ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2007
Seria: TRANSPORT z. 61 Nr kol. 1704

Szymon SURMA

AUTOMATYCZNA REDUKCJA PRĘDKOŚCI W PRZYPADKU WYSTĄPIENIA USTERKI SEMAFORA ŚWIETLNEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono sposób realizacji zmiany sygnałów wystawianych na semaforach świetlnych. Ukazano również model realizujący powyższą funkcję oraz przeanalizowano celowość rozwiązania. Ponadto, artykuł zawiera także omówienie potencjalnych problemów, z którymi można się spotkać przy realizacji modelu w praktyce.

AUTOMATIC REDUCTION OF ALLOWED SPEED IN CASE OF SIGNAL DEVICE FAILURE

Summary. Article shows the way to realization the changing of signals shown on the signaling device. Paper discuss model which realize function signal changing and target sense also. Furthermore article comprises discuss potential problems which can appear with practical realization of the model.

1. WSTĘP

Automatyka pracy sygnalizacji ustalona została wiele lat temu. Początki miały miejsce jeszcze przy sygnalizacjach ulicznych, jednak sygnalizacje znane i spotykane dziś powstały po wprowadzeniu do użytku systemów bazujących na przekaźnikach. Systemy takie są proste w konstrukcji i łatwe do diagnostyki – działają na zasadzie prostej algebry – operacjach logicznego mnożenia i sumowania. Poniżej omówiono możliwości zastosowania systemu automatycznej diagnostyki, dla ustalania optymalnego sygnału wyświetlanego na sygnalizatorach kolejowych przy usterce jednej lub kilku żarówek.

Automatyzacja czynności, które prowadzą do bardziej efektywnego wykorzystania istniejącej struktury jest widoczna coraz częściej w otaczającym środowisku. Przykładem może być sygnalizacja drogowa działająca w trybie AllRed: gdy nikt nie dojeżdża do skrzyżowania – na wszystkich wlotach podawany jest sygnał czerwony, a dla pierwszego zgłoszenia, bez względu na priorytet, podawany jest sygnał zielony.

Sygnalizacje drogowe jako najmniej skomplikowane, działające w systemie dwustawnym (jedź – stój) nie pozwalają na zastosowanie wariantowania wyświetlania sygnałów. Trójstawna sygnalizacja wykorzystywana w systemach sterowania ruchem kolejowym pozwala na zilustrowanie zasady działania techniki wariantowania wyświetlania sygnałów. Polega ona na podaniu sygnału gwarantującego bezpieczeństwo przy jednoczesnym, jak najmniejszym wpływie na prędkość i płynność przejazdu pociągu obok semafora. Jako przykład może tu posłużyć sytuacja przepalenia się żarówki sygnału zielonego (S2). Możliwe jest wtedy wyświetlenie sygnału pomarańczowego migowego (S4), co pozwala na

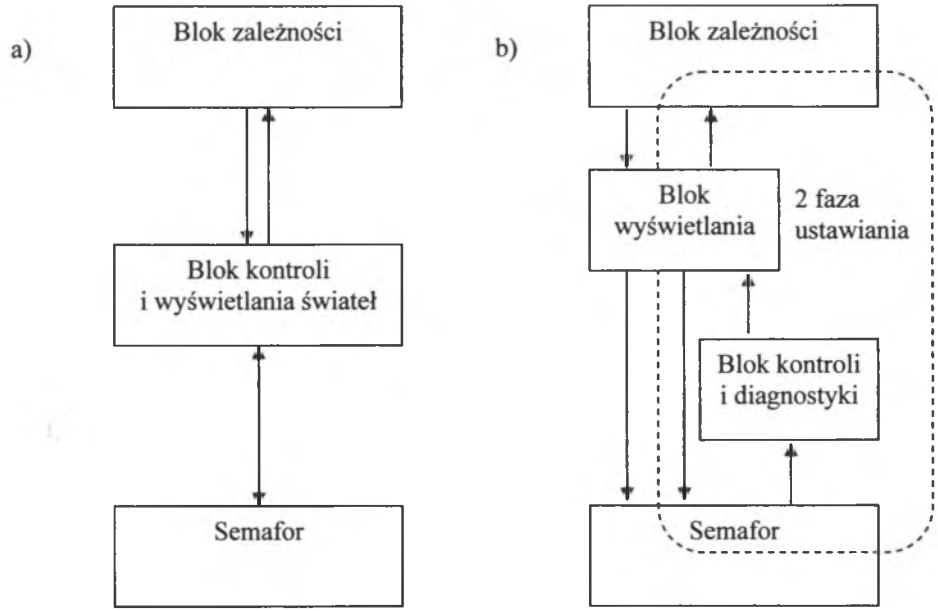
przejechanie obok semafora bez zatrzymania z prędkością, na którą zezwala również sygnał S2, czyli zachowanie płynności ruchu przy jednoczesnym gwarantowanym bezpieczeństwie na takim samym poziomie, jak przy sygnale S2. Zwiększa to efektywność prowadzenia ruchu, przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa systemu na wysokim poziomie.

2. IMPLEMENTACJA

W związku z dużą złożonością systemów przekaźnikowych, w których budowa logiki równań algebraicznych, służących do realizacji procesu wyboru odpowiedniego programu jest nie tylko kosztowna (z uwagi na ceny przekaźników), ale również przestrzeniochłonna (z powodu dużych wymiarów stojaków), powyżej opisany proces wyboru alternatywnej prędkości w systemach sterowania ruchem kolejowym (SSRK) będzie wykorzystywany głównie w systemach bazujących na rozwiązaniach komputerowych i mikrokomputerowych. Powodowane jest to również prostotą napisania algorytmu sterującego z użyciem języka programowania wysokiego poziomu bądź możliwością wykorzystania oprogramowania wyposażonego w bibliotekę zgodną z [5], pozwalającą na budowę systemu z podstawowych, certyfikowanych bloków funkcyjnych (AND, OR, NOT). Opracowanie certyfikowanych bibliotek znacznie upraszcza zarówno prace nad systemem, jak i pozwala na stosunkowo szybkie opanowanie przez programistę środowisk programistycznych, opracowanych przez poszczególne firmy. Możliwe jest również wykorzystywanie rozwiązań już istniejących w systemach innych firm, jednakże muszą one korzystać z takich samych rozwiązań programistycznych.

Zmiana oprogramowania istniejącego na oprogramowanie pozwalające na stopniowanie prędkości wymaga ponownego dopuszczenia systemu. Rachunek zysków i strat w zakresie prowadzenia ruchu może na tyle podnieść efektywność, iż przeprowadzenie procedury ponownego dopuszczenia będzie korzystne. Dodatkowo, jeśli istniejący system jest oparty na certyfikowanych bibliotekach, to przy procedurze dopuszczenia będą brane pod uwagę jedynie te elementy systemu, które uległy zmianie (te bloki, które zostały zmodyfikowane) oraz poprawność funkcjonowania całego systemu. Stanowi to dodatkowy atut w postaci skrócenia czasu oraz uproszczenia procedury przeprowadzania dopuszczenia, ponieważ obejmować będzie ona tylko po jednym ze zmodyfikowanych bloków (w kwestii kodu źródłowego) oraz połączenia między blokami (przy których są możliwe błędy obejmujące jedynie pomyłki dotyczące zmiennych tych samych zakresów).

Przykładowe rozwiązania w zakresie modyfikacji systemu niewykorzystującego stopniowania prędkości ilustruje rys. 1.



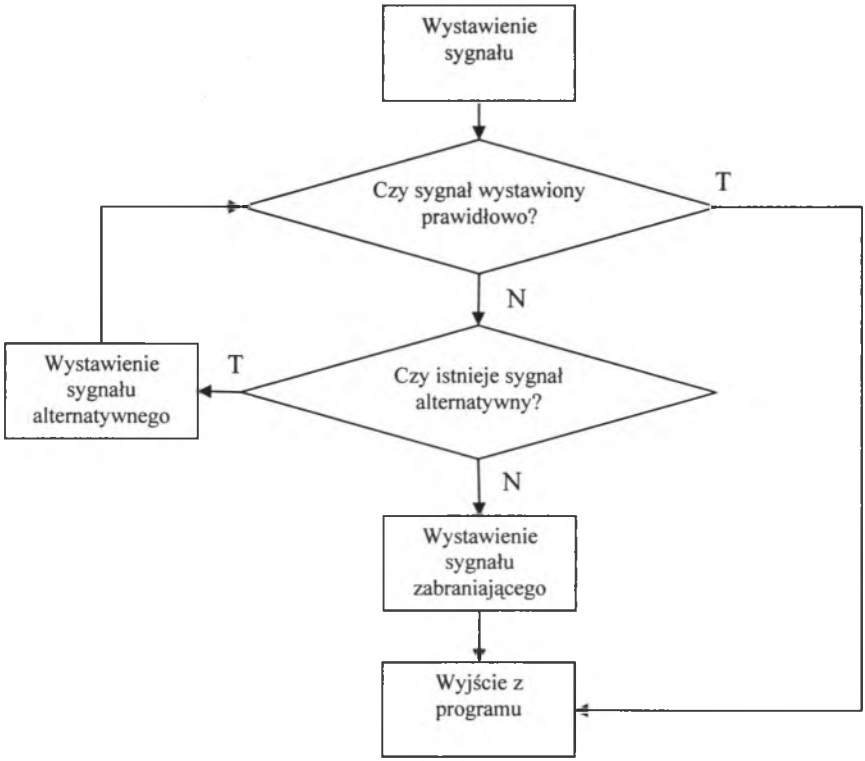
Rys. 1. Modyfikacja istniejącego systemu sterowania przez wdrożenie automatycznego stopniowania prędkości, a) system przed modyfikacją, b) system po modyfikacji
Fig. 1. Modification existing control system by automatic speed decrease implementation, a) system before modification, b) modified system

3. REALIZACJA

Powyżej przytoczone argumenty określają środowisko realizacji funkcji automatycznego dostosowania wskazywanej, maksymalnej prędkości w zależności od dostępnej infrastruktury w funkcji usterek systemu. Algorytm funkcji dostosowania prędkości zamieszczony został na rys. 2.

Jedyną różnicą w algorytmie opisującym funkcje sterujące wyświetlaniem w systemach bez automatycznego stopniowania prędkości jest dodanie bloku badania istnienia sygnału alternatywnego oraz jego wyświetlenia. W przypadku braku tych bloków na semaforze zostaje podany sygnał stój, w przypadku jakiejkolwiek usterki.

Na rys. 3 zaprezentowano schemat przejść pomiędzy poszczególnymi stanami. Diagram ten znajduje zastosowanie jedynie w przypadku używanych semaforów pięciokomorowych, na których można wyświetlić wszystkie możliwe kombinacje. Jednakże w rzeczywistych zastosowaniach można spotkać semafory 4-komorowe lub nawet 3-komorowe – w miejscach, gdzie nie ma potrzeby stosowania głowic pięciokomorowych. Takie przypadki mogą wykorzystywać nadal ten sam blok wariantowania, jednakże w związku z brakiem sygnałów zwrotnych – informujących o zdolności wyświetlenia danego elementu na semaforze – będą wyświetlane jedynie dozwolone wskazania. Może to powodować dodatkowe opóźnienia powodowane czasem bezwładności zaświecania żarówek, ale tylko w przypadku nieciągłego monitorowaniu stanu żarówek (braku dodatkowego układu ciągłej kontroli stanu żarówki). Realizacja kontroli i przekazywania informacji o ciągłości pracy może być różna i generować różne opóźnienia w procesie sterowania.

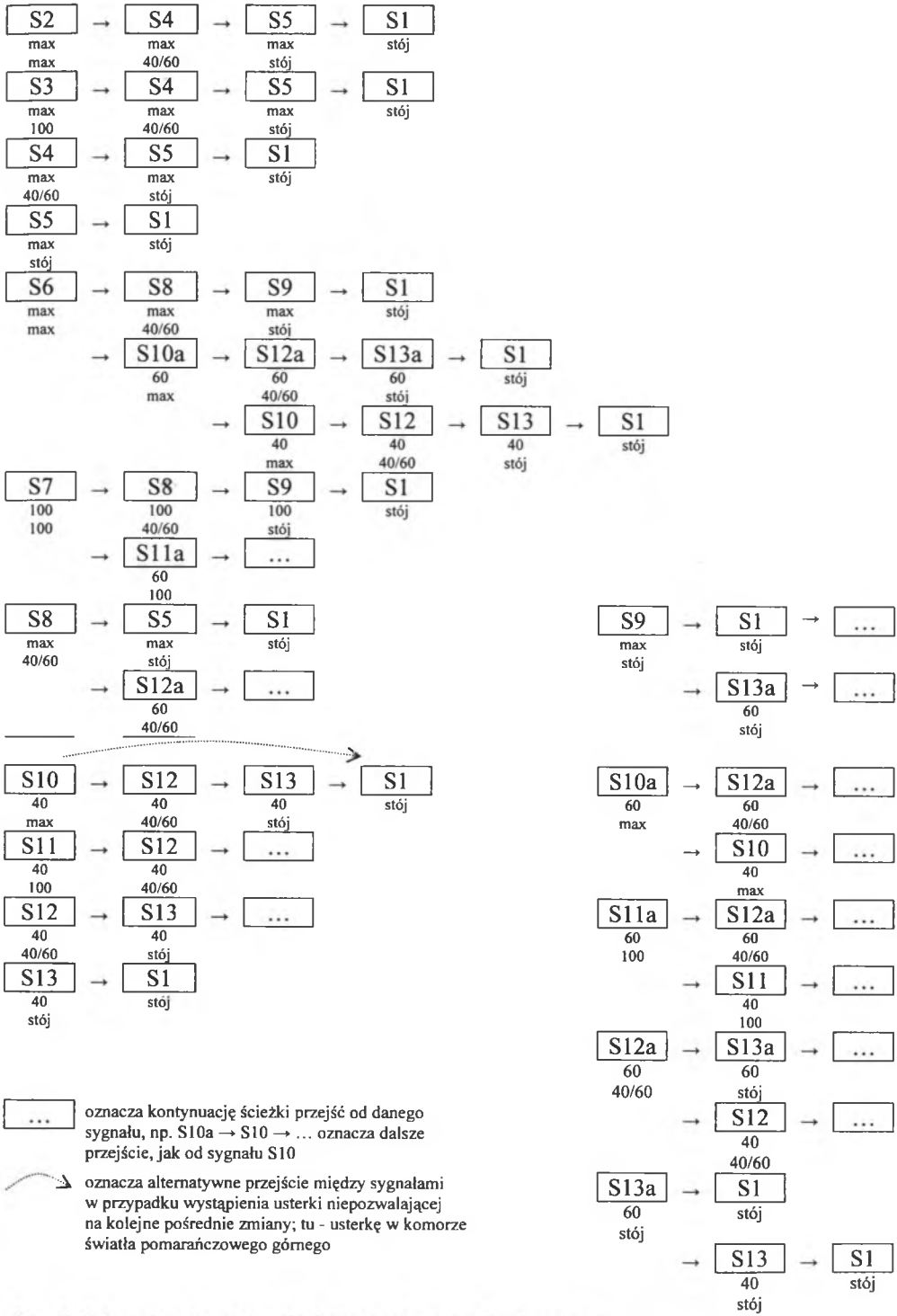


Rys. 2. Algorytm funkcji automatycznego stopniowania prędkości
Fig. 2. Automatic function speed decrease algoritm

Czas upływający od momentu wykrycia usterki do momentu wyświetlenia pierwszego poprawnego sygnału może być różny, w zależności od czasu potrzebnego na diagnostykę wszystkich elementów składających się na dany sygnał. W większości przypadków istnieje jedynie jedno przejście, po którym w przypadku dalszej niezdolności do wyświetlenia poprawnego sygnału, następuje wyświetlenie sygnału S1 – stój bądź w przypadku niemożności wyświetlenia tego sygnału – wygaszenie semafora. Jednakże dla sygnałów S6, S7, S8, S9 istnieją 3 warianty przejścia między stanami, które mają możliwość dywersyfikacji wyboru. Są to najbardziej obciążone potencjalnymi opóźnieniami sygnały, które mogą wpływać na czas operacji ustawiania sygnału.

4. POTENCJALNE PROBLEMY

Zgodnie z przepisami o sygnalizacji [4] maszynista widząc wygaszony semafor lub podający sygnał wątpliwy powinien potraktować go jakby podawał on sygnał stój. Wprowadzenie opisywanej w niniejszym artykule metody stopniowania prędkości ma na celu wyeliminowanie konieczności podawania sygnału stój, w przypadku gdy nie jest on konieczny. Jednakże jeżeli funkcja sekwencji zmian wyświetlanych sygnałów zadziała może dochodzić do chwilowego wyświetlenia sygnału wątpliwego bądź wygaszenia semafora, spowodowanego próbą zaświecenia uszkodzonego elementu (żarówki).



Rys. 3. Schemat wyboru sygnału dopuszczającego najwyższą bezpieczną prędkość
Fig. 3. Graph of choice safe maximum speed signal

Ustawianie sygnałów odbywa się jednak ze znacznym wyprzedzeniem w stosunku do minięcia semafora przez nadjeżdżający pociąg (czas nastawiania sięgający do 1-2 minut, w zależności od bezwładności elementu wyświetlającego bądź też bezwładności systemu diagnostyki i sterowania), więc sygnały wątpliwe nie powinny być widoczne przez maszynistę, a jeśli będą widoczne przed ustabilizowaniem się wskazań, to ich poprawność maszynista może potwierdzić drogą radiową u nastawniczego lub dyżurnego.

Systemy ciągłej kontroli świecenia żarówki pobierają więcej prądu w stosunku do systemów działających „na żądanie", jednakże ich zaleta w postaci zgłaszania usterki oraz możliwość jej prezentacji w czasie rzeczywistym ma duże znaczenie dla bezpieczeństwa oraz efektywności wykorzystania infrastruktury, szczególnie znacznie obciążonej ruchem.

Należy tu nadmienić, że w przeciwieństwie do ruchu drogowego, który jest ruchem nieregulowanym, ruch kolejowy jest ściśle regulowany. Oznacza to, iż maszynista znajdujący się przy ciemnym semaforze nie może sam podjąć decyzji na podstawie aktualnie znanej mu sytuacji ruchowej. Musi się on zatrzymać, a następnie może dalej kontynuować jazdę z prędkością umożliwiającą zatrzymanie się przed przeszkodą, która znajduje się na jego drodze. Taki stan przepisów, gwarantujący wysokie bezpieczeństwo w sytuacjach awaryjnych, jednocześnie powoduje, że w przypadku awarii ruch może zostać wstrzymany lub znacznie spowolniony nawet przez przepalenie się dwóch żarówek.

Problem opóźnień może zostać znacznie zmniejszony przez zastosowanie ciągłej kontroli włókna żarówki, co przy zwiększeniu kosztów funkcjonowania systemu spowoduje wzrost efektywności sterowania oraz przyspieszy proces diagnostyki, w przypadku uszkodzenia elementu wyświetlającego.

5. WNIOSKI

Systemy stopniowania prędkości mają swe naturalne zastosowanie na kolejach ze względu na istnienie tam blokad trzy- i czterostawnych. Wśród architektury kolejowej, gdzie znajdą swe zastosowanie te systemy, należy wskazać przede wszystkim blokady liniowe, gdzie w przypadku przepalenia się żarówki światła zielonego wyświetlane będzie światło pomarańczowe. Drugim miejscem implementacji będą z pewnością semafory wjazdowe i wyjazdowe ze stacji. Podawane na nich sygnały są znacznie bardziej złożone, a przez to bardziej podatne na awarie. Dodatkowo, zastosowanie odpowiednich urządzeń zasilających pozwoli na diagnostykę pracy elementu świetlnego (żarówki bądź matrycy diod LED) pod kątem nieprawidłowości (przepalenia, spadku – wzrostu zużycia prądu, itp.), wskazujących na możliwe uszkodzenie tego elementu w niedalekiej przyszłości.

Literatura

1. Dąbrowa-Bajon M.: Podstawy sterowania ruchem kolejowym: funkcje, wymagania, zarys techniki. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
2. Materiały firmy APROL: http://www.constel.com.pl/ ; http://www.aprol.com
3. Łukasik Z.: Podstawy teorii sterowania. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2007.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 lipca 2005 r. w sprawie ogólnych warunków prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji. DzU 2005 nr 172 poz. 1444.
5. Sterowniki programowalne - Część 3: Języki programowania. PN-EN 61131-3:2004 (U).

Recenzent: Dr hab. inż. Zbigniew Pietrzykowski