

Antoni MIKOŁAJEK  
Instytut Automatyki  
Politechnika Śląska

## ZASTOSOWANIE RADIOŁĄCZA R S Ł A DLA POTRZEB TELEMETRII

### Streszczenie

W artykule przedstawiono możliwość zastosowania radiotelefonicznego stacjonarnego łącza abonenckiego RSLA do przesyłu sygnałów w systemie telemetryczno-alarmowym /STA/. Należy określić koncepcję funkcjonalną (organizacji) systemu radioteletrycznego i jego współpracy z systemem automatycznej obsługi. Przedstawiono problemy adaptacji radiołącza RSLA 3603 i autowzywaka AW1 do pracy w systemie radiotelemetrycznym z selektywnym wywożaniem stacji zdalnej.

### 1. Wstęp

W Instytucie Automatyki jest opracowany system zbierania informacji z rozproszonych w terenie punktów pomiarowych, w których jako łącze stosowana jest komutowana automatycznie sieć telefoniczna [1]. System ten zwany jest w skrócie STA.

System STA jest pierwszym krajowym systemem telemetrii i telemechaniki wykorzystującym łącza automatycznie komutowane. Dotychczas produkowana w kraju aparatura telemetryczna wykorzystywała także linie telefoniczne lub telegraficzne do transmisji, jednak były to łącza trwałe, tak np. :

- system PT [2] - kanał telegraficzny simplex,
- systemy TGF [3], TM-10 [4], CST-72 [5] - kanał telefoniczny duplex.

W zastosowaniach zagranicznych znane jest stosowanie systemów telemetrycznych do pracy na łączach komutowanych. Od kilku lat w USA takie systemy firm : American Telephone and Telegraph [6] lub Metrolab Inc. [7] służą do zdalnego odczytywania stanu liczników wody, gazu i ener-

gii elektrycznej u odbiorców. W Anglii system tego typu produkcji firmy Delta Controls [8], zwany TELE-GEN, służy do wykrywania zagrożenia powodziowego na terenach o dużych opadach atmosferycznych.

## 2. Opis ogólny systemu STA [9]

W systemie STA ma pracować jedna stacja centralna i kilka lokalnych stacji zbiorczych. Stacja zbiorcza nadzoruje teoretycznie nieskończoną liczbę stacji zdalnych, montowanych w miejscach, do których docierają łącza komutowanej automatycznie sieci telefonicznej, tworzących lokalną sieć telemetryczną.

Stacja centralna może pobierać informacje z dowolnej stacji zdalnej na tej samej zasadzie, co stacje zbiorcze. W założeniach nie przewiduje się potrzeby wzajemnej wymiany informacji pomiędzy stacjami zbiorczymi, ani pomiędzy stacją centralną a stacjami zbiorczymi.

W stacji zbiorczej wykorzystywane są 2 grupy urządzeń :

- system mini- lub mikrokomputerowy,
- urządzenie komunikacyjne transmisji danych,

współpracujące ze sobą poprzez znormalizowany styk S2, odpowiadający zaleceniu V.24 CCITT.

Przy małej liczbie stacji zdalnych można wykorzystać system mikroprocesorowy o stałym programie pracy, zaś przy dużej liczbie stacji zdalnych system minikomputerowy. W stacji centralnej zaleca się stosowanie wielofunkcyjnego systemu komputerowego. Do transmisji danych wykorzystane są typowe modemy transmisji danych oraz autowzywaki wykonane zgodnie z zaleceniem CCITT.

Stacja zdalna może pracować w trzech reżimach pracy :

- telemetrycznym - wywołanie przez stację zbiorczą lub centralną,
- alarmowym - stacja zgłasza stacji zbiorczej lub centralnej stan alarmowy,
- telemetryczno-alarmowym - oba wyżej wymienione rodzaje wywołań.

W zależności od potrzeb struktura stacji zdalnej będzie zmieniana ; stacja może składać się z bloków :

- modem transmisji danych,
- autowzywak,



- nadajnik telemetryczny,
- blok przekroczenia wartości granicznych,
- automat alarmowy,
- pakiety wejściowe systemu INTEL DIGIT PI,
- aparat telefoniczny przy pracy równoległej, gdy jest obsługa stała stacji przez operatora.

Na rysunkach 1,2,3 przedstawiono strukturę stacji zbiorczej i stacji zdalnych telemetrycznej i telemetryczno-alarmowej.

Transmisja informacji odbywa się szeregowo z szybkością 300 bodów.

W systemie STA nie przewiduje się zajmowania łącza na stałe. W czasie, gdy nie odbywa się transmisja informacji, łącze telefoniczne jest dostępne dla prowadzenia rozmów.

### 3. System STA a łącza radiowe

System STA może obsługiwać wszystkie rozproszone punkty pomiarowe, do których docierają łącza sieci telefonicznej komutowanej automatycznie. Jednak dla zastosowań systemu w meteorologii i ochronie środowiska punkty pomiarowe mogą być zlokalizowane w warunkach trudno dostępnych :

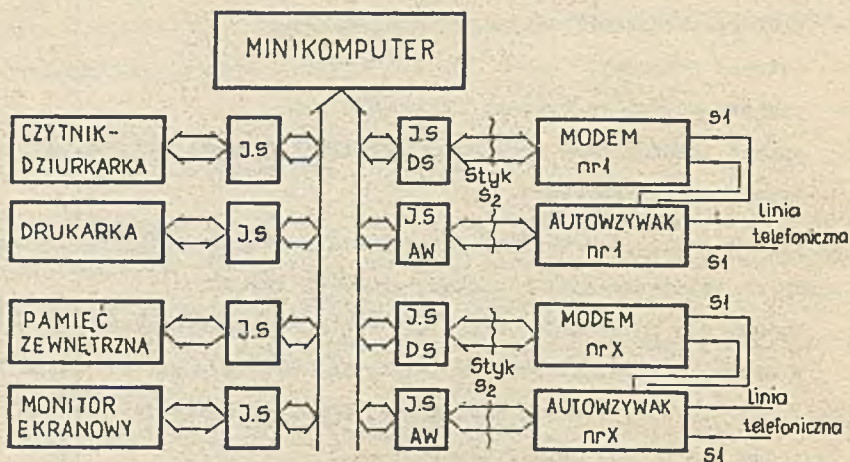
- tereny bagniste,
- tereny górskie.

Wówczas pożądane jest zastosowanie łączy radiowych, które dla danych warunków są mniej zawodne. Ponadto przy pewnych odległościach do punktu pomiarowego, który należy włączyć do systemu, łącze radiowe jest bardziej korzystne ekonomicznie [10] .

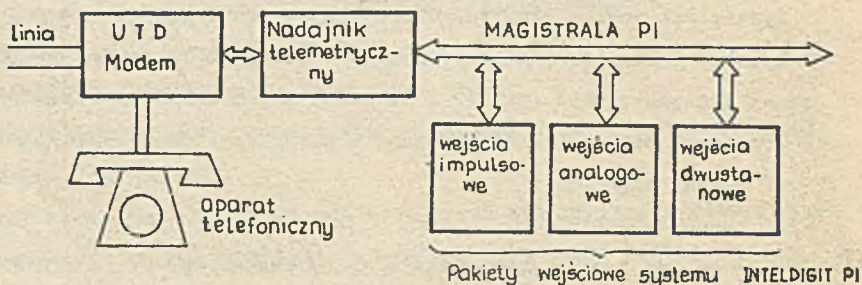
Zagadnienie transmisji danych łączem radiowym w zakresie fal ultra-krótkich jest w kraju znane i praktycznie sprawdzone np. przez system TSR-1 [11] . Jednak ze względu na zasadnicze różnice w zasadzie działania dopasowanie urządzeń TSR-1 do systemu STA nie jest możliwe.

Spośród produkowanych w kraju urządzeń radio-komunikacyjnych korzystne jest zastosowanie w systemie STA radiotelefonicznego stacjonarnego łącza abonenckiego, uzupełniającego miejscową sieć telefoniczną /RSŁA/ [11] , [12] . Posiada ono właściwości standardowego łącza telefonicznego.

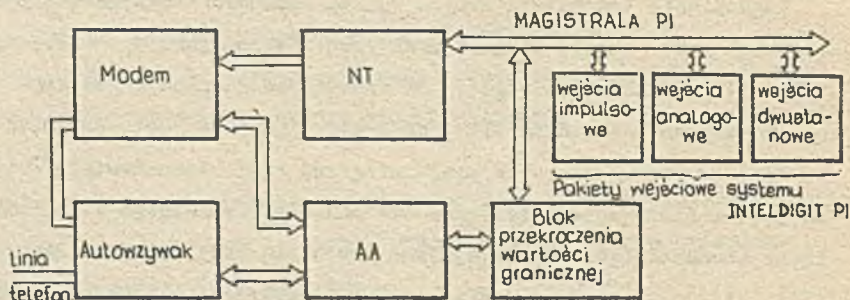
Mimo znanych właściwości radiołącza RSŁA [10] nie natrafiono na zasto-



Rys.1. Schemat blokowy stacji zbiorczej. JS - jednostka sterująca



Rys.2. Schemat blokowy stacji telemetrycznej



Rys.3. Schemat blokowy stacji alarmowej lub telemetryczno-alarmowej



sowanie RSŁA w teledetrii w kraju.

Rodzina urządzeń RSŁA obejmuje trzy różne rozwiązania [12] , [13] :

- RSŁA 3601 - indywidualne radiołącze pracujące w paśmie 160 MHz,
- RSŁA 3602 - pięcionumerowe towarzyskie radiołącze pracujące w paśmie 300 MHz,
- RSŁA 3603-160 i 3603-330 - jednonumerowe indywidualne radiołącze pracujące w paśmie 160 MHz i 330 MHz.

Schematy blokowe RSŁA przedstawiono na rys.4,5,6.

#### 4. Koncepcja systemu radiotelemetrycznego uzupełniającego system STA

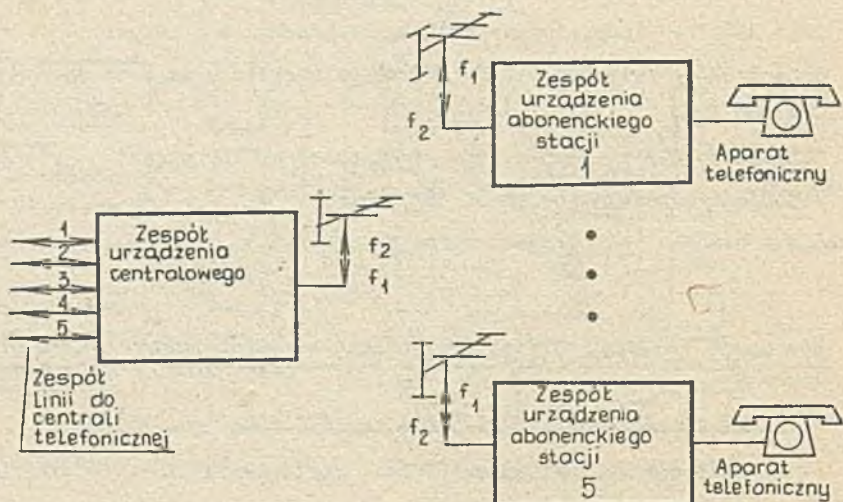
##### 4.1. Struktura systemu radiotelemetrycznego opartego na RSŁA

Ze względów ekonomicznych (koszty użytkowania linii telefonicznej - numeru abonenckiego) przyjęto dla prac adaptacyjnych łącze typu RSŁA 3603, ponieważ obciąża ono tylko jeden numer abonencki miejscowej sieci telefonicznej.

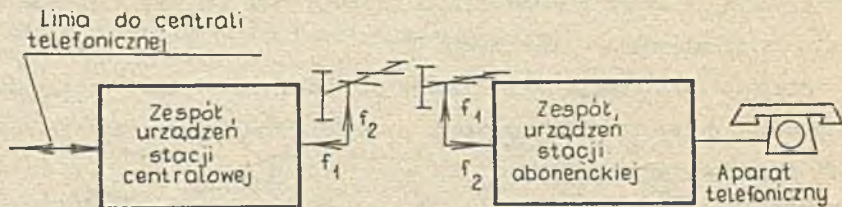
Biorąc pod uwagę ograniczony zasięg łączności radiołączem RSŁA 3603 w warunkach terenowych zapewniających bezpośrednią widoczność anten do 20 km [12] oraz gorsze warunki propagacji fal ultrakrótkich w środowisku wielkomiejskim przyjęto następującą koncepcję systemu : zespół urządzeń stacji centralowej radiołącza RSŁA, zwany dalej w skrócie UC, zgodnie ze swoim przeznaczeniem pracuje jako abonent miejscowej centrali telefonicznej - w skrócie CT.

Miejsce lokalizacji UC przyjmuje się poza środowiskiem wielkomiejskim, dogodnie, zależnie od lokalizacji punktów pomiarowych - stacji zdalnych STA i od typu anteny.

Przy dużej liczbie punktów telemetrycznych, gdy kąt emisji anteny nie obejmuje wszystkich stacji abonenckich - zdalnych, należy zastosować dwie anteny odpowiednio skierowane i połączone za pośrednictwem dzielnika mocy o małych stratach, np. sprzęgacza kierunkowego [12] , [14] . Zaleca się sprzęgacz kierunkowy 3 dB. Zastosowanie sprzęgacza kierunkowego powiększa wartość tłumienia toru radiowego RSŁA o około 3 dB, które można skompensować przez zastosowanie w zespole urządzeń stacji abonenckiej, zwanego w skrócie UA, anteny o większym zysku energetycznym, np. 12-elementowej

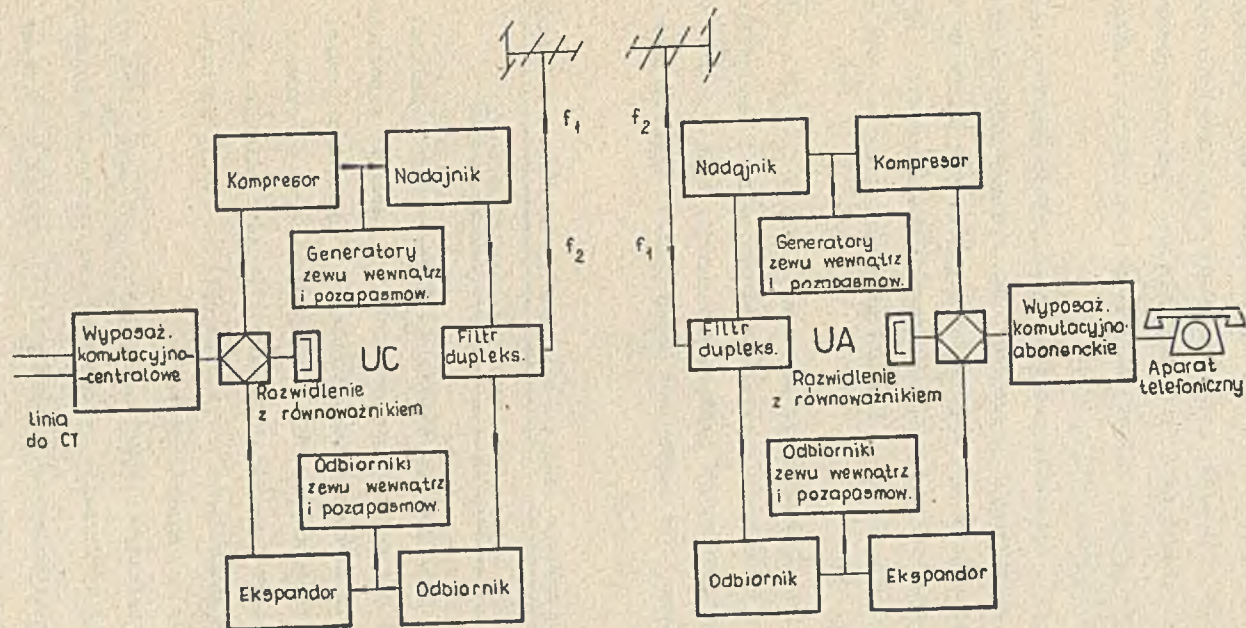


Rys.4. Schemat blokowy łącza RSŁA 3602 - towarzyskiego pięciodziesiętnego



Rys.5. Schemat blokowy łącza RSŁA 3603 - indywidualnego jednodziesiętnego





Rys.6. Schemat blokowy UC i UA łączy RSIA

zamiast 5-elementowej, uwzględniając przy tym jej mniejszy kąt emisji.

Jeśli wystąpi niekorzystne rozmieszczenie w terenie stacji zdalnych STA, to zaleca się wykorzystać dwa oddzielne komplety RSŁA 3603, pracujące na różnych kanałach radiowych, gdyż stosowanie w UC więcej niż dwóch anten daje większe tłumienie od 6 do 8 dB i zwiększa złożoność problemu [12]. Struktura budowy systemu radiotelemetrycznego w oparciu o radiołącze RSŁA 3603 zilustrowana jest na rys.7.

Do prawidłowego działania każdego systemu niezbędne jest wprowadzenie kontroli jego podstawowych parametrów. Dla systemu radiotelemetrycznego podstawowym parametrem jest częstotliwość nośna nadajników UC i UA.

Tolerancja częstotliwości dla urządzeń radio-nadawczych przy pracy z odstępem międzykanałowym 25 kHz dla urządzeń stacji stałych winna wynosić  $\pm 1,2$  kHz [15].

Rezonatory kwarcowe wykorzystane w nadajnikach UA i UC wskutek starzenia zmieniają w czasie swą częstotliwość nominalną i częstotliwość nośna nadajników może przekroczyć granice tolerancji. Należy więc w radiotelemetrycznym systemie STA zastosować układ pomiaru częstotliwości nadajników w UC i UA.

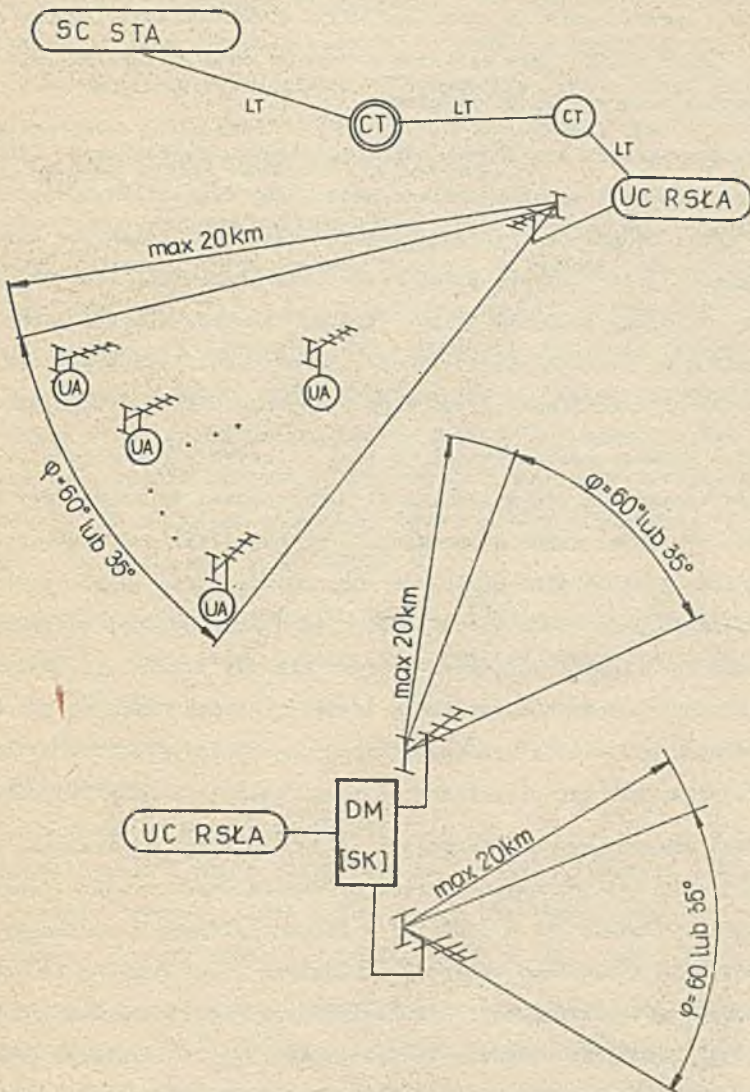
#### 4.2. Współpraca systemu radiotelemetrycznego na RSŁA z automatycznym systemem obsługi radiotelemetrycznych stacji zdalnych

Radiołącze RSŁA jest łączem jednokanałowym indywidualnym. W proponowanej koncepcji systemu radiotelemetrycznego założono współpracę jednego UC z teoretycznie nieograniczoną liczbą UA w tym samym kanale, dlatego konieczne było zastosowanie układu jednoznaczego, adresowego, selektywnego wyboru UA - stacji zdalnej. Ponadto należało zapewnić współpracę systemu z automatycznym systemem obsługi stacji zdalnych (system mikroprocesorowy lub minikomputerowy).

Rozpatrując selektywne wywołanie częstotliwościowe można wyróżnić następujące sposoby wytwarzania sygnałów adresu częstotliwościowego :

1. System częstotliwościowo-impulsowy [16] - sygnał wywoławczy o pewnej częstotliwości z używanego pasma akustycznego od 300 do 3000 Hz przerywany jest tak, jak to zachodzi w telefonie sieci automatycznej. Jako adres nadawany jest ciąg impulsów częstotliwościowych, z których





DM - dzielnik mocy  
 /SK/ - sprzęgacz kierunkowy

Rys.7. Proponowana struktura systemu radiotelemetrycznego z zastosowaniem łącza RSŁA 3603

każdy zawiera 1 do 10 impulsów (w systemie dziesiętnym).

W innym rozwiązaniu tego systemu użyto dwóch częstotliwości, przy czym jedna z nich jest wysyłana w czasie trwania impulsu, a druga w czasie przerwy między impulsami.

2. System wywołania adresowego sygnałem ciągłym pojedynczym [16] - każdemu abonentowi przydzielona jest jedna częstotliwość (od 300 do 3000 Hz), będąca jego adresem. Sygnał adresowy wysłany ze stacji wywołującej jest odebrany przez wszystkich abonentów, lecz układ adresowy odbiorczy zadziała tylko w tym odbiorniku, w którym jest on nastawiony na wysłaną częstotliwość. W zastosowaniach praktycznych system ten daje możliwość adresowego wywołania około 15 abonentów.
3. System kodowo-częstotliwościowy [16] - używa się kombinacji kilku tonów wysyłanych równocześnie. Jednak nie jest wskazane, aby liczbę tonów w kodzie zwiększać powyżej 3, bo na nieliniowych układach nadajników i odbiornika radiowego mogą powstać przy dużej liczbie tonów wysyłanych jednocześnie tony harmoniczne kombinowane, które mogą prowadzić do błędnych połączeń. Zwiększanie zaś liczby częstotliwości wywoławczych powoduje zawężenie odstępów między nimi, co powoduje konieczność stosowania wysokoselektywnych obwodów filtrów, których dostrojenie musi być niezależne od temperatury i innych czynników.
4. System czasowo-częstotliwościowy [16] - polega na wysłaniu odpowiedniej sekwencji czasowej - szeregowo kilku tonów o odpowiednim czasie trwania, z pasma 300 + 3000 Hz. W Polsce zalecany jest ten system do stosowania w sieciach radiotelefonicznych przez Komisję Zespołu Problemowego Radiokomunikacji i Telewizji przy Komitecie Nauki i Techniki od 1968 r. Stacje kodowane są systemem  $(10)^4$ , w którym abonent otrzymuje numer odpowiadający czterem kolejno wysłanym tonom, każdy o czasie trwania 100 ms, o częstotliwościach zgodnych z szeregiem zaleconym do stosowania przez CCIR. System ten umożliwia otrzymanie dużej liczby adresów przy niezbyt dużej liczbie tonów wywołujących, co z kolei ma wpływ na ułatwienie konstrukcji urządzeń.
5. System wieloczęstotliwościowy - kod zewu telefonicznego [17], [18] stosowany w centralach elektronicznych systemu E-10 do komutacji po-



łączeń. Do przesyłania numerów telefonicznych do CT używa się siedmiu częstotliwości ujętych w dwóch grupach. Każdej cyfrze numeru abonenta odpowiadają dwie częstotliwości - po jednej z każdej grupy. Zabezpiecza to przed fałszywym łączeniem powodowanym przez mowę. Jeśli zostanie odebrana jedna częstotliwość bez odpowiedniej drugiej towarzyszącej, to taki sygnał zostanie zignorowany.

6. System szeregowej transmisji danych [19] - każda cyfra numeru adresowego zapisana jest w postaci binarnej za pomocą 2 częstotliwości : "0" - jeden ton, "1" - drugi ton. System ten ma stosunkowo prosty układ nadawczy i odbiorczy, lecz występują trudności z zabezpieczeniem informacji przed zakłóceniem. To wiąże się ze stosowaniem odpowiednich kodów zabezpieczających i układów korekcyjnych lub wielokrotnego powtarzania informacji adresowej i układu wybierającego wiarygodną. W takim systemie pracują typowe modemy szeregowej transmisji danych - zalecenie V 24 CCITT.
7. System równoległej transmisji danych [19] - opracowany w zaleceniu V.30 CCITT. Stosuje się następujące systemy nadawania kombinacji :
- a/ 16-znakowych,
  - b/ 64-znakowych,
  - c/ 256-znakowych
- z szybkością 20 znaków na sekundę.

Częstotliwości z pasma 900 + 2000 Hz rozmieszczone są w 3 grupach po cztery w grupie. Adres byłby przesyłany kombinacją częstotliwości wg zasady "2 razy jedna z czterech" lub "3 razy jedna z czterech".

Kierując się kryteriami ekonomiczności zastosowanego rozwiązania, przy jednocześnie dużej niezawodności uzyskiwania właściwych połączeń, wybrano zalecany i produkowany w kraju system czasowo-częstotliwościowy selektywnego wybierania abonenta w urządzeniach radiokomunikacyjnych [16] .

Zakładając zastosowanie typowych modemów transmisji danych oraz autowzywaków wykonanych zgodnie z zaleceniami CCITT w pracy [20] przeanalizowano możliwości współpracy z nimi wybranego systemu czasowo-częstotliwościowego selektywnego wybierania.

Przyjmując kryterium minimalnych nakładów sprzętowych i stosowania



rozwiązań już sprawdzonych i produkowanych jako warunek szybkiej przemysłowej realizacji projektu systemu, skonstruowano nowy autowzywak radiotelefoniczny, zwany w skrócie AWRT, pracujący zgodnie z zaleceniem CCITT, mogący wybierać stacje zdalne systemu radiotelemetrycznego. Jego schemat blokowy w układzie współpracy z systemem automatycznej obsługi stacji zdalnych STA i radiotelemetrycznych przedstawiono na rys.8.

Ponadto w podzespołach komutacyjnych RSLA 3603 przeprowadzono pewne adaptacyjne zmiany konstrukcyjne, pozwalające na układową identyfikację adresu i współpracę z AWRT przy pracy w systemie radiotelemetrycznym [20].

Funkcjonalny algorytm pracy RSLA w systemie radiotelemetrycznym uzupełniającym STA będzie wyglądał następująco :

Połączenie telefoniczne z UC RSLA 3603 komutuje wchodzący w skład AWRT typowy autowzywak AW 1 . Połączenie UC do linii telefonicznej potwierdzone jest zwrotnym sygnałem częstotliwościowym przychodzącym do AWRT, a świadczącym o uaktywnieniu podzespołów UC i jego gotowości do pracy. W AWRT sygnał ten przełącza sygnały serii 200 (V.24 CCITT) na AWC (autowzywak częstotliwościowy), który wysyła indywidualny adres żądanego UA RSLA 3603 poprzez linię telefoniczną i podzespoły UC RSLA 3603.

UA mające ustawiony sprzętowo dany numer adresowy zidentyfikuje go i uaktywni swoje podzespoły oraz stację zdalną STA. Ta ostatnia, po zrealizowaniu swojego programu pracy, wyłącza się i sprowadza radiołącze do stanu spoczynku.

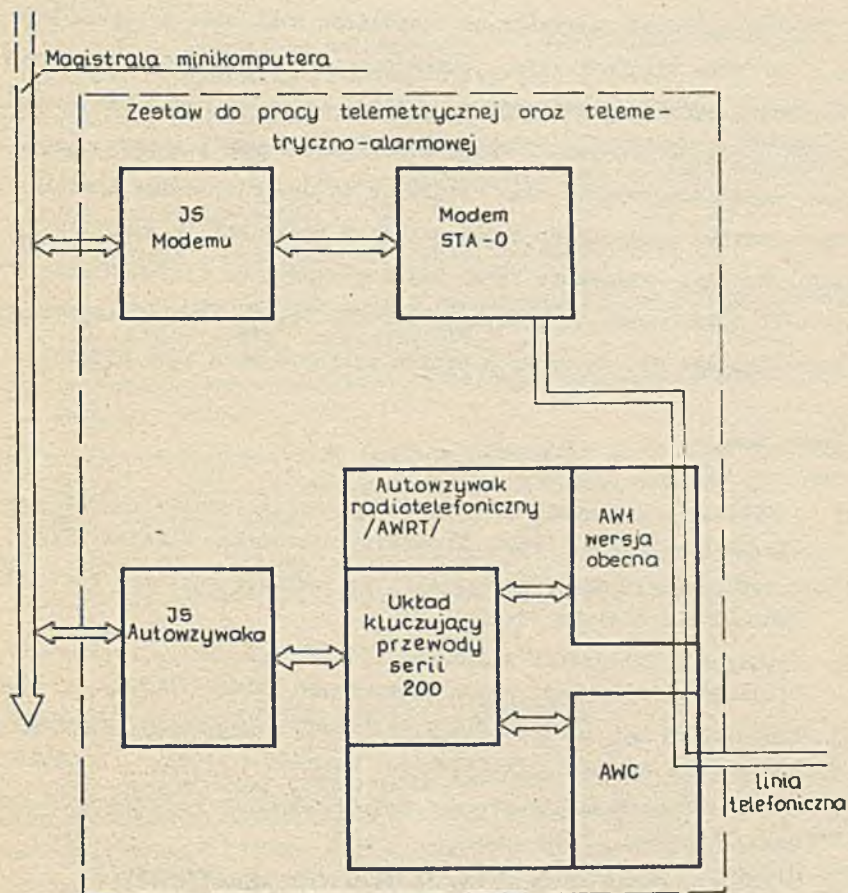
Proces nawiązywania połączenia stacji zdalnej systemu radiotelemetrycznego ze stacją zbiorczą STA przebiegać będzie podobnie jak typowej stacji zdalnej STA na łączu komutowanym.

##### 5. Pewne aspekty zastosowania systemu radiotelemetrycznego na RSLA

Zastosowanie radiołącza RSLA 3603 do transmisji danych w systemie pomiarowym wydaje się być bardzo atrakcyjne ze względów inwestycyjnych i użytkowych : szybkość realizacji, stosunkowo nieduże nakłady finansowe, łatwa zmiana rozmieszczenia stacji pomiarowych w terenie w zależności od aktualnych potrzeb użytkownika.

Obecna wersja systemu radiotelemetrycznego uzupełniającego system STA





Rys.8. Schemat blokowy SC STA współpracującej z systemem radiotelemetrycznym na łączu RSLA 3603

może pracować jako samodzielny automatyczny system pomiarowy pod warunkiem, że połączenie pomiędzy stacją zbiorczą a UC RSŁA, wykonane łączem przewodowym telefonicznym (ograniczenie to wynika z budowy i przeznaczenia RSŁA).

System radiotelemetryczny na radiołączu RSŁA może pracować równolegle z aparatem telefonicznym, jednak czas dostępności dla abonenta telefonicznego będzie ograniczony ze względu na jeden kanał transmisji. Określenie tego czasu jest funkcją wielu parametrów: liczby stacji zdalnych, częstości programowego zbierania informacji, rodzaju wielkości rejestrowanych, krytycznego dopuszczalnego opóźnienia w sygnalizacji stanu alarmowego, obciążenia łączy telefonicznych na kierunku stacja zbiorcza - UC RSŁA, stanu technicznego central telefonicznych itp., a przykładowa analiza dla założonych danych wykracza poza ramy artykułu.

#### LITERATURA

- [1] J. SOBSTEL: Założenia techniczne systemu telemetryczno-alarmowego STA. Politechnika Śląska, Instytut Automatyki, Gliwice 1976.
- [2] Instrukcja obsługi przetworników telemetrycznych typu Ptn i PTo. MERA-LUMEL, Zielona Góra.
- [3] Urządzenia Telegrafii Wielokrotnej TGF. Dokumentacja eksploatacyjna Wielkopolskie Zakłady Teleelektroniczne TELKOM-TELETRA, Poznań
- [4] Komputerowy System Telemechaniki TM-10. Stacja pomiarowo Kontrolna. Instytut Automatyki, Politechnika Poznańska, 1975.
- [5] System Telemechaniki Cyfrowej CST-72. Zakłady Radiowe im. M. Kasprzaka Warszawa.
- [6] O'LEARY - Meter reading revolution. Journal AWWA 1971.
- [7] INTRAREAD, Prospekt firmowy METROLAB Inc.
- [8] TELE-GEN. Prospekt firmy DELTA CONTROLS Ltd.
- [9] J. SOBSTEL: Analiza i dobór parametrów systemu telemetrycznego na komutowanych łączach telefonicznych. Praca doktorska. Instytut Automatyki, Politechnika Śląska, Gliwice 1979.
- [10] M. KASZYŃSKI, J. ZUZOK: Sieci transmisyjnych danych w systemach pomiarowych dla potrzeb ochrony środowiska w energetyce. Systemy pomiarowe dla potrzeb ochrony środowiska. Materiały Konferencyjne. Wrocław 1977.
- [11] A. DERKACH, Z. MIKA: Telemetryczny system radiowy dla potrzeb ochrony środowiska typ TSR-1. Systemy pomiarowe dla potrzeb ochrony środowiska



ka, Materiały konferencyjne. Wrocław 1977.

- [12] Instrukcja techniczna zespołu urządzeń radiofonicznego stacjonarnego łącza abonentkiego typu RSŁA 3603-160 lub typu RSŁA 3603-330. Instytut Łączności, Warszawa-Międzeshyn, 1978.
- [13] JW. - tylko RSŁA 3602
- [14] Instrukcja techniczna sprzęgaczy kierunkowych typu SK-0705. Instytut Łączności, Warszawa-Międzeshyn
- [15] Zalecenia standaryzacyjne : Radiostacje UKF przenośne, przewoźne i stacjonarne o modulacji fazy. Wymagania techniczne. Parametry. Metody pomiaru. Komisja Przemysłu Radiotechnicznego i Elektronicznego RWPB, Balatonfoldrat, 1971.
- [16] B.WODZYŃSKI : Radiotelefony. WKiŁ, Warszawa 1978.
- [17] Praca zbiorowa pod redakcją J.Błaszczyka : System komutacji elektronicznej E-10. WKiŁ, Warszawa 1977.
- [18] Instrukcja serwisowa aparatu telefonicznego typu "Chaber" 19/I-201-021, RWT Radom.
- [19] Międzynarodowy Doradczy Komitet Telegraficzny i Telefoniczny (CCITT), Piąte Zgromadzenie Plenarne, Księga Zielona, tom VIII "Transmisja danych" WKiŁ, Warszawa 1976.
- [20] A.MIKOŁAJEK : Adaptacja systemu STA do pracy na łączach radiowych. Instytut Automatyki, Politechnika Śląska, Gliwice 1979. Praca dyplomowa.

#### ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОУЗЛА RSŁA ДЛЯ НУЖД ТЕЛЕМЕТРИИ.

##### Резюме

В статье представлено возможности применения радиотелефонного стационарного абонентного канала связи RSŁA для передачи сигналов в телеметрическо-предупреждающей системе (STA). Оговорено концепцию работы (организации) радиотелеметрической системы и её совместной работы с системой автоматического обслуживания. Представлено проблемы приспособления устройства RSŁA 3603 и AW I к работе в радиотелеметрической системе с избирательным вызовом удалённой станции.

## APPLICATION OF THE RSLA RADIO LINK IN TELEMETRY

Abstract :

The paper presents the possibility of use of the RSLA stationary radio-telephone link for special transmission in the STA system. Concept of organization of a radiotelemetric system and its cooperation with the automatic service system has been outlined. Problems of adaptation of the RSLA 3603 radio link and the AW1 autocaller to a radiotelemetric system with selective calling have been presented.