

WYKORZYSTANIE BRAMKI K-Z-N W ANALIZIE PRACY SIŁOWNI OKRĘTOWEJ

Summary

The paper contains presentation of k-of-n gate application for marine power plant operation analysis. Example fault tree (with k-of-n gates) for propulsion and power generation unit were presented.

1. Wprowadzenie

Drzewa uszkodzeń (FTA) stanowią narzędzie pomocne w analizie predykcijnej potencjalnych przyczyn niepożądanych zdarzeń na etapie projektowania nowych systemów technicznych. Pozwalają także na analizę diagnostyczną systemów będących w eksploatacji oraz stanowią pomoc w prowadzeniu analiz powypadkowych [2, 3]. Praca złożonych systemów technicznych, w tym także systemu energetyczno-napędowego statku, może być analizowana z wykorzystaniem tej dedukcyjnej metody analizy. Bardzo często podczas badań złożonych systemów technicznych konieczne jest zamodelowanie podsystemów o progowej strukturze niezawodnościowej. Pomocne tu jest wykorzystanie bramek logicznych *k-z-n*

2. Model niezawodnościowy struktury m-z-n

Jednym z typów struktur niezawodnościowych w obrębie okrętowego systemu energetyczno-napędowego jest struktura progowa *m-z-n*. Konfiguracja ta wymaga zaistnienia, co najmniej *m* komponentów spośród wszystkich *n* w strukturze równoległej, w stanie zdatności dla zapewnienia pełnej funkcjonalności (stanu zdatności) rozpatrywanego systemu technicznego. Najprostszym przypadkiem struktury *m-z-n* jest układ progowy złożony z komponentów niezależnych i identycznych w sensie niezawodnościowym. W przypadku takim wszystkie komponenty mają jednakowy rozkład uszkodzeń, a uszkodzenia poszczególnych elementów nie mają wpływu na działanie pozostałych. W przypadku takim niezawodność systemu opisana jest równaniem (2.1).

$$R_s(m, n, R) = \sum_{r=m}^n \binom{n}{r} R^r (1-R)^{n-r} \quad (2.1)$$

gdzie:

n – liczba wszystkich elementów danej struktury progowej,

m – minimalna liczba elementów zdatnych zapewniająca stan zdatności systemu,

R – funkcja niezawodności pojedynczego komponentu.

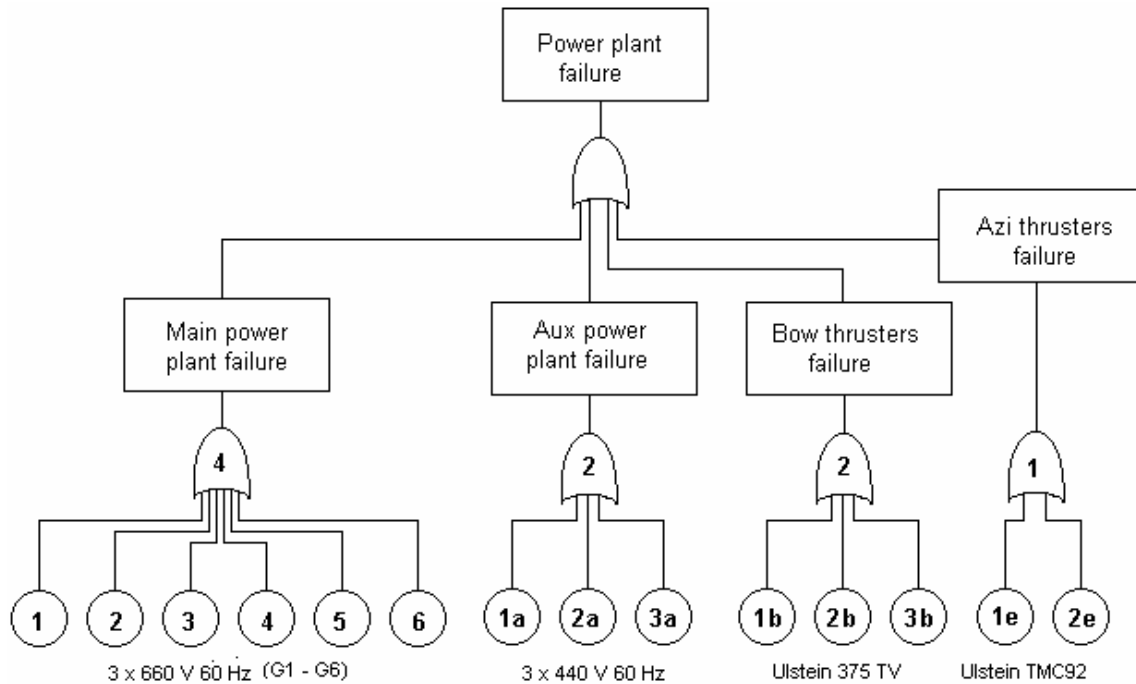
3. Modelowanie struktur progowych w metodzie FTA

Struktury *m-z-n* modeluje się zwykle w metodzie drzewa uszkodzeń za pomocą bramek *k-z-n* (*Voting gate*). Bramka *k-z-n* opisuje przypadek, w którym na wyjściu zachodzi zdarzenie, jeśli na wejściu bramki zajdzie przynajmniej *k* dowolnych zdarzeń spośród *n* wszystkich możliwych. W analizie FTA konieczne jest, więc zaistnienie, co najmniej *k* zdarzeń odzwierciedlających stany niezdatności poszczególnych komponentów. Zależność pomiędzy wartościami *k* i *m* przedstawia równanie (3.1)

$$k = n - m + 1$$

(3.1)

Sytuację opisaną z wykorzystaniem bramki k -z- n można przedstawić za pomocą równoważnej kombinacji bramek iloczynu logicznego AND i sumy logicznej OR oraz sztucznie wprowadzonych zdarzeń pośrednich. Jednak zastosowanie bramki k -z- n znacznie poprawia czytelność drzewa uszkodzeń.



Rys. 1. Przykład zastosowania bramek k -z- n w analizie pracy systemu energetyczno-napędowego statku

4. Wnioski

Zastosowanie bramek k -z- n jest uzasadnione w odniesieniu do systemów energetyczno-napędowych statków. Proponowana aplikacja odnosi się zarówno do redundantnych systemów napędowych oraz zespołów prądowców, jak również do analiz systemów pomocniczych silników okrętowych, w których istnieje możliwość awaryjnej pracy z wyłączonym jednym układem korbowo-tłokowym. Na rysunku 1 przedstawiono przykładowe drzewo uszkodzeń systemu energetyczno-napędowego statku typu offshore [1], w którym to modelu zastosowano omówiony rodzaj bramki. Liczba wewnątrz bramki odpowiada wartości parametru k . Pewne problemy może tu stanowić analiza ilościowa bramek z uwagi na potencjalnie duże ilości możliwych kombinacji. Niemniej jednak większość programów komputerowych dostępnych na rynku pozwala na sprawne prowadzenie analiz tego rodzaju dla $0 < k \leq n < 10$.

Literatura

1. Chybowski L., *Analiza pracy systemu energetyczno-napędowego statku typu offshore z wykorzystaniem metody drzew uszkodzeń*. Materiały XXII Sympozjum Siłowni Okrętowych SymSO 2001. WTM Politechnika Szczecińska, Szczecin 2001, p83-88.
2. IEC 61025, *Fault Tree Analysis (FTA)*. International Electrotechnical Commission Standard.
3. Vesely W. E., Goldberg F. F., Roberts N. H., Haasl D. F., *Fault Tree Handbook*. NUREG-0492. U. S. Nuclear Regulatory Commission, Government Printing Office, Washington, January 1981.

USE K-OF-N GATE IN ANALYSIS OF MARINE POWER PLANT UNIT

Streszczenie

Materiał prezentuje możliwość zastosowania bramki k-z-n w analizie pracy siłowni okrętowych z zastosowaniem metody drzewa uszkodzeń. Przedstawiono przykładowe drzewo uszkodzeń (zawierające bramki k-z-n) dla okrętowego systemu wytwarzania i rozdziału energii.