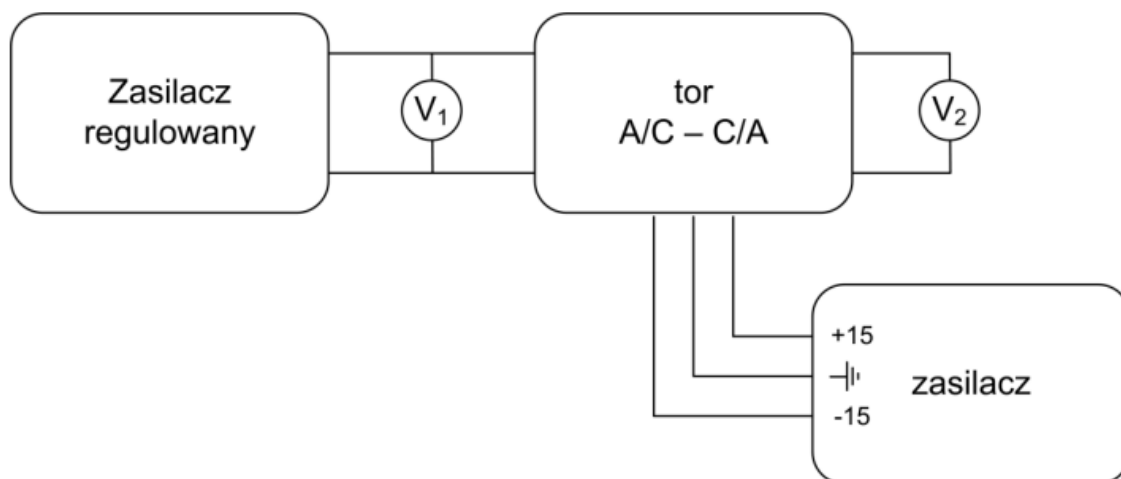
W miarę wzrostu amplitudy napięcia wejściowego, amplituda napięcia wyjściowego również rośnie. Można zauważyć ogólny trend wzrostowy.

Jednakże, dla większych wartości amplitudy napięcia wejściowego, różnica w amplitudzie napięcia wyjściowego staje się mniejsza. Na przykład, przy $U_{we}=6V$, różnica pomiędzy U_{wy} dla $N=6$ i $N=7$ jest znikoma (4,96V w obu przypadkach), ponieważ U_{wy} osiągnęło granicę wynoszącą 5V.

W miarę wzrostu ilości poziomów napięcia wyjściowego, amplituda napięcia wyjściowego również rośnie. Jest to zgodne z oczekiwaniami, ponieważ większa liczba poziomów oznacza większą precyzję w przetwarzaniu i wyjściowe napięcie może być bardziej zbliżone do oczekiwanego.

Zadanie 2 Wyznaczenie charakterystyk i błędów statycznych przetwornika A/C z bezpośrednim porównaniem oraz przetwornika C/A z sumowaniem prądów.

2.1 Schemat pomiarowy



Rys. 3. Schemat pomiarowy

2.3 Tabela pomiarowac

Nr. diod y	Wartoś ć binarna	napięcie wejściow e $U_{AC} \uparrow$ [V]	napięcie wejściow e $U_{AC} \downarrow$ [V]	napięcie teor. komutacji U_{ACt} [V]	błąd komutacji $\Delta_{kAC}(m)$ [V]	błąd histerezy $\Delta_{hAC}(m)$ [V]
0	0000	0	0	0,000	0,000	0
1	0001	0,291	0,284	0,344	0,060	0,007
2	0010	0,631	0,652	0,688	0,057	0,021
3	0011	1,033	1,012	1,031	0,019	0,021
4	0100	1,384	1,373	1,375	0,009	0,011
5	0101	1,766	1,739	1,719	0,047	0,027
6	0110	2,122	2,098	2,063	0,059	0,024
7	0111	2,475	2,466	2,406	0,069	0,009
8	1000	2,831	2,842	2,750	0,092	0,011
9	1001	3,190	3,212	3,094	0,118	0,022
10	1010	3,548	3,590	3,438	0,153	0,042
11	1011	3,909	3,973	3,781	0,192	0,064
12	1100	4,267	4,174	4,125	0,142	0,093
13	1101	4,619	4,535	4,469	0,150	0,084
14	1110	4,891	4,885	4,813	0,079	0,006
15	1111	5,251	5,253	5,156	0,097	0,002

Nr. diody	Wartość binarna	napięcie wyjściowe $U_{CA} \uparrow$ [V]	napięcie wyjściowe $U_{CA} \downarrow$ [V]	Napięcie teor. komutacji U_{CAt} [V]	Błąd komutacji $\Delta_{kCA}(m)$ [V]	błąd histerezy $\Delta_{hCA}(m)$ [V]
0	0000	0	0,092	0,000	0,092	0,092
1	0001	0,366	0,341	0,344	0,022	0,025
2	0010	0,675	0,683	0,688	0,013	0,008
3	0011	1,001	1,011	1,031	0,030	0,01
4	0100	1,315	1,346	1,375	0,060	0,031
5	0101	1,642	1,650	1,719	0,077	0,008
6	0110	1,982	2,049	2,063	0,081	0,067
7	0111	2,306	2,618	2,406	0,212	0,312
8	1000	2,617	2,784	2,750	0,133	0,167
9	1001	2,964	2,983	3,094	0,130	0,019
10	1010	3,311	3,311	3,438	0,127	0
11	1011	3,637	3,638	3,781	0,144	0,001
12	1100	3,951	4,016	4,125	0,174	0,065
13	1101	4,277	4,288	4,469	0,192	0,011
14	1110	4,622	4,586	4,813	0,227	0,036
15	1111	4,948	4,948	5,156	0,208	0

2.2 Zastosowane wzory

$$U_t = n * \frac{Z}{16}$$

$$\Delta_{kAC}(m) = \max \{ |U_t - U_{\downarrow}| ; |U_t - U_{\uparrow}| \}$$

$$\Delta_{hAC}(m) = |U_{\downarrow} - U_{\uparrow}|,$$

Gdzie:

Z – zakres przetwornika

n – numer diody

2.3 Przykładowe obliczenia.

$$U_{ACt} = n * \frac{Z}{16} = 5 * \frac{5,5}{16} = 1,833 \text{ [V]}$$

$$\begin{aligned}\Delta_{kAC}(m) &= \max\{|U_{ACt} - U_{\downarrow}| ; |U_{ACt} - U_{\uparrow}|\} \\ &= \max\{|1,100 - 1,033| ; |1,100 - 1,012|\} = 0,088 \text{ [V]}\end{aligned}$$

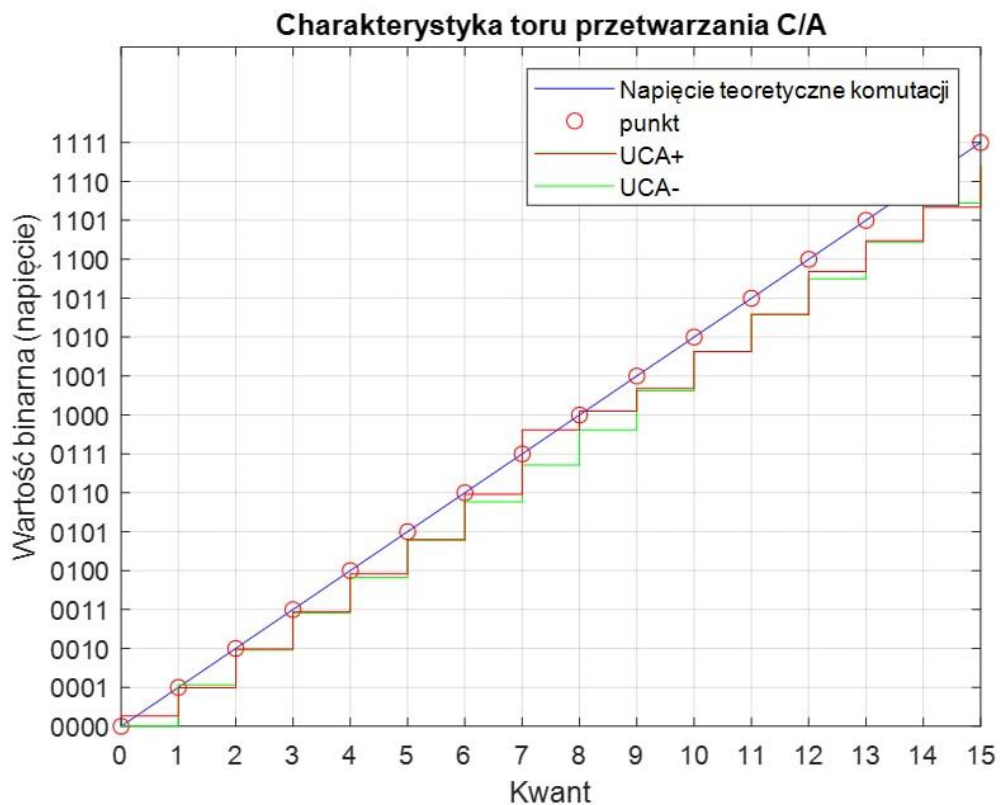
$$\Delta_{hAC}(m) = |1,033 - 1,012| = 0,021 \text{ [V]}$$

2.4 Obserwacje i wykresy

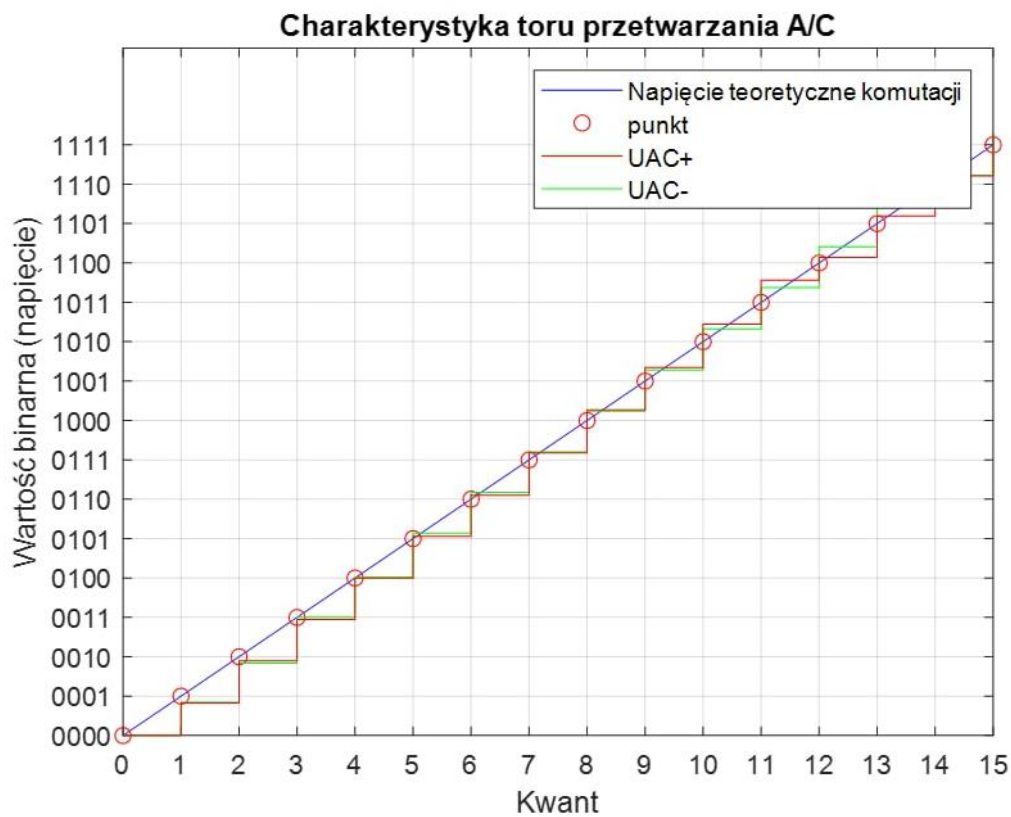
Napięcie komutacji (zarówno teoretyczne, jak i rzeczywiste) wydaje się rosnąć wraz z numerem diody. Oznacza to, że proces komutacji staje się bardziej wymagający elektrycznie, gdy przełączamy się między kolejnymi diodami. Jest to zrozumiałe, ponieważ większe wartości napięcia mogą być potrzebne do szybkiego przełączenia się między diodami w celu zachowania spójności sygnału wyjściowego.

Błąd komutacji może być związany z opóźnieniem lub niedokładnością w procesie przełączania się między diodami, podczas gdy błąd histerezy może wynikać z różnic w charakterystykach przełączania między wzrostem a spadkiem napięcia.

Pomimo obserwacji błędów komutacji, napięcie teoretyczne komutacji wydaje się być stosunkowo stabilne dla różnych numerów diody. Wartość ta oscyluje wokół wartości zbliżonej do rzeczywistego napięcia komutacji dla większości przypadków, co sugeruje pewną spójność w działaniu układu.



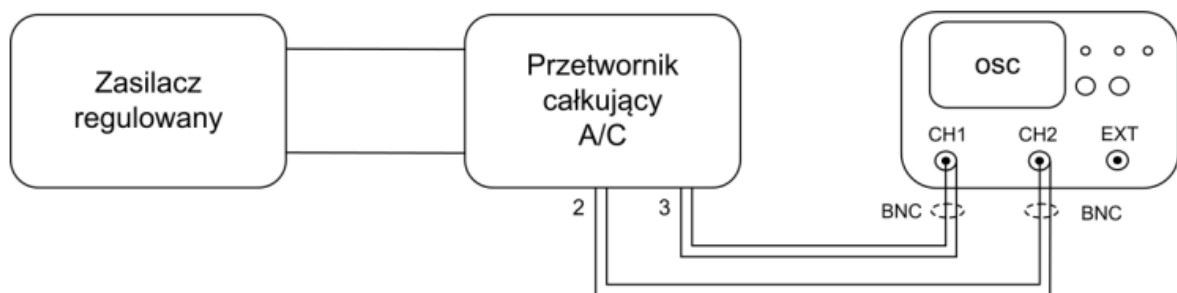
Rys. 4. Porównanie napięć wejściowych i teor.



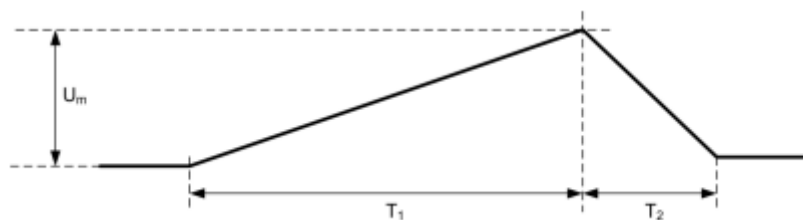
Rys. 5. Porównanie napięć wyjściowych i teor.

Zadanie 4. Obserwacja przebiegów w wybranych punktach przetwornika A/C z dwukrotnym całkowaniem.

4.1 Schemat pomiarowy



Rys. 6. Schemat pomiarowy.



Rys. 7. Parametry przebiegu napięcia całkowania w przetworniku z dwukrotnym całkowaniem

4.2 Tabela pomiarowa

U_x [V]	U_m [V]	T_1 [ms]	T_2 [ms]
1,01	220	20,2	5,6
2,02	372	20	11,2
3,08	528	20	15,6
3,97	686	20	20,8

Amplituda maksymalna (U_m) wydaje się rosnąć wraz ze wzrostem napięcia wejściowego (U_x). Jest to zgodne z oczekiwaniami, ponieważ większe napięcie wejściowe prowadzi do większej amplitudy sygnału na wyjściu po jednokrotnym całkowaniu.

Dla różnych wartości napięcia wejściowego czas całkowania pierwszego T_1 jest taki sam, natomiast czas całkowania drugiego T_2 się wydłuża.

Wnioski

W zadaniu 1 zwiększając amplitudę napięcia wejściowego do 6V, zaobserwowaliśmy, że napięcie wyjściowe osiągnęło swoją maksymalną wartość, która wynosiła 5V. Ten stan został osiągnięty po przekroczeniu 15 poziomów napięcia wyjściowego. Innymi słowy, mimo dalszego zwiększania amplitudy napięcia wejściowego, napięcie wyjściowe pozostało na poziomie 5V.

W zadaniu 2 w trakcie badania przekształcania sygnałów z analogowych na cyfrowe zauważono, że napięcie na wyjściu jest niższe niż na wejściu. Im większa amplituda sygnału wejściowego, tym mniejsza różnica między napięciem wejściowym a wyjściowym, co wynika z większej precyzji kwantyzacji. Kwant to najmniejsza jednostka zmiany wartości sygnału, która może być zarejestrowana przez cyfrowy przetwornik analogowo-cyfrowy (A/C). Jest to związane z rozdzielczością przetwornika, która określa, jak dokładnie sygnał analogowy jest dzielony na dyskretne wartości cyfrowe. Im większa rozdzielczość (większa liczba bitów), tym mniejszy kwant, co oznacza, że przetwornik może dokładniej reprezentować sygnał analogowy.

Wzrost napięcia wejściowego U_x nie wpływał na czas T_1 , który pozostał stały dla wszystkich poziomów napięcia. Jednakże zauważono, że wraz z większym nadawanym napięciem U_x , zarówno wartość U_m jak i czas T_2 również wzrastały.

Bibliografia:

- https://upel.agh.edu.pl/pluginfile.php/325574/mod_resource/content/11/C_W_12_OK.pdf
- Zatorski A., Sroka R.: Podstawy metrologii elektrycznej. Kraków, Wydawnictwa AGH 2011.

Notatki z laboratoriów:

Technologie Przemysłu 4.0 2023/2024 Techniki Pomiarowe - laboratorium

Cwiczenie 12 3.04.2024
Witoldzyski Gabriel
Borsuck Piotr

Konspekt - tabele pomiarowe

1. Obserwacja i badanie działania toru przetwarzania A/C-C/A

Amplituda napięcia wejściowego U_{in} [V]	Amplituda napięcia wyjściowego U_{out} [V]	Ilość poziomów napięcia wyjściowego N
1	1.1 V	3
2	1.6 V	5
3	2.1 V	8
4	3.6 V	11
5	4.6 V	14
6	4.9 V	15
7	6.9 V	15

2. Wyznaczenie charakterystyk i błędów statycznych przetwornika A/C z bezpośrednim porównaniem oraz scalonego przetwornika C/A z sumowaniem prądów.

Nr. diody	Wartość binarna	napięcie wejściowe U_{in} [V]	napięcie wyjściowe U_{out} [V]	napięcie teor. komutacji U_{out} [V]	błąd (komutacji) Δu_c (mV)	błąd histerezy Δu_h (mV)
0	0000	0.283 mV	0.364 mV	0		
1	0001	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
2	0010	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
3	0011	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
4	0100	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
5	0101	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
6	0110	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
7	0111	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
8	1000	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
9	1001	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
10	1010	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
11	1011	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
12	1100	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
13	1101	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
14	1110	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
15	1111	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		

dr inż. Piotr Piwowar 1

Technologie Przemysłu 4.0 2023/2024 Techniki Pomiarowe - laboratorium

Nr. diody	Wartość binarna	napięcie wejściowe U_{in} [V]	napięcie wyjściowe U_{out} [V]	Napięcie teor. komutacji U_{out} [V]	Błąd (komutacji) Δu_c (mV)	błąd histerezy Δu_h (mV)
0	0000	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
1	0001	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
2	0010	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
3	0011	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
4	0100	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
5	0101	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
6	0110	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
7	0111	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
8	1000	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
9	1001	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
10	1010	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
11	1011	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
12	1100	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
13	1101	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
14	1110	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		
15	1111	0.283 mV	0.364 mV	0.364 mV		

3. Obserwacja przebiegów w wybranych punktach kompensacyjnego przetwornika A/C.

3.1 Kompensacja wagowa ze sterowaniem ręcznym

U_i [V]	T_s [ms]	T_p [ms]	T_k [ms]
0.5			
1			
1.5			
3			

3.3 Kompensacja równomierna z generatorem wewnętrznym

U_i [V]	T_s [ms]	T_p [ms]	T_k [ms]
0.5			
1			
1.5			
3			

dr inż. Piotr Piwowar 2

4. Obserwacja przebiegów w wybranych punktach przetwornika A/C z dwukrotnym całkowaniem.

U_A [V]	U_{int} [mV]	T_1 [ms]	T_2 [ms]
1,018	220	20,2	5,8
3,028	372	20,0	11,2
5,08	528	20	15,6
5,97	636	20	20,8

S. 04. 2024

OK

5. Badanie odporności na zakłócenia o różnych częstotliwościach multimetru z całkującym przetwornikiem A/C.

f_{zak} [Hz]	U_{zak} [V]	U_{zak} [V]	$U_{zak}-U_{zak}$ [V]
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			
90			
100			
110			
120			