

*napęd elektryczny, silnik indukcyjny, falownik napięcia,  
uszkodzenia tranzystorów, diagnozowanie awarii*

Piotr SOBAŃSKI\*, Teresa ORŁOWSKA-KOWALSKA\*

## **PROSTY ALGORYTM LOKALIZACJI USZKODZEŃ TRANZYSTORÓW FALOWNIKA NAPIĘCIA W NAPĘDZIE Z SILNIKIEM INDUKCYJNYM**

W artykule zaprezentowano prostą metodę diagnostyki awarii falownika napięcia w napędzie z silnikiem indukcyjnym. Zgodnie z zaproponowanym algorytmem jest realizowana identyfikacja zdarzeń polegających na utracie zdolności do przewodzenia prądu przez jeden bądź dwa tranzystory dowolnej fazy falownika. Przedstawione rozwiązanie charakteryzuje się niewielką złożonością obliczeniową, krótkim czasem detekcji awarii oraz brakiem skłonności do tzw. fałszywych alarmów w trakcie prawidłowej pracy napędu. Zaproponowany schemat ideowy systemu diagnostycznego pozwala na aplikację algorytmu diagnostyki uszkodzeń tranzystorów przy użyciu prostych układów cyfrowych. W celu potwierdzenia skuteczności działania metody przeprowadzono kompleksowe badania eksperymentalne, których wybrane wyniki przedstawiono w niniejszym artykule.

### **1. DIAGNOSTYKA AWARII W ENERGOELEKTRONICZNYCH UKŁADACH PRZEKSZTAŁTNIKOWYCH**

#### **1.1. SKUTKI AWARII TRANZYSTORÓW**

Awarie łączników półprzewodnikowych w energoelektronicznych układach przekształtnikowych AC/DC/AC zasilających maszyny prądu przemiennego mogą doprowadzić do znacznego obniżenia jakości procesów przemysłowych realizowanych przez napędy elektryczne [1], [7]. Na skutek uszkodzeń tranzystorów w przekształtnikach sieciowych AC/DC o sterowaniu wektorowym, pobierana przez prostownik moc bierna nie zostaje skompensowana, a prądy sieci mają odkształcony charakter [11]. Zakładając, że nie jest wymagana praca z podwyższonym napięciem wyjściowym

---

\* Politechnika Wroclawska, Katedra Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych, ul. Smoluchowskiego 19, 50-372 Wrocław, e-mail: piotr.sobanski@pwr.edu.pl, teresa.orlowska-kowalska@pwr.edu.pl

prostownika, pulsacje tego napięcia, które są spowodowane awarią jednego z tranzystorów, charakteryzują się niewielką amplitudą i nie wpływają na zdolność kształtowania napięć wyjściowych falownika. Awarie tranzystorów w falownikach napięcia istotnie ograniczają możliwość regulacji wybranych zmiennych stanu w napędach elektrycznych [7] oraz zwiększają ryzyko kolejnych uszkodzeń [1]. Szybka lokalizacja nieprawidłowo pracującego łącznika pozwala nie tylko na skrócenie czasu naprawy, ale również umożliwia podjęcie nowego sterowania, mającego na celu przywrócenie częściowej bądź pełnej funkcjonalności napędu [12]–[15].

## 1.2. METODY DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ TRANZYSTORÓW W FALOWNIKACH

Skuteczna i szybka diagnostyka awarii tranzystorów w napędach elektrycznych może być przeprowadzona przy użyciu przetworzonych sygnałów pochodzących ze struktury sterowania [4], [5], [9], [10] bądź wielkości fizycznych, których pomiar jest niezbędny z uwagi na przyjęty układ regulacji [2], [3], [6], [8]. Maksymalny czas jaki jest potrzebny na zlokalizowanie nieprawidłowo pracującego tranzystora stanowi krytyczny parametr decydujący o przydatności algorytmu diagnostycznego. W przypadku najszybszych rozwiązań, czas ten nie powinien być dłuższy niż jeden okres podstawowej harmonicznej prądu stojana silnika, co w przypadku specjalnych układów napędowych, w których jest realizowana automatyczna rekonfiguracja układu połączeń falownika, następująca po uzyskaniu informacji o awarii tranzystora, pozwala na utrzymanie ciągłości wykonywanego procesu.

W ramach niniejszej pracy, autorzy przeprowadzili weryfikację eksperymentalną wcześniej zaproponowanego przez nich algorytmu diagnostyki uszkodzeń polegających na braku zdolności do przewodzenia prądu przez tranzystory w falowniku napięcia zasilającym maszynę indukcyjną [5]. Analizowana metoda diagnostyki obejmuje awarie pojedynczych tranzystorów bądź dwóch łączników w jednej fazie falownika. Dodatkowo uproszczono układ przetwarzający zmienne diagnostyczne oraz potwierdzono jego skuteczność w różnych warunkach pracy napędu z silnikiem indukcyjnym, z bezpośrednim sterowaniem połowo-zorientowanym.

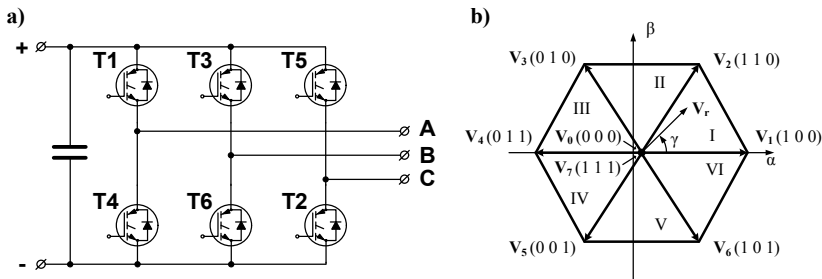
## 2. METODA ORAZ UKŁAD DIAGNOSTYKI AWARII TRANZYSTORÓW W FALOWNIKU NAPIĘCIA

Weryfikowana technika diagnostyki uszkodzeń tranzystorów trójfazowego dwupoziomowego falownika napięcia (rys. 1a) w napędzie z silnikiem indukcyjnym polega na monitorowaniu przebiegu wektora zadanego napięcia falownika  $\mathbf{V}_r$  w stacjonarnym układzie współrzędnych  $\alpha$ - $\beta$  związanym ze stojanem. Położenie  $\mathbf{V}_r$  na płaszczyźnie  $\alpha$ - $\beta$ , podzielonej na sześć sektorów oznaczonych  $SN$  zgodnie z zależno-

ścią (1), jest zdefiniowane przez kąt  $\gamma$  pomiędzy osią  $\alpha$  a wektorem  $\mathbf{V}_r$  (rys. 1b). Wartość wyjściowa funkcji „int” w równaniu (1) jest wartością całkowitą jej argumentu.

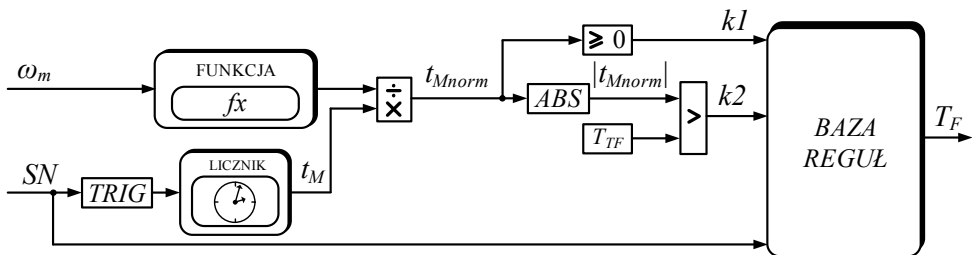
$$SN = \text{int}\left(\frac{\gamma}{\pi/3}\right) + 1. \quad (1)$$

Ekstrakcja symptomów awarii poszczególnych tranzystorów polega na monitorowaniu czasu  $t_M$  przebywania wektora  $\mathbf{V}_r$  w poszczególnych sektorach układu  $\alpha$ - $\beta$  (rys. 1b). Zależnie od kierunku wirowania wirnika, po uszkodzeniu danego tranzystora, wektor  $\mathbf{V}_r$  przebywa w jednym z charakterystycznych sektorów dłużej niż jak ma to miejsce w przypadku prawidłowo funkcjonującego napędu [5]. Za dodatni kierunek wirowania  $\mathbf{V}_r$  przyjęto taki, który występuje podczas pracy silnikowej układu napędowego wirującego z mechaniczną prędkością kątową przyjętą jako dodatnia.



Rys. 1. Dwupoziomowy falownik napięcia: schemat obwodu mocy (a) położenie wektorów napięcia falownika w układzie stacjonarnym  $\alpha$ - $\beta$  (b)

Na rysunku 2 pokazano schemat blokowy układu diagnostyki uszkodzeń tranzystorów falownika napięcia.



Rys. 2. Schemat ideowy układu diagnostyki uszkodzeń tranzystorów falownika napięcia

Pozycja wektora  $\mathbf{V}_r$ , opisana numerem sektora  $SN$  w układzie współrzędnych  $\alpha$ - $\beta$  zmienia się. Każdej zmianie wartości  $SN$  towarzyszy resetowanie oraz ponowne

wyzwolenie licznika. Przy jego stałej częstotliwości pracy  $f_{\text{timer}}$ , zliczona wartość  $t_M$  jest proporcjonalna do czasu przebywania  $\mathbf{V}_r$  w danym sektorze. W celu przyjęcia stałej wartości progu diagnostycznego  $T_{TF}$ , zmienna  $t_M$  jest normalizowana zgodnie z zależnością (2),

$$t_{M\text{norm}} = \frac{t_M}{f_{\text{timer}} \omega_m^{-b}}, \quad (2)$$

gdzie:  $\omega_m$  oznacza prędkość mechaniczną. Ponadto w uproszczeniu można przyjąć  $b = 1$ . Dzięki wspomnianej normalizacji, w trakcie bezawaryjnej pracy napędu wartość modułu  $|t_{M\text{norm}}|$  jest w przybliżeniu równa 1, bez względu na prędkość kątową silnika. Po przekroczeniu przez  $|t_{M\text{norm}}|$  wartości przyjętego progu diagnostycznego  $T_{TF} = 1,1$ , przy uwzględnieniu reguł diagnostycznych zdefiniowanych w Tabeli 1, można jednoznacznie wnioskować o uszkodzeniu poszczególnych tranzystorów falownika. Zmienne  $k1$  oraz  $k2$  odpowiadają stanom komparatorów z rys. 2. Przykładowo, po uszkodzeniu tranzystora T1 zmienne diagnostyczne przyjmują następujące wartości  $k1 = 1$ ,  $k2 = 1$  oraz  $SN = 1$  gdy prędkość silnika jest dodatnia, natomiast  $k1 = 0$ ,  $k2 = 1$  oraz  $SN = 6$  jeśli prędkość napędu jest ujemna.

Tabela 1. Zbiór reguł systemu diagnostyki uszkodzeń tranzystorów falownika

SN	$k1$	$k2$	Uszkodzony tranzystor $T_F$
1	1	1	T1
6	0	1	
2	1	1	T2
1	0	1	
3	1	1	T3
2	0	1	
4	1	1	T4
3	0	1	
5	1	1	T5
4	0	1	
6	1	1	T6
5	0	1	

### 3. WYBRANE WYNIKI BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH

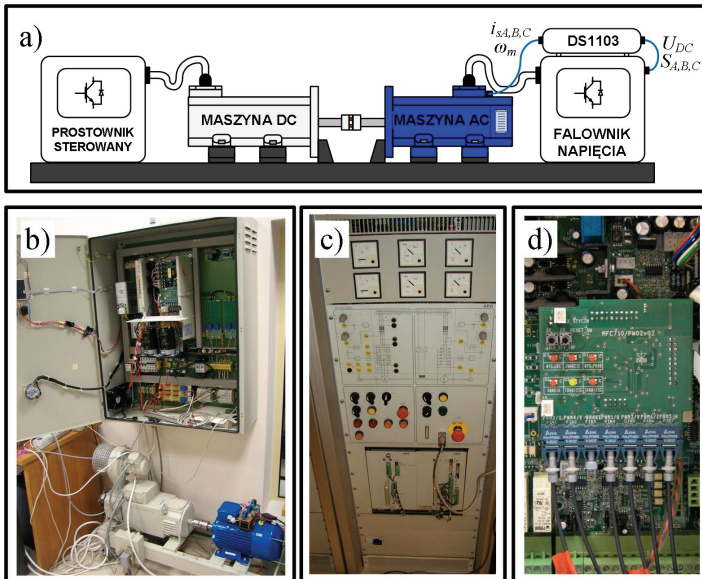
#### 3.1. OPIS STANOWISKA LABORATORYJNEGO ORAZ SPOSÓB PREZENTOWANIA WYNIKÓW PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

Skuteczność działania zaprojektowanego układu diagnostyki awarii tranzystorów falownika napięcia została zweryfikowana na stanowisku laboratoryjnym, którego

schemat blokowy oraz zdjęcie przedstawiono odpowiednio na rys. 3a oraz rys. 3b. Maszyna indukcyjna o mocy 2,2 kW jest zasilana z falownika, w którym są symulowane awarie poszczególnych tranzystorów. Moment obciążenia napędu jest regulowany przy pomocy sprzęgniętej z silnikiem indukcyjnym maszyny prądu stałego o regulowanym prądzie twornika (rys. 3c). Parametry znamionowe silnika indukcyjnego podano w tab. 2. Algorytm bezpośredniego sterowania polowo-zorientowanego został zaimplementowany za pomocą systemu do szybkiego prototypowania dSPACE DS1103. Okres próbkowania procesora wynosił  $T_s = 100 \mu s$ , natomiast częstotliwość łączeń tranzystorów ustalono na 4 kHz. Pomiar prądów fazowych został zrealizowany za pomocą przetworników LA 55-P, do pomiaru napięcia członu pośredniczącego falownika zastosowano przetwornik LV 25-P, natomiast prędkość silnika zmierzono wykorzystując enkoder inkrementalny o rozdzielczości 36 000 imp/obr.

Tabela 2. Dane znamionowe silnika

Moc $P_N$	2,2 kW	–
Napięcie zasilające $U_N$	230/400 V	–
Prąd stojana $i_s$	7,8/4,5 A	1,0 p.u.
Prędkość mechaniczna $\omega_m$	1440 obr/min	0,96 p.u.
Częstotliwość napięcia zasilającego $f_N$	50 Hz	–
Liczba par biegunów $p_b$	2	–



Rys. 3. Laboratoryjny układ napędowy: schemat ideowy (a), zdjęcie napędu (b) układ zasilania maszyny prądu stałego, pracującej jako obciążenie (c) światłowodowy interfejs układu sterowania tranzystorami falownika (d)

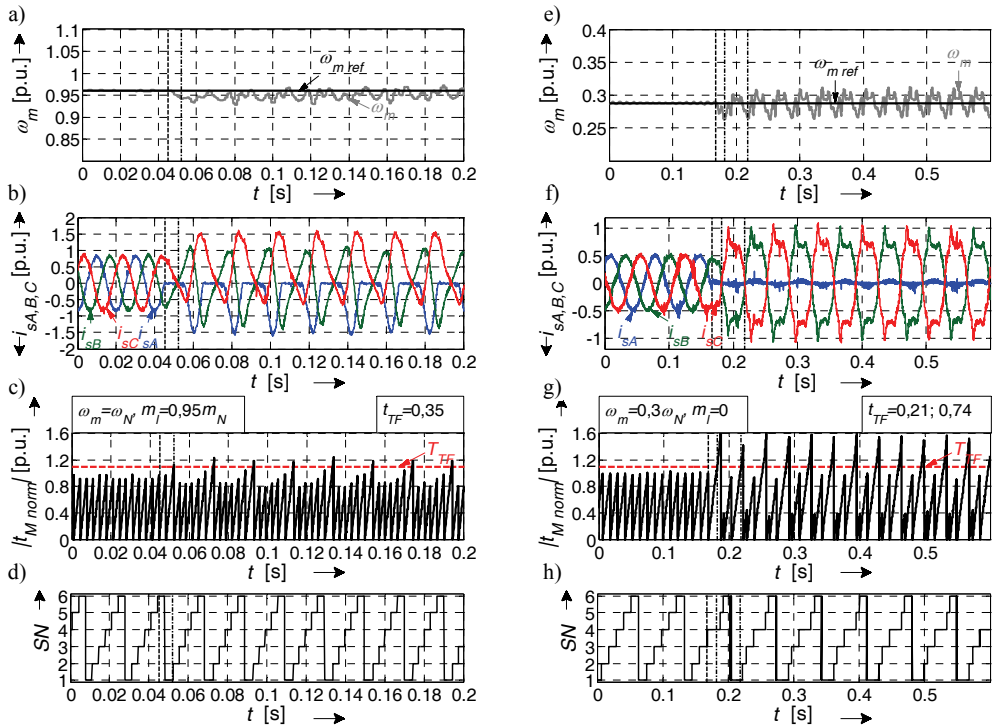
Pierwsza część przedstawionych wyników badań obejmuje testy działania systemu diagnostycznego w trakcie uszkodzeń tranzystorów, które są inicjowane podczas pracy napędu ze stałą prędkością kątową. Druga część dotyczy awarii, następujących gdy silnik porusza się ze stałym przyspieszeniem kątowym. Linia kreskową oznaczono na rysunkach chwilę, w której wymuszano rozwarcie jednego bądź dwóch tranzystorów, natomiast linie punktowe wskazują na chwilę zlokalizowania uszkodzonych łączników. Ocenę szybkości działania zaprojektowanego systemu diagnostycznego umożliwia zmienna  $t_{TF}$ , zdefiniowana w następujący sposób (3):

$$t_{TF} = \frac{t_{uszk}}{T_i}, \quad (3)$$

przy czym  $t_{uszk}$  oznacza czas pomiędzy chwilą, w której wymuszono awarię tranzystora, a momentem uzyskania informacji o jego uszkodzeniu, natomiast  $T_i$  jest równy okresowi podstawowej harmonicznej prądu stojana. W celu weryfikacji metody diagnostycznej pokazano przebiegi zadanej  $\omega_{m\text{ ref}}$  oraz zmierzonej  $\omega_m$  prędkości kątowej silnika, prądów fazowych stojana  $i_{sA,B,C}$ , zmiennej diagnostycznej  $|t_{M\text{norm}}|$  oraz zmiennej  $SN$ . Na rysunkach zaznaczono warunki w jakich wymuszano nieprawidłową pracę łączników, tj. prędkość kątową silnika  $\omega_m$  oraz zadany moment obciążenia  $m_l$ . Przedstawione, wybrane wyniki badań, dotyczące awarii tranzystorów w fazie A mają reprezentatywny charakter, gdyż efekty działania systemu diagnostycznego w przypadku awarii łączników w pozostałych fazach są analogiczne.

### 3.2. WYNIKI BADAŃ DOTYCZĄCE USZKODZEŃ TRANZYSTORÓW PODCZAS ZADANEJ STAŁEJ PRĘDKOŚCI NAPĘDU

Na rysunku 4 przedstawiono wybrane wyniki badań eksperymentalnych, które dotyczą awarii tranzystora T1 (rys. 4a–d) oraz jednoczesnego uszkodzenia dwóch łączników T1 i T4 w fazie A falownika (rys. 4e–f). Rozwarcie tranzystorów wymuszano podczas gdy silnik pracował ze stałą prędkością kątową w kierunku przyjętym za dodatni (rys. 4a, e). W chwili  $t = 0,451$  s rozwarło tranzystor T1 podczas gdy wartość prądu  $i_{sA}$  wynosiła zero (rys. 4b). W chwili  $t = 0,521$  s (rys. 4c, d), w trakcie gdy  $SN = 1$ , wartość sygnału diagnostycznego  $|t_{M\text{norm}}|$  przekroczyła poziom progu świadczącego o awarii  $T_{TF} = 1,1$ . Czas lokalizacji nieprawidłowo funkcjonującego tranzystora T1 wyniósł 0,35 okresu podstawowej harmonicznej prądu stojana. Rozwarcie łączników T1 oraz T4 wymuszono w chwili  $t = 0,167$  s. W pierwszej kolejności, w chwili  $t = 0,189$  s uzyskano informację o uszkodzeniu tranzystora T4 ( $SN = 4$ , gdy  $|t_{M\text{norm}}| > T_{TF}$ ), a następnie w chwili  $t = 0,218$  s zdiagnozowano awarię łącznika T1 ( $SN = 1$  gdy  $|t_{M\text{norm}}| > T_{TF}$ ). W przypadku analizowanej metody, czas lokalizacji nieprawidłowo pracujących łączników, bez względu na wartość prędkości oraz momentu obciążenia napędu, jest krótszy niż jeden okres podstawowej harmonicznej prądu stojana ( $t_{TF} < 1$ ), co można zaobserwować na wybranych przykładach rezultatów badań.

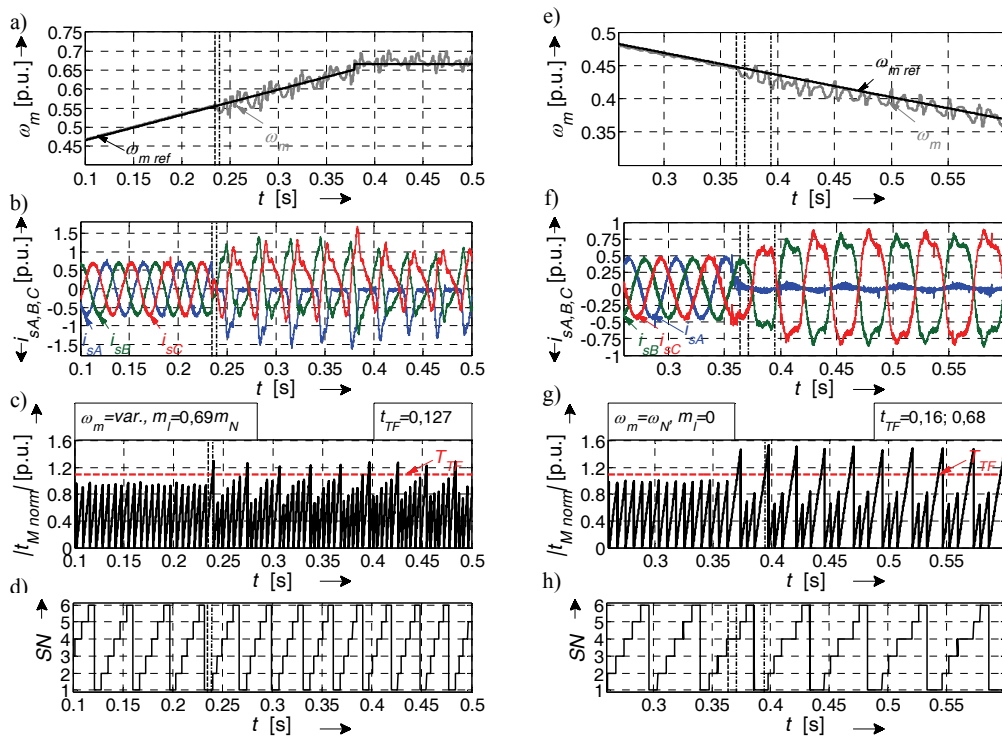


Rys. 4. Przebiegi zadanej  $\omega_{m,ref}$  oraz zmierzonej  $\omega_m$  prędkości kątowej napędu (a, e), prądów fazowych  $i_{sA,B,C}$  (b, f), zmiennej diagnostycznej  $|t_{M, norm}|$  (c, g) oraz sygnału  $SN$  w trakcie uszkodzenia tranzystora T1 (a)–(d) oraz jednocześnie dwóch tranzystorów fazy A (e)–(h), przy zadanej stałej wartości prędkości silnika

### 3.3. WYNIKI BADAŃ DOTYCZĄCE USZKODZEŃ TRANZYSTORÓW PODCZAS PRACY NAPĘDU ZE STAŁYM PRZYSPIESZENIEM KĄTOWYM

Na rysunku 5 przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych, które dotyczą awarii tranzystora T1 (rys. 5a–d) oraz jednoczesnego uszkodzenia dwóch łączników T1 i T4 w fazie A falownika (rys. 5e–f). Rozwarcie tranzystorów wymuszano podczas pracy silnika ze stałym przyspieszeniem kątowym, przy czym rozważono dwa możliwe przypadki: awarię następującą w chwili, gdy prędkość napędu jest zwiększana (rys. 5a–d) bądź zmniejszana (rys. 5e–h). W chwili  $t = 0,235$  s rozwarło tranzystor T1, w sytuacji gdy płynął przez niego prąd (rys. 5b). W chwili  $t = 0,239$  s (rys. 5c, d), w trakcie gdy  $SN = 1$ , wartość sygnału diagnostycznego  $|t_{M, norm}|$  przekroczyła poziom progu świadczącego o awarii  $T_{TF} = 1,1$ . Czas lokalizacji nieprawidłowo funkcjonującego tranzystora T1 wyniósł 0,127 okresu podstawowej harmonicznej prądu stojana. Rozwarcie łączników T1 oraz T4 wymuszono w chwili  $t = 0,363$  s. W pierwszej kolejności, w chwili  $t = 0,371$  s uzyskano informację o uszkodzeniu tranzystora T4

( $SN = 4$  gdy  $|t_{Mnorm}| > T_{TF}$ ) a następnie w chwili  $t = 0,395$  s zdiagnozowano awarię łącznika T1 ( $SN = 1$  gdy  $|t_{Mnorm}| > T_{TF}$ ). Podobnie jak w przypadku awarii tranzystorów podczas pracy ze stałą prędkością kątową napędu, również w trakcie pracy silnika ze stałym przyspieszeniem kątowym, bez względu na prędkość oraz wartość momentu obciążenia napędu, znormalizowany czas lokalizacji nieprawidłowo funkcjonującego tranzystora jest krótszy niż jeden okres podstawowej harmoniczej prądu stojana ( $t_{TF} < 1$ ), co wykazano podczas badań laboratoryjnych.



Rys. 5. Przebiegi zadanej  $\omega_{m\text{ref}}$  oraz zmierzonej  $\omega_m$  prędkości kątowej napędu (a, e), prądów fazowych  $i_{sA,B,C}$  (b, f), zmiennej diagnostycznej  $|t_{Mnorm}|$  (c, g) oraz sygnału  $SN$  w trakcie uszkodzenia tranzystora T1 (a)–(d) oraz jednocześnie dwóch tranzystorów fazy A (e)–(h), przy pracy silnika ze stałym przyspieszeniem kątowym

#### 4. PODSUMOWANIE

W artykule zaprezentowano wybrane wyniki badań eksperymentalnych, które miały na celu weryfikację skuteczności działania zaprojektowanego układu diagnostyki uszkodzeń tranzystorów falownika napięcia w napędzie z silnikiem indukcyjnym



z bezpośrednim sterowaniem połowo-zorientowanym. Niezależnie od prędkości napędu oraz wartości momentu obciążenia, zaprezentowana metoda diagnostyki awarii, polegających na braku przewodzenia prądu przez jeden z tranzystorów bądź dwa łączniki w jednej fazie falownika, charakteryzuje się krótkim czasem lokalizacji awarii, który nie przekracza jednego okresu składowej podstawowej prądu stojana. W stosunku do rozwiązań prezentowanych w literaturze, proponowany algorytm charakteryzuje się bardzo niskimi wymaganiami obliczeniowymi.

*Praca zrealizowana w ramach projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki na podstawie umowy UMO-2013/09/B/ST7/04199.*

#### LITERATURA

- [1] ALAVI M., WANG D., LUO M., *Short-Circuit Fault Diagnosis for Three-Phase Inverters Based on Voltage-Space Patterns*, IEEE Trans. on Industrial Electronics, 2014, Vol. 61, No. 10, 5558–5569.
- [2] ESTIMA J.O., CARDOSO A.J.M., *Fast fault detection, isolation and reconfiguration in fault-tolerant permanent magnet synchronous motor drives*, Energy Convers. Congr. and Expos., 2012, 3617–3624.
- [3] ESTIMA J.O., FREIRE N.M.A., CARDOSO A.J.M., *Recent advances in fault diagnosis by Park's vector approach*, IEEE Workshop on Electr. Mach. Des. Control and Diagn., 2013, 279–288.
- [4] FREIRE N.M.A., ESTIMA J.O., CARDOSO A.J.M., *A voltage-based approach for open-circuit fault diagnosis in voltage-fed SVM motor drives without extra hardware*, XX Int. Conf. Electrical Machines, 2012, 2378–2383.
- [5] ORŁOWSKA-KOWALSKA T., SOBAŃSKI P., *Simple sensorless diagnosis method for open-switch faults in SVM-VSI-fed induction motor drive*, 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2013, 8210–8215.
- [6] SLESZYŃSKI W., NIEZNAŃSKI J., CICHOWSKI A., *Open-Transistor Fault Diagnostics in Voltage-Source Inverters by Analyzing the Load Currents*, IEEE IEEE Trans. on Ind. Appl., 2009, Vol. 56, No. 11, 4681–4688.
- [7] SOBAŃSKI P., ORŁOWSKA-KOWALSKA T., *Wpływ uszkodzenia tranzystora IGBT falownika napięcia na przebiegi zmiennych stanu silnika indukcyjnego ze sterowaniem wektorowym*, Przegląd Elektrotechniczny, 2013, vol. 89, nr 2b, 162–165.
- [8] SOBAŃSKI P., ORŁOWSKA-KOWALSKA T., *Metoda diagnostyki uszkodzenia typu przerwa łącznika IGBT falownika napięcia w układzie wektorowego sterowania silnikiem indukcyjnym*, Przegląd Elektrotechniczny, 2013, vol. 89, nr 6, 159–163.
- [9] SOBAŃSKI P., ORŁOWSKA-KOWALSKA T., *Diagnostyka awarii falownika napięcia w beczujnikowym napędzie indukcyjnym z estymatorem prędkości typu MRAS<sup>CC</sup>*, XI Konferencja Naukowa. Sterowanie w Energoelektronice i Napędzie Elektrycznym SENE, 2013.
- [10] SOBAŃSKI P., *Szybka metoda diagnostyki uszkodzenia falownika napięcia w układzie bezpośredniego sterowania połowo zorientowanego*, XI Konferencja Naukowa. Sterowanie w Energoelektronice i Napędzie Elektrycznym SENE, 2013.
- [11] SOBAŃSKI P., ORŁOWSKA-KOWALSKA T., *Analiza i diagnostyka uszkodzeń tranzystorów w przekształtniku sieciowym AC/DC*, Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, Nr 69, Seria: Studia i Materiały, Nr 33, 2013, 70–81.
- [12] SOBAŃSKI P., ORŁOWSKA-KOWALSKA T., *Przegląd dwupoziomowych falowników napięcia odpornych na uszkodzenia tranzystorów IGBT*, Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, Nr 69, Seria: Studia i Materiały, Nr 33, 2013, 54–69.

- [13] SOBAŃSKI P., ORŁOWSKA-KOWALSKA, *Low-cost fault-tolerant control scheme for SVM two-level voltage-inverter-fed induction motor drive*, Proc. of the 11th International Conference on Modeling and Simulation of Electric Machines, Converters and Systems, 2014, 561–566.
- [14] SOBAŃSKI P., ORŁOWSKA-KOWALSKA, *Analysis of space vector modulation technique in inverter-fed fault-tolerant induction motor drive*, 16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition, 2014, 1216–1221.
- [15] ZHANG W., HU D., ENJETI P.N., LI H., HAWKE J.T., KRISHNAMOORTHY H.S., *Survey on Fault-Tolerant Techniques for Power Electronic Converters*, IEEE Trans. on Pow. Electron., 2014, Vol. 29, No. 12, 6319–6331.

#### SIMPLE TRANSISTORS FAULT LOCALIZATION ALGORITHM FOR VOLTAGE INVERTER-FED INDUCTION MOTOR DRIVE

In the paper, a simple diagnostic method dedicated to transistor faults of voltage inverter-fed AC induction motor drives has been presented. According to the proposed algorithm, single-switch open-circuit faults as well as open-circuit faults of both transistors in a one phase of the inverter have been investigated. The presented technique has low computational requirements, is characterized by a short fault diagnostic time and a full reliability against false alarms during healthy operation mode of the drive. A proposed scheme of the faults diagnostic system allows to apply the transistors open-circuit faults diagnostic algorithm by using simple digital modules. In order to prove an effectiveness of the method, detailed experimental research, which chosen results have been presented in this article, has been carried out.