

ControlNet

Rozwiązanie problemu przydziału czasu w komunikacji przemysłowej, część 1

Sieć ControlNet powstała w połowie lat 90. jako odpowiedź Rockwell Automation na zapotrzebowanie przemysłu w zakresie efektywnej wymiany informacji na poziomie sterowania. Oczekiwania powstałe w ciągu kilku kilkunastu lat wykorzystywania połączeń na tym poziomie były dość jasne: zapewnić możliwość ścisłego określania czasu transmisji, przy jednoczesnym zachowaniu powtarzalności. Naturalne było również utrzymanie charakteru komunikacji, czyli współrzędnej pracy sterowników, stacji operatorskich i komputerów.

W pierwotnej wersji, oznaczonej jako 1.0, ControlNet był siecią umożliwiającą wymianę informacji pomiędzy sterownikami PLC, z określeniem w jakim czasie miały być przesłane dane. Nad całością czuwał procesor nr 1 (ang. ControlNet Keeper), co powodowało uzależnienie pracy sieci od jego obecności. W kolejnej wersji (1.25) wprowadzono wiele dodatkowych urządzeń, w tym panele operatorskie i moduły I/O pozwalające na rozproszenie także akwizycji danych i sterowania. Ciągłe jednak całość konfiguracji przechowywana była w procesorze nr 1.

Rok 1998 przyniósł ostateczną wersję ControlNetu, oznaczoną jako 1.5. Dokonano w nim wielu zmian,

zarówno strukturalnych i jak i programowych, doprowadzając do uzyskania w pełni satysfakcjonującej sieci, pracującej na dwóch, najczęściej spotykanych poziomach: sterowania i urządzeń.

Topologia, medium transmisyjne

Jednym z kluczowych elementów decydujących o wyborze połączenia jest topologia sieci, a właściwie możliwość jej dostosowania do warunków panujących w zakładzie. Z jednej strony sprowadza się to do ustalenia tras kablowych, z drugiej zaś do wyboru medium, odpornego na zakłócenia i środowisko. Blokowy schemat połączenia pokazano na rys. 1. Wśród elementów wyróżniono: N - węzeł (rozumiany jako sterownik lub inne urządzenie sieciowe), T - Tap, złącze typu T, łączące węzeł z siecią oraz segment stanowiący pewną całość, zakończoną terminatorami i ograniczoną długością połączenia (maks. 1000 m) oraz liczbą węzłów (maks. 48). W przypadku większych odległości lub większej liczby węzłów (ControlNet pozwala na obsługę do 99 urządzeń), konieczne jest stosowanie modułów repeaterów (oznaczonych R na rys. 1). W całej sieci dopuszcza się wykorzystanie maksymalnie 5 repeaterów,

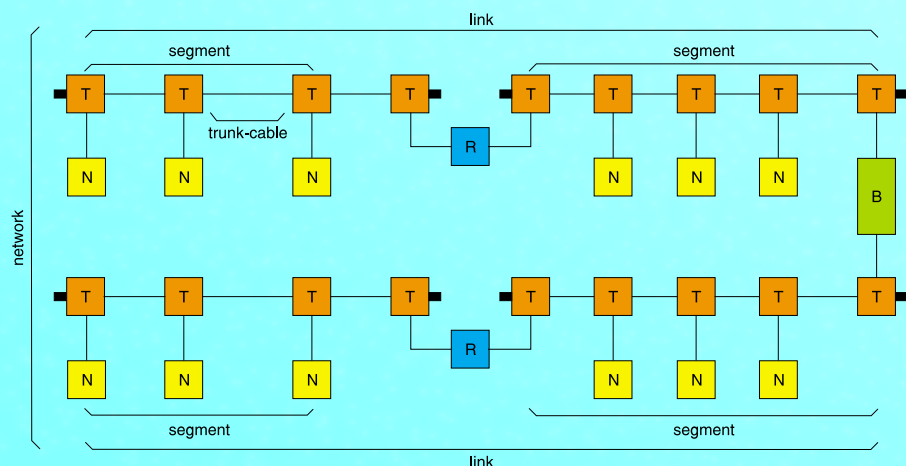
W artykule przedstawiono własności i procedury konfigurowania sieci ControlNet. Szczególną uwagę zwrócono na możliwość określania czasu w komunikacji oraz na rozdzielanie danych na krytyczne i niekrytyczne czasowo. Zagadnienia te zilustrowano praktycznymi przykładami.

co pozwala na pracę przy odległościach do 6 km lub na zbudowanie połączeń gwiazdzystych lub drzewiastych.

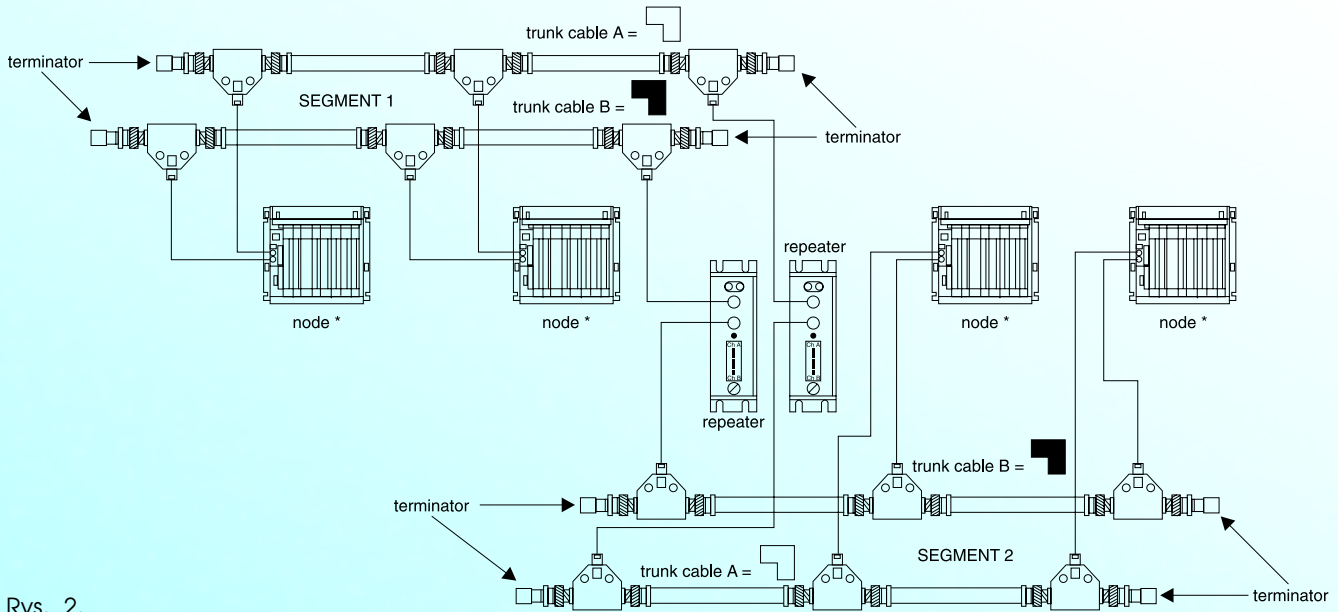
Na rys. 1, z uwagi na przejrzystość, pokazano jedynie układ magistralowy. Ostatnim elementem (choć nie mniej istotnym) jest bridge (oznaczony B), którego zadaniem jest połączenie dwóch niezależnych sieci. W większości aplikacji jest to realizowane za pomocą sterownika ControlLogix Gateway, wyposażonego w dwa moduły ControlNet Bridge.

W przypadkach szczególnie zagrożonych zakłóceniami lub uszkodzeniami łączy, istnieje możliwość duplikacji medium, przez zastosowanie podwójnego okablowania, prowadzonego dla bezpieczeństwa różnymi trasami. Na rys. 2 pokazano praktyczną realizację redundancji w przypadku sieci dwusegmentowej.

Podczas realizacji typowego połączenia ControlNet, jako medium, jest stosowany kabel koncentryczny o impedancji 75Ω , charakteryzujący się bardzo dobrymi własnościami przesyłu danych i tłumienia zakłóceń. Zastosowanie takiego nośnika pozwala osiągnąć szybkość transferu bitowego na poziomie 5Mbd, co w połączeniu z wskazanymi dalej własnościami zapewni wysoką efek-



Rys. 1.



Rys. 2.

tywność połączenia. Co jednak, gdy poziom zakłóceń jest bardzo duży lub odległość znacznie przekracza 6km? W takich sytuacjach konieczna jest zmiana nośnika miedzianego na światłowód, co w przypadku ControlNetu oznacza zastosowanie repeatera dostosowanego do medium, jak pokazano na rys. 3.

Podział danych, konfiguracja sieci

Po zaplanowaniu topologii sieci, w kolejnym kroku pracy projektanta następuje określenie kierunków przepływu i wielkości wymienianej informacji. W przypadku tradycyjnych systemów sieciowych, takie zadanie sprowadza zazwyczaj się do wkomponowania odpowiednich poleceń komunikacyjnych do programów sterowników lub zdefiniowania obszarów wymiany dla stacji operatorskich. Taka procedura nie gwarantuje jednak optymalnego rozwiązania problemu komunikacji, z uwagi przede wszystkim na trzy fakty.

- Niemożność określenia precyzyjnie czasu dostępu do sieci dla istotnych urządzeń.
- Niemożność oddzielenia ruchu sieciowego, generowanego przez dru-

gorzędne węzły od transmisji krytycznej dla pracy aplikacji.

- Niemożność (w większości przypadków) zapewnienia jednoczesnego przekazywania informacji do wielu odbiorców.

Powyższe problemy próbowali rozwiązać twórcy systemu ControlNet. Głównym ich osiągnięciem stało się umożliwienie użytkownikowi rozdzielanie danych na informacje czasowo-krytyczne i czasowo-niekrytyczne.

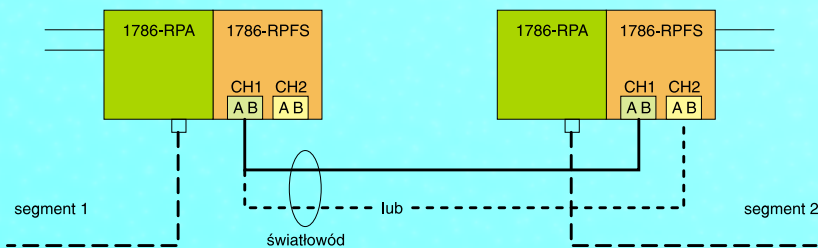
Transfer danych krytycznych (nazywany Scheduled Data Transfer - SDT) jest realizowany w stałych, programowanych przez projektanta okresach. Optymalizacja minimalnego, dopuszczalnego przez sieć czasu (nazywanego Network Update Time - NUT) jest realizowana po zdefiniowaniu wszystkich krytycznych danych (a więc po określeniu ich ilości) oraz po podaniu jak często mają być przesyłane (parametr Request Packet Interval - RPI). Po jej zakończeniu użytkownik jest informowany o przydzielonym NUT, oraz o możliwościach do przyjęcia czasach transferu poszczególnych informacji, określanych jako Actual Packet Interval - API. Jeśli takie parametry są akcep-

towalne, kolejno następuje przesłanie całości ustawień do wszystkich zainteresowanych węzłów, dzięki czemu każde urządzenie uczestniczące w SDT wie, kiedy ma rozpocząć nadawanie informacji. Tą drogą przekazywane są dane dotyczące:

- Stanu dyskretnych wejść i wyjść znajdujące się w modułach I/O wyposażonych w adapter ControlNet.
- Stanu analogowych wejść i wyjść, istotnych z punktu widzenia aplikacji, a znajdujących się w modułach I/O wyposażonych w adapter ControlNet.
- Zasobów procesorów sterowników PLC, pracujących w sieci (komunikacja peer-to-peer).

Dzięki przydziałowi do SDT, transfer powyższych danych odbywa się w sposób deterministyczny (ponieważ określony jest API) i powtarzalny, co wynika z okresowości NUT. Oczywiście nie wszystkie dane muszą być przesyłane z okresem API równym NUT. W przypadku danych wolniej zmieniających (ale wciąż istotnych) projektant ma możliwość ustawieniażądanego czasu RPI na wartość równą $2^n \cdot NUT$, gdzie n jest wartością całkowitą, większą od zera. Takie rozdzielanie zawsze pozwala na zmniejszenie wynikowego czasu NUT, a sposób wyliczenia czasu ułatwia praktyczną implementację algorytmów sterowania dostępem do łącza.

Rafał Tutaj
Elmark Automatyka Sp. z o.o.
Dział Rockwell Automation
rt@elmark.com.pl



Rys. 3.