

Jerzy SOBSTEL
Politechnika Śląska
Instytut Automatyki

SYSTEM TELEMETRYCZNY NA KOMUTOWANYCH ŁĄCZACH TELEFONICZNYCH

Streszczenie: W artykule opisana została budowa systemu telemetrycznego, w którym wyniki pomiarów przesyłane są przez komutowane automatycznie łącza telefoniczne.

Wstęp

Automatyczne sterowanie systemem wodno-gospodarczym wymaga zbierania informacji pomiarowych o stanie systemu i to nie tylko ze złożonych obiektów technologicznych, takich jak stacja wodociągowa, lecz także z wielu rozproszonych punktów pomiarowych [1].

Są to punkty pomiarowe służące do pomiarów:

- przepływów wody w rurociągach magistralnych,
- ciśnienia wody w charakterystycznych punktach sieci rozdzielczej, na dopływach i wypływach małych przepompowni i hydroforni,
- poborów wody przez zakłady przemysłowe z sieci wodociągowej,
- poborów wody przez zakłady przemysłowe z ujęć własnych,
- zasobów wód wglębnych,
- zasobów wód powierzchniowych,
- jakości wód w rzekach i kanałach,
- jakości ścieków zrzucanych przez zakłady przemysłowe,
- stężenia chlorku w wodzie,
- położenia zasów i innych elementów regulacyjnych.

Wprowadzenie wymienionych pomiarów będzie miało istotne znaczenie dla uporządkowania gospodarki wodnej zakładów przemysłowych oraz lepszego zaspokojenia potrzeb indywidualnych odbiorców.

Wszystkie wymienione wielkości są wolnozmiennie, tak, że wymagana częstość pomiarów jest niewielka i waha się od dwóch pomiarów na godzinę, w przypadku pomiarów przepływów i ciśnień dla optymalizacji pracy pompowni, do jednego pomiaru na miesiąc w przypadku odczytu stanu wodomierzy dla celów rozliczeniowych.

Jednocześnie informacje o takich zdarzeniach, jak spadek ciśnienia wody poniżej wartości dopuszczalnej wywołany utratą szczelności rurociągu lub niedoborem wody, nadmierne stężenie zanieczyszczeń w rzece, itp., choć występują dość rzadko, muszą być przekazywane z minimalnym opóźnieniem.

Możliwości budowy systemu

Na obszarze systemu wodno-gospodarczego występuje około 2000 tego typu punktów pomiarowych, które po odpowiednim zgrupowaniu mogą być obsługiwane przez około 800 stacji telemetrycznych. Przy tej ilości stacji zdalnych oraz ich rozproszeniu poważnym problemem staje się zapewnienie odpowiednich środków łączności umożliwiających przesyłanie sygnałów telemetrycznych i alarmowych ze stacji zdalnych do stacji centralnej. Koszt tych urządzeń będzie decydował o kosztach inwestycyjnych i eksploatacyjnych całego systemu.

W sieciach telemetrycznych obecnie najczęściej wykorzystywane są łącza radiowe UKF oraz dzierżawione łącza telefoniczne lub telegraficzne.

Na terenie systemu łącza wymienionych systemów nie mogą być stosowane, ze względu na brak takich łącz i to zarówno w sieci remontu łączności, jak i innych resortów upoważnionych do tworzenia sieci wydzielonych oraz ze względu na zarezerwowanie kanałów radiowych dla komunikacji z obiektami ruchomymi.

W tej sytuacji rozwiązanie problemu stało się możliwe poprzez budowę wydzielonej sieci łączy kablowych lub poprzez wykorzystanie istniejących sieci przewodowych dostatecznie rozpowszechnionych na rozpatrywanym obszarze.

Budowa wydzielonej sieci kablowej wymagałaby ogromnych nakładów inwestycyjnych spowodowanych wysokimi cenami kabli telekomunikacyjnych oraz koniecznością budowy specjalnej kanalizacji kablowej. Układanie kabli na terenach zurbanizowanych napotyka na poważne trudności techniczne, między innymi ze względu na brak wolnego miejsca pod powierzchnią ulic dla ułożenia kanalizacji kablowej.

Projektowanie oraz budowa łączy kablowych poza wysokimi kosztami wiązałyby się z długim okresem realizacji systemu. Sieć łączy trwałych byłaby mało elastyczna, a jej przepustowość wykorzystywana zaledwie w ok. 5% i to przy założeniu pracy wielu stacji na wspólnym łączu. Stworzenie rozbudowanej sieci wydzielonej wymagałoby powołania zespołów zajmujących się jej eksploatacją i naprawami.

Uwzględniając wysokie koszty, trudności projektowe, wykonawcze i eksploatacyjne, projekt budowy specjalnej sieci kablowej należy uznać za kosztowny i trudno realizowalny.

Spośród istniejących sieci przewodowych istnieje techniczna możliwość

wykorzystania komutowanej sieci telefonicznej i teleksowej oraz sieci energetycznej.

Sieć energetyczna jest najbardziej rozpowszechniona.

Poważną przeszkodą jest natomiast jej złożona struktura, a przede wszystkim planowane wykorzystanie do przesyłania sygnałów sterujących załączanie i wyłączenie odbiorników energii.

Sieć teleksowa jest jeszcze stosunkowo mało rozpowszechniona i aktualna pojemność automatycznych central teleksowych nie zapewnia możliwości podłączenia wymaganej liczby stacji zdalnych. Komutowana automatycznie sieć telefoniczna obejmuje swoim zasięgiem cały obszar systemu wodno-gospodarczego.

Poziom błędów i zakłóceń w łączach komutowanych jest znacznie wyższy niż w łączach trwałych, jednak, jak wykazały badania, umożliwią one transmisję informacji z wymaganą wiarygodnością [2].

W systemie telemetrycznym pracującym na łączach komutowanych muszą występować stosunkowo duże opóźnienia w przesyłaniu informacji związane ze skończonym czasem nawiązywania połączenia. Stąd też może on być stosowany jedynie do kontroli procesów wolnozmiennych.

Duża gęstość sieci telefonicznej pozwala podłączyć stacje zdalne praktycznie w dowolnym miejscu, przy czym do poszczególnych central telefonicznych należałoby podłączyć od kilku do kilkunastu stacji, co jest w pełni realne. Do czasu uruchomienia systemu przewidywana jest szybka rozbudowa sieci telefonicznej, co powinno definitywnie rozwiązać problem dostępności łącz.

Przy zadanej częstotliwości pomiarów komutowana sieć telefoniczna zapewnia najniższe koszty budowy i eksploatacji systemu [3].

Są to jedynie opłaty za przyznanie numeru oraz za rzeczywisty czas trwania połączeń. Wszystkie problemy związane z projektowaniem, budową i eksploatacją łączy przejmuje w tym przypadku resort łączności.

Biorąc pod uwagę wszystkie wymienione czynniki, można stwierdzić, że rozwiązaniem optymalnym będzie budowa systemu wykorzystującego do transmisji sygnałów komutowane automatycznie łącza telefoniczne.

Model urządzeń takiego systemu został opracowany w Instytucie Automatyki, wdrożenie do produkcji jest przewidywane w Zakładach MERA-ZAP.

Struktura i algorytmy systemu telemetryczno- alarmowego STA

W systemie STA przyrządy pomiarowe oraz obwody sygnalizacji są podłączone do stacji zdalnych telemetrycznych lub alarmowych. Wyniki pomiarów są ze stacji zdalnych przesyłane do jednej lub kilku stacji centralnych.

Wszystkie stacje, zarówno zdalne jak i centralne, są podłączone do komutowanej automatycznie sieci telefonicznej jako abonenci tej sieci /rys. 1/.

Nawiązywanie połączeń pomiędzy stacją centralną a stacjami zdalnymi odbywa się całkowicie automatycznie, a w przypadku pracy telemetrycznej jest inicjowane przez stację centralną, która wywołuje stację telemetryczną i odbiera wysyłane przez tę stację wyniki pomiarów. Stacja alarmowa sama wywołuje stację centralną w przypadku wykrycia stanu alarmowego, a więc przekroczenia dolnej lub górnej wartości granicznej lub zmiany stanu w obwodzie sygnalizacji. Zasięg systemu jest określony przez zasięg komutowanej automatycznie sieci telefonicznej i obejmuje obecnie cały obszar GOP, ROW i BOP. Z chwilą powstania automatycznej sieci połączeń międzymiastowych zasięg systemu będzie można rozszerzyć na obszar całego kraju.

Liczba stacji zdalnych pracujących w systemie nie jest ograniczona i zależy jedynie od wymaganej częstości pomiarów oraz wydajności komputera zastosowanego w stacji centralnej.

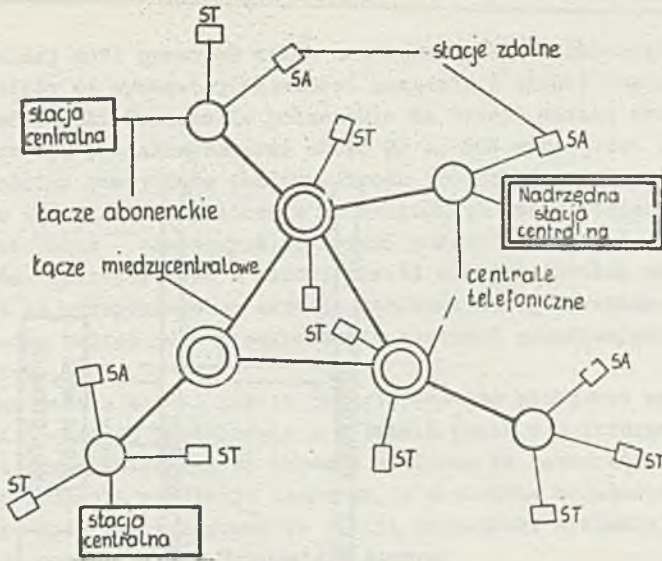
Wyniki pomiarów mogą być zbierane przez kilka stacji centralnych, co umożliwi dużą elastyczność w organizacji sieci, np.:

- podział systemu na podsystemy z własnymi stacjami centralnymi,
- przejmowanie przez inne stacje centralne obsługi stacji zdalnych w przypadku awarii jednej ze stacji centralnej,
- hierarchiczna struktura systemu, przy której nadrzędna stacja centralna pobiera ze stacji zdalnych tylko informacje istotne dla sterowania całym systemem,
- wykorzystanie jednej stacji zdalnej przez różnych użytkowników, np. do niezależnych pomiarów zanieczyszczeń wody, powietrza oraz przepływów wody w rurociągach.

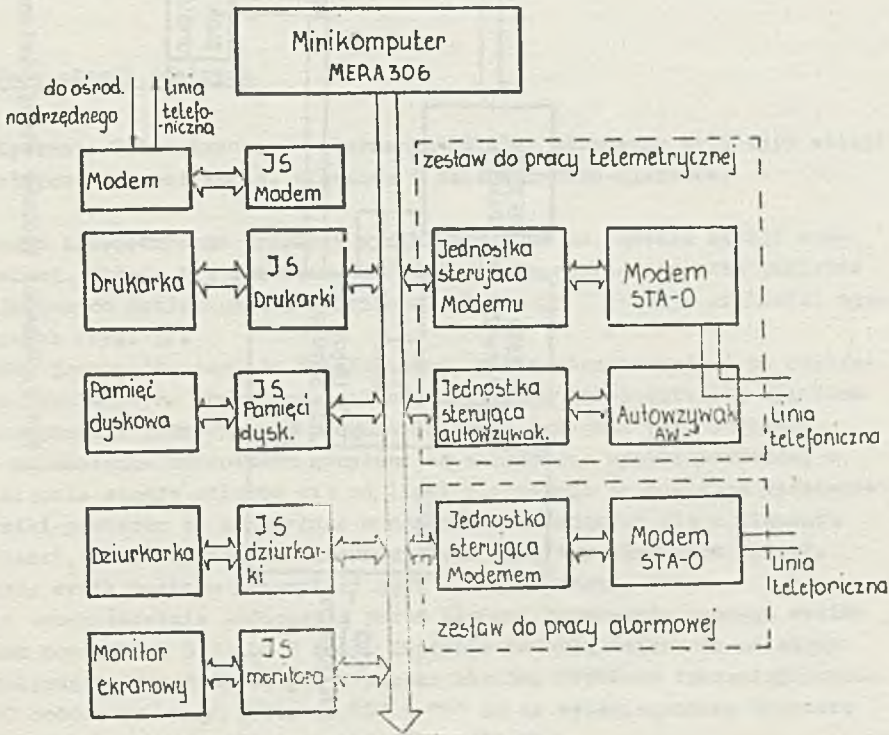
budowa stacji centralnej

Podstawowym urządzeniem stacji centralnej jest minikomputer, który steruje pracą całego systemu oraz zbiera, przetwarza i gromadzi wyniki pomiarów. Aktualnie jest to MERA 306.

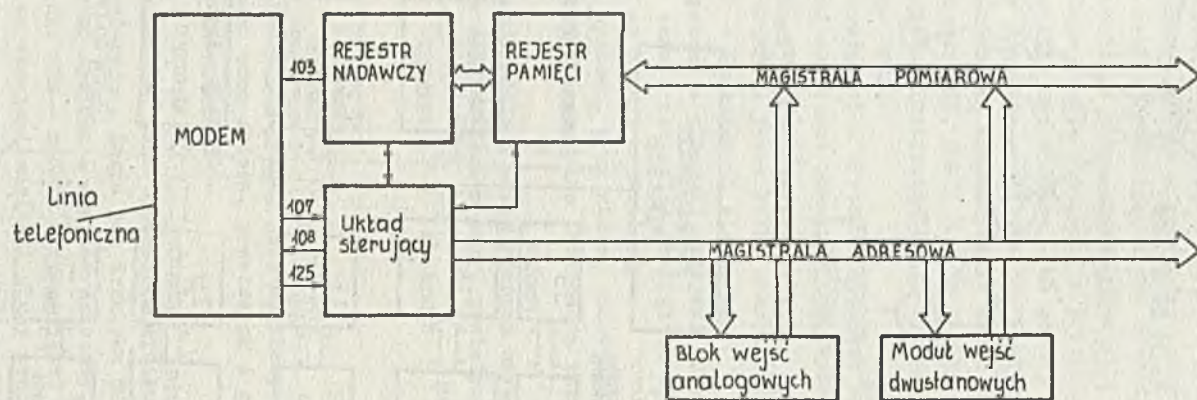
W skład zestawu stacji centralnej poza procesorem minikomputera wchodzi typowe urządzenia peryferyjne, takie jak drukarka DZM 180, perforator, czytnik taśmy, pamięć dyskowa i monitor ekranowy, a także urządzenia charakterystyczne dla STA - modemy i autowzywaki /rys. 2/. Do nawiązywania połączeń ze stacjami zdalnymi służy zestaw złożony z autowzywaka i modemu, natomiast wywołania przychodzące ze stacji alarmowych są przyjmowane przez modem.



Rys.1. Struktura sieci telemetrycznej na łączach komutowanych



Rys.2. Schemat stacji centralnej systemu STA



Rys.3. Schemat blokowy stacji telemetrycznej

W stacji centralnej może pracować kilka zestawów modem - autowzywak, a ich liczba zależy od wymaganej częstości pomiarów i ilości obsługiwanych stacji zdalnych. Nawiązanie połączenia ze stacją zdalną oraz odebranie informacji pomiarowych trwa około 20 s, tak więc jeden zestaw w czasie godziny pracy może obsłużyć około 150 stacji zdalnych. Wyniki pomiarów są zbierane cyklicznie ze wszystkich stacji telemetrycznych i telemetryczno - alarmowych, a wyniki pomiarów rejestrowane w postaci raportów. Operator może w każdej chwili wywołać dowolną stację. Uzyskane wyniki są wyświetlane na ekranie monitora i rejestrowane. W każdym przypadku badane jest przekroczenie wartości granicznych mierzonych wielkości.

Stacja centralna jest w każdej chwili przygotowana do przyjęcia wywołania ze stacji alarmowej i odebrania wysyłanych przez nią informacji pomiarowych. Są one wyświetlane na ekranie monitora ze wskazaniem przyczyny, która spowodowała wywołanie alarmowe, a następnie rejestrowane. Stacja centralna może współpracować ze stacją nadrzędną, wymieniając z nią informacje poprzez łącze transmisji danych.

Oprogramowanie systemu składa się z oprogramowania systemowego, użytkowego ogólnego i użytkowego specjalistycznego.

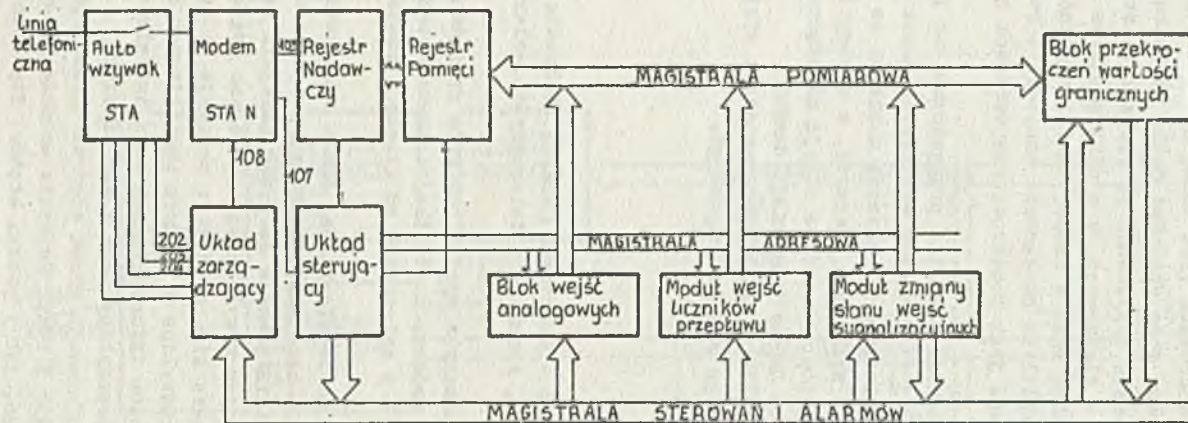
Budowa stacji zdalnych

W Systemie Telemetryczno - Alarmowym (STA) są stosowane trzy typy stacji zdalnych: telemetryczne, alarmowe i telemetryczno-alarmowe.

Stacja telemetryczna przesyła wyniki pomiarów na żądanie stacji centralnej. Składa się z modemu, nadajnika telemetrycznego oraz pakietów wejściowych dobieranych w zależności od liczby i rodzaju wielkości mierzonych /rys. 3/.

Modem jest podłączony do telefonicznej linii abonenckiej i po odebraniu wywołania ze stacji centralnej potwierdza zgłoszenie się sygnałem autoodzewu i jednocześnie pobudza do pracy nadajnik telemetryczny. Po zakończeniu autoodzewu wysyłane są zakodowane wyniki pomiarów, a następnie stacja odłącza się od linii i oczekuje na następne wywołanie. Wyniki pomiarów są przesyłane w znakach składających się z elementu "Start", ośmiu elementów informacyjnych oraz dwu elementów "Stop". Każdy wynik pomiaru przesyłany jest w dwu znakach.

Dla zabezpieczenia informacji przed błędami transmisja każdego wyniku jest powtarzana 3,5 lub 7 razy. Zapewnia to dużą odporność na błędy występujące pojedynko, jak i paczki błędów. Szybkość transmisji wynosi 300 bodów, a stany logiczne "0" i "1" są na wyjściu modemu kodowane sygnałami o częstotliwościach 1650 i 1850 Hz.



Rys.4. Stacja alarmowa systemu STA

W stacji telemetrycznej mogą pracować następujące pakiety wejściowe:

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1 przetwornik analogowo-cyfrowy | |
| 1 komutator 16 wejść analogowych | |
| - pakiety 16 wejść dwustanowych | } łącznie
14 pakie-
tów |
| - pakiety licznika sygnałów impulsowych | |
| - pakiety odczytu stanu wodomierzy w zakresie opraco-
wania | |

Przetwornik A/C umożliwia pomiar napięć w zakresie 0 - 1 V lub 0 - 10 V, a poprzez odpowiednie układy pośredniczące pomiar znormalizowanych sygnałów prądowych 0 - 5 mA, 0 - 20 mA, 4 - 20 mA, 0 - 50 mA. Stacje alarmowe nawiązują połączenie ze stacją centralną i przesyłają wyniki pomiarów po wykryciu stanu alarmowego. Składają się one z modemu, nadajnika telemetrycznego i pakietów wejściowych podobnie jak stacja telemetryczna oraz dodatkowo z autowzywaka, nadajnika alarmowego i bloku przekroczeń wartości granicznych /rys. 4/.

Nadajnik telemetryczny cyklicznie sprawdza stan wejść analogowych i obwodów sygnalizacji. W przypadku wykrycia przekroczenia wartości granicznej w obwodzie pomiarowym lub ^{zmiany} stanu w obwodzie sygnalizacji następuje wywołanie stacji centralnej i przesłanie jej wszystkich wyników. Jeżeli połączenie nie zostanie uzyskane, wywołanie będzie powtarzane czterokrotnie na ten sam lub na cztery różne numery telefoniczne, pod którymi znajdują się modemy w jednej lub kilku stacjach centralnych. W przypadku nieuzyskania połączenia w żadnym z tych wywołań po 10-minutowej przerwie, wywołania zostaną powtórzone.

Po wystąpieniu stanu alarmowego przyczyną tego stanu jest maskowana przez okres 10, 20 lub 30 minut, a w przypadku dalszego jej utrzymania się nastąpi ponowne wywołanie stacji centralnej. Każda nowa przyczyna powoduje natychmiastowe nawiązanie połączenia ze stacją centralną.

Jeżeli w stacji nie występują stany alarmowe, nawiązuje ona cykliczne połączenia ze stacją centralną, zgłaszając gotowość do pracy. Okres cyklu może być nastawiany w zakresie od 0,5 h do 24 h.

Blok przekroczeń wartości granicznych umożliwi nastawienie i wykrycie przekroczenia granic dolnych i górnych wielkości mierzonych.

Pakiet kontroli zmian w obwodzie sygnalizacji umożliwi kontrolę 8 obwodów sygnalizacji.

Ponieważ stacja alarmowa zajmuje łącze telefoniczne tylko w czasie seansu łączności ze stacją centralną, który trwa około 20 s, może pracować na wspólnym łączu z normalnym aparatem telefonicznym, mając względny lub bezwzględny priorytet w stosunku do rozmowy telefonicznej.

Stacja telemetryczno-alarmowa może być wywoływana przez stację centralną lub sama nawiązywać z nią połączenie w przypadku wykrycia stanu alarmowego. Pod względem konstrukcyjnym jest ona identyczna ze stacją alarmową i różni się od niej jedynie sposobem podłączenia do linii telefonicznej. Ze względu na możliwość wywołania przez stację centralną musi być samodzielnym abonentem.

Inne możliwości zastosowania systemu STA

System STA może znaleźć zastosowanie również w innych działach gospodarki komunalnej, np. w systemach ciepłowniczych do kontroli zanieczyszczeń powietrza itp.

Zatwość instalacji stacji zdalnych stwarza szczególnie dogodne warunki do wykorzystania przy automatyzacji badań okresowych, np. przy badaniu charakterystyk zapotrzebowania na wodę danego ośrodka lub zakładu przemysłowego.

Po zakończeniu opracowania stacji centralnej bez minikomputera system będzie mógł znaleźć zastosowanie w mniejszych ośrodkach, gdzie potrzeby pomiarów ograniczają się do kilku lub kilkunastu stacji zdalnych [4].

Opracowywana jest również radiowa wersja systemu STA, która powinna znaleźć zastosowanie poza obszarem wielkich aglomeracji, a więc np. w hydrometeorologii [5], [6].

LITERATURA

- [1] Koncepcja kompleksowego sterowania w systemie wodno-gospodarczym na obszarze Śląska. Praca NB-502 IAPIA. Pol. Śl. Gliwice, 1976, /niepublikowana/.
- [2] J. Sobstel, A. Wrzesiński: Pomiary elementowej i blokowej stopy błędów w łączach komutowanych. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. Gliwice 1979 /w druku/
- [3] J. Sobstel: Koncepcja systemu telemetrycznego dla kontroli gospodarki wodnej wielkich miast. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. Gliwice 1979 /w druku/
- [4] L. Mąkosa: Stacja centralna systemu STA w wersji bez minikomputera. JA. Pol. Śl. Gliwice 1979 /praca dyplomowa/
- [5] A. Mikołajek: Adaptacja systemu STA do pracy na łączach radiowych z wykorzystaniem urządzeń RSLA. JA. Pol. Śl. Gliwice 1979 /praca dyplomowa/

- [6] J. Piwozyk: Adaptacja systemu STA do pracy na łączach radiowych z wykorzystaniem radiotelefonów JA. Pol. Śl. Gliwice 1979 /praca dyplomowa/

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НА КОММУТИРУЕМЫХ ТЕЛЕФОННЫХ ЛИНИЯХ

В статье описано строение телеметрической системы в которой результаты измерений передаются по автоматически коммутируемым телефонным линиям.

THE TELEMETRIC SYSTEM WITH TELEPHONE LINES

The construction of the telemetric system in which measurement results are transmitted via automatic telephone lines is described in the article.