

Jerzy SOBSTEL

Instytut Automatyki
Politechnika Śląska.OKREŚLENIE EFEKTYWNEJ SZYBKOŚCI PRACY SYSTEMU TELEMETRYCZNEGO NA KOMUTO-
WANYCH ŁĄCZACH TELEFONICZNYCH

Streszczenie. W artykule przeanalizowano czynniki wpływające na szybkość pracy systemu telemetrycznego, w którym informacje pomiarowe są przesyłane przez komutowane automatycznie łącza telefoniczne. Określono przeciętny czas obsługi stacji zdalnej przy uwzględnieniu strat wywołań telefonicznych oraz błędów transmisji. W analizowanej sieci telefonicznej ograniczenia szybkości transmisji spowodowane są głównie stratami wywołań telefonicznych.

1. Czynniki wpływające na szybkość pracy systemu

W cyfrowych systemach telemetrycznych stosuje się zwykle cykliczny sposób zbierania informacji, w którym wszystkie stacje zdalne są kolejno wywoływane i obsługiwane przez stację centralną. Szybkość pracy takich systemów jest określona poprzez czas trwania cyklu T , w którym obsługiwanych jest N stacji zdalnych. Jeżeli do przesyłania informacji wykorzystuje się łącze trwałe, czas potrzebny na przesłanie informacji z i -tej stacji zależy tylko od ilości informacji generowanych przez tę stację oraz od szybkości przesyłu sygnałów cyfrowych

$$\tau_i = \tau_i(M_i, V), \quad i = 1 \dots N$$

gdzie:

 τ_i - czas obsługi i -tej stacji zdalnej, M_i - ilość informacji w i -tej stacji w bitach, V - szybkość przesyłu informacji w bitach/s.

Stąd czas trwania cyklu zbierania informacji z N stacji zdalnych jest równy :

$$T = \sum_{i=1}^N \tau_i(M_i, V) \quad //$$

W łączach teletransmisyjnych powstają zakłócenia powodujące błędny odbiór przesyłanych informacji. Po wykryciu błędu w przesyle, obsługa stacji zdalnej jest powtarzana, co wydłuża czas trwania cyklu.

Stąd:

$$\bar{T} = \bar{T}(N, \bar{t}_1, P_{t1}) = \bar{T}(N, M_1, P_{t1}, V), \quad /2/$$

gdzie:

P_{t1} - prawdopodobieństwo powtórnej obsługi i-tej stacji wywołane błędem transmisji w i-tym kanale.

Czas trwania cyklu nie jest już w tym przypadku stały i musimy poszukiwać się jego wartością przeciętną \bar{T} .

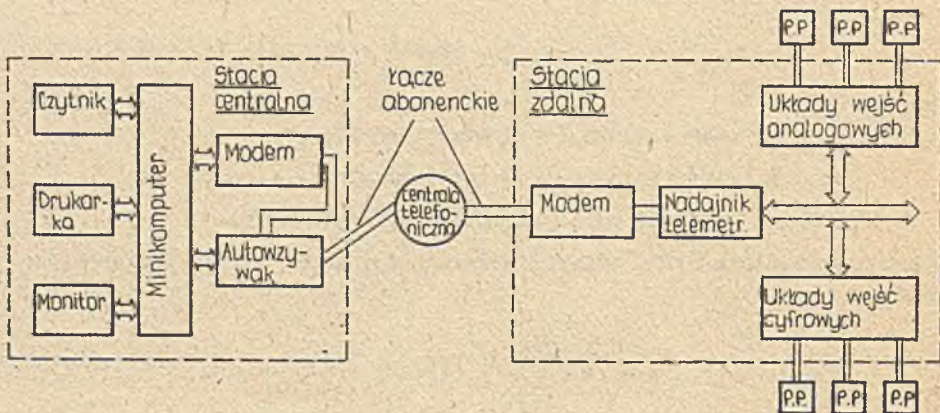
W systemie telemetrycznym opisanym w [1] informacje są przesyłane przez komutowaną automatycznie sieć telefoniczną. Stacja centralna wywołuje stacje zdalne w identyczny sposób jak przy nawiązywaniu zwykłych połączeń telefonicznych. Część tych wywołań trafi na zajęte łącze telefoniczne i zostanie stracona. Są to tzw. połączenia niedokończone, po których wywołanie należy powtórzyć. Po oznaczeniu przez P_{s1} prawdopodobieństwa zajętości łączy w kierunku i-tej stacji możemy napisać, że:

$$T = T(N, M_1, P_{t1}, P_{s1}, V). \quad /3/$$

W dalszej części artykułu wyprowadzona zostanie analityczna postać podanej zależności oraz przedstawione będą wyniki obliczeń dla typowych warunków pracy systemu.

2. Czas obsługi jednej stacji zdalnej

Schemat blokowy stacji zdalnej i centralnej przedstawiony został na rys.1.



Rys.1. Schemat blokowy stacji centralnej i stacji zdalnej systemu telemetrycznego na komutowanych łączach telefonicznych

Obsługa stacji zdalnej rozpoczyna się w chwili, w której minikomputer przekazuje do autowzywaka polecenie nawiązania połączenia [4]. Autowzywak przejmuje linię telefoniczną, która w stanie spoczynkowym jest podłączona do modemu i zamyka w niej obwód dla prądu stałego [2],[3], co przez centralę telefoniczną jest rozpoznawane jako sygnał wywołania. Po odszukaniu łącza, w którym nastąpiło wywołanie i przygotowaniu odpowiednich układów komutacyjnych, centrala odpowiada sygnałem zgłoszenia o częstotliwości akustycznej, który świadczy o gotowości centrali do przyjęcia wywołania.

Czas oczekiwania na zgłoszenie centrali jest przypadkowy i zależy zarówno od budowy centrali jak i jej aktualnego obciążenia. Autowzywak nie rozpoznaje sygnału zgłoszenia i z tego względu wybieranie numeru telefonicznego stacji zdalnej rozpoczyna się po czasie dłuższym od praktycznie występujących czasów oczekiwania. Najczęściej przyjmuje się $t_0 = 5$ s.

Impulsy wybiercze numeru stacji zdalnej są wysyłane do centrali z częstotliwością 10 Hz, stąd dla wysłania jednej cyfry potrzeba od 0,1 do 1 s, średnio 0,55 s. Pomiedzy seriami impulsów muszą być zachowane przerwy nie krótsze niż 250 ms. Stąd średni czas wybierania sześciocyfrowego numeru abonenckiego wynosi:

$$t_w = 6 \times 0,55 + 5 \times 0,25 = 4,55 \text{ s.}$$

Po przygotowaniu połączenia centrala telefoniczna wysyła do stacji zdalnej sygnał dzwonienia. Czas łączenia t_k , jaki upływa między ostatnim impulsem numeru telefonicznego a początkiem sygnału dzwonienia zależy od typu centrali, rozległości sieci i liczby central pośredniczących w zestawianiu połączenia. W centralach systemu biegowego kolejne fazy łączenia są wykonywane po odebraniu każdej cyfry numeru telefonicznego. W centralach tego typu łączny czas łączenia i zwalniania połączenia jest równy: $t_k = 1$ s [5]

W centralach systemu krzyżowego zestawienie drogi połączeniowej rozpoczyna się dopiero po odebraniu przez centralę pełnego numeru, stąd też czas łączenia jest dłuższy i wynosi $t_k = 4,5$ s. Modem w stacji zdalnej rozpoznaje sygnał dzwonienia centrali telefonicznej, podłącza się do linii i po dwu sekundach "ciszy" wysyła sygnał autoodzewu o częstotliwości 2100 Hz, który jest utrzymywany przez 3,5 s [6]. Po zakończeniu tego sygnału stacja zdalna jest gotowa do przesyłania informacji.

Czas przygotowania stacji zdalnej jest więc równy $t_p = 5,5$ s. Łączny czas zestawienia połączenia

$$t_z = t_0 + t_w + t_k + t_p .$$

Jeżeli w sieci stosowana jest numeracja sześciocyfrowa, to:

- dla central typu biegowego $t_{zb} = 16,05$ s,
- dla central typu krzyżowego $t_{zk} = 19,55$ s.

Po nawiązaniu połączenia i odpowiednim przygotowaniu stacja zdalna wysyła wyniki pomiarów ze wszystkich przyrządów pomiarowych, jakie zostały do niej podłączone.

Efektywny czas przesyłu informacji jest równy:

$$t_t = \frac{M}{V} + \frac{L}{v} \approx \frac{M}{V}, \quad /5/$$

gdzie:

- M - ilość informacji w bitach,
- V - szybkość transmisji w bitach/s,
- L - odległość pomiędzy stacjami,
- v - szybkość propagacji sygnałów w łączy.

Po zakończeniu transmisji następuje rozłączenie stacji i minikomputer przystępuje do nawiązywania połączenia z następną stacją zdalną.

Sprawdzenie poprawności odebranych informacji, a także przygotowanie kolejnego numeru stacji zdalnej odbywa się w czasie trwania seansu łączności, stąd też czas pracy komputera można pominąć. Czas obsługi jednej stacji zdalnej jest więc równy

$$\tau = t_z + \frac{M}{V}. \quad /6/$$

Część wywołań stacji zdalnych nie zakończy się transmisją ze względu na zajętość łączy telefonicznych. Autowzywak nie rozpoznaje sygnału zajętości i bez względu na to, po której cyfrze numeru telefonicznego ten sygnał się pojawi, wszystkie impulsy wybiercze są wysyłane do centrali telefonicznej. Po zakończeniu wysyłania impulsów autowzywak oczekuje na sygnał autoodzewu. Jeżeli nie pojawi się on przez $t_o = 40$ s, autowzywak sygnalizuje, że stacja zdalna nie zgłosiła się i nawiązywanie połączenia zostaje przerwane. Stąd czas trwania połączenia niedokończonego jest równy

$$\tau = t_o + t_w + t_c = 49,55 \text{ s.}$$

3. Wpływ szybkości transmisji na czas obsługi stacji zdalnych

Czas obsługi stacji zdalnych jest sumą czasu zestawienia połączenia i efektywnego czasu transmisji /6/. Czas zestawienia połączenia zależy tylko od rodzaju centrali telefonicznej i dla danej stacji jest w przybliżeniu stały. Efektywny czas transmisji zależy natomiast od ilości przesyłanych informacji M i szybkości przesyłu V . Stacja zdalna systemu telemetrycznego może obsługiwać od 1 do 16 przyrządów pomiarowych i tyle samo przyrządów cyfrowych [1]. Stąd ilość informacji wysyłanych przez stacje zdalne po uwzględnieniu kodowania nadmiarowego, waha się od 80 do 1000 bitów, a średnio wynosi 500 bitów.

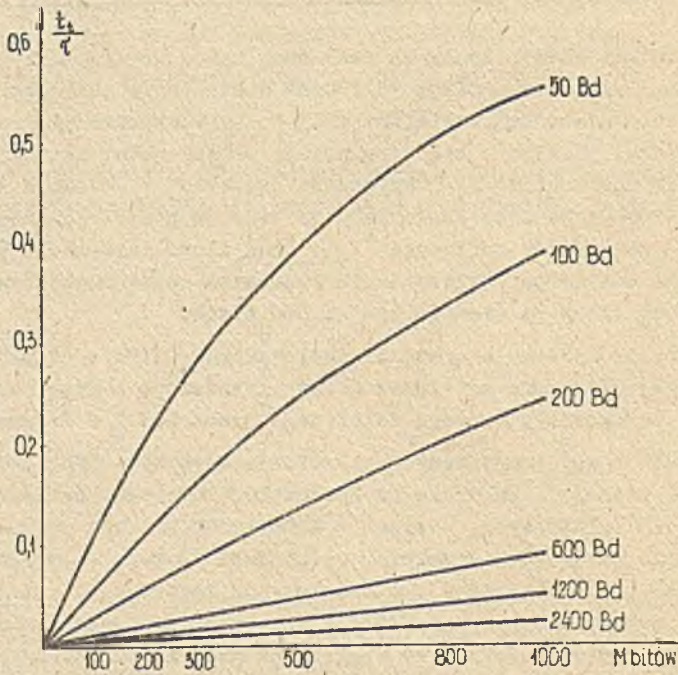
Zasady pracy systemu są zgodne z zaleceniami CCITT a do przesyłania sygnałów wykorzystywane są typowe modemy transmisji danych. Wymaga to stosowania szybkości z szeregu zalecanego przez CCITT w dokumencie V 23 4, który dla łączy komutowanych przewiduje szybkości 200 (300) 600, 1200 i 2400 bitów/s. Mniejsze szybkości 50, 100 i 200 bitów/s stosowane są w sieciach teleksowych, większe - 4800, 9600 bitów/s mogą być wykorzystywane tylko na łączach trwałych, specjalnie do tego celu przygotowanych. Wartości t_z i M są stałe i nie zależą od konstrukcji systemu. Szybkość pracy można więc zwiększać jedynie poprzez stosowanie większych szybkości transmisji. Jednak ze względu na małą ilość przesyłanych informacji stosowanie modemów o dużej szybkości nie jest racjonalne, gdyż zawsze $t_z > t_t$. Przy $V \gg 600$ bitów/s efektywny czas transmisji zajmuje mniej niż 10% czasu trwania obsługi stacji τ , co przedstawiono na rys.2.

Efektywna szybkość transmisji wyznaczona ze wzoru

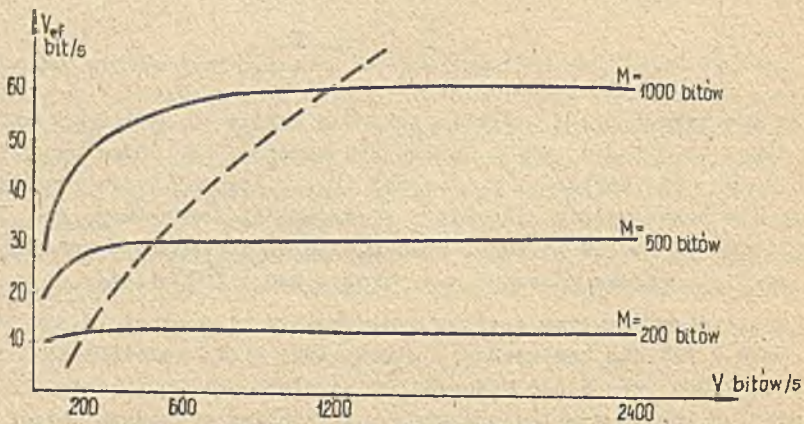
$$V_{ef} = \frac{M}{\tau} = \frac{M}{t_z + t_t} \quad /7/$$

jest bardzo mała i tylko w wąskim zakresie zależy od szybkości nominalnej modemu, co widać z rys.3. Dla każdej wartości M można wyznaczyć graniczną wartość szybkości nominalnej V_{gr} , powyżej której szybkość efektywna w przybliżeniu nie zależy od szybkości nominalnej. Dla $M = 500$ bitów $V_{gr} \approx 400$ bitów/s. Wskazuje to na konieczność dokonania wyboru jedynie pomiędzy modemami o szybkości 200 i 600 bitów/s.

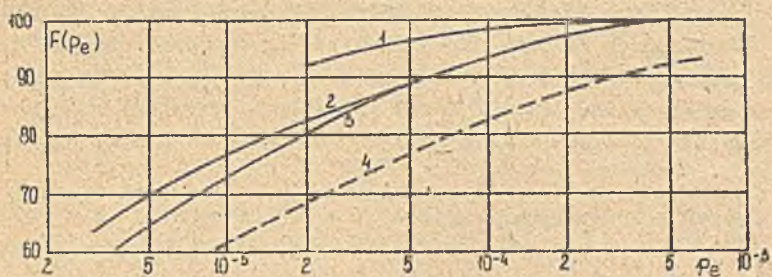
Na rys.4 przedstawione zostały dystrybuanty elementowej stopy błędów wyznaczone w RFN dla powszechnej, komutowanej sieci telefonicznej [4]. Jak widać stopa błędów dla modemów 200 bodowych jest najniższa i można oczekiwać, że podobna zależność występuje również w krajowej sieci telefonicznej. Wreszcie ostatnim argumentem przemawiającym za stosowaniem modemów 200 bodowych jest porównanie kosztów. Na rys.5 przedstawione zostały zależności między szybkością a kosztem modemów firmy RACAL-MILGO, któ-



Rys.2. Wpływ szybkości transmisji na czas obsługi stacji zdalnej



Rys.3. Zależność efektywnej szybkości transmisji od szybkości nominalnej

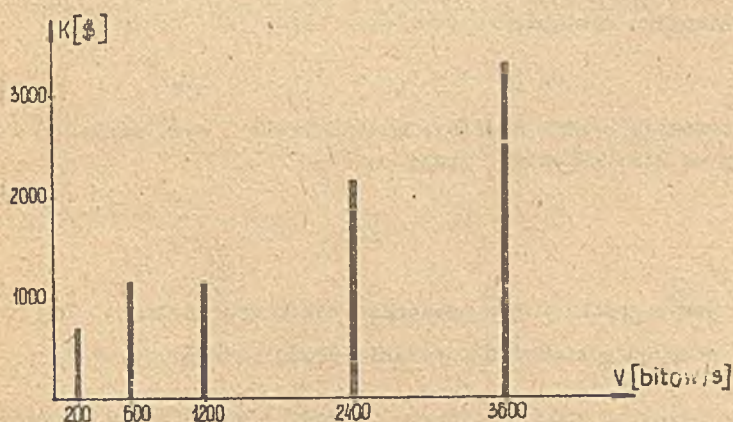


Rys.4. Dystrybuanty elementowej stopy błędów wyznaczone na sieci komutowanej RFN [4]

Szybkość transmisji :

- 1 - 200 bit/s
- 2 - 1200 bit/s
- 3 - 2400 bit/s
- 4 - 1200 bit/s

przed wprowadzeniem nowych central telefonicznych



Rys.5. Zależność kosztu modemu od szybkości transmisji

re są w Polsce szeroko stosowane. Modem 600 bodowy jest o 55% droższy od modemu 200 bodowego, a przy $M = 500$ bitów skraca czas obsługi stacji zdalnej zaledwie o 9%. W systemie telemetrycznym o dużej liczbie stacji zdalnych należy minimalizować koszt jednostkowy stacji i z tego względu można przyjąć, że stosowanie modemu 200 bodowego jest rozwiązaniem optymalnym.

W dalszych rozważaniach przyjęto $V = 200$ bitów/s i $M = 500$ bitów.

4. Wpływ błędów transmisji na szybkość pracy systemu

Wyniki pomiarów są przesyłane ze stacji zdalnej w postaci zakodowanej, kodem który umożliwia wykrywanie błędów transmisji. W przypadku wykrycia błędu transmisji seans łączności z daną stacją zdalną jest powtarzany, co prowadzi do wydłużenia czasu trwania cyklu pomiarowego i zmniejszenia szybkości pracy systemu. Założmy, że przekłamania poszczególnych elementów w przesyłanych ciągach kodowych są statystycznie niezależne. Wtedy prawdopodobieństwo poprawnego odbioru ciągu jest równe

$$p_p = (1 - p_e)^M, \quad /8/$$

gdzie:

- M - długość ciągu (ilość informacji),
- p_e - elementowa (bitowa) stopa błędów.

Prawdopodobieństwo wystąpienia dowolnego błędu jest równe

$$p_b = 1 - p_p = 1 - (1 - p_e)^M \quad /9/$$

Spśród wszystkich błędów niektóre można wykryć i wyeliminować a niektóre błędy są niewykrywalne, przez co :

$$p_b = p_t + p_{t_n}, \quad /10/$$

gdzie:

- p_t - prawdopodobieństwo powstania błędu wykrywalnego,
- p_{t_n} - prawdopodobieństwo powstania błędu niewykrywalnego.

Stosowane w praktyce kody cykliczne lub kody z wielokrotnym powtórzeniem charakteryzują się dużą efektywnością wykrywania błędów. Można więc przyjąć, że $p_t \gg p_{t_n}$, a wówczas prawdopodobieństwo wykrycia błędu ma wartość:

$$p_t \approx p_b = 1 - (1 - p_e)^M. \quad /11/$$

Można założyć, że prawdopodobieństwo powstania błędu wykrywalnego jest we wszystkich kanałach jednakowe i równe p_t . Wtedy spośród N wywołań stacji zdalnych trzeba będzie powtórzyć $p_t \cdot N$ wywołań. Jeżeli wywołania prowadzone są aż do uzyskania poprawnej transmisji, to przeciętny czas trwania cyklu pomiarowego jest równy:

$$\bar{T} = \tau(N + p_t N + p_t^2 N + p_t^3 N + \dots) = N\tau \frac{1}{1 - p_t} \quad /12/$$

Podstawiając p_t ze wzoru /11/ otrzymuje się:

$$\bar{T} = \frac{N\tau}{(1 - p_e)^M} \quad /13/$$

W praktyce liczba powtórzeń musi być zawsze ograniczona, gdyż błędny odbiór może być spowodowany trwałym uszkodzeniem łącza lub stacji zdalnej.

Wówczas:

$$\bar{T}_1 = N\tau \sum_{s=0}^1 p_t^s = N\tau \sum_{s=0}^1 \left\{ 1 - (1 - p_e)^M \right\}^s \quad /14/$$

gdzie:

1 - maksymalna liczba powtórzeń.

Ilość informacji przesyłanych z poszczególnych stacji, a także jakość łączy prowadzących do tych stacji jest w rzeczywistości różna. Stąd dla nieskończonej ilości powtórzeń otrzymuje się wyrażenie:

$$\bar{T} = \sum_{i=1}^N \frac{\tau_i}{(1 - p_{e_i})^{M_i}} = \sum_{i=1}^N \frac{t_z + \frac{M_i}{V}}{(1 - p_{e_i})^{M_i}} \quad /15/$$

Odpowiednio dla ograniczonej liczby powtórzeń:

$$\bar{T}_1 = \sum_{i=1}^N \left(t_z + \frac{M_i}{V} \right) \sum_{s=0}^1 \left\{ 1 - (1 - p_{e_i})^{M_i} \right\}^s \quad /16/$$

5. Straty wywołań telefonicznych

W sieci telefonicznej komutowanej automatycznie nie wszystkie wywołania kończą się rozmową lub przesyłem informacji, część wywołań jest tracona. Przy pełnej sprawności urządzeń sieci straty wywołań następują wskutek zajętości numeru wywoływane lub zajętości urządzeń komutujących w centrali telefonicznej. W obu przypadkach abonent inicjujący połączenie odbiera sygnał zajętości i najczęściej powtarza wywołanie. Ponieważ zdalne stacje teletyryczne w każdej chwili oczekują na wywołanie stacji centralnej, należy wziąć pod uwagę tylko straty powstające w centralach telefonicznych. Są one spowodowane tym, że ilość urządzeń komutujących w każdej centrali jest znacznie mniejsza od liczby abonentów tej centrali. Wywołania telefoniczne pojawiają się w sposób przypadkowy i dzięki temu mogą być sprawnie obsługiwane. Zawsze jednak część tych wywołań będzie trafiała do zajętych urządzeń i nie będzie obsługiwana. Ponieważ strumień zgłoszeń telefonicznych z wystarczającą dla zastosowań praktycznych dokładnością spełnia wymagania rozkładu Poissona, prawdopodobieństwa straty wywołania można obliczyć ze wzoru:

$$P_{Bn} = \frac{(\lambda \psi)^m}{m! \sum_{j=0}^m \frac{(\lambda \psi)^j}{j!}} \quad /17/$$

w którym oznaczają:

- ψ - wartość oczekiwaną czasu trwania połączenia telefonicznego,
- λ - wartość oczekiwaną liczby zgłoszeń w jednostce czasu,
- m - liczbę urządzeń komutujących na danym stopniu komutacji.

Wzór ten jest słuszny dla dowolnego rozkładu czasów zajętości łączy o wartości oczekiwanej ψ [7].

W sieciach telefonicznych o dużej pojemności komutacja łączy jest wielostopniowa i strata wywołania może nastąpić po dowolnym stopniu komutacji. Jeżeli założy się, że poszczególne stopnie komutacji pracują niezależnie a na każdy z nich podawany jest prosty strumień zgłoszeń, to całkowite prawdopodobieństwo strat można obliczyć ze wzoru [5] [9]:

$$P_B = 1 - \prod_{k=1}^k (1 - P_{Bk}), \quad /18/$$

gdzie:

P_{a_u} - prawdopodobieństwo zajęcia łączy na u -tym stopniu komutacji obliczone ze wzoru /17/,

k - ilość stopni komutacji.

W rzeczywistości poczynione założenia są spełnione jedynie w przybliżeniu. Każde połączenie zajmuje urządzenie komutujące na kilku stopniach, stąd też ich praca nie jest niezależna. Wywołania nieobsłużone będą powtórnie trafiały na te same urządzenia, a strumień na każdym stopniu jest pomniejszony o straty jakie wystąpiły na stopniu poprzednim. W rezultacie wzór /18/ umożliwia poprawne obliczenie strat przy $P_B < 0,03$ [5]. W krajowych sieciach telefonicznych, szczególnie w dużych węzłach telekomunikacyjnych występują straty o $P_B = 0,05 + 0,20$, a niekiedy nawet $P_B = 0,5$. Dokładne obliczenie strat na drodze analitycznej jest w tym przypadku bardzo złożone i możliwe jedynie metodami numerycznymi [9]. Dodatkowe trudności wynikają z konieczności pomiaru parametrów λ i ψ na różnych stopniach komutacji i w różnych centralach telefonicznych. Z tego względu prawdopodobieństwo strat należy wyznaczać drogą bezpośrednich pomiarów, przeprowadzonych pomiędzy stacją centralną a stacją zdalną. Uzyskane wyniki będą odzwierciedlały nie tylko straty wywołane zajętością łączy, lecz także straty spowodowane złym stanem urządzeń komutujących, co w peñniejszy sposób określa warunki pracy systemu.

W tabeli 1 przedstawione zostały wyniki pomiarów przeprowadzonych ręcznie na terenie węzła, w którym przewiduje się stosowanie systemu telemetrycznego [10]. Przy pomiarach ręcznych istnieje możliwość powstawania błędów subiektywnych. Ostateczna ocena warunków pracy systemu powinna być przeprowadzona w oparciu o pomiary wykonywane automatycznie.

Tabela 1.

Abonent wywołujący	Abonent wywołany	Liczba wywołań	Prawdopodobieństwo strat
Miasto	Miasto		
E	C	1000	0,199
A	C	470	0,1
C	A	1000	0,13
B	C	1000	0,20
C	F	520	0,43
G	C	600	0,49
C	H	402	0,32

Prawdopodobieństwo straty wywołań abonenta

6. Wpływ sprawności technicznej sieci komutacyjnej i błędów transmisji na szybkość pracy systemu

Rozpatrzmy teraz łączny wpływ błędów transmisji i strat wywołań na przeciętny czas transmisji informacji z jednej stacji zdalnej. Każde wywołanie może zakończyć się poprawnym przesyłem informacji, przesyłem informacji błędnej (zakłóconej) lub stratą wywołania. Prawdopodobieństwa tych zdarzeń są odpowiednio równe:

$$P_p = (1 - p_B) (1 - p_t) \quad /19/$$

$$P_t = (1 - p_B) p_t \quad /20/$$

$$P_B = p_B \quad /21/$$

gdzie:

p_B - prawdopodobieństwo straty wywołania,

p_t - prawdopodobieństwo wystąpienia błędu.

Informacje zostaną przesłane poprawnie wtedy, gdy wywołanie nie zostanie stracone ani nie wystąpi błąd w przesyłaniu informacji. Błąd w przesyłaniu może powstać dopiero po poprawnym nawiązaniu połączenia. Jeżeli połączenie nie zostanie osiągnięte, do przesyłu nie dochodzi.

Oczywiście zachodzi związek:

$$P_p + P_t + P_B = 1. \quad /22/$$

Jeżeli pierwsze wywołanie zakończy się poprawnym przesyłem informacji, to czas przesyłu $\tau_c = \tau$, stąd

$$P(\tau_c = \tau) = P_p.$$

Wywołania stracone lub zakończone błędnym przesyłem informacji są powtarzane. Można przy tym każde z tych wywołań traktować jako niezależne.

Założmy, że pierwsze wywołanie zostało stracone, a drugie zakończyło się poprawną transmisją informacji. Wtedy $\tau_c = \tau + \tau_n$ z prawdopodobieństwem

$$P(\tau_c = \tau + \tau_n) = P_B \cdot P_p = p_B (1 - p_B)(1 - p_t) \quad /23/$$

W analogiczny sposób można określić pozostałe prawdopodobieństwa

$$P(\tau_c = a\tau + b\tau_n) = \binom{b+a-1}{b} (1 - p_B)^{a-1} p_t^{a-1} p_B^b (1 - p_B)(1 - p_t) \quad /24/$$

dla $a = 1 \dots n$.

Przeciętny czas transmisji informacji z jednej stacji można obliczyć ze wzoru:

$$\bar{\tau}_c = \sum P(\tau_c) \cdot \tau_c \quad /25/$$

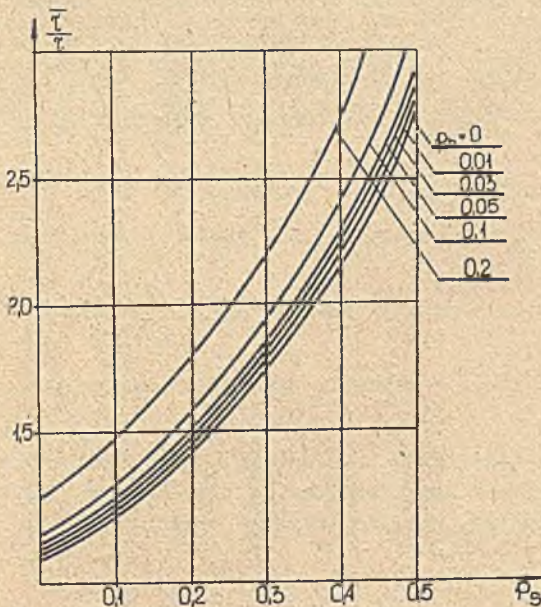
Podstawiając /24/ do /25/ otrzymujemy

$$\bar{\tau}_c = \sum_{a=1} \sum_{b=0} \binom{b+a-1}{b} (a\bar{\tau} + b\tau_n)(1-p_s)^a p_s^b p_t^{(a-1)} (1-p_t) \quad /26/$$

a po krótkich przekształceniach

$$\bar{\tau}_c = \frac{p_s \bar{\tau}_n + (1-p_s)\bar{\tau}}{(1-p_s)(1-p_t)} \quad /27/$$

Na rys.6 przedstawiony został wykres zależności przeciętnego czasu obsługi stacji zdalnej od prawdopodobieństwa strat i prawdopodobieństwa błędów w rzeczywistych warunkach pracy systemu.



Rys.6. Wpływ błędów transmisji i strat wywołanych telefonicznych na przeciętny czas obsługi stacji zdalnej

Jak widać decydujący wpływ na szybkość pracy systemu będzie miało prawdopodobieństwo strat, które przy uwzględnieniu wartości elementowej stopy błędów obserwowanej w łączach komutowanych [10] jest o rząd większe od prawdopodobieństwa wykrycia błędu transmisji.

W systemie telemetrycznym o dużej liczbie stacji zdalnych wyznaczenie wartości p_{S_i} i p_{t_i} dla każdej stacji zdalnej przed uruchomieniem systemu jest praktycznie niemożliwe. Z tego względu przy projektowaniu systemu ocenę czasu potrzebnego do obsługi wszystkich stacji zdalnych należy przeprowadzić dla przeciętnych i najgorszych warunków pracy systemu.

LITERATURA

- [1] Sobstel J.: System telemetryczny na komutowanych łączach telefonicznych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Automatyka, z.48, 1979.
- [2] Autowzywak AW-1. Opis techniczny. TELETRA 1976.
- [3] Automatyczne nawiązywanie połączeń w sieci telefonicznej. PN-75/T-05050.
- [4] Transmisja danych. CCITT. Księga zielona. Tom VIII. WKiŁ 1976.
- [5] Liwzisz B.S.: Teoria telefonnych i telegrafnych soobszenij. Swiaz Moskwa 1971.
- [6] Modem 200. Opis techniczny. TELETRA 1976
- [7] Gnidienko B.W., Kowalenko J.N.: Wstęp do teorii obsługi masowej. PWN, Warszawa 1971.
- [8] Baczarin G.P.: Massowoje obskuziwaniye w telefonji. Nauka, Moskwa 1968.
- [9] Charkiewicz A.O.: Problemy raspredelenia informacii. Nauka, Moskwa 1973.
- [10] Sobstel J., Wrzesiński A.: Pomiar elementowej i blokowej stopy błędów w łączach komutowanych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Automatyka, zesz.48, Gliwice 1979.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СКОРОСТИ СБОРА ИНФОРМАЦИИ В ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ НА КОММУТИРУЕМЫХ ЛИНИЯХ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ

Р е з ю м е

В статье рассматриваются факторы влияющие на скорость работы телеметрической системы в которой измерительные информации передаются по коммутируемым линиям телефонных сетей. Определено среднее значение времени обслуживания телеметрической станции при учёте потерь телефонных вызовов и ошибок передачи. Доказано, что в рассматриваемой телефонной сети скорость работы телеметрической системы ограничена потерями вызовов.

THE DETERMINATION OF EFFECTIVE RATE OF THE TELEMETRY SYSTEM IN THE SWITCHED TELEPHONE NETWORKS

Summary

The components influencing on the efficiency of the telemetry system are discussed in this paper. The measurement data are transmitted by the switched telephone network. The average time of the transmission of the data from the remote station has been determined taken into account the lost call's probability and the transmission error rate. The constrains of the transmission rate are mainly due to the lost-call probability.