Sterowanie częstotliwościowe wg. zasady U/f = const.

Program i sposób przeprowadzenia ćwiczenia

1. Przygotowanie zespołu obciążającego i układów pomiarowych.

1.1. Połączyć i uruchomić napęd z bezpośrednim zasilaniem silnika indukcyjnego z sieci (przez stycznik). Zespół obciążający powinien umożliwiać łatwe przechodzenie od biegu jałowego do stałego, biernego momentu oporowego (nastawy: U/n = n; P1=0; P2 = var; zezwolenie = 0 / 1). Do celów porównawczych zmierzyć i zanotować napięcie, prąd i prędkość silnika na biegu jałowym, przy zablokowanym przekształtniku zespołu obciążającego. Powtórzyć pomiary przy obciążeniach zbliżonych do znamionowego i do połowy znamionowego; zanotować odpowiednie wartości prądu obciążenia.

1.2. Przygotować przyrządy pomiaru składowej podstawowej prądu i napięcia silnika przy zasilaniu falownikowym (zmienna częstotliwość, znaczne odkształcenia). Do pomiaru wartości skutecznej napięć i prądów w takich warunkach nie należy używać tanich przyrządów przenośnych. Sygnały napięcia i prądu silnika doprowadzić do wejść karty oscyloskopowej lub oscyloskopu, w celu obserwacji kształtu przebiegów

2. Przygotowanie układu sterowania przekształtnikiem

2.1. Zapoznać się wstępnie ze skróconą instrukcja obsługi i programowania przekształtnika ; sprawdzić które parametry są istotne dla zadań wykonywanych w ćwiczeniu.

2.2. Ustawić parametry zgodnie z danymi znamionowymi silnika, w strukturze sterowania otwartego, skalarnego, bez kompensacji poślizgu i bez kompensacji I*R. Zakres nastawialnych częstotliwości ustawić na 0 Hz ... 70 Hz

3. Wyznaczanie charakterystyk statycznych napędu sterowanego według zasady U/f = const

3.1. Zmieniając częstotliwość zadaną f_{zad} od 65Hz do 0 co 5Hz, mierzyć napięcie, prąd i prędkość silnika. Dla każdej nastawionej częstotliwości dokonać pomiarów na biegu jałowym po czym obciążyć napęd momentem oporowym M_{op} bliskim wartości znamionowej. Obserwować reakcję napędu na skokową zmianę obciążenia. Obserwować napięcie (przed i za filtrem) oraz prąd silnika na oscyloskopie. Zanotować wartości ustalone napięcia, prądu i prędkości silnika oraz prądu obciążenia.

3.2. Przy częstotliwościach mniejszych od 10Hz zagęścić pomiary (co 2.5Hz) . Ustalić częstotliwość przy której napęd zatrzymuje się nie mogąc pokonać momentu obciążenia

3.3. (opcjonalnie) Powtórzyć pomiary dla nastawionego w zespole obciążającym momentu oporowego zbliżonego do połowy momentu znamionowego

4. Wyznaczanie charakterystyk napędu z kompensacją poślizgu i kompensacją spadku napięcia na rezystancjach stojana

4.1. Przy nastawionej częstotliwości około 40 Hz włączyć kompensację poślizgu i sprawdzić jej wpływ na spadek prędkości wywołany obciążeniem. Ustawić parametr odpowiedzialny za kompensację poślizgu tak, aby spadek prędkości wywołany obciążeniem znamionowym był bliski zera.

4.2. Nastawić częstotliwość zadaną ok 3Hz i sprawdzić czy silnik rusza – tak na biegu jałowym , jak i pod obciążeniem. Zwiększać parametr odpowiedzialny za kompensację spadku napięcia na rezystancji stojana tak, aby silnik ruszał pewnie. Zwrócić uwagę na prąd biegu jałowego po wprowadzeniu kompensacji I*R – nie powinien nadmiernie wzrosnąć w stosunku do prądu zmierzonego przy zasilaniu z sieci.

4.3. Po wprowadzeniu obu kompensacji powtórzyć pomiary opisane w punkcie 3

5. Wyznaczanie charakterystyk napędu z obniżaniem napięcia przy niedociążeniach

5.1. Włączyć parametr zmieniający charakterystyki U/f na „pompowo-wentylatorowe" (obniżenie napięcia przy małych obciążeniach).

5.2. Jeszcze raz powtórzyć pomiary opisane w punkcie 3.

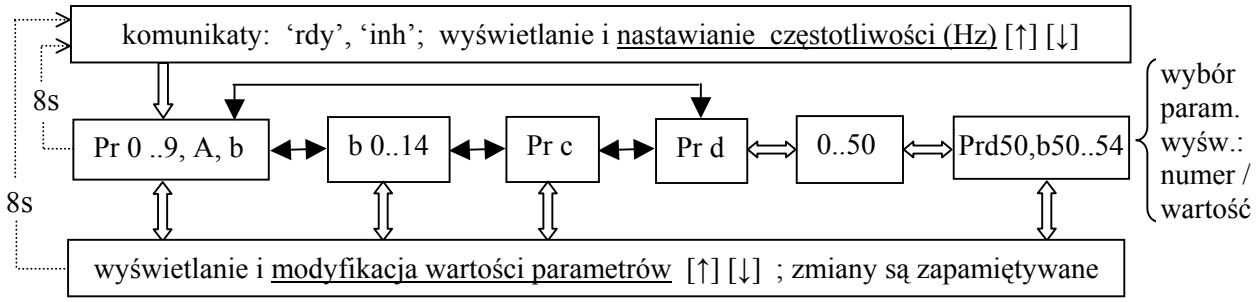
Zawartość sprawozdania

W sprawozdaniu należy między innymi:

- Zamieścić schemat układu pomiarowego oraz tabelki z nastawami parametrów przekształtnika, oraz wynikami pomiarów
- Wykreślić w funkcji częstotliwości zadanej charakterystyki napięcia, prądu i prędkości silnika dla każdej struktury regulacyjnej i każdego z obciążeń (bieg jałowy, $M_{op}=M_N$ i ew. $M_{op}=0.5M_N$). Ponadto dla każdej struktury regulacji wykreślić w funkcji częstotliwości zadanej charakterystyki spadku prędkości Δn wywołanego obciążeniem znamionowym.
- Zinterpretować i porównać wyznaczone charakterystyki; wyciągnąć wnioski.

Wybrane parametry przekształtnika Microverter

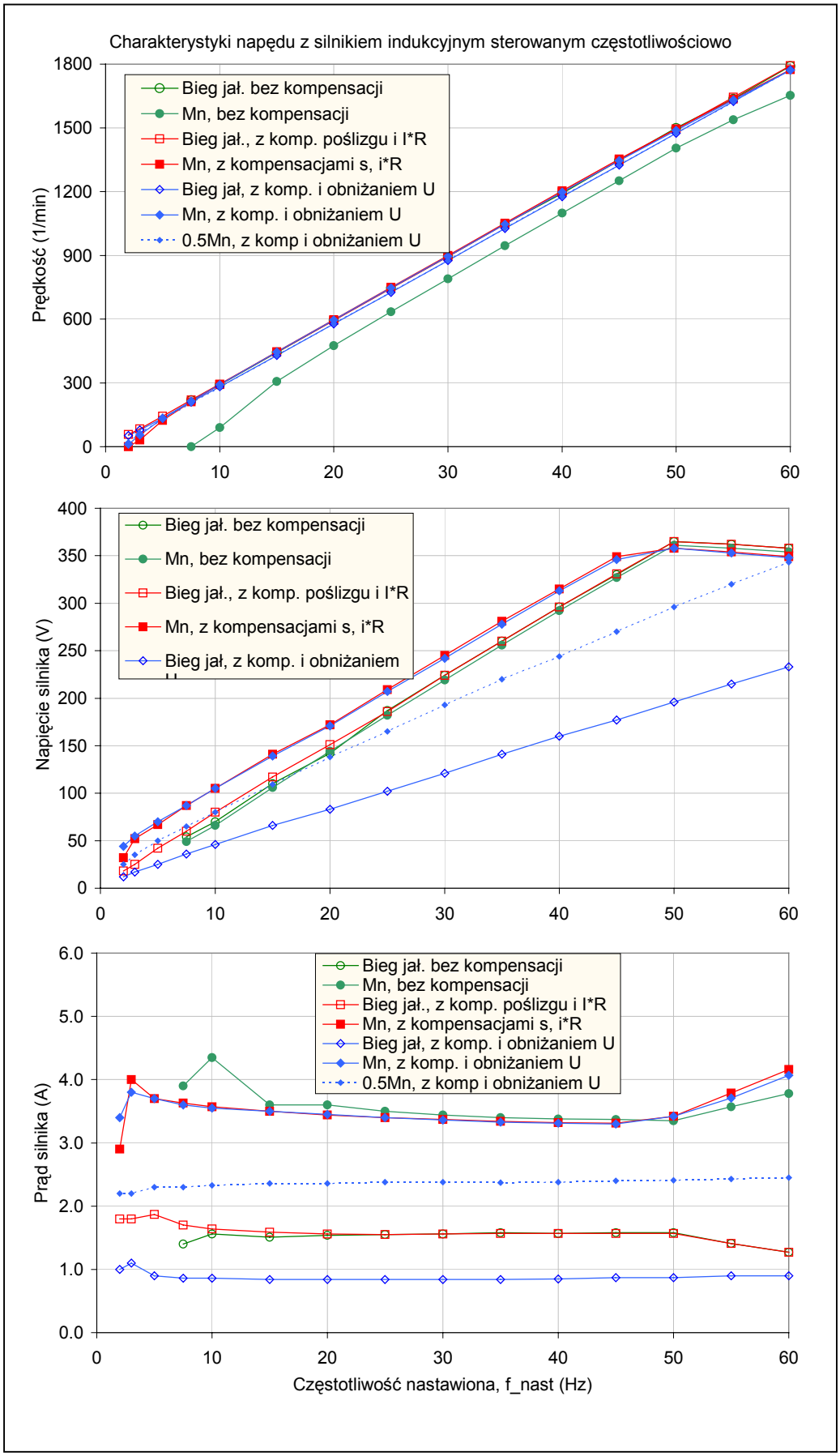
Parametr	Symbol lub nazwa	Zakres nastaw	Wartość początk.	Objaśnienia i uwagi
Pr 0	f_{min}	0 ... f_{max}	0 Hz	zakres nastawianych częstotliwości górna granica zależy od b14
Pr 1	f_{max}	f_{min} .. 120Hz	50 Hz	
Pr 2	$t_{rozruchu}$	0.2s ... 600s	5s	od f = 0 Hz do f = 120 Hz
Pr 3	$t_{hamowania}$	0.2s ... 600s	10s	od f = 120 Hz do f = 0 Hz
Pr 4	I_{max} (60s)	(Pr5).. 150%	150%	% prądu znamionowego przekształtnika I_{PN}
Pr 5	I_N (silnika)	10 ... 105%	100%	j. w.
Pr 6	komp. I*R	0 .. 25.5%	5.1% U_N	rodzaj kompensacji zależny od b3
Pr 7	komp.poślizg	0 .. 5 Hz	0 Hz	$[Pr7] = 100*(n_{syn}-n_N)/n_{syn}$
Pr 8	$I_{hamowaniaDC}$	40 .. 150 %	120%	aktywacja hamowania DC przez b2=1
b 2 b 7	hamowanie i zatrzymyw.	00 ... 11	00	00: rampa korygowana regulatorem U_{DC} 01: wybieg, 10: prąd stały, 11: bez korekcji
b 3	komp. I*R	0:dyn 1:stat	0	0: zależna od obciążenia 1: niezależna
b 4	bip / uni	0:bip 1:uni	1	dwu- lub jednokierunkowe wirowanie
b 8	wyświetlanie	0: f_{nast} 1: I_{cz}	0	$f_{nastawiona}$ (Hz) lub prąd czynny (% I_{PN})
b 9	zadawanie f	0:panel 1:zac.	1	po resecie konieczna zmiana z 1 na 0
b 13	reset param.	0:bz. 1:reset	0	1 – przywraca parametry początkowe
b 14	f_{mod}, f_{zakres}	2.9 , 5.9 kHz 120..480 Hz	2.9 , 120	częstotliwość przełączeń w falowniku oraz zakres częstotliwości wyjściowych
Pr c	$f_{zmiany\ strefy}$	7.5 .. 120 Hz	50 Hz	granica między U/f=const a U=const
Pr10..12 Pr13..15	$f_{zabronione}$ szer. pasma	Pr 0 ... Pr 1 ±0.5... 10 Hz	0 Hz ±0.5Hz	0 Hz oznacza dezaktywację parametru; charakterystyka nie ma histerezy
b 51	ster z panelu	0: wył 1: zał	0	1: zmiana kierunku możliwa z panelu ster.
b 54	obniżanie U	0:wył 1: zał	0	1: obniżanie napięcia (pompy,wentylatory)



(↔ : naciśnięcie klawiszy [↑] [↓] ; ⇩ ⇧ : naciśnięcie klawisza [mode])

Wybrane parametry przekształtnika UNIDRIVE (Menu 0, otwarta pętla)

Para-metr	Symbol lub na-zwa	Zakres nastaw	Wartość początk.	Objaśnienia i uwagi
0.01	f_{min}	0 ... f_{max}	0 Hz	zakres nastawianych częstotliwości (f_{min} nieistotne dla pracy 2-kierunkowej)
0.02	f_{max}	f_{min} 500Hz	50 Hz	
0.03	$t_{rozruchu}$	0 .. 3200 s	5	od f = 0 Hz do f = 100 Hz
0.04	$t_{hamowania}$	0 .. 3200 s	10s	od f = 100 Hz do f = 0 Hz
0.05	zadawanie	0 ... 5	1	1: we an.1, 2: we an.2, 3:reset 4: panel
0.06	I_{czynny_max} (60s)	0 .. 150%	150% I_{NP}	I_{NP} - prąd znamionowy przekształtnika
0.07	tryb reg. U	Fd, Ur,Ur_I, ..	Ur_I	Fd: U/f ; Ur,Ur_S,Ur_I: wektorowo
0.08	kompens. I*R	0 ... 25 %	3% U_N	istotne tylko dla 0.07 = Fd
0.09	obniżanie U	0 ... 1	0	0: U/f, 1: obniżanie U przy b. jałowym
0.10	oszacowanie n	-6000..6000	obr/min	nie uwzględnia poślizgu !
0.11	f_{nast} przed rampą	$-f_{max}$ .. $+f_{max}$	(Hz)	wartość nastawiona częstotliwości
0.12	f_{ref} za rampą	$-f_{max}$ .. $+f_{max}$	(Hz)	częstotliwość odniesienia
0.13	prąd czynny I_{cz}	0 .... I_{PN}(A)	0	w I strefie M(Nm) jest prop. do I_{cz}(A)
0.15	tryb hamowania	Stnd.Hd,FASt	Stnd.Ct	Ct: korekcja rampy regulatorem U_{DC}
0.16	tryb zatrzym.	COASt,rP,dcI	rP	rP: f=0Hz przez 1s, dcI: prąd stały
0.17	f / M	0 ... 1	0	regulacja: 0-częstotliw., 1-momentu
0.18	zadajnik S	0 ... 1	0	1: włącza ograniczanie zrywu
0.19	czas S	0 .. 3000	3.1	(s^2/1000 obr/min) czas stałego zrywu
0.38	wyświetlacz	0.00 .. 0.50	0.10	parametr wyśw. po załączeniu zasilania
0.40	autotuning	0 .. 1	1	automatyczny pomiar L na b. jałowym
0.41	f_{mod}	3, 4.5, 6, 9, 12	3 kHz	częstotliwość łączeń falownika
0.42	l. biegunów	2-24	4	liczba biegunów silnika
0.43	cos fi	0 .. 1	0.85	znamionowy współczynnik mocy silnika
0.44	U_N	0 – 480	400V	znamionowe napięcie silnika
0.45	n_N	0 .. 60000	0/1450	0:wyłącza kompensację poślizgu
0.46	I_N	0 .. I_{PN}	I_{PN}(A)	znamionowy prąd silnika
0.47	f_N	0 .. 1000 Hz	50 Hz	znamionowa częstotliwość silnika
0.48	tryb pracy	CL.VECt,Ser	OPEN.LP	OPEN.LP-pętla otwarta (bez pomiaru n)
5.01	f		(Hz)	bieżąca częstotliwość napięcia
5.02	U		(V)	bieżąca wartość napięcia silnika
5.03	P		(kW)	bieżąca wartość mocy silnika


Charakterystyki napędu z silnikiem indukcyjnym sterowanym częstotliwościowo
Prędkość (1/min)
Bieg jał. bez kompensacji
Mn, bez kompensacji
Bieg jał., z komp. poślizgu i I*R
Mn, z kompensacjami s, i*R
Bieg jał, z komp. i obniżaniem U
Mn, z komp. i obniżaniem U
0.5Mn, z komp i obniżaniem U
Napięcie silnika (V)
Bieg jał. bez kompensacji
Mn, bez kompensacji
Bieg jał., z komp. poślizgu i I*R
Mn, z kompensacjami s, i*R
Bieg jał, z komp. i obniżaniem
Prąd silnika (A)
Bieg jał. bez kompensacji
Mn, bez kompensacji
Bieg jał., z komp. poślizgu i I*R
Mn, z kompensacjami s, i*R
Bieg jał, z komp. i obniżaniem U
Mn, z komp. i obniżaniem U
0.5Mn, z komp i obniżaniem U
Częstotliwość nastawiona, f_nast (Hz)