

Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie
LABORATORIUM MASZYN I NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO
Elektrotechnika z Napędami Elektrycznymi

Ćwiczenie EA10 Silnik indukcyjny sterowany falownikiem

Wydz. EAIiB kier. AiR rok II		Grupa ćwic: B	Grupa laborat: 4b
Lp.	Imię i nazwisko	Ocena	Data zaliczenia
1	Aleksandra Stachniak		
2	Martyna Wolny		
3	Julita Wójcik		
4	Tomisław Tarnawski		
5	Jakub Szczypek		
6	Piotr Stosik		

Data i podpis prowadzącego:

Uwagi:

1. Dane znamionowe silnika:

$P_N=1,5 \text{ kW}$

$U_N=380\text{V}$ (gwiazda)

$I_N=3,5 \text{ A}$

$\cos\varphi_N=0,8$

$n_N=1420 \text{ obr./min.}$

Ip44, Izolacja kl. E, Praca S1

2. Dane znamionowe falownika:

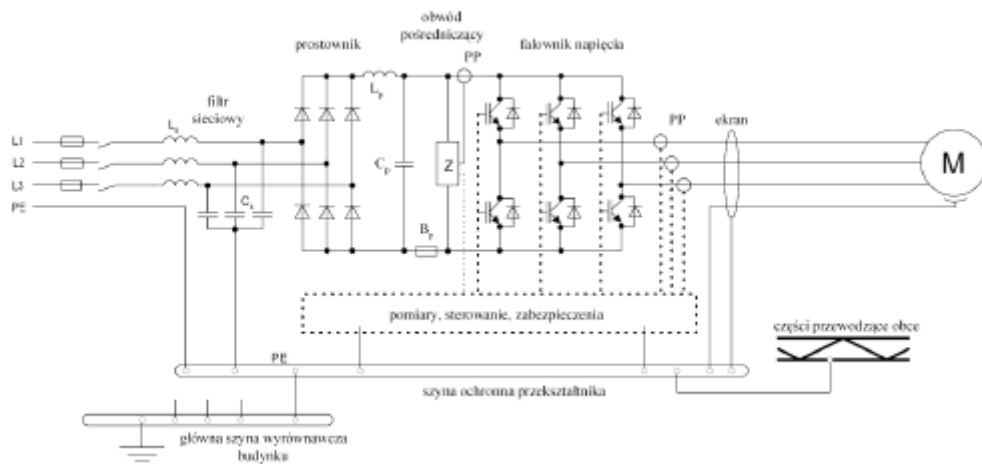
Typ: Schneider Altivar 71HD11N4

$P_N=11 \text{ kW}$

$U_N=380\text{-}480 \text{ V}$

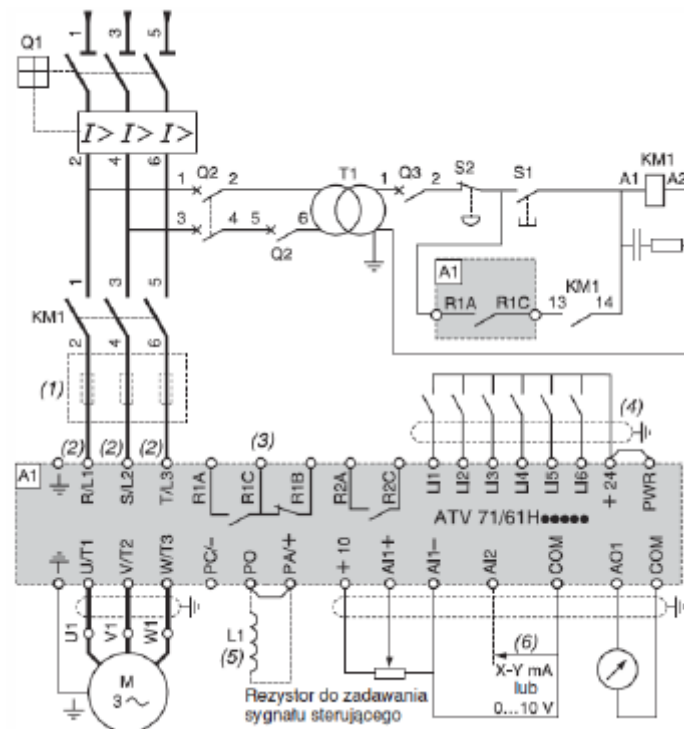
$I_N=36,6 \text{ A}$
 $f_N=50/60 \text{ Hz}$

3. Schemat ideowy stanowiska.



Rys. 1. Schemat ideowy stanowiska.

4. Schemat ideowy części energoelektronicznej przemiennika częstotliwości.



Rys. 2. Schemat ideowy części energoelektronicznej przemiennika częstotliwości.

5. Konfiguracja falownika

Tabela nastaw użytkownika:

1. LAC – Expert access

Kod	Nastawa użytkownika
SIMPLY START	
TCC	2-wire control
CFG	Standard start/stop
BFR	50Hz Motor frequency
IPL	Freewheel stop on fault
PHR	A-B-C phase rotation
NPR	2,20 kW
UNS	380V
FRS	50Hz
NCR	6,9A
INSP	x1 rpm
NSP	1420 obr/min
ITH	5,5A
TFR	60Hz
LPS	5Hz
HSP	60Hz
ACC	0,01s
DEC	3,0s
SETTINGS	
<i>Ramp</i>	
ACC	0,01s
AC2	
DCF	0%
DEC	3s
DE2	
TA1	0%
TA2	0%
TA3	0%
TA4	0%

<i>Frequency range</i>	
LSP	5Hz
HSP	60Hz
TLS	60s
<i>DC injection</i>	
IDC	2,7A
TDC	0,1sec
IDC2	2,7A
TDI	0,1sec
SDC1	2,7A
TDC1	0,1sec
SDC2	2,7A
TDC2	0,0sec
<i>Motor optimization</i>	
ITH	5,5A
UFR	100%
SLP	100%
SFR	4,0kHz
FLU	
CLI	10A
CL2	10A
LBC	0,0Hz
<i>PI regulator</i>	
RPG	0
RIG	0
RDG	0
PRP	0
POL	0
POH	50Hz
PAL	0
PAH	1500
PER	1500
PSR	100%
RP2	750
RP3	1000

RP4	1500
<i>Detection thresholds conf</i>	
CTD	10A
TTH	100%
TTL	50%
F2D	50Hz
FTD	50Hz
TTD	100%
MOTOR CONTROL	
<i>Motor characteristics</i>	
BFR	50Hz Motor frequency
NPR	2,20 kW
UNS	380V
NCR	6,9A
FRS	50Hz
INSP	x1 rpm
NSP	1420 obr/min
AUT	No
ITH	5,5A
TFR	60Hz
<i>Motor control</i>	
AUT	No
CTT	2 point voltage /frequency
U0	20V
U1	380V
F1	50Hz
U2	0V
F2	0Hz
U3	0V
F3	0Hz
U4	0V
F4	0Hz
U5	0V

F5	0Hz
VC2	No
UCP	400V
FCP	
UFR	
SLP	
<i>Application optimization</i>	
OFI	No
SFR	
CLI	
NRD	No
SVL	No
SOP	10μS
VBR	785V
BBA	No
IN-OUT CONF	
<i>Logical inputs</i>	
TCC	2-wire control
TCT	
RRS	
L1D-L14D	0ms
<i>Analog input</i>	
AI1T	
UIL1	
UIH1	
AI1F	

AI1E	
AI1S	
AI2T	AI in voltage selected
UIL2	0V
UIH2	7,2V
AI2F	0sec
AI2E	0%
AI2S	0%
CRL2	0,0Ma
CRLH2	20Ma
AI2L	positive only
CONTROL COMMAND	
RIN	Yes
FR1	Ref. via remote terminal
FR2	
PST	
RFC	
CHCF	
CCS	
CD1	
CD2	
COP	
APPLICATION FUNCTIONS	

<i>PID regulator</i>	
PIF	Analog input AI2
AIC1	Not assigned
PIF1	0 obr/min
PIF2	1500
PIP1	0
PIP2	1500
PII	No
RPI	1000
RPG	0,01
RIG	0,01
RDG	0
PRP	0
PIC	No
POL	0
POH	50
PAL	0
PAH	1500
PER	1500
PIS	Not assigned
FPI	Not assigned
PSR	100%
PAU	Not assigned
PIM	Not assigned
TLS	60sec
RSL	0

Puste pola w tabeli oznaczają parametry domyślne ustawionymi przez producenta – pozostały bez zmian.

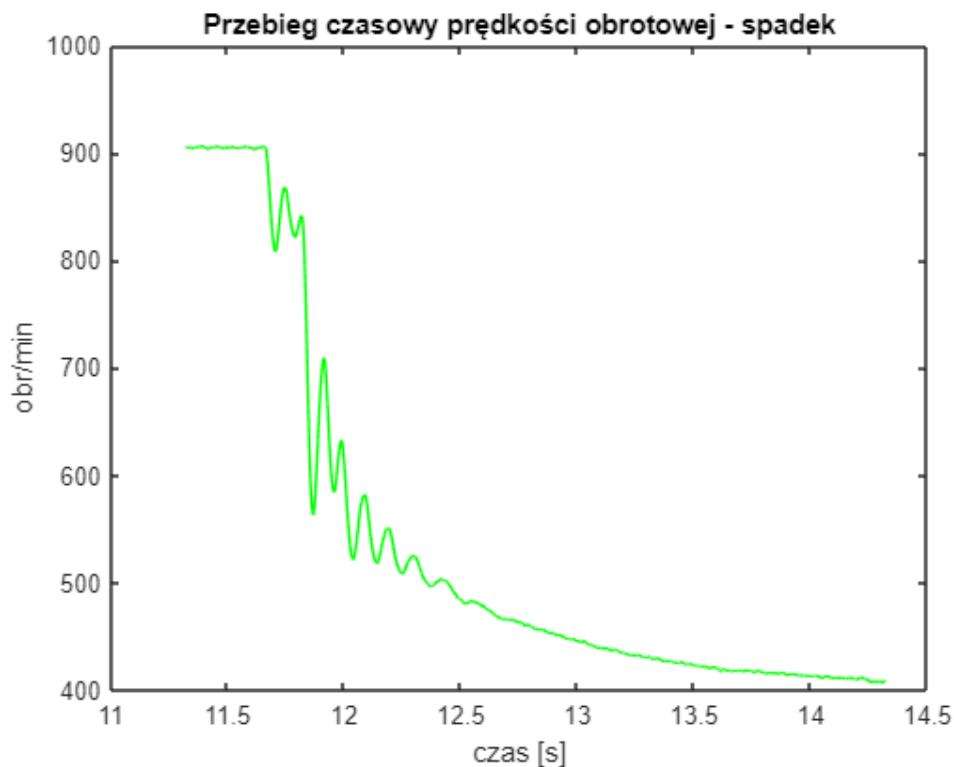
6. Sterowanie skalarne 2-punktowe:

a) dobór nastaw regulatora PID prędkości – eksperyment Zieglera-Nicholsa

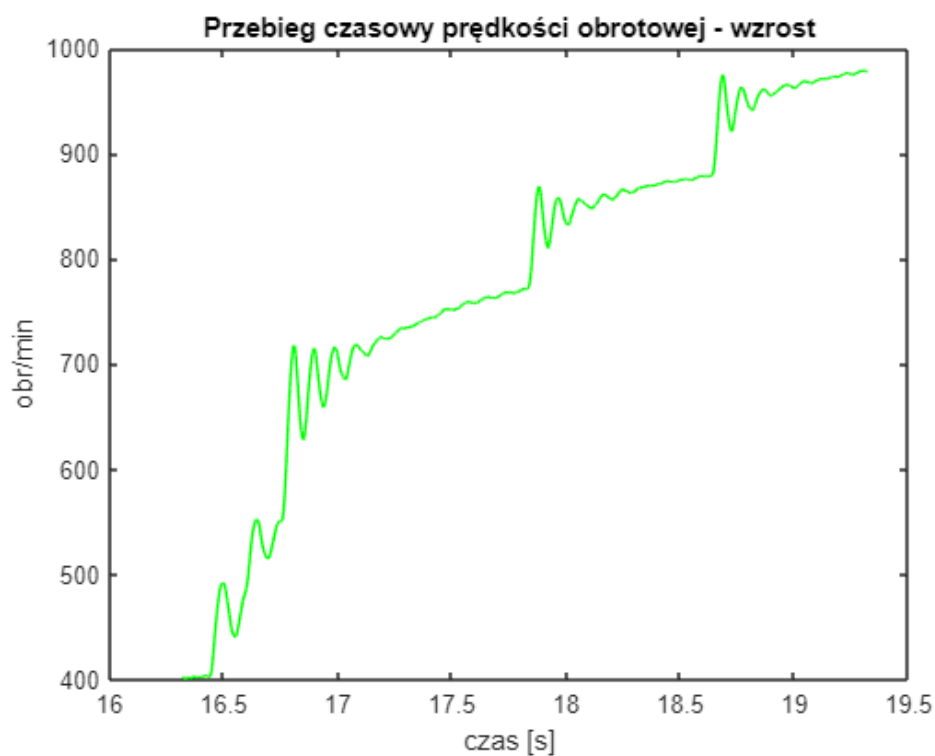
Zmieniliśmy nastawy regulatora z użyciem terminala na podane w instrukcji. Parametr RPI ustawiliśmy na 1000 obr/min. Początkowo wyzerowaliśmy wzmocnienia RIG oraz RDG członów I oraz D i podnosiliśmy wzmocnienie członu P tak długo, aż pojawiły się oscylacje prędkości. Wzmocnienie RPG dla członu P wynosiło w tym momencie 3,3. Następnie ustaliliśmy wartość RPG na poziomie 1,65 (połowa wartości dla której występują oscylacje) i podnosiliśmy wartość RIG, aż odpowiedź prędkości silnika na skok prędkości zadanej charakteryzowała się niewielkim pojedynczym przeregulowaniem. Ostatecznie wyniosło 2,8. Niestety nie zanotowaliśmy parametrów potrzebnych do wyznaczenia czasu oscylacji.

b) rejestracje przebiegów prędkości, napięć i prądów silnika przy odpowiedzi napędu na skok prędkości referencyjnej

Poniżej prezentujemy otrzymane przebiegi z dobranymi nastawami regulatora:

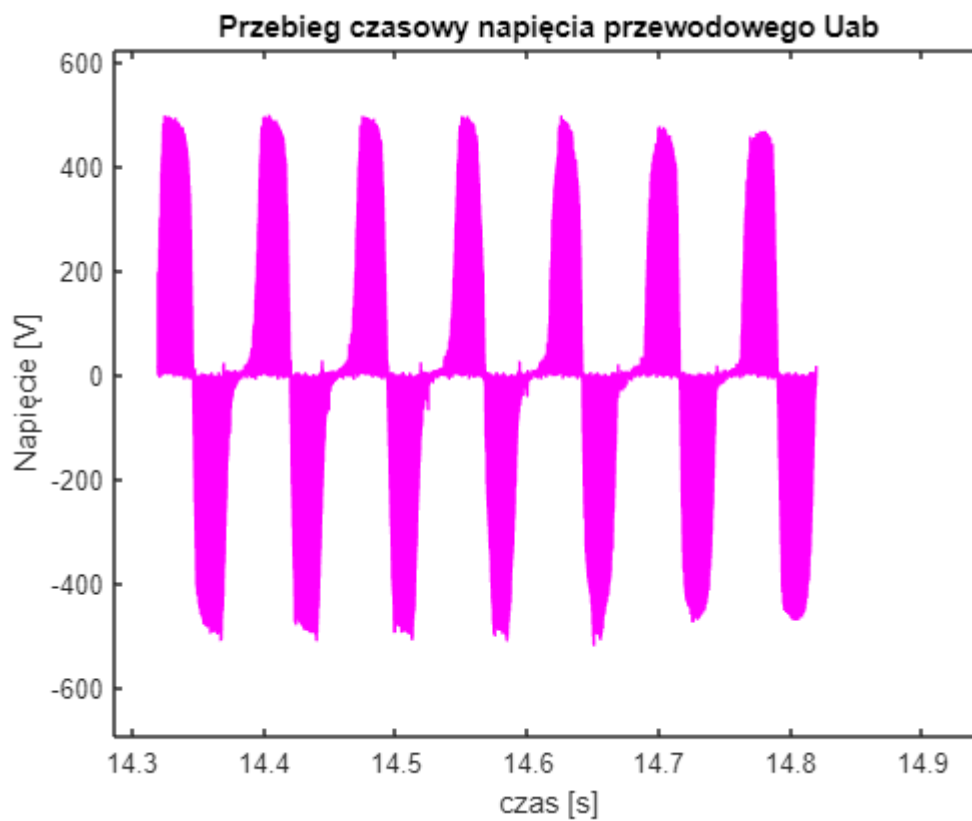


Rys. 3. Przebieg czasowy prędkości obrotowej – spadek prędkości.

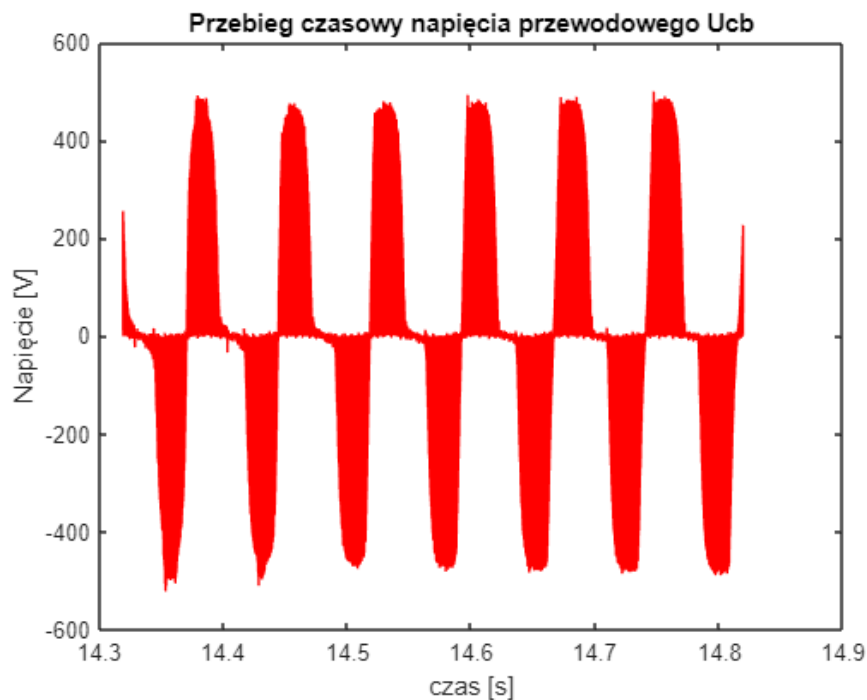


Rys. 4. Przebieg czasowy prędkości obrotowej – wzrost prędkości.

Podczas spadku i wzrostu prędkości zaobserwowaliśmy spadek częstotliwości zmian napięcia przewodowego U_{ab} oraz U_{cb} :



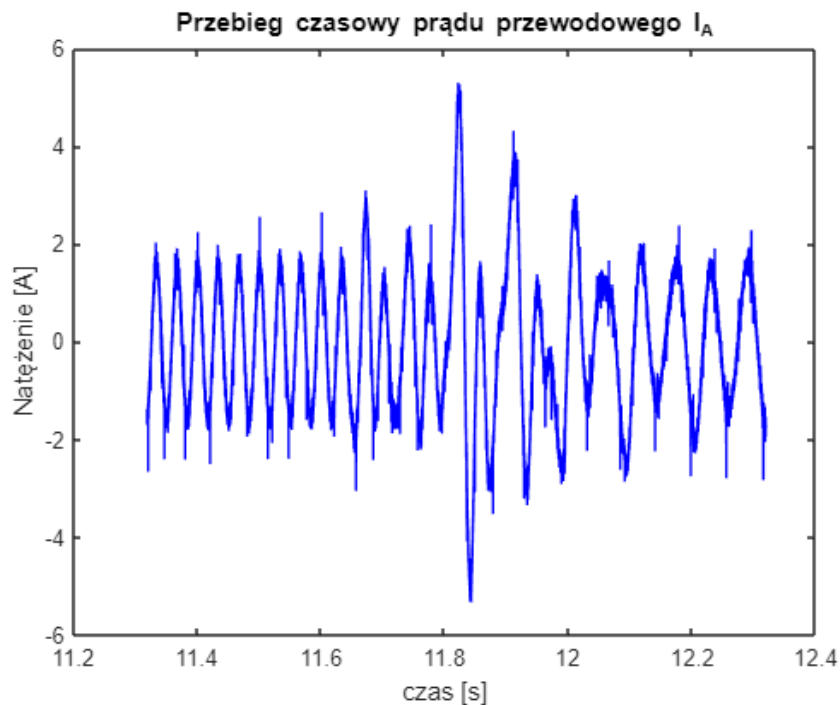
Rys. 5. Spadek częstotliwości zmian napięcia przewodowego U_{ab} .



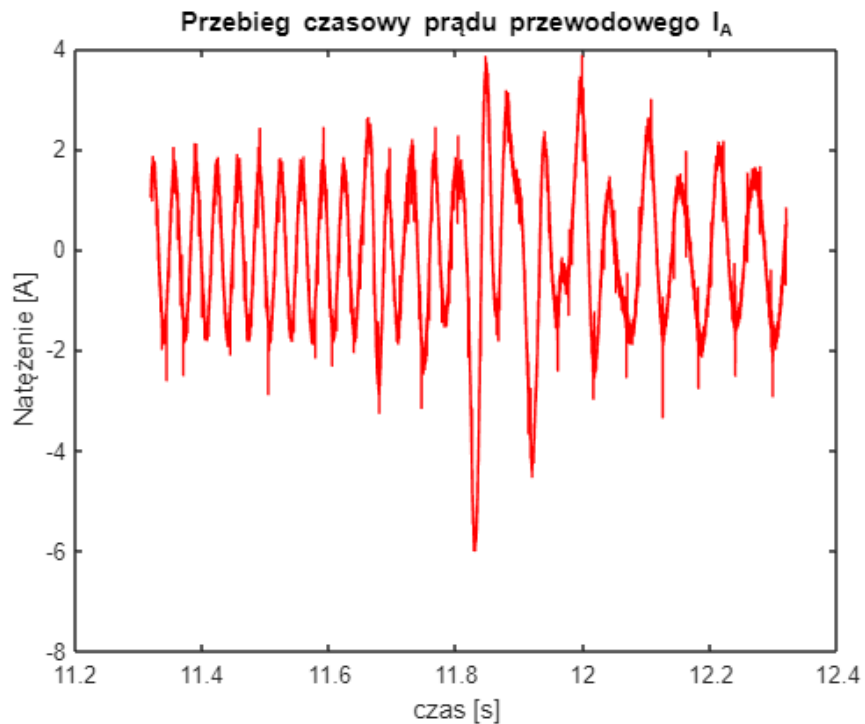
Rys. 6. Spadek częstotliwości zmian napięcia przewodowego U_{cb} .

Współczynnik RMS w tym przedziale wartości napięcia U_{ab} wynosi 195,27V, natomiast U_{cb} 179,4V. Natomiast na całym wykresie (zarówno przed zmianą prędkości, w trakcie jak i po) wartość ta oscylowała wokół 270V.

Podczas zmian prędkości obrotowej nastąpiły również zmiany w przebiegu czasowym prądu przewodowego I_A oraz I_B .



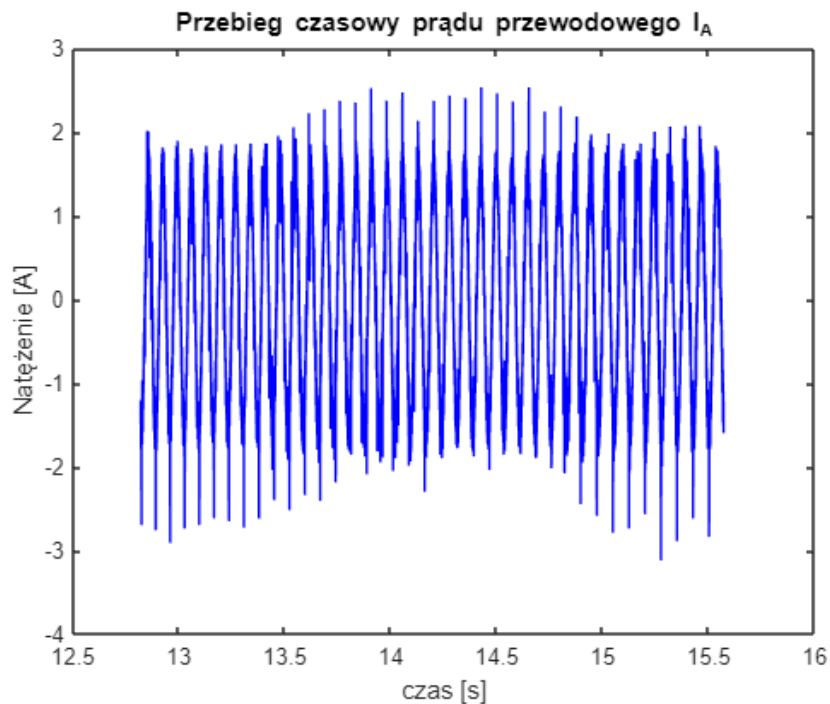
Rys. 7. Wzrost wartości prądu przewodowego I_A w chwili spadku prędkości obrotowej.



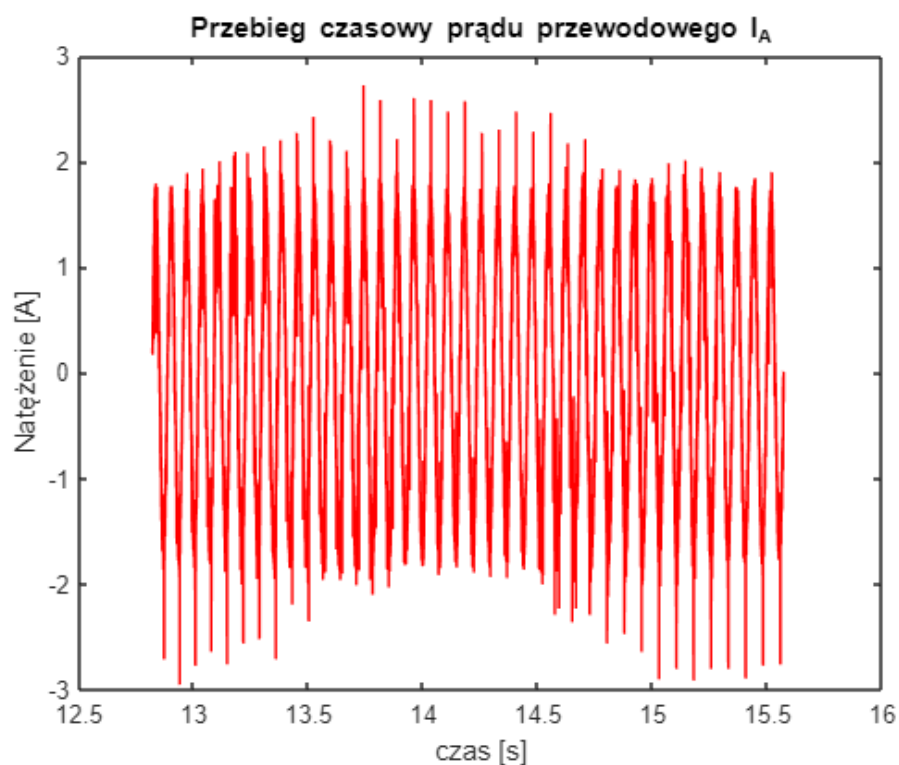
Rys. 8. Wzrost wartości prądu przewodowego I_C w chwili spadku prędkości obrotowej.

Współczynnik RMS w tym przedziale wartości prądu I_A wyniósł 1,48A, natomiast I_C 1,49A.

Pomiędzy spadkiem, a wzrostem prędkości widać nieznaczny wzrost wartości prądu przewodowego I_A oraz I_B .

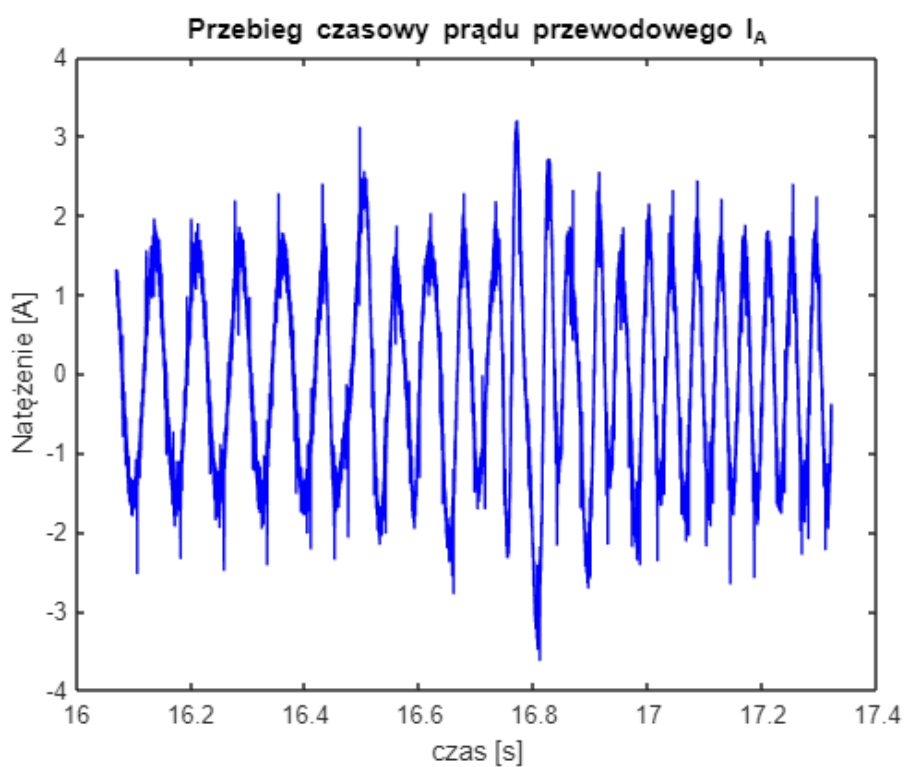


Rys. 9. Przebieg czasowy prądu I_A pomiędzy spadkiem, a wzrostem prędkości obrotowej.

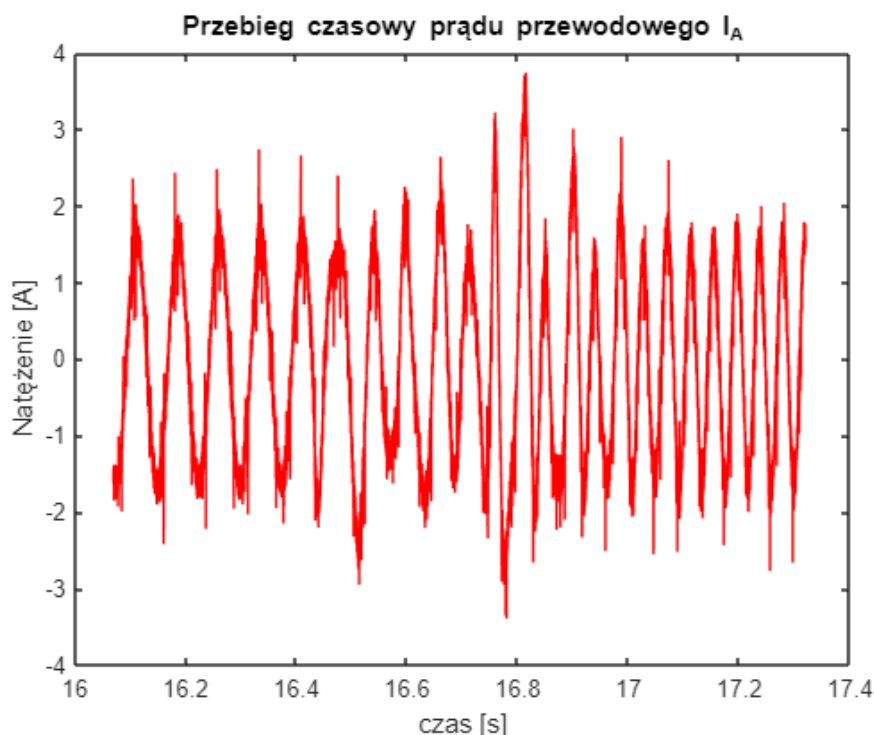


Rys. 10. Przebieg czasowy prądu I_C pomiędzy spadkiem, a wzrostem prędkości obrotowej.

Współczynnik RMS w tym przedziale wartości prądu I_A wyniósł 1,12A, natomiast I_C 1,14A.



Rys. 11. Wzrost wartości prądu przewodowego I_A w chwili wzrostu prędkości obrotowej.



Rys. 12. Wzrost wartości prądu przewodowego I_C w chwili wzrostu prędkości obrotowej.

Współczynnik RMS w tym przedziale wartości prądu I_A wyniósł 1,25A, natomiast I_C 1,27A. Natomiast na całym wykresie (zarówno przed zmianą prędkości, w trakcie jak i po) wartość ta oscylowała wokół 1,21A.

7. Wnioski z przeprowadzonego ćwiczenia.

Na ćwiczeniach zapoznaliśmy się dynamiką układu regulacji prędkości obrotowej silnika indukcyjnego zasilanego z przemiennika częstotliwości oraz z programem konfigującym falownik.

Sterowanie silnika indukcyjnego można robić na wiele różnych sposobów z pomocą przemiennika częstotliwości. Programując go podajemy wiele istotnych parametrów, przez co sterowanie prędkością silnika staje się bardzo dokładne. Wprowadzanie tych parametrów było czasochłonne. Nie obyło się bez problemów również tych technicznych przez co nie udało nam się zrealizować całości ćwiczenia.