

# Systemy Czasu Rzeczywistego

## Zadanie nr 1

### 1.1 Sieć AS-i, a komunikacja w czasie rzeczywistym (1 punkt)

Istotnymi parametrami stosowanym do oceny przydatności aplikacyjnej sieci są czasy dostępu do urządzeń sieciowych. W szczególności chodzi o minimalny ( $t_{min}$ ) i maksymalny ( $t_{max}$ ) czas dostępu.

Wartość  $t_{max}$  w terminologii systemów czasu rzeczywistego nosi nazwę terminu (ang. *deadline*) i oznacza najdłuższy dopuszczalny czas reakcji systemu na wystąpienie zdarzenia. Praktyczny podział systemów czasu rzeczywistego odwołuje się do tego parametru. Wyróżniamy:

- systemy o ostrych ograniczeniach czasowych (ang. *hard real-time*) - gdy przekroczenie terminu powoduje poważne skutki (nawet katastrofalne) jak np. zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, uszkodzenie lub zniszczenie urządzeń. W tym przypadku nie jest istotna wielkość przekroczenia terminu, a jedynie sam fakt jego przekroczenia. O systemach tych mówimy czasami, że realizują zadania krytyczne czasowo.
- systemy o umiarkowanych ograniczeniach czasowych (ang. *firm real-time*) - gdy fakt przekroczenia terminu powoduje całkowitą nieprzydatność wypracowanego przez system efektu realizacji zadania, jednakże nie stwarza to zagrożenia dla ludzi lub urządzeń,
- systemy o słabych ograniczeniach czasowych (ang. *soft real-time*) - gdy przekroczenie terminu powoduje negatywne skutki tym poważniejsze, im bardziej ten czas został przekroczony.

#### Treść zadania

Należy wyznaczyć minimalny ( $t_{min}$ ) i maksymalny ( $t_{max}$ ) czas dostępu do urządzenia w sieci AS-i zastosowanej w systemie czasu rzeczywistego o ostrych ograniczeniach czasowych, jeśli sieć ta składa się z 10 urządzeń podporządkowanych:

- 1) zgodnych ze specyfikacją 2.0.
- 2) zgodnych ze specyfikacją 2.11.

Uwaga: Należy rozważyć wszystkie przypadki mające wpływ na wartość tych czasów, w tym także np. tolerancję prędkości transmisji.

### 1.2 System AS-i: praktyczne zadanie projektowe (1 punkt)

W pewnym przedsiębiorstwie postanowiono przeprowadzić modernizację linii montażowej. Do automatyzacji procesów montażowych prowadzonych na tej linii postanowiono zastosować przemysłowy system komunikacji sieciowej AS-i. W linii będą zastosowane binarne sensory i elementy wykonawcze, które będą dołączone do odpowiednich węzłów sieci (modułów sprzęgających). W sieci nie planuje się zastosowania analogowych przetworników pomiarowych i wykonawczych. Linia montażowa zawierać będzie łącznie 150 czujników z wyjściem dwustanowym i 75 urządzeń wykonawczych sterowanych binarnie.

1. Ile węzłów sieci (modułów sprzęgających, bramek) jest niezbędnych dla realizacji sieci?
2. Ile urządzeń nadrzędnych typu master będzie potrzebnych do realizacji tego zadania jeśli:
  - a) zastosowane zostaną urządzenia nadrzędne zgodne ze specyfikacją 2.0?
  - b) zastosowane zostaną urządzenia nadrzędne zgodne ze specyfikacją 2.11?

### 1.3 System AS-i: warianty optymalizacji liczby urządzeń podporządkowanych

W projektowaniu sieci należy uwzględniać wiele kryteriów, do których należą: bezpieczeństwo, funkcjonalność, niezawodność, struktura sieci, koszty instalacji i utrzymania, itd. Optymalizacja wielokryterialna jest zawsze zadaniem nie trywialnym. Załóżmy w uproszczeniu, że we wstępnym etapie projektowania sieci, skoncentrujemy się na projekcie struktury sieci stosując optymalizację jednokryterialną.

#### Treść zadania

Do realizacji zadania automatyzacji sformułowanego w zadaniu 1.2 zastosowano wyłącznie moduły typu 4E4A i 4E3A i jednostki typu master zgodne ze specyfikacją 2.11.

#### 1.3.1 Zadanie za 1 punkt

Czy założenie to minimalizuje liczbę modułów i jednostek typu master koniecznych do realizacji sieci? Jeśli nie, to proszę podać warianty zastosowania innych typów modułów. Proszę odpowiedź uzasadnić.

#### 1.3.2 Zadanie za 3 punkty

Proszę zaprojektować najtańszą sieć do realizacji zadania 1.2, jeśli:

- a) moduł typu master w wersji 2.0 kosztuje 100 jednostek
- b) moduł typu master w wersji 2.11 kosztuje 125 jednostek
- c) zasilacz AS-i kosztuje 75 jednostek
- d) moduł typu 4E4A kosztuje 12 jednostek
- e) moduł typu 4E3A kosztuje 11 jednostek
- f) moduł typu 2E2A kosztuje 8 jednostek
- g) moduł typu 4E kosztuje 8 jednostek
- h) moduł typu 4A kosztuje 7 jednostek
- i) moduł typu 2E kosztuje 6 jednostek
- j) moduł typu 2A kosztuje 5 jednostek

#### 1.3.3 Zadanie za 4 punkty

Zaprojektować sieć realizującą założenia zadania 1.2 i 1.3.2, w taki sposób aby maksymalny czas cyklu nie przekraczał:

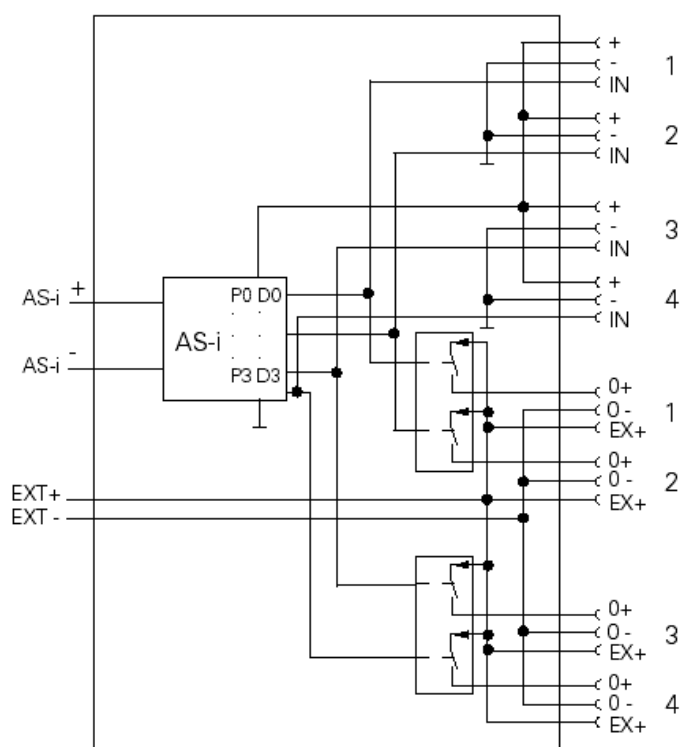
- a) 1ms
- b) 5ms
- c) 8ms
- d) 12ms

i jednocześnie sieć była najtańsza w realizacji. Proszę podać koszt każdego wariantu sieci.

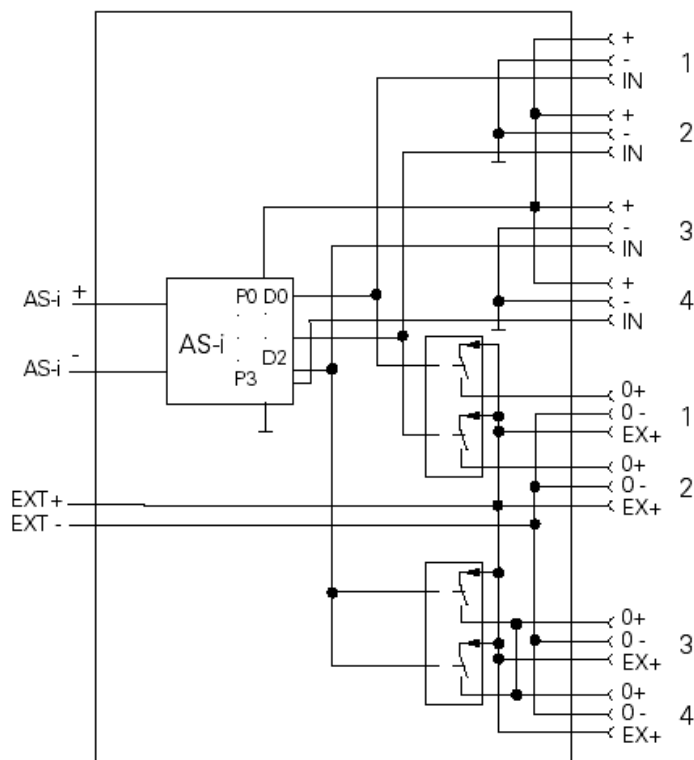
## **Materiał uzupełniający o rozdziału 7 materiałów dydaktycznych**

### **Przykłady modułów aktywnych AS-i**

Na rys. 7.29 i 7.30 przedstawiono dwa schematy ideowe modułów aktywnych AS-i odpowiednio o konfiguracjach wejść–wyjść typu 4I4O (4E4A) i 4I3O (4E3A). Zgodnie z profilem (rys. 7.16), urządzenie podrzędne jest widziane jako zespół trzech programowalnych rejestrów 4-bitowych. Pierwszy rejestr przechowuje dane wejściowe, drugi rejestr przechowuje dane wyjściowe, a trzeci rejestr jest przeznaczony do przechowywania wartości parametrów urządzenia. Dwa pierwsze rejestry współpracują z dwukierunkowym portem danych (D0,D1,D2,D3), natomiast trzeci współpracuje z jednokierunkowym portem parametrów (P0,P1,P2,P3). Jednym z możliwych rozwiązań konstrukcyjnych modułów aktywnych (rys. 7.29, rys. 7.30) jest wykorzystanie portu parametrów do sterowania elementami wykonawczymi i portu danych do odczytu stanu wejść binarnych sensorów. W ten sposób możliwe jest jednoczesne dołączenie do jednego modułu aktywnego 4 elementów wykonawczych i 4 sensorów (rys. 7.29) z możliwością adresowania w trybie standardowym (do 31 urządzeń podporządkowanych) lub 3 elementów wykonawczych i 4 sensorów (rys. 7.30) z możliwością adresowania w trybie rozszerzonym (do 62 urządzeń podporządkowanych). Wówczas rozkaz zapisu parametrów (rys. 7.20) pozwala na realizację sterowania urządzeniami wykonawczymi, natomiast rozkaz odczytu danych (rys. 7.20) pozwala na realizację odczytu stanu wejść sensorów. Należy zwrócić uwagę, że rozkazy te nie mogą być realizowane natychmiast po sobie w tym samym cyklu skanowania sieci przez jednostkę nadrzędną. W ten sposób zwiększa się czas dostępu do informacji wejściowych i czas aktualizacji stanu wyjść binarnych.



Rys. 7.29. Schemat ideowy przykładowego modułu AS-i zgodnego ze specyfikacją 2.11. Możliwość adresowania w trybie standardowym – 31 urządzenia podporządkowane. Profil S-7.F.F. Moduł dostarcza zasilania dla sensorów trzyprzewodowych. Dodatkowe zasilanie dla czterech elementów wykonawczych Konfiguracja I/O –  $7_{(hex)}$ , ID-code:  $F_{(hex)}$ , ID-2 code:  $F_{(hex)}$ , Przyporządkowanie wejść (P0,P1,P3,P3). Przyporządkowanie wyjść (D0,D1,D2,D3).



Rys. 7.30. Schemat ideowy przykładowego modułu AS-i zgodnego ze specyfikacją 2.11. Możliwość adresowania rozszerzonego A/B – 62 urządzenia podporządkowane. Profil S-7.A.0. Moduł dostarcza zasilania dla sensorów dwu i trzyprzewodowych. Dodatkowe zasilanie dla trzech elementów wykonawczych Konfiguracja I/O –  $7_{(hex)}$ , ID-code:  $A_{(hex)}$ , ID-2 code:  $0_{(hex)}$ , Przyporządkowanie wejść (P0,P1,P3,P3). Przyporządkowanie wyjść (D0,D1,D2).