

Grzegorz HAYDUK, Grzegorz WRÓBEL, Marcin JACHIMSKI,  
Henryk ZYGMUNT, Paweł KWASNOWSKI  
Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych

## PROBLEMY APERIODYCZNEGO PRZESYŁU DUŻYCH IŁOŚCI DANYCH NA TLE WYMIAN PERIODYCZNYCH W SIECI TYPU MASTER - SLAVE

**Streszczenie.** Referat dotyczy rozproszonego monitoringu i zbierania danych w dużych obiektach przemysłowych, takich jak walcownie. Monitorowane są zarówno wielkości analogowe – szybkozmiennie oraz wolnozmiennie, jak i sygnały dwustanowe oraz ciągi impulsów. Dane te są zbierane i zapamiętywane w buforach kołowych sterowników lub koncentratorów danych (zwanymi logerami), z wybranym okresem próbkowania (np.: 1 ms). W zależności od typu danych wybierane są odpowiednie okresy, np. 1 s, z których próbki danych są okresowo przesyłane przez sieć do nadrzędnego systemu.

Natomiast w przypadku wystąpienia określonego zdarzenia zachodzi potrzeba przesłania do systemu nadrzędnego bardzo dużej ilości danych z otoczenia momentu wystąpienia tego zdarzenia z rozdzielczością wynikającą z częstotliwości ich próbkowania. Przedmiotem referatu jest próba optymalizacji tego zadania.

## PROBLEMS OF APERIODIC TRANSMISSION OF LARGE DATA QUANTITIES AGAINST A BACKGROUND OF PERIODIC TRANSMISSIONS IN MASTER - SLAVE NETWORK

**Summary.** The paper deals with distributed monitoring and data acquisition in large industrial plants like rolling mills. Monitored quantities are analogue: fast-changing and slow-changing as well as bistable signals and pulse series. These data are acquired with a selected sampling interval (e.g.: 1 ms) and stored in circular buffers of controllers or data concentrators referred to as loggers. Depending on the data type adequate periods are chosen (e.g.: 1 s), over which the data samples are periodically transmitted via network to a supervisory system.

In case of a specific event there is a need of transmitting to the supervisory system a large quantity of data, stored in particular concentrators from the neighborhood of

this event with a resolution resulting from sampling frequency. An attempt of optimization of this task is the subject of this paper.

## 1. Wstęp

Rozproszony system monitoringu i zbierania danych w dużych obiektach przemysłowych, takich jak walcownie, składa się z pewnej ilości sterowników i koncentratorów danych, zwanych logerami oraz komputera nadrzędnego, który pełni funkcję serwera i archiwizuje wartości sygnałów odczytywanych ze sterowników i logerów. Monitorowane są zarówno wielkości analogowe szybkozmiennne (takie jak: prądy, napięcia, moce) oraz wolnozmiennne (takie jak: temperatury, ciśnienia, przepływy gazów i cieczy, składy mieszanin itp.), jak i sygnały dwustanowe oraz ciągi impulsów.

Dane te są zbierane i zapamiętywane w buforach kołowych sterowników lub logerów, z wybranym okresem próbkowania (np.: 1 ms albo 10 ms). Okres ten, arbitralnie dobierany w zależności od charakterystyki monitorowanego procesu technologicznego, zwykle jest o kilka rzędów wielkości mniejszy od okresu bieżącego monitorowania tych wielkości przez system nadrzędny. Dopiero w przypadku wystąpienia określonego zdarzenia (awarii lub przekroczenia zadanego progu przez jedną z mierzonych wielkości), następuje przesłanie do systemu nadrzędnego wszystkich próbek z otoczenia momentu wystąpienia tego zdarzenia (przed i po nim), w celu umożliwienia analizy procesu technologicznego lub stanu urządzeń w ścisłej okolicy awarii.

Do komunikacji pomiędzy logerami i systemem nadrzędnym zastosowany został protokół Modbus RTU [2, 3], przy użyciu którego periodycznie odczytywane są aktualne wartości monitorowanych sygnałów z okresem wynikającym z potrzeb technologicznych (np. co 1 s) oraz asynchronicznie odczytywany jest bufor kołowy (dane „awaryjne”) po jego zatrzymaniu w wyniku sygnału awaryjnego. Odczyt bufora kołowego może odbywać się fragmentami (podając numer próbki początkowej oraz ilość próbek).

## 2. Monitoring pracy silników Walcowni Gorącej Blach HTS SA

Problemy związane z tego rodzaju wymianami danych oraz zastosowane do ich rozwiązania metody zostaną omówione na przykładzie opracowanego, zrealizowanego i przebadanego w warunkach laboratoryjnych systemu zbierania i rejestracji wybranych parametrów pracy silników napędzających klatki walcownicze w Walcowni Gorącej Blach HTS SA.



Walcownia gorąca blach jest bardzo dużym obiektem, którego długość sięga 1 km. Składa się z następujących części technologicznych [1]:

- piece przepychowe do nagrzewania slabów,
- grupa walcarek wstępnych, rozstawionych tak, że pojedynczy slab, w czasie walcowania, znajduje się tylko w jednej klatce,
- grupa walcarek wykańczających, rozmieszczonych tak blisko, że materiał walcowany znajduje się równocześnie we wszystkich klatkach,
- chłodnia, wyposażona w rolki samotokowe, urządzenia do chłodzenia blachy (wodne i powietrzne), zwijarki do blachy oraz nożyce latające lub gilotynowe – do cięcia blachy na arkusze.

W czasie walcowania na ciągu walcowniczym znajduje się równocześnie kilka slabów. W przypadku awarii lub zatrzymania napędu jednej z klatek – wszystkie ją poprzedzające zostają automatycznie zatrzymane, w celu uniknięcia spiętrzenia materiału. Z tego powodu zatrzymanie choćby jednego ogniwa w procesie technologicznym powoduje bardzo duże straty produkcyjne, a niekiedy może spowodować również uszkodzenie urządzeń technologicznych. Stąd widać, jak bardzo ważne jest, w przypadku wystąpienia awarii, prawidłowe zdiagnozowanie: które urządzenie zostało wyłączone jako pierwsze i jaka była przyczyna awarii. Najczęściej jest to przeciążenie napędu którejś z klatek (niedograny materiał, zbyt duży gniot itp.).

Prawidłowa diagnostyka wymaga możliwości rozciągnięcia w czasie rejestrowanych sygnałów zarówno analogowych, jak i logicznych w otoczeniu określonego zdarzenia (awarii lub przekroczenia zadanego progu przez jedną z mierzonych wielkości). Dobre rozpoznanie przyczyny awarii pozwoli na wyciągnięcie wniosków, jak uniknąć w przyszłości jej powtórzenia.

## **2.1. Założenia systemu**

Omawiany system ma zapewnić realizację następujących zadań:

- pomiar i rejestrację wszystkich danych w okresie 1-sekundowym w bazie danych komputera nadrzędnego,
- pomiar i rejestrację wybranych danych w okresie 1-milisekundowym w buforach kołowych pamięci wewnętrznej koncentratorów,
- automatyczne zatrzymywanie i blokowanie rejestracji w buforze kołowym dla wybranej grupy danych, wyzwalane wyznaczonym sygnałem pomiarowym, po ustalonym czasie rejestracji od wyzwolenia,
- sygnalizację wystąpienia stanu zatrzymania rejestracji w buforze kołowym,

- transmisję i archiwizację danych zawartych w buforze kołowym po zatrzymaniu rejestracji,
- zdalne odblokowanie przez operatora rejestracji danych w buforze kołowym,
- zachowanie ciągłości okresowej (1-sekundowej) transmisji danych do bazy danych pomiarowych po zatrzymaniu rejestracji w buforze kołowym i w czasie transmisji zarejestrowanych w nim danych,
- wizualizowanie i drukowanie zarejestrowanych 1 s danych w wybranych zestawach po kilka sygnałów, w postaci tablicowej oraz wykresów graficznych w dowolnie wybranym zakresie czasowym,
- wizualizowanie i drukowanie zarejestrowanych w buforach kołowych danych w wybranych zestawach po kilka sygnałów, w postaci tablicowej oraz wykresów graficznych w dowolnie wybranym zakresie czasowym, jako fragment zarejestrowanego bufora,
- możliwość zapisywania zarejestrowanych danych na zewnętrznych nośnikach danych.

Ponieważ wystąpienie awarii w dowolnym miejscu linii produkcyjnej może spowodować zatrzymanie całej linii, a do jednej linii (ze względu na ograniczoną ilość monitorowanych sygnałów przez jeden loger) może być podłączony więcej niż jeden loger, to wszystkie logery należące do jednej linii zatrzymywanej przy wystąpieniu awarii tworzą tzw. „grupę awaryjną”. Po wystąpieniu stanu awaryjnego wszystkie logery należące do tej samej grupy awaryjnej zatrzymują zapisywanie do buforów kołowych, zamrażają te bufory, a komputer nadrzędny musi odebrać zawartość buforów kołowych z wszystkich logerów należących do tej grupy awaryjnej (w sposób nie zakłócający okresowego odczytywania danych co 1 s). Tak więc stwierdzenie, że grupa awaryjna znajduje się w stanie zatrzymania, jest jednoznaczne ze stwierdzeniem, że logery należące do tej grupy awaryjnej otrzymały sygnał awarii, zamroziły swoje bufory kołowe i oczekują na zapytania od komputera nadrzędnego w celu pobrania zawartości bufora kołowego.

## 2.2. Konfiguracja systemu

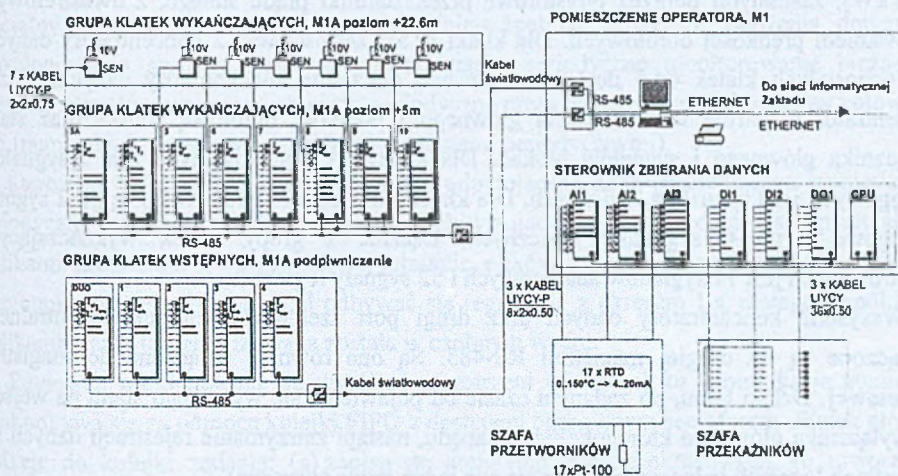
Ogólny schemat konfiguracji systemu zbierania i rejestracji danych przedstawiony jest na rys. 1. Centralnym elementem systemu jest komputer zbierania danych, umieszczony w pomieszczeniu operatora walcowni. Komputer rejestruje z okresem 1-sekundowym dane pomiarowe pobierane z trzech źródeł:

- koncentratorów danych umieszczonych w szafach sterowniczych silników klatek grupy wstępnej,
- koncentratorów danych umieszczonych w szafach sterowniczych silników klatek grupy wykańczającej,



sterownika zbierania danych obsługującego pomiary temperatur i sygnały z przekaźników.

Koncentratory danych połączone są linią transmisji szeregową w standardzie RS-485. Dwie niezależne linie transmisji szeregową podłączone są do oddzielnych portów komputera zbierania danych. Koncentratory rejestrujące parametry pracy napędów mogą być również przyłączone do tzw. **magistrali alarmowej**. Jest to dwuprzewodowa linia, w postaci pary skręconej, do której równolegle podłączone są wszystkie koncentratory tej grupy. Osiągnięcie stanu zatrzymania rejestracji, przez którykolwiek koncentrator przyłączony do tej magistrali, powoduje automatyczne zatrzymanie rejestracji w pozostałych.



Rys. 1. Ogólny schemat konfiguracji systemu  
Fig. 1. Diagram of system configuration

Pomiędzy stycznikownikami a komputerem zastosowano kable światłowodowe i odpowiednie konwertery. Sterownik zbierania danych połączony jest z komputerem za pomocą kabla sieciowego typu ETHERNET (ze względu na małą odległość zrezygnowano z łącza światłowodowego).

Zastosowanie dodatkowej karty sieciowej w komputerze zbierania danych umożliwia bezpieczne połączenie z zakładową siecią informatyczną.

### 2.2.1. Koncentratory danych grupy klatek wstępnych

Grupa klatek wstępnych obejmuje 5 napędów z silnikami synchronicznymi (6 kV, 2500 kW). Dla każdej klatki zastosowano oddzielny koncentrator danych. Rejestrowane są następujące sygnały analogowe: prąd stojana i prąd wzbudzenia każdego silnika oraz dwa napięcia sekcji I i sekcji III rozdzielni 6 kV zasilającej silniki oraz następujące sygnały logiczne: stany wyłącznika głównego oraz wyłącznika rozruchowego dla każdego silnika.

Łącznie 12 sygnałów analogowych (zastosowano przetworniki do standardu 4...20 mA, a następnie 12-bitowe przetworniki analogowo-cyfrowe) oraz 10 sygnałów logicznych. Wszystkie sygnały są galwanicznie izolowane.

Wszystkie koncentratory danych oraz pierwszy port szeregowy komputera centralnego podłączone są do pierwszej magistrali RS-485. Magistrala alarmowa nie jest wykorzystana. Każdy logger tworzy osobną grupę awaryjną.

### *2.2.2. Koncentratory danych grupy klatek wykańczających*

Grupa klatek wykańczających obejmuje 7 napędów, z silnikami prądu stałego (750 V, 2580 kW), zasilanymi poprzez tyrystorowe przekształtniki prądu stałego, z dwustrefowym sterowaniem prędkości obrotowych. Dla klatki nr 5A zastosowano 2 koncentratory danych. Dla pozostałych klatek od 5 do 10 zastosowano oddzielne koncentratory danych. Każdy koncentrator rejestruje wartość prądu głównego i prędkość obrotową silnika oraz stany wyłącznika głównego i sygnałów blokad. Dla klatki 5A rejestrowanych jest 5 sygnałów analogowych i 10 sygnałów logicznych. Dla klatek od 5 do 10 rejestrowane są po 2 sygnały analogowe i po 6 sygnałów logicznych. Łącznie z grupy klatek wykańczających rejestrowanych jest 17 sygnałów analogowych i 52 sygnały logiczne.

Wszystkie koncentratory danych oraz drugi port szeregowy komputera centralnego podłączone są do drugiej magistrali RS-485. Są one również dołączone do magistrali alarmowej. Dzięki temu, po zadanim czasie od pojawienia się wysokiego stanu na wejściu od wyłącznika głównego któregośkolwiek napędu, nastąpi zatrzymanie rejestracji danych we wszystkich loggerach jednocześnie (tworzą one jedną grupę awaryjną).

### *2.2.3. Sterownik zbierania danych*

Zadaniem sterownika zbierania danych jest pomiar i przetwarzanie temperatur powietrza, uzwojeń i łożysk silników oraz obsługa sygnałów dwustanowych. Sterownik obsługuje 17 wejść analogowych z czujników temperatury klatek grupy wykańczającej oraz 24 sygnały logiczne. Wszystkie przetworniki temperatury liniowo konwertują rezystancję czujników Pt-100 odpowiadającą zakresowi temperatur 0÷150 °C do zakresu prądowego 4÷20 mA. Linearyzacja charakterystyki czujników realizowana jest w przetwornikach A/C. Sterownik zbierania danych połączony jest z komputerem centralnym kablem sieciowym typu ETHERNET.

## **2.3. Protokół komunikacyjny zastosowany do komunikacji z loggerami**

Do komunikacji z loggerami zastosowano protokół Modbus w wersji RTU [4, 6]. Zgodnie ze standardem, ramki oddzielone są przerwą w transmisji o długości co najmniej 3,5 znaku



(zwykle wartość ta jest zaokrąglana do 4 znaków). Po tej przerwie odbywa się przesyłanie ramki (prędkość 19 200 bodów, 8 bitów danych, bez bitu parzystości, 1 bit stopu) zawierającej 8-bitowe dane. Standard Modbus RTU określa, że odstęp pomiędzy znakami nie może być dłuższy niż czas przesyłania 1,5 znaku. Pierwszy bajt w ramce zapytania jak i odpowiedzi jest adresem logera (pracującego jako slave). Jeśli loger stwierdzi, że adres w ramce zapytania jest jego adresem, odbiera dalszą część ramki.

## 2.4. Oprogramowanie systemu

Aby zrealizować komunikację komputera nadrzędnego z logerami, został napisany specjalny program sterownika, który powinien spełniać powyższe założenia dotyczące funkcjonowania systemu, tzn.: zapewniać ciągłe periodyczne monitorowanie bieżących wartości sygnałów wejściowych oraz aperiodyczne przesyłanie zawartości buforów kołowych (we fragmentach, w przerwach między wymianami periodycznymi).

Sterownik składa się z głównego wątku odpytującego dane (realizującego komunikację periodyczną i aperiodyczną) oraz wątku archiwizującego, bezpośrednio współpracującego z plikami archiwum. Tworzenie i wypełnianie plików może czasem trwać kilka sekund, a komunikacja periodyczna musi odbywać się regularnie z okresem 1 s, dlatego współpraca z plikami archiwum zrealizowana została w osobnym wątku.

Ponieważ wątki pracują we wspólnej przestrzeni adresowej, to komunikacja pomiędzy nimi odbywa się za pomocą kolejki FIFO z dostępem chronionym semaforem. Wątek główny wpisuje do kolejki żądania: (a) zapisu do archiwum próbek okresowych, (b) utworzenia pustego archiwum danych awaryjnych, (c) zapisania do niego danych, (d) zamknięcia pliku archiwum danych awaryjnych, a wątek archiwizacyjny asynchronicznie realizuje te żądania. Aperiodyczne dane awaryjne są zapisywane w osobnych plikach (dla każdej grupy awaryjnej i dla każdej awarii osobny plik - w nazwie pliku zawarta jest nazwa grupy awaryjnej i data oraz czas wystąpienia awarii), natomiast pliki archiwum próbek okresowych tworzone są na bieżąco (każdy plik zawiera wartości z danego dnia).

Po uruchomieniu sterownik odczytuje konfigurację systemu z pliku w formacie *\*.ini*. W konfiguracji tej określone są m.in. adresy logerów używane do ich identyfikacji w protokole Modbus, technologiczne nazwy sygnałów podłączonych na poszczególnych wejściach logerów, jak również informacja o tym, do której grupy awaryjnej należy każdy z logerów.

Następnie sterownik uruchamia wątek archiwizacyjny (służący do bezpośredniej pracy z plikami archiwum) i rozpoczyna periodyczne przepytывanie logerów o bieżące wartości sygnałów oraz o flagę wystąpienia awarii i stan bufora kołowego (świadczący o zakończeniu rejestracji i gotowości do przesyłania go do komputera nadrzędnego).

Po wykryciu wystąpienia awarii w jednym z logerów oraz stwierdzeniu, że wszystkie logery należące do danej grupy awaryjnej, w której wystąpiła awaria, zakończyły rejestrację danych w buforze kołowym (po wystąpieniu awarii logery przez pewien czas wypełniają bufor kołowy; stosunek zawartości bufora przed i po awarii został ustalony na  $1/3$  do  $2/3$ ), sterownik przystępuje do przepytывania o zawartość buforów kołowych. Zawartość ta jest przesyłana we fragmentach, a sterownik dokonuje wyznaczania wielkości przesyłanych fragmentów w zależności od czasu pozostałego do rozpoczęcia następnej komunikacji periodycznej oraz kilku ostatnich czasów odpowiedzi logerów.

Fragmenty te są ściągane *kolejno* i *rotacyjnie* ze wszystkich logerów, w których bufor kołowy jest zamrożony. Oznacza to, że jeśli awaria wystąpiłaby w grupie awaryjnej liczącej 3 logery, to sterownik tak planuje odpytywanie logerów, aby w kolejnych szczelinach czasowych (w czasie pozostałym po wymianach periodycznych) przesłany został z logerów (1., 2. i 3.) pierwszy fragment bufora. Następnie logery (1., 2. i 3.) przepytывane są ponownie o drugi (*kolejny*) fragment bufora. Ta procedura (*rotacyjnie*) powtarza się do momentu odpytania wszystkich logerów o całą zawartość bufora. Efektem takiego działania jest jednoczesne ściąganie zawartości buforów ze wszystkich logerów w pewnym stopniu równomiernie. Na rys. 2 pokazano przykład oparty na grupie awaryjnej składającej się z 3 logerów.

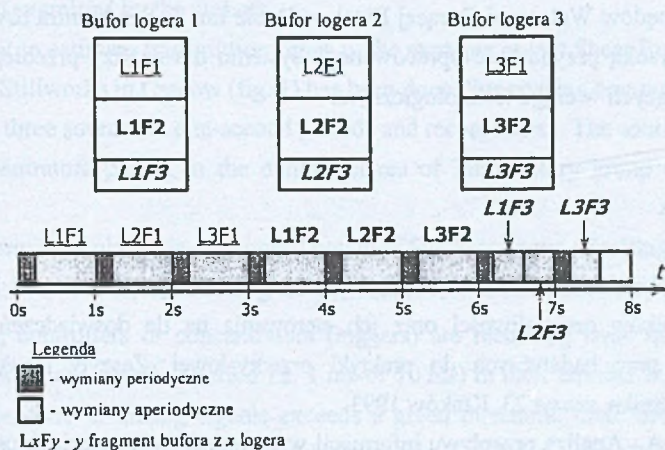
## 2.5. Próba oszacowania czasów transmisji

Aby oszacować czas transmisji wymian periodycznych, należy wziąć pod uwagę parametry transmisji (19 200 bodów, 8 bitów, bez bitu parzystości, 1 bit stopu, co daje 0,52 ms na 1 B) oraz specyfikę protokołu Modbus. Periodyczne odpytanie pojedynczego logera to: przesłanie ramek zapytania o wartości sygnałów (8 B), odpowiedzi (15 B) oraz zapytania o wystąpienie awarii (8 B) i odpowiedzi (7 B). W sumie daje to 38 B, do czego należy doliczyć obowiązkowe 4 B ciszy (do każdej z 4 ramek), co daje 42 B, czyli 21,84 ms – dla jednego logera. Jeśli pomnożymy to przez ilość logerów w grupie klatek wstępnych i grupie klatek wykańczających, otrzymamy odpowiednio wartości 109 ms i 175 ms.

Oczywiście należy zauważyć, że powyższe szacunki w ogóle nie uwzględniają pozostałych czasów mogących mieć znaczny wpływ na końcowy szacunek, a wynikających z faktu, iż logery potrzebują czasu na rozpoznawanie i rozkodowywanie ramek zapytania oraz wypracowywanie ramek odpowiedzi. Również znaczące mogą być czasy przetwarzania przez program sterownika na komputerze nadrzędnym, wynikające z narzutów wprowadzanych przez wielozadaniowy system operacyjny czasu rzeczywistego QNX [5], w środowisku którego ten sterownik pracuje. Również logery nie poświęcają całej swojej mocy obliczeniowej na obsługę protokołu Modbus. Jednak z przeprowadzonych pomiarów można



wnioskować, że czasy przetwarzania pojedynczej ramki są na poziomie kilku milisekund, co powoduje, że czas potrzebny na wymiany periodyczne w grupie ramek wstępnych i wykańczających wydłużają się odpowiednio do wartości około 200 ms i 320 ms, a pozostałe czasy na wymiany aperiodyczne wynoszą odpowiednio: 800 ms i 680 ms.



Rys. 2. Diagram czasowy wymian periodycznych i aperiodycznych dla 3 logerów w grupie awaryjnej

Fig. 2. Time diagram of periodical and aperiodical transmissions for 3 loggers

Podobnie można spróbować oszacować czas potrzebny na przesłanie bufora wartości awaryjnych (rozmiar bufora jest stały i wynosi 128 KB, co przy okresie próbkowania 1 ms pozwala na zapamiętanie 16,38 s). Jeśli założymy, że na wymianę aperiodyczną pozostaje 800 ms, to ilość bajtów, które możemy przesłać, wynosi 1 538. Jeśli od tej wartości odejmiemy narzut protokołu (8 B na ramkę zapytania i 5 B na ramkę odpowiedzi), to ostatecznie w szczelinie między 1-sekundowymi wymianami możemy przesłać maksymalnie 1 525 B, a więc na przesłanie całego bufora potrzebujemy 1 m 26 s.

Natomiast gdy uwzględnimy szerokość szczeliny i ilość logerów w grupie wykańczającej, to czas potrzebny na przesłanie zawartości wszystkich zamrożonych logerów może przekroczyć 12 minut.

### 3. Podsumowanie

Opracowany i przetestowany laboratoryjnie został oryginalny system rozproszonego monitoringu i zbierania danych w dużych obiektach przemysłowych. System ten, oprócz periodycznych wymian (z zadaniem okresem), umożliwi asynchroniczne zapisywanie (z wysoką rozdzielczością) do pamięci serwera monitorującego, w przypadku wystąpienia

awarii lub przekroczenia określonego progu przez wybraną wielkość, dużej ilości danych, które są zbierane i zapamiętywane z wybranym okresem próbkowania (np.: 1 ms lub 10 ms) w buforach kołowych sterowników lub koncentratorów danych (zwanymi logerami).

Dokonano próby oszacowania czasów transmisji w takim systemie na przykładzie monitoringu napędów Walcowni Gorącej Blach w Hucie im. T. Sendzimira SA w Krakowie. Stwierdzono wysoką przydatność opracowanego systemu dla analizy przebiegu i przyczyn awarii występujących w ciągu technologicznym.

## LITERATURA

1. Zygmunt H.: Nieliniowości i specyfika przekształtników prądu stałego i bezpośrednich przemienników częstotliwości oraz ich sterowania na tle doświadczeń z wdrażania wyników prac badawczych do praktyki przemysłowej. Zeszyty Naukowe AGH – Elektrotechnika, zeszyt 23, Kraków 1993.
2. Kwiecień A.: Analiza przepływu informacji w komputerowych sieciach przemysłowych. Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 1999.
3. Werewka J.: Systemy rozproszone sterowania i akwizycji danych. Sterowniki programowalne i magistrale miejscowe; CCATIE, Kraków 1998.
4. Kwiecień A.: Przemysłowe sieciowe systemy rozproszone czasu rzeczywistego. Cechy i wymagania; STUDIA INFORMATICA, Formerly: Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: INFORMATYKA, Volume 21, Number 1 (39), s. 439 - 449), Gliwice 2000.
5. Zygmunt H., Wróbel G., Kwasnowski P., Hayduk G., Jachimski M.: Problemy rezerwowania danych w rozproszonym systemie sterowania zbudowanym na bazie systemu operacyjnego QNX; STUDIA INFORMATICA 2000, Volume 21, Number 3 (41) p. 201 - 215, Silesian University of Technology Press, Gliwice 2000.
6. Kwiecień A., Gaj P.: Kryteria doboru protokołów komunikacyjnych w sieciach przemysłowych; STUDIA INFORMATICA 2001, Volume 22, Number 3 (45) p. 433 - 444, Silesian University of Technology Press, Gliwice 2001.

Recenzent: Dr inż. Andrzej Kwiecień



## Abstract

The paper presents a comprehensive description of a distributed drive monitoring and data acquisition system for large industrial plants like rolling mills, which was developed, designed and laboratory examined by the authors.

An attempt to estimate transmission times in the example at Hot Sheet Rolling Mill at the T. Sendzimir Stillworks in Cracow (fig. 1) has been done. Supervising computer receives data samples from three sources in one-second periods and records them. The sources are:

- data concentrators placed in the control boxes of introductory group of rolling stand drives,
- data concentrators placed in the control boxes of finishing group of rolling stand drives,
- data acquisition controller servicing temperature measurements and relay signals.

Moreover, controllers or concentrators (loggers) are recording large quantities of data (with high resolution sampling period i.e. 1 ms or 10 ms) in their circular buffers. In case of failure or when one of analog signals exceeds a given threshold, their circular buffers are asynchronously transferred to the supervising computer. The system is highly useful in analysis of failures occurring in the technological process.