

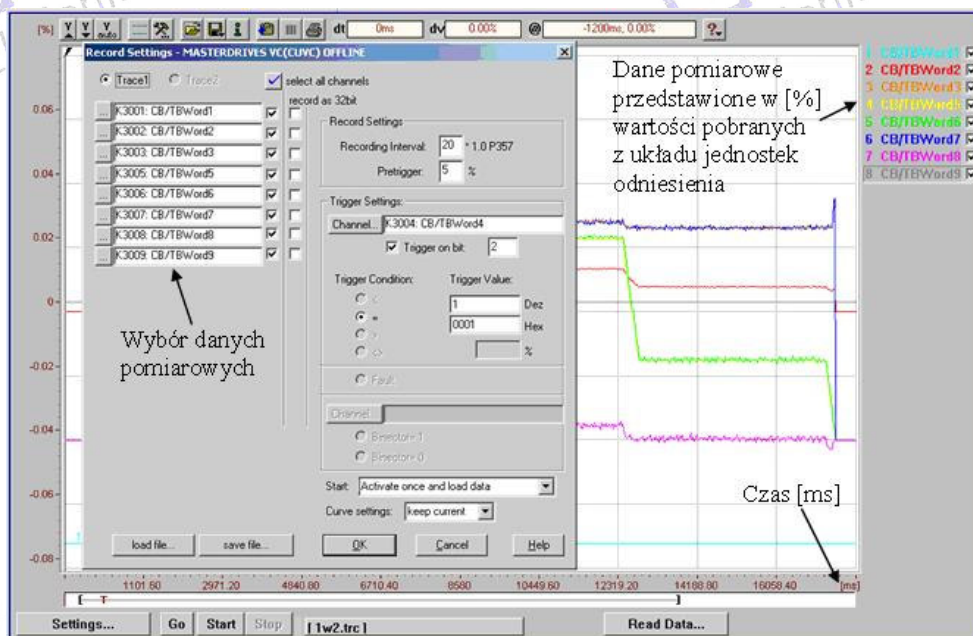
Artykuł został wydrukowany Technice Zagranicznej Maszyny Technologie Materiały w numerze 02/2006 poświęconym rozwiązaniom firmy SIEMENS

## Diagnostyka napędów w sieci PROFIBUS

Zastosowanie sieci PROFIBUS oraz szybkiej komunikacji cyklicznej w układach sterowania jest już obecnie powszechnie znane, [2], [7]. Prędkości transmisji rzędu 12 Mb/s pozwalają sterować prawie w czasie rzeczywistym. Z tego względu, tak duże prędkości dają też możliwość analizy i rejestracji stanów dynamicznych w tych węzłach sieci, które były dotychczas niedostępne. Wyniki osiągnięte przez autorów zachęcają do zastosowania sieci PROFIBUS także i w tym celu.

### 1. Uruchamianie nowoczesnych układów napędowych

Sieć PROFIBUS jest obecna w większości nowoczesnych układów sterowania. Z tego powodu urządzenia w nich stosowane posiadają interfejs tej sieci w standardzie lub też w formie dodatkowego modułu. Przekształtniki SIMOVERT MASTERDRIVES [5] (nazywane napędami inżynierskimi) mają mocno rozbudowane funkcje diagnostyczne, dzięki którym są niezastąpione w rozwiązaniach specjalizowanych czy nietypowych, gdzie konieczny jest wkład własny w postaci twórczej pracy intelektualnej. Oprogramowanie DriveMonitor (program bezpłatny – dostarczany razem z przekształtnikiem) wspomaga procedury uruchomienia i stanowi rozbudowany graficzny interfejs pozwalający na podgląd pracy napędu zarówno w trybie on-line jak i konfigurację off-line. Dużą pomocą dla użytkownika, szczególnie przydatną w trakcie uruchamiania jest rejestrator przebiegów elektromechanicznych – Trace, stanowiący integralną część napędu. Przy zastosowaniu techniki BICO (opracowana przez firmę SIEMENS technika binektorowo-konektorowa do wymiany danych i sygnałów), moduł Trace pozwala na rejestrację, zapis i graficzną prezentację wybranych przebiegów sygnałów (w programie DriveMonitor) w formie wykresu mierzonych wielkości jako np. wartości procentowe z układu odniesienia parametrów przekształtnika w funkcji czasu – Rys. 1.



**Rys. 1 Wybór sygnałów i ustawienia rejestratora Trace w SIMOVERT MASTREDRIVES CUVC przy wykorzystaniu oprogramowania narzędziowego DriveMonitor**

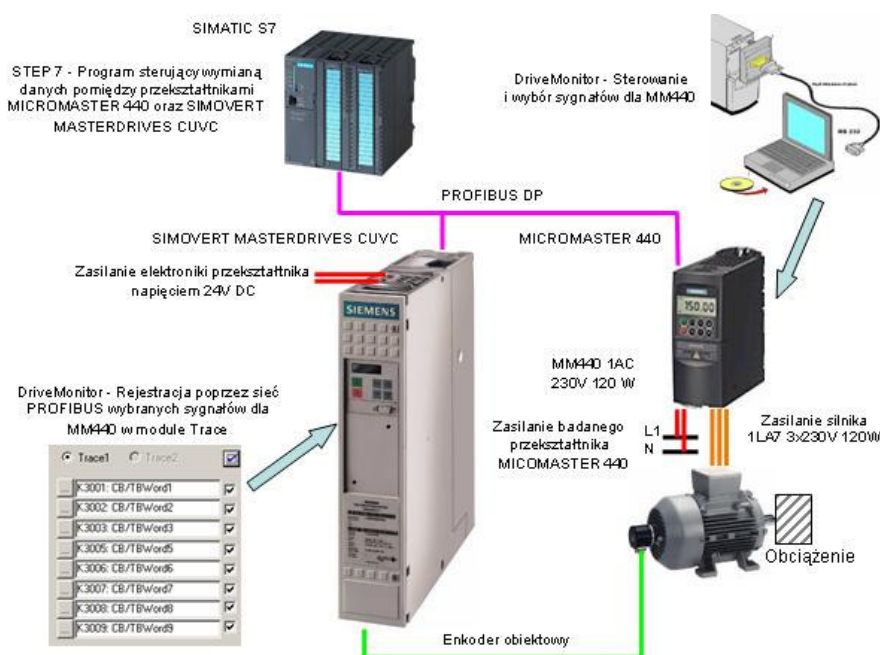
Wybrane sygnały to sygnały konektorowe (sygnały cyfrowe K 16-bit lub KK 32-bit), które mogą pochodzić zarówno ze struktury wewnętrznej wybranego algorytmu sterowania pracą przekształtnika lub jako dane PZD (dane procesowe) mogą być dostarczane z dowolnego węzła sieci PROFIBUS. Użytkownik określa czas próbkowania oraz czas wykonywania pomiarów, gdzie najkrótszy czas dyskretyzacji wynika z



bazowego czasu próbkowania karty sterującej pracą przekształtnika. Domyślnie czas ten wynosi  $t_p=1.2$  ms. Komunikacja pomiędzy komputerem a przekształtnikiem jest realizowana w zależności od zastosowanego interfejsu poprzez sieć PROFIBUS lub za pomocą komunikacji szeregowej USS z łączem RS232/RS485. Oprogramowanie DriverMonitor pozwala nie tylko na wizualizację wyników w postaci wykresów czasowych, daje także możliwości ich bezpośredniej archiwizacji. Jakże istotną wiedzą dla uruchamiającego są przebiegi prędkości, momentu, prądu czy położenia sterowanego wału maszyny w czasie pracy napędu, zwłaszcza w stanach dynamicznych i aplikacjach specjalizowanych. Na podstawie tej wiedzy można optymalizować np. regulator prędkości, prądu, położenia, co pozwoli na realizację określonych zadań z możliwie najlepszym wykorzystaniem napędu. W ofercie firmy SIEMENS znajdują się także napędy standardowe jak seria MICROMASTER [4], które posiadają technikę BICO, szereg rozbudowanych algorytmów sterowania, zaawansowane metody identyfikacji obiektowej, jednak nie posiadają tak rozbudowanego modułu kontrolnego jak rejestrator Trace w SIMOVERT MASTERDRIVES. W ten sposób komfort pracy użytkownika uruchamiającego napęd MICROMASTER jest mocno zaniżony, a w przypadku trudności ruchowych nie ma możliwości oceny i dokonania badań stanów dynamicznych. Autorzy niniejszego artykułu, wychodząc naprzeciw potrzebom użytkowników, postanowili zaproponować metodę wykonania badań i analizy przebiegów sygnałów pochodzących zarówno z wewnętrznej struktury sterowania badanego napędu MICROMASTER 440 oraz z dowolnego węzła sieci PROFIBUS.

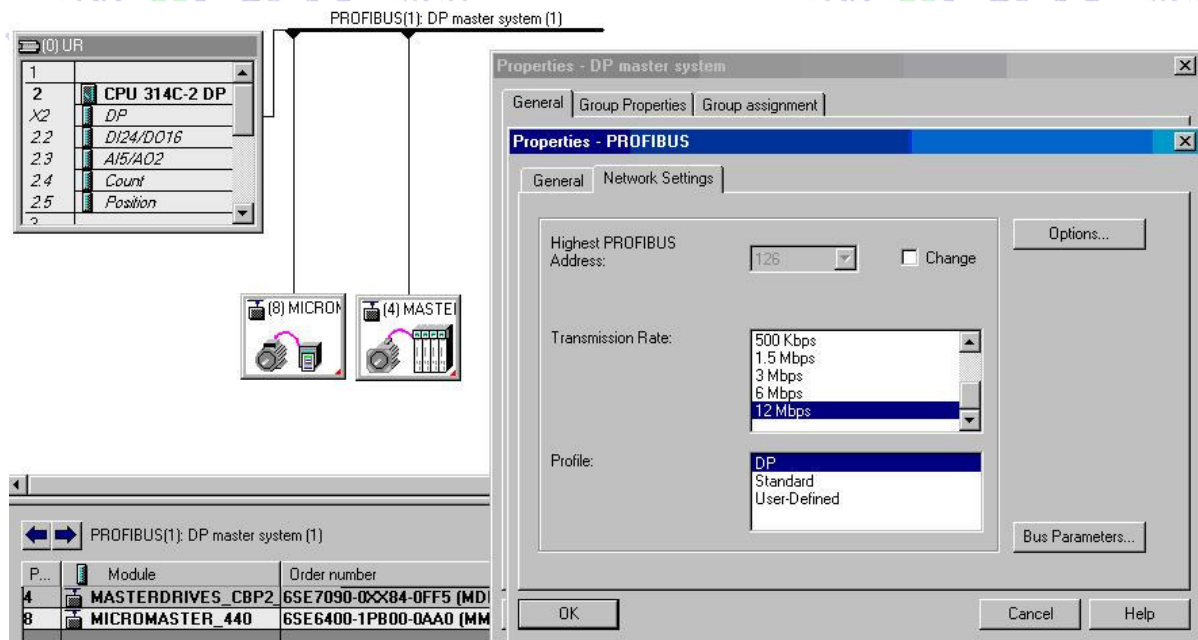
## 2. Konfiguracja sieci i rejestracja stanów dynamicznych napędów

Rejestrowane sygnały są przebiegami w funkcji czasu, a do pomiarów wykorzystano moduł Trace w napędzie SIMOVERT MASTERDRIVES CUVC oraz szybką transmisję danych poprzez sieć PROFIBUS. Należy zaznaczyć, że ze względu na krótkie czasy próbkowania i wymiany danych, uzyskane przebiegi z badań stanów dynamicznych pozwalają na poprawną interpretację zachodzących zjawisk. Do celów badawczych powstało stanowisko złożone z badanego przekształtnika MICROMASTER 440 (z modułami: USS, PROFIBUS) sterującego silnikiem indukcyjnym serii 1LA – Rys. 2, oraz sterownika SIMATIC S7-314 2DP komunikującego się z napędami poprzez sieć PROFIBUS. Do analizy przebiegów zastosowano moduł Trace z napędu SIMOVERT MASTERDRIVES CUVC z kartami CUVC (sterująca) i CBP2 (PROFIBUS). Dodatkowo zastosowano enkoder obiektowy, który został dołączony do wejścia enkoderowego karty CUVC SIMOVERT MASTERDRIVES.



Rys. 2 Stanowisko pomiarowe do badań i rejestracji wybranych przebiegów przekształtnika MICROMASTER 440

W tej konfiguracji przekształtnik SIMOVERT nie wymaga podłączenia sieci zasilającej i silnika. Jest wykorzystywany tylko jako element sieci PROFIBUS z wbudowaną możliwością rejestracji przebiegów i posiada zasiloną elektronikę sterującą napięciem 24V DC. Zatem pełni tylko funkcję rejestratora z łącznym czasem próbkowania rzędu pojedynczych milisekund (czas próbkowania napędu i wymiany danych poprzez sieć). Na Rys. 3 przedstawiono konfigurację sieci PROFIBUS i elementy projektu hardware stworzonego w programie STEP 7.



**Rys. 3 Konfiguracja projektu w STEP 7**

Sterownik PLC wysyła do napędów po dwa słowa: słowo sterujące i prędkość zadana. Natomiast odbiera dwa słowa z napędu SIMOVERT MASTERDRIVES i osiem słów z napędu MICROMASTER. Słowa odbierane z napędu SIMOVERT MASTERDRIVES są dla nas mało istotne. Wszystkie interesujące nas informacje znajdują się w napędzie MICROMASTER. Musimy zatem tak skonfigurować ten napęd, aby siecią PROFIBUS były wysyłane żądane sygnały do sterownika PLC – Rys. 4.

P No.	Name	Ind	Index text	Parameter value	Dim
P2051	Ci: PZD to CB	-	000	Transmitted word 0	0:0
			001	Transmitted word 1	61:0
			002	Transmitted word 2	66:0
			003	Transmitted word 3	52:0
			004	Transmitted word 4	72:0
			005	Transmitted word 5	68:0
			006	Transmitted word 6	69:0
			007	Transmitted word 7	80:0

K 61 CO: Act. rotor speed  
K 66 CO: Act. output frequency  
K 52 CO/BO: Act. status word 1  
K 72 CO: Act. output voltage  
K 68 CO: Act. output current  
K 69 CO: Act. phase currents  
K 80 CO: Act. torque

**Rys. 4 Wybór sygnałów wysyłanych z napędu MICROMASTER do sterownika SIMATIC S7**

Wysyłane dane przez napęd MICROMASTER są przechwytywane przez SIMOVERT MASTERDRIVES wykorzystując transmisję SLAVE-to-SLAVE. W ten sposób MASTERDRIVES odczytuje cyklicznie siedem wysyłanych słów z napędu MICROMASTER – Rys. 5.



The screenshot displays two 'DP Slave Properties' windows. On the left, a tree view shows a 'UR' rack with slots 1-5 containing a CPU 314C-2 DP, DP module, DI24/DO16, AI5/AO2, and Count module. The main area shows two slave configuration tables:

S	In local slave	PROFIBUS partner
Type	Addr...	Type DP ... I/O... P Length
4	no PKWV	
5	Setpoint	PCD 1 Output 2 300 - 2
6	Actual value	PCD 1 Input 2 300 - 8
7		

S	In local slave	PROFIBUS partner
Type	Addr...	Type DP ... I/O... P Length Unit
4	no PKWV	
5	Actual value	PCD 1 Input 2 256 - 2 Word
6	Setpoint	PCD 1 Output 2 256 - 1 Word
7	Setpoint	PCD 2 Peer-to-peer traffic 8 302 - 7 Word
8		

**Rys. 5 Konfiguracja wymiany danych w sieci PROFIBUS**

Wysyłane dane po odbiorze przez bufor karty CUVC SIMOVERT MASTERDRIVES mogą zostać zapisane w rejestratorze Trace. Sygnałem inicjującym rejestrację może być bit słowa statusowego napędu MICROMASTER (bit ten jest także odbierany przez rejestrator) lub dowolny bit wysłany siecią PROFIBUS przez sterownik SIMATIC S7. Transmisja z prędkością 12 Mb/s pozwala uzyskać takt rejestracji w czasie mniejszym niż 4 ms – Rys. 6.

The screenshot shows the 'Bus Parameters' dialog box for PROFIBUS DP. The 'Turn on cyclic distribution of the bus parameters' checkbox is checked. The following parameters are visible:

Parameter	Value	Unit	Equivalent Value	Unit
Tslot_Init	1000	t_bit	Tslot	1000 t_bit
Max.Tsdr	800	t_bit	Tid2	800 t_bit
Min.Tsdr	11	t_bit	Trdy	11 t_bit
Tset	16	t_bit	Tid1	76 t_bit
Tqui	9	t_bit	Ttr	44687 t_bit
			=	3.7 ms
Gap Factor	10		Ttr typically	5084 t_bit
			=	0.4 ms
Retry limit	4		Watchdog	157020 t_bit
			=	13.1 ms

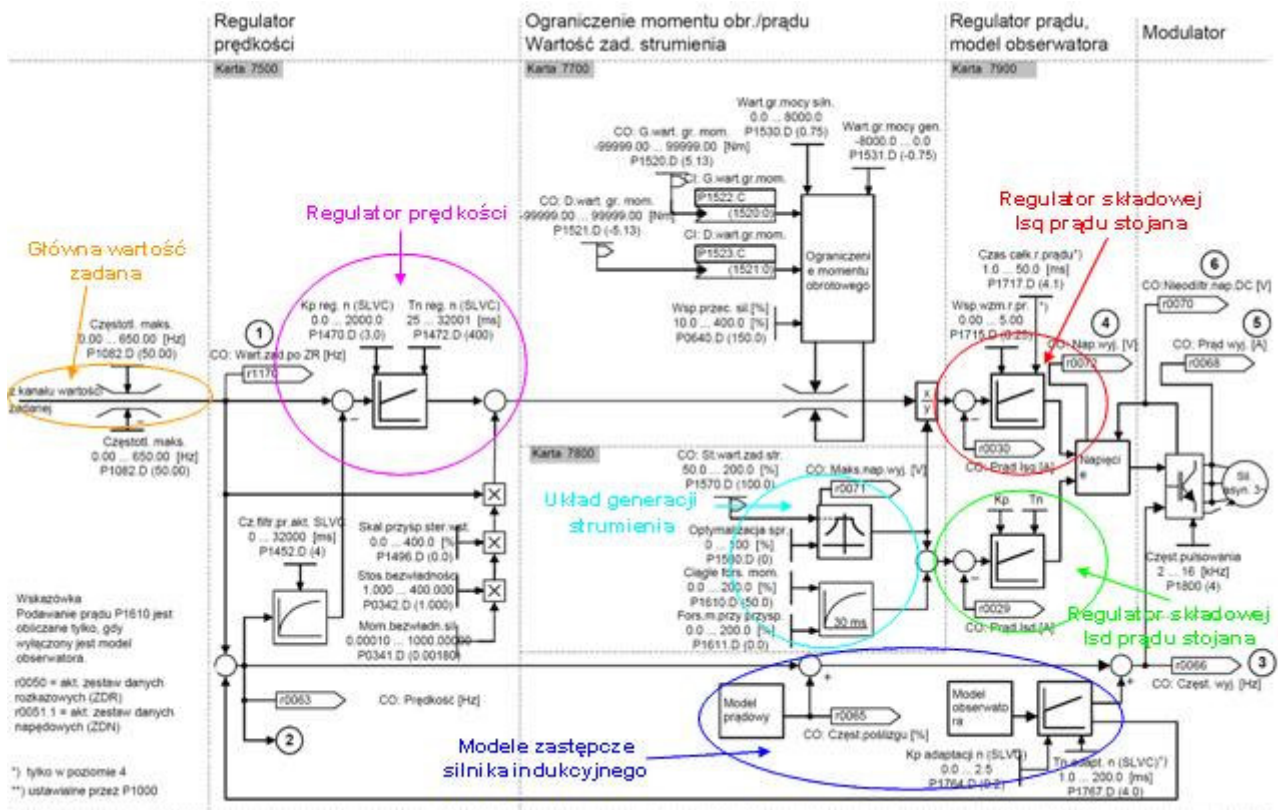
**Rys. 6 Parametry sieci PROFIBUS przy wymianie danych pomiędzy napędami**

W właściwościach magistrali, w zakładce „parametry magistrali”, można dokładnie odczytać maksymalny czas taktu sieci PROFIBUS:  $T_{tr} = 3.7$  ms. Chwilowo wartość ta może wynosić nawet:  $T_{tr} = 0.4$  ms. Autorzy celowo zrezygnowali z komunikacji ze stałym taktom zegarowym, ponieważ wówczas czas ten uległby wydłużeniu. Bowiem w rozważanym przypadku o czasie zapisu próbki pomiarowej decyduje rejestrator Trace w karcie CUVC napędu SIMOVERT.



### 3. Algorytmy sterowania a przebiegi dynamiczne napędów standardowych

Układy napędowe z silnikiem indukcyjnym klatkowym, obecnie szeroko stosowane w rozwiązaniach przemysłowych, pracują często w zmieniających się warunkach dotyczących zarówno zasilania jak i obciążenia. Układom tym stawia się coraz większe wymagania techniczne dotyczące głównie dynamiki oraz sprawności całego układu napędowego. Zatem na etapie projektowania należy już uwzględnić ich właściwości ruchowe. Precyzując można stwierdzić, że możliwości sterowania i regulacji pracą silnika indukcyjnego w układzie napędowym silnie zależą od zastosowania opracowanych algorytmów jego sterowania w programie nadzorującym pracę przekształtnika – Rys. 7. Należy przypomnieć, że tradycyjne sterowanie silników zawierało układy analogowe, łatwe do zainstalowania i względnie niedrogie. Układy te posiadały szereg wad, jak negatywny wpływ naturalnego starzenia się oraz niekorzystny wpływ temperatury, które to zjawiska powodowały zmiany właściwości urządzeń i wymuszały konieczność regularnego dostosowania i doboru nastaw np. regulatorów celem zwiększenia pewności pracy i niezawodności systemu sterowania. Zastosowanie układów analogowych było także dość trudne do realizacji w docelowym projekcie sprzętowym.

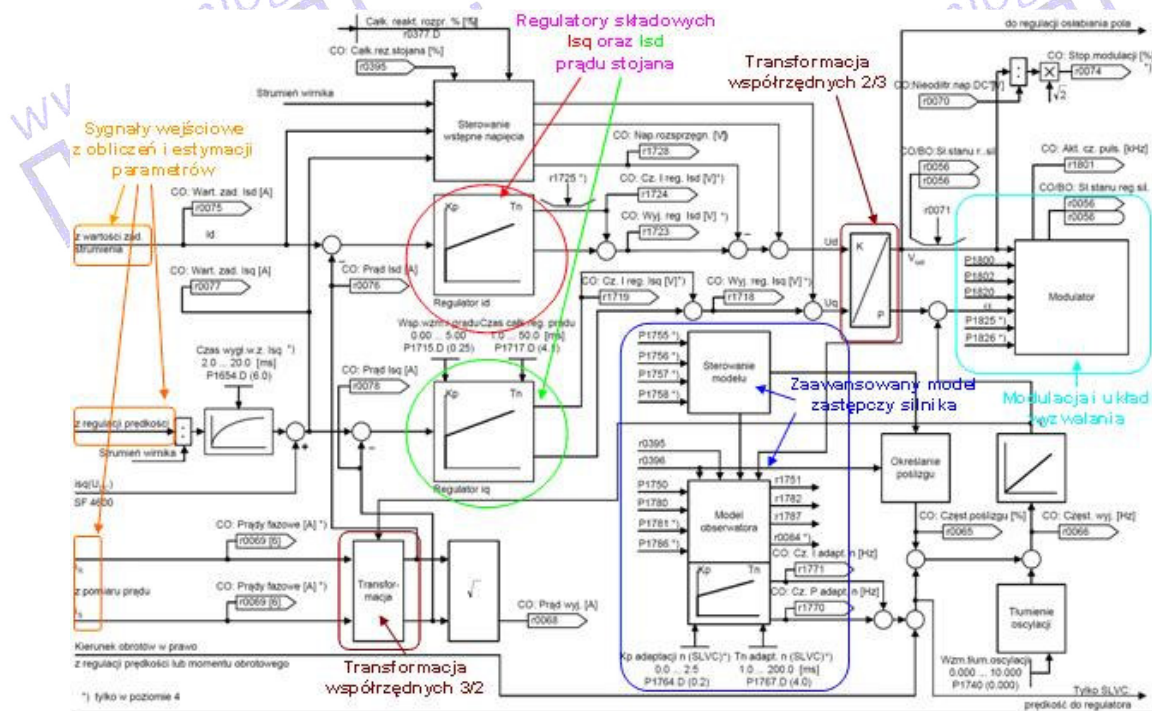


**Rys. 7. Schemat blokowy bezczujnikowego algorytmu sterowania silnikiem indukcyjnym**

Wszechobecna i szeroko rozpowszechniona technika cyfrowa oferuje znaczne ulepszenia w stosunku do projektów analogowych, a funkcje wykonywane cyfrowo dają dużą możliwość rozbudowy algorytmów sterowania i kontroli oraz zapewniają łatwą aktualizację oprogramowania. Natomiast przeznaczone do zastosowań przemysłowych Cyfrowe Procesory Sygnałowe (ang. DSP) posiadają najwyższy poziom integracji układów scalonych (procesor, pamięć, przetwornik analogowo-cyfrowy w jednym układzie scalonym). Pozwala to na redukcję kosztów przy budowie układów sterowania i algorytmów oraz dostarcza projektantom rezerw mocy obliczeniowych. Zastosowanie procesorów sygnałowych umożliwia realizację bardzo zaawansowanych i precyzyjnych algorytmów sterowania obliczanych w czasie rzeczywistym oraz daje możliwość regulacji i kontroli (prądu, momentu) bez użycia czujnika prędkości. Powyższe możliwości pozwalają zmniejszyć liczbę zastosowanych składników oraz umożliwiają zoptymalizowanie projektu



układowego. Dodatkowo, zastosowanie do budowy układów falowników tranzystorów IGBT powoduje, że budowane w oparciu o te układy przemienniki częstotliwości służące do zasilania i sterowania silników prądu przemiennego charakteryzują się dużą niezawodnością działania. Jest to możliwe dzięki użyciu coraz to lepszych sterowanych elementów półprzewodnikowych oraz szybkich układów regulacji.



**Rys. 8. Schemat szczegółowy wewnętrznej struktury beczujnikowego algorytmu sterowania**

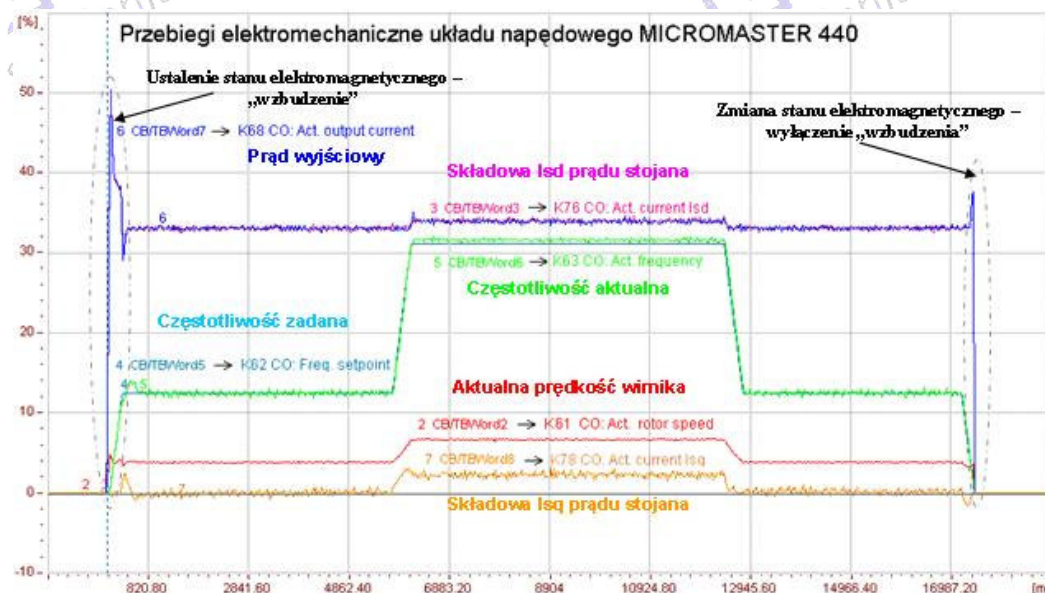
W układzie sterowania układu napędowego zasilanego z przekształtnika pracującego według wybranego algorytmu sterowania, można wyróżnić następujące elementy i bloki funkcyjne (Rys. 8): regulatory składowych prądu stojana, modele zastępcze podłączonego silnika, regulator sem., układ modulacji impulsów, układy do transformacji współrzędnych dla sterowanych wielkości. Na poziomie regulacji prądów i napięć są uwzględniane przebiegi w czasie, przesunięcia fazowe i częstotliwości. Na poziomie przełączeń kluczy tranzystorowych, wielkości wyjściowe z regulatorów prądu i napięcia przetworzone zostają na sygnały bezpośrednio sterujące przekształtnikiem. Układ sterowania jest układem zamkniętym, w którym są kolejno wykorzystywane sygnały uchybu regulatora prędkości i regulatorów składowych prądu stojana. Minimalizując wartość uchybu można uzyskać odtworzenie wielkości zadanej. W większości układów napędowych sterowanie sprowadza się do nastawiania i stabilizacji prędkości obrotowej. Dla tak opracowanych algorytmów w maszynach prądu przemiennego konieczna jest kontrola napięć i prądów w trzech fazach uwzględniająca współzależności fazowe, co jest realizowane przez zastosowanie pomiaru bezpośredniego, transformacji współrzędnych i metody orientacji wektora pola regulowanych wielkości w układzie odniesionym do przestrzennego układu trójfazowego. Zmierzone wartości są następnie dostarczane do modelu silnika, gdzie odbywa się obliczenie wewnętrznych sygnałów sprzężeń zwrotnych. Podstawowe dane dotyczące zastosowanego silnika są dostarczane podczas procesu uruchomieniowego, [3]. W tak zwanym „biegu identyfikacyjnym” są wyznaczane takie parametry jak rezystancje i indukcyjności schematu zastępczego oraz prąd magnesujący. Należy pamiętać, że silnik indukcyjny jest obiektem nieliniowym, wielowymiarowym z występującymi w nim sprzężeniami sygnałów sterujących z wewnętrznymi sygnałami regulowanymi, takimi jak strumienie skojarzone czy moment elektromagnetyczny. Trudności w sterowaniu takim obiektem udało się przezwyciężyć dzięki wykorzystaniu do opisu dynamiki silnika indukcyjnego metody wektorów przestrzennych w odpowiednio wybranym układzie współrzędnych. Sterowanie polegające na oddziaływaniu na wzajemne położenie wektorów przestrzennych w wirującym układzie współrzędnych przyjęło się określać, jako sterowanie wektorowe (Vector Control), [1], [6]. Metoda



sterowania wektorowego wymaga rozwiązania dynamicznych równań modelu silnika indukcyjnego i powrotu do chwilowych wartości prądów i napięć celem obliczenia i wysterowania tych zmiennych. Wygodną zmienną zapewniającą regulację momentu maszyny asynchronicznej jest wektor prądu stojana regulowany w układzie dwufazowym poprzez zmianę składowych prądu stojana: składowej  $I_{sd}$  i składowej  $I_{sq}$  – Rys. 8. Upraszczając można stwierdzić, że składowa  $I_{sd}$  odpowiada za strumień silnika, a składowa  $I_{sq}$  odpowiada za rozwijany przez silnik moment elektromagnetyczny. Prądy wirnika nie mogą być mierzone w silniku klatkowym w sposób bezpośredni, zatem są one zastępowane równoważnymi prądami składowymi w wybranym układzie współrzędnych dwufazowych np. d,q. Metoda sterowania polowo zorientowanego pozwala na określanie składowej  $I_{sd}$  wektora prądu stojana, a przez to sterowanie strumieniem. Przedstawiony sposób opisu zamienia silnik indukcyjny AC w maszynę bardzo podobną do silnika prądu stałego, w którym składowa prądu  $I_{sd}$  odpowiada za generację strumienia głównego silnika DC a składowa prądu stojana  $I_{sq}$  reprezentuje prąd twornika. Opisany model wymaga natomiast kontroli kątów fazowych w maszynie do celu synchronizacji impulsów sterujących częstotliwością przemiennika z przebiegiem strumienia wirującego. Synchronizacja ta może być realizowana różnie, zależnie od tego jakie wielkości są bezpośrednio mierzone w maszynie i jakie są wymagania odnośnie do właściwości dynamicznych i statycznych napędu. Jest jednak rzeczą charakterystyczną, że układ sterowania falownika wraz z przemiennikiem częstotliwości odgrywa rolę taką, jak komutator w maszynie prądu stałego, tzn. przełącza prąd maszyny, tak aby spełnić warunek orientacji pola. Z tego względu w technice napędowej, w odniesieniu do silników synchronicznych z magnesami trwałymi, często operuje się pojęciem: silnik prądu stałego z komutacją elektroniczną.

#### 4. Wyniki badań dynamicznych otrzymanych poprzez komunikację S7 – PROFIBUS - NAPIĘD

Przebieg procesu rozruchu silnika przy sterowaniu polowo-zorientowanym realizowany przez MICROMASTER 440 możemy podzielić na dwa etapy: pierwszy – ustalanie stanu elektromagnetycznego - wzbudzenie silnika (generacja tylko składowej  $I_{sd}$  prądu stojana) oraz drugi – rozruch (generacja składowej  $I_{sq}$  po uzyskaniu ustalonej wartości składowej  $I_{sd}$ ) – Rys. 9 i Rys. 10.

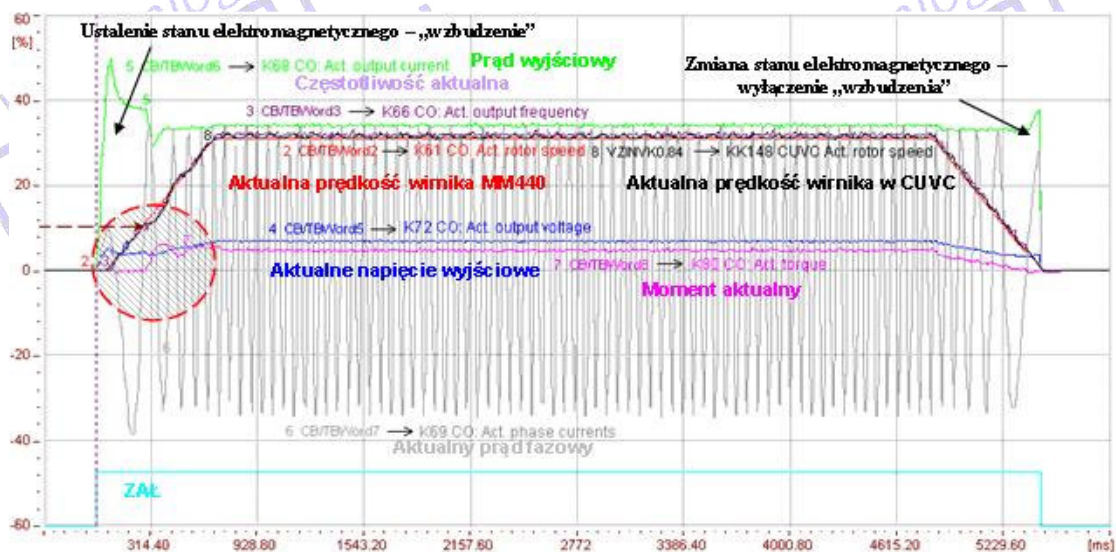


**Rys. 9** Rejestracja przebiegów przejściowych podczas cyklu pracy silnika indukcyjnego o mocy  $P=120W$  zasilanego z przekształtnika MICROMASTER 440

W etapie wzbudzania maszyny, koniecznym jest wytworzenie odpowiedniego strumienia w silniku. Układ dokonuje tego podając na uzwojenia prąd stały, reprezentowany przebiegiem składowej  $I_{sd}$ . Funkcja ta pełni tę samą rolę, co „forsowanie pola” w przypadku sterowania częstotliwościowego. Po nastawie wprowadzonej parametrem, pojawia się składowa  $I_{sq}$  i narasta wartość zadana częstotliwości. Ponieważ

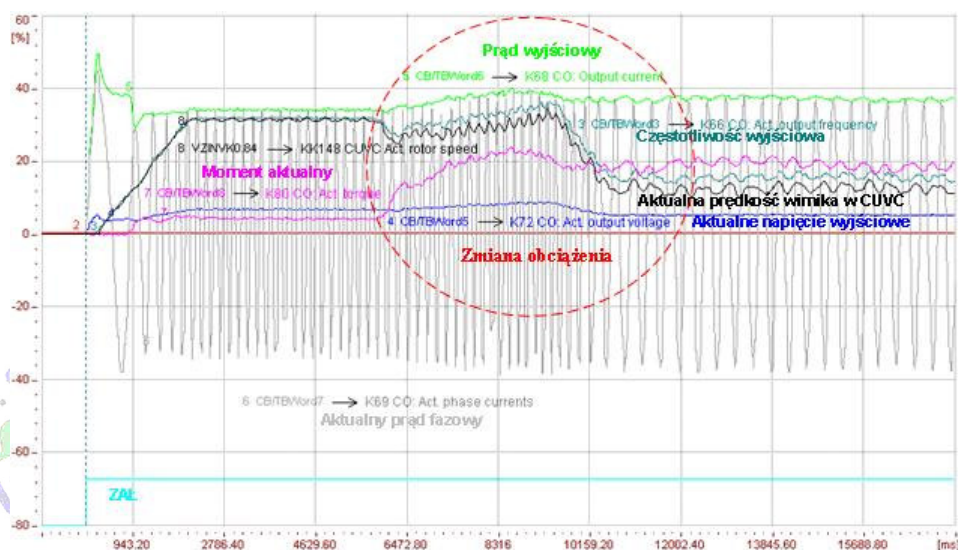


podstawową wadą sterowania połowo-zorientowanego bez czujnika sprzężenia zwrotnego jest problem dokładnego pomiaru/obliczenia położenia wektora strumienia wirnika dla małych częstotliwości, to do chwili gdy operacja ta stanie się możliwa, układ przeprowadza proces kontrolowanego rozpędzania wstępnego (aktywny układ zadawania prądu). Brak kontroli pola na tym etapie jest wyraźny.



**Rys. 10 Rejestracja przebiegów elektromechanicznych podczas cyklu pracy silnika zasilanego z przekształtnika MICROMASTER 440**

W zaznaczonym obszarze (pole zakreskowane) pojawia się paradoksalna sytuacja, w której mogłoby się wydawać, że prędkość powstaje przed generacją momentu napędowego silnika. Wynika to z zastosowania dwóch modeli zastępczych silnika indukcyjnego do pracy w wybranym algorytmie sterowania bezczujnikowego (model zadawania prądu i model SEM). Do granicy około 10% wartości zadanej (dla algorytmu bezczujnikowego jest nią częstotliwość na wyjściu generatora funkcji rampy) model pracuje w układzie zadawania prądu (zależność liniowa). Przełączenie z układu zadawania prądu na model SEM następuje powyżej wymienionej granicy. Do tej chwili sygnał momentu jest obliczany w innym torze algorytmu i z tego powodu moment nie występuje w zamieszczonych przebiegach na Rys.10, sugerując błędne wnioskowanie.



**Rys. 11 Rejestracja przebiegów elektromechanicznych podczas zmiany obciążenia silnika zasilanego z przekształtnika MICROMASTER 440**

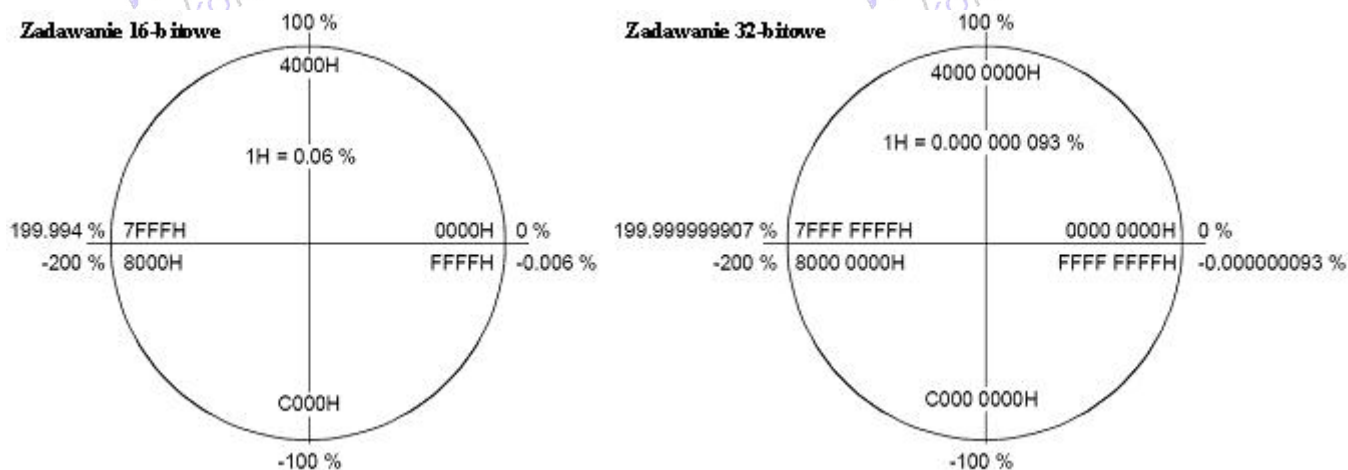




Na Rys. 11 przedstawiono przebiegi dynamiczne podczas pracy silnika indukcyjnego zasilanego z MM440, gdzie w 6-tej sekundzie pracy zmieniono obciążenie na wale silnika. Zauważamy wzrost prądu pobieranego przez silnik oraz zmniejszenie częstotliwości wyjściowej. Zmienia się także częstotliwość wyjściowa, co widać wyraźnie w przebiegach fazowego prądu chwilowego.

## 5. Nowe możliwości komunikacyjne napędów w systemach napędowych

Należy też zauważyć, że miarę pojawiania się nowych wersji oprogramowania STEP oraz modułu dodatkowego nakładki DriveES, uproszczeniu podlega sposób komunikowania się z napędami poprzez sieć PROFIBUS. Jeszcze kilka lat temu koniecznym było zastosowanie do tego celu funkcji standardowych SFC lub specjalnych funkcji bibliotecznych, które wprawdzie trochę porządkowały komunikację, lecz działały na tej samej zasadzie. Należało zbudować blok słów do wysłania, a następnie wysłać słowa stosując odpowiednią funkcję komunikacyjną. Następne wersje posiadały możliwość przedstawienia obszaru, który zajmował napęd w konfiguracji sieci PROFIBUS, jako peryferyjnych wejść i wyjść Mastera. Podejście takie umożliwiało dostęp do danych poprzez rozkazy L PIW i T PQW, lecz nie pozwalało na bezpośredni dostęp do poszczególnych bitów. Należy przypomnieć, iż słowa sterujące napędów są zbiorem 32 sygnałów zgrupowanych w dwa słowa sterujące. Podobnie sytuacja wygląda ze słowami stanu. Programiści budowali wówczas własne funkcje do sterowania napędami, które to funkcje odczytywały lub zapisywały odpowiednie obszary adresowe stosując adresowanie pośrednie, a słowa sterujące rozbijali na poszczególne sygnały w obszarze markerów lub w bloku danych. Obecnie sytuacja jest zupełnie komfortowa, gdyż Master interpretuje obszar adresowy zajmowany przez napęd bezpośrednio jako swoje wejścia/wyjścia, które odczytuje cyklicznie w ramach tworzenia obrazu zmiennych procesowych (process-image). Pozwala na to umieszczanie napędów w obszarze adresowym Mastera już od adresu I0.0 oraz Q0.0 i umożliwia bezpośredni dostęp do wszystkich bitów. Programiści mogą teraz traktować napęd jako moduł opisany 32 sygnałami wejściowymi i 32 sygnałami wyjściowymi. Należy jednak pamiętać o stosowanym przez firmę SIEMENS przeplocie starszego bajtu z młodszym. Prędkość zadaną przesyła się jako wielkość 16-bitową lub 32-bitową pamiętając, że 100% prędkości znamionowej odpowiada 4000 hex (przy zadawaniu 16 bitowym) – Rys. 12.



Rys. 12 Zakres wartości sygnałów dla zadawania 16 i 32-bitowego

Takie ustalenie skali wynika z dwóch powodów:

- pozwala zadawać prędkości większe niż 100%
- pozwala zadawać prędkości ujemne – czyli obroty o przeciwnym kierunku wirowania.

Odczytywana prędkość aktualna jest w tej samej skali co prędkość zadana.



## 5.1 Opis przykładowego programu sterującego

Zarówno w stanie ON jak i w stanie OFF do napędu musi przychodzić słowo sterujące – jest ono obowiązkowe na pozycji pierwszej w dowolnym wybranym telegramie. Przedstawiając wartość tego słowa w postaci heksagonalnej musi ono dla napędu MICROMASTER wynosić 47E w stanie OFF oraz 47F w stanie ON.

Obecnie można je zbudować bezpośrednio z bitów wejściowych:

SET		
S	Q1.0	//bit 0 – ON/OFF
S	Q1.1	//bit 1 – OFF 2
S	Q1.2	//bit 2 – OFF 3
S	Q1.3	//bit 3 – odblokowanie impulsów
S	Q1.4	//bit 4 – odblokowanie generatora rampy
S	Q1.5	//bit 5 – start generatora rampy
S	Q1.6	//bit 6 – odblokowanie prędkości zadanej
R	Q1.7	//bit 7 – potwierdzenie błędu
R	Q0.0	//bit 8 – pełzanie w prawo
R	Q0.1	//bit 9 – pełzanie w lewo
S	Q0.2	//bit 10 – sterowanie Profibus
R	Q0.3	//bit 11 – zmiana znaku prędkości zadanej

Bity 12-15 przez cały czas powinny być równe zero. Napęd załącza się, gdy nastąpi zmiana najmłodszego bitu Q1.0 = 1 i wyłącza, gdy ten bit zostanie skasowany.

Wartość prędkości zadanej należy wyskalować w następujący sposób:

Założmy, iż wartość prędkości zadanej wpisujemy na panelu operatorskim w formacie INTEGER w procentach ( 0 – 100% ) do bloku danych np. DB1.DBW0

L DB1.DBW0

ITD

DTR

L 163,84

\*R

RND

T QW2

W bardzo podobny sposób można przetworzyć informację z napędu. Prędkość należy przeliczyć na procenty lub obr/min. Natomiast bity słowa stanu można wykorzystać w dowolny sposób np. do poszczególnych bitów przyporządkować odpowiednie komunikaty na panelu tekstowym.



## Podsumowanie

Zaproponowana metoda pozwala na uzyskanie ciekawego narzędzia diagnostycznego, szczególnie w przypadku takiej konfiguracji, gdy w sieci PROFIBUS mamy zainstalowane napędy serii MICROMASTER i choćby jeden napęd SIMOVERT MATSRERDRIVES. Takie narzędzie ma kapitalne znaczenie i jest bardzo pomocne w przypadku optymalizacji nastaw parametrów przy zastosowaniach niestandardowych, jak również pozwala na lepsze zrozumienie algorytmów sterowania w systemach napędowych.

Autorzy:

Mariusz Jabłoński

Przemysław Grasewicz

**SIMLOGIC.**  
www.simlogic.pl

Kontakt do SIMLOGIC.  
tel. 042 648 66 77  
tel. 042 648 67 07  
fax. 042 648 67 00  
zapytania@simlogic.pl



Państwa, zainteresowanych naszą ofertą rozwiązań oraz ofertą handlową, prosimy o kontakt z naszymi handlowcami pod numerami telefonów:

042 648 66 77 oraz 042 648 67 07

Możecie Państwo także wysłać zapytanie na adres [zapytania@simlogic.pl](mailto:zapytania@simlogic.pl)

Zapraszamy Państwa do kontaktu.

