

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
WARSZAWA-MIEDZESZYN

**PROBLEMY**

**ŁĄCZNOŚCI**

148

1976



MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

---

# PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

ROK 16

WARSZAWA 1976

NR 148

---

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek  
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Problemów Łączności

---

Redaktor Naczelny - dr inż. Krystyn Plewko

Redaktorzy działów:

mgr inż. Władysław Cetner, doc. mgr inż. Adam Moniuszko,

mgr inż. Józef Możejko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1.

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: B. Drabik

---

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności  
Format B5. Nakład 680. Wpłynęło do  
Działu Wydawniczego 3.03.1976 r.  
Druk ukończono w czerwcu 1976 r.

# PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

Sławoj Walaszek

## NADZÓR JAKOŚCI USŁUG TELEFONICZNYCH

### SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Podstawowe pojęcia związane z jakością urządzeń komutacyjnych	4
2.1. Cele eksploatacji	4
2.2. Sprawność techniczna	7
2.3. Sprawność usług	9
2.4. Współczynnik gotowości technicznej	10
2.5. Określenie E/T/	12
2.6. Określenie E/T <sub>o</sub> /	14
2.7. Zasada samosterowania	16
2.8. Usterki sporadyczne i chroniczne	17
2.9. Środki do realizacji wyznaczonego celu	18
3. Metody określania sprawności technicznej i sprawności usług	21
3.1. Rodzaje usług	21
3.2. Określenie sprawności technicznej /lub spraw- ności usług/ za pomocą próby jednokrotnej połączeń rzeczywistych lub próbnych	22

	Str.
3.3. Określenie sprawności technicznej /lub sprawności usług/ za pomocą ilorazowego testu sekwencyjnego /pobieranie elementów próby aż do podjęcia decyzji/	28
4. Podstawowe wymagania na system nadzoru sprawności technicznej urządzeń sieci telefonicznych	34
5. Wskaźniki jakości usług urządzeń komutacyjnych	39
5.1. Instrukcja dotycząca wskaźników jakości	39
5.2. Koncepcja wyboru wskaźników	40
5.3. Wykorzystanie wskaźników	51
6. System wskaźników jakości usług central telefonicznych stosowanych w RFN	54
7. Próbnik dróg połączeniowych TRT m 70	58
7.1. Uwagi ogólne	58
7.2. Charakterystyka próbnika dróg połączeniowych TRT m 70	60
7.3. Budowę	61
7.4. Możliwości i zasady programowania	63
7.5. Treść programu	65
7.6. Zakres zastosowań TRT m 70	66
7.7. Konstrukcja	68
7.8. Wnioski dotyczące próbnika	69
8. System AMALRIC	69
8.1. Zadania systemu	69
8.2. Aparatura	70
8.3. Eksploatacja systemu	73
8.4. Rodzaje wykrywanych usterek	76
8.5. Zalety i wady systemu	77
9. Zakończenie	78
Wykaz literatury	79

## NADZÓR JAKOŚCI USŁUG TELEFONICZNYCH

### 1. WPROWADZENIE

Jakość i dostępność usług telekomunikacyjnych, a w szczególności połączeń telefonicznych sterowanych przez abonentów i realizowanych przez złożone urządzenia komutacyjne i transmisyjne, staje się coraz ważniejszym problemem w organizacji pracy przedsiębiorstw i codziennego życia ludzi. Gdy jakość tych usług zawodzi, może to spowodować wiele trudności i strat materialnych. Aby sprostać potrzebom użytkowników, służby eksploatacji urządzeń telekomunikacyjnych muszą znać wymagania odnośnie jakości usług i utrzymywać odpowiedni poziom tej jakości.

Ponieważ zagadnienie jakości ma ostatnio coraz większe znaczenie w różnych dziedzinach techniki, obserwuje się burzliwy rozwój tej dziedziny nauki, której przedmiotem jest jakość produktu /urządzenia/ w nowoczesnym znaczeniu tego pojęcia. Ta dziedzina nauki obejmująca swoją problematyką zagadnienia analizy, kontroli i sterowania jakości jest nazywana kwalitologią lub kwalimetrią. Zgodnie z radziecką normą /GOST 15467 - 70/ można przyjąć jako definicję jakości zespół cech wyrobu, a kwalimetrię jako naukę o jej mierzeniu.

Można chwilę zastanowić się nad różnicą między kwalimetrią i metrologią. Jeżeli przyjmiemy, że parametry określają jakość wyrobu, to metrologia zajmuje się pomiarem jakości poprzez pomiar

parametrów, nie zajmuje się jednak oceną jakości. Jeżeli jednak przyjmiemy, że do "pomiaru" jakości musimy ocenić dodatkowe cechy nie dające się zmierzyć metodami metrologicznymi, wówczas możemy stwierdzić, że metrologia jest bazą pomiaru, na której opiera się kwalimetria, służy jednak tylko do ustalenia określonej części cech ocenianego produktu /urządzenia/. Ogólnie można powiedzieć, że do zadań kwalimetrii należy opracowanie wszystkich metod oceny jakości, a więc cząstkowych obejmujących pojedyncze zespoły /wyroby/, jak i kompleksowych obejmujących wiele zespołów tworzących urządzenia i systemy. Oczywiście problematyka kwalimetrii obejmuje ocenę jakości produkcji, ocenę pracujących urządzeń produkcyjnych i usługowych, sterowanie jakością produkcji usług lub usług itp. Dlatego zagadnienia oceny jakości usług urządzeń telekomunikacyjnych łącznie z cząstkowymi wskaźnikami jakości pracy urządzeń, takimi jak sprawność /jakość/ techniczna, gotowość itp. częściowo objętych problematyką niezawodności mieszczą się w problematyce kwalimetrii.

Jeżeli zbiór wszystkich działań wykonywanych przez personel eksploatacji technicznej ma na celu osiągnięcie przydatności użytkowej w postaci utrzymania poziomu jakości usług co najmniej równego wymaganemu, wówczas zbiór tych działań można nazwać funkcją sterowania jakością. Przydatność użytkowa oznacza, w jakim stopniu rozważana usługa odpowiada wymaganiom użytkownika. Można wyróżnić dwa istotne kryteria przydatności użytkowej:

- jakość zaprojektowaną,
- jakość wykonania.

Jakość zaprojektowana określa stopień, w jaki projektant spełnił



wymagania użytkowników. Jakość wykonania określa stopień, w jaki producent spełnił wymagania projektu.

Przydatność użytkową mogą natomiast określić dwa parametry:

- gotowość / stopień możliwości wykonania usługi na życzenie abonenta z uwzględnieniem czasu przestoju, np. wskutek uszkodzeń/ ,
- obsługowość / stopień przygotowania do diagnostyki i naprawy w przypadku uszkodzenia/ .

Mówiąc ściśle, każda z elementarnych właściwości, które składają się na ogólną jakość produktu, jest jego cechą jakościową i musi być brana pod uwagę przy ocenie jakości. Oprócz cech takich jak niezawodność, trwałość, obsługowość, gotowość, jakość usług należy uwzględniać takie czynniki, jak gabaryty, cechy estetyczne, właściwości chemiczne itp., jeżeli poprawiają przydatność użytkową urządzenia. Stosowany tutaj termin sterowanie jakości będzie oznaczał zbiór wszystkich działań, zmierzających do osiągnięcia wymaganej przydatności użytkowej urządzenia.

Jakość jest więc funkcją wielu zmiennych i określenie jednego, kompleksowego wskaźnika jakości danego urządzenia jest trudne. Są podejmowane próby w tym kierunku i jednym z przykładów może być omówiony dalej system oceny jakości pracy urządzeń komutacyjnych stosowany we Francji.

Większość administracji telekomunikacji stosuje na razie zamiast jednego kompleksowego wskaźnika, grupę wskaźników umożliwiających oddzielną ocenę najważniejszych cech jakości. Jako przykład takiego rozwiązania podano dalej zestaw wskaźników jakości stosowany w RFN.

W zakresie urządzeń komutacyjnych najważniejszym wskaźnikiem jakości usług jest niewątpliwie wskaźnik oparty na wynikach obserwacji połączeń próbnych, realizowanych za pomocą urządzeń automatycznych, zwanych próbnikami dróg połączeniowych lub programowanymi źródłami połączeń próbnych. W zakresie próbników dróg połączeniowych opracowano ostatnio w Szwecji elektroniczne urządzenie tego typu.

Przykładem programowanego źródła połączeń próbnych jest system AMALRIC opracowany we Francji. Obydwa powyższe rozwiązania zostały szczegółowo omówione w dalszej części tej pracy.

## 2. PODSTAWOWE POJĘCIA ZWIĄZANE Z JAKOŚCIĄ URZĄDZEŃ KOMUTACYJNYCH

### 2.1. Cele eksploatacji

Potrzeba optymalnego wykorzystania środków przeznaczonych na eksploatację wynika ze znanego powszechnie faktu, że koszty eksploatacji urządzeń są wielokrotnie większe od kosztów poniesionych w momencie zakupu i instalacji urządzenia /koszty inwestycji/. Wobec tego w każdej dziedzinie gospodarki narodowej, a więc i w telekomunikacji, jest niezwykle istotne zagadnienie wypracowania właściwych /optymalnych/ metod eksploatacji urządzeń, pozwalających na utrzymanie wskaźników jakości usług i niezawodności urządzeń na wymaganym poziomie przy najniższych kosztach. Dlatego w procesie eksploatacji muszą być wyznaczone parametry i wskaźniki, określające jakość usług i jakość pracy urządzeń,

które są następnie wykorzystywane do kierowania utrzymaniem urządzeń sieci telekomunikacyjnej i do szacowania skuteczności zastosowanej metody /strategii/ eksploatacji.

W teorii eksploatacji jako parametry skuteczności eksploatacji przyjmuje się zwykle wartości średnie wielkości losowych podających korzyść lub stratę w wyniku zastosowanej metody eksploatacji. Wskaźnikami są nazywane pewne funkcje lub wartości średnie tych parametrów; są one zwykle mniejsze lub równe jedności i bezwymiarowe. Celem optymalnego działania eksploatacyjnego jest uzyskanie maksymalnej lub minimalnej wartości określonych wskaźników skuteczności eksploatacji.

Cechy skuteczności eksploatacji, które można zalecać do wykorzystania w telekomunikacji, są następujące:

- jakość załatwiania ruchu /dawniej jakość usługowa/ ,
- jakość użytkowa,
- jakość techniczna,
- jakość usług,
- gotowość techniczna.

Z tych cech najistotniejsze są trzy pierwsze, które bezpośrednio określają poprawność realizowania połączeń telefonicznych. Należy zwrócić uwagę na zupełnie różne znaczenie pojęć "jakość usługowa" i "jakość usług". Dlatego, dla uniknięcia nieporozumień, zamiast jakości usługowa lepiej stosować dokładniejsze określenie - "jakość załatwiania ruchu".

W sieciach telekomunikacyjnych sterowanie jakością obejmuje przede wszystkim sterowanie jakością załatwiania ruchu, jakością użytkową i techniczną.

Sterowanie jakością załatwiania ruchu ma na celu prawidłowe, zgodne z wymaganiami, załatwianie ruchu telefonicznego generowanego przez abonentów z uwzględnieniem przypadkowych zmian tego ruchu. Sterowanie jakością użytkową ma na celu doprowadzenie do rozmów jak największej liczby połączeń, a więc ma minimalizować tzw. ruch jałowy. Sterowanie jakością techniczną ma na celu minimalizowanie czasu wyłączenia z ruchu poszczególnych zespołów na skutek uszkodzeń.

Gotowość techniczna jest pojęciem stosowanym w niezawodności. W zastosowaniu do central telefonicznych jest w zasadzie pewnym dodatkowym pojęciem związanym z jakością techniczną. Współczynnik gotowości określa jakość działania urządzeń na podstawie badań samych urządzeń /jest to tzw. metoda bezpośrednia/. Natomiast jakość techniczna określa jakość działania urządzeń na podstawie badania produktu wytwarzanego przez te urządzenia. Jest to tzw. metoda pośrednia. W rozważanym przypadku produktem są połączenia telefoniczne.

Z ogólnego punktu widzenia, wszystkie omawiane tutaj cechy skuteczności eksploatacji można traktować jako pewne cechy jakości i niezawodności. Cechy te są mierzone za pomocą pewnych "miar", które określimy w następujący sposób:

- miarą jakości załatwiania ruchu jest współczynnik, zwany sprawnością załatwiania ruchu /dawniej sprawność usługowa/;
- miarą jakości użytkowej jest współczynnik, zwany sprawnością użytkową;
- miarą jakości technicznej jest współczynnik, zwany sprawnością techniczną;

- miarą jakości usług jest współczynnik, zwany sprawnością usług;
- miarą gotowości technicznej jest współczynnik, nazywany w skróceniu współczynnikiem gotowości.

W telekomutacji celem generalnym eksploatacji będzie utrzymanie wartości sprawności załatwiania ruchu, użytkowej i technicznej na poziomie równym lub nieco większym od wymaganego. Optymalna eksploatacja to osiągnięcie tego celu przy najmniejszych kosztach.

Pojęcia sprawności załatwiania ruchu i użytkowej są ogólnie znane i od dawna stosowane [1], dlatego nie będziemy ich bliżej omawiać. Natomiast pozostałe pojęcia są nowsze i dlatego podamy tutaj szczegółowe definicje tych pojęć wraz z omówieniem.

## 2.2. Sprawność techniczna

Sprawność techniczna ma charakteryzować urządzenia realizujące połączenia telefoniczne z punktu widzenia podatności na uszkodzenia i skuteczności podejmowanych napraw urządzeń, a więc jest pewnym wskaźnikiem niezawodności urządzenia. Sprawność techniczna ma być współczynnikiem wykorzystywanym do bieżącej eksploatacji urządzeń, a więc czas potrzebny do określenia tego współczynnika powinien być jak najmniejszy.

Zasadniczym celem pomiarów sprawności technicznej jest kierowanie utrzymaniem urządzeń sieci telekomunikacyjnej w taki sposób, aby:

- utrzymać sprawność techniczną na poziomie równym lub nieco lepszym od wymaganego;

- wykrywać uszkodzenia w urządzeniach wcześniej niż odczują i zgłoszą je abonenci;
- skrócić do wartości minimalnej czas od momentu uszkodzenia zespołu do momentu ponownego włączenia do pracy tego zespołu po naprawie;
- jak najlepiej /w sposób optymalny/ wykorzystać środki na utrzymanie sprawności technicznej.

Sprawność techniczną jako miara jakości technicznej, matematycznie może być określona prawdopodobieństwem poprawnej realizacji połączenia telefonicznego przez urządzenia sieci telekomunikacyjnej /centrale i linie teletransmisyjne/. Sprawność techniczna  $S_t$  wyrażana jest w postaci zależności:

$$S_t = \left(1 - \frac{c_u}{c}\right) / 100\% = \frac{c - c_u}{c} 100\% = \frac{c_d}{c} 100\% = (1 - W_p) / 100\%$$

gdzie:

- $c$  - liczba wszystkich wykonanych połączeń,
- $c_d$  - liczba połączeń, które zostały zrealizowane bez usterek,
- $c_u$  - liczba połączeń, które nie zostały zrealizowane z powodu usterek technicznych,

$W_p = c_u / c$  - współczynnik strat na skutek usterek technicznych, który można nazwać wadliwością połączeń / $W_p$ /.

Aby uzyskana z pomiaru wartość sprawności technicznej miała wymaganą dokładność, należy wykonać określoną, zgodnie z zasa-

dami statystyki matematycznej liczbę połączeń i poddać je obserwacji.

Sprawność techniczną centrali telefonicznej, grupy zespołów lub wiązki łączy telefonicznych można oszacować za pomocą testu sekwencyjnego. Test ten określa, czy rzeczywista wartość sprawności technicznej mieści się w wymaganym przedziale. Ta metoda sprawdzania rzeczywistej wartości sprawności technicznej stosowana jest najczęściej. Sprawność techniczną można oszacować również za pomocą próbki jednokrotnej połączeń. Metody określania sprawności technicznej omówione są w p. 3.

Niektóre administracje jako miarę jakości technicznej stosują wadliwość zamiast sprawności technicznej.

### 2.3. Sprawność usług

Sprawność usług jest współczynnikiem oceniającym pracę centrali telefonicznej z punktu widzenia abonenta; dla którego jest w zasadzie obojętne, z jakiego powodu połączenie nie zostało zrealizowane, chociaż usterki techniczne w czasie zestawiania połączenia są bardziej dokuczliwe. Ponieważ połączenia nie są realizowane z dwóch przyczyn, a mianowicie z powodu braku wolnych zespołów połączeniowych /sprawność załatwiania ruchu/ oraz z powodu uszkodzeń zespołów /sprawność techniczna/, wobec tego sprawność usług jest funkcją sprawności załatwiania ruchu i sprawności technicznej. Sprawność usług można wyrazić w postaci zależności:

$$S_u = \left/ 1 - \frac{c_s + c_u}{c} \right/ 100\% = \left/ 1 - \frac{c_s}{c} - \frac{c_u}{c} \right/ 100\%$$

gdzie:

$c_s$  - liczba połączeń, które nie zostały zrealizowane z powodu braku wolnych zespołów połączeniowych.

Pozostałe oznaczenia są takie same jak w poprzednim punkcie.

Zależność  $/c_s + c_u/ c$  można nazwać współczynnikiem strat usług.

Stosunek  $c_s/c$  nazywany jest współczynnikiem strat ruchu.

#### 2.4. Współczynnik gotowości technicznej

Gotowość jest nazywana jakościową cechą niezawodności obiektu, charakteryzującą możliwość znajdowania się obiektu w stanie sprawnym /zdatnym do pracy/ w określonej chwili. Ilościową miarą gotowości w warunkach stacjonarnych przy pracy obiektu jest współczynnik gotowości, określany ogólnie /dla przypadku, gdy czas obserwacji jest dostatecznie długi/ jako:

$$K = \frac{\sum t_i}{\sum t_i + \sum t_{oi}}$$

gdzie:

$\sum t_i$  - łączny czas poprawnej pracy obiektu w okresie obserwacji,

$\sum t_{oi}$  - łączny czas odnowy obiektu w okresie obserwacji.

Czas odnowy obiektu obejmuje tutaj czasy wszystkich czynności, które należy wykonać od momentu uszkodzenia obiektu, aż do momentu ponownego włączenia do pracy obiektu po naprawie. Inne określenie gotowości, dla dużej liczby obiektów, ma postać:



$$K = \frac{n_s}{n_c}$$

gdzie:

$n_s$  - liczba sprawnych obiektów /zdalnych do pracy/ ,

$n_c$  - liczba wszystkich obiektów.

Z powyższych określeń wynika, że współczynnik gotowości posiada następujące informacje:

- jaki jest udział czasu, w ciągu którego obiekt jest w stanie zdalności do pracy w stosunku do całego czasu obserwacji,
- prawdopodobieństwo znajdowania się obiektu w stanie zdalności do pracy w dowolnej chwili,
- jaka część obiektów z dużej liczby takich obiektów znajduje się w stanie zdalności do pracy w dowolnej chwili.

Zostało udowodnione, że oczekiwana wartość współczynnika gotowości /graniczna wartość dla długiego okresu obserwacji/ wyraża się zależnością:

$$K = \frac{E/T}{E/T + E/T_0}$$

gdzie:

$E/x$  - wartość przeciętna zmiennej losowej,

$T$  - czas znajdowania się obiektu w stanie zdalności do pracy /charakteryzuje bezawaryjność/ ,

$T_0$  - czas odnowy obiektu /charakteryzuje odnawialność/.

Wielkości  $T$  i  $T_0$  są zmiennymi losowymi.

Wyrażenie to jest prawdziwe dla dowolnych rozkładów czasu odnowy i czasu znajdowania się obiektu w stanie zdatności do pracy. Bezawaryjność oznacza cechę obiektu /lub grupę cech/ określającą zdolność do pracy bez przerw przez wyznaczony czas w danych warunkach eksploatacji. Natomiast odnawialność oznacza cechę obiektu /lub grupę cech/ określającą zdolność do przywracania wymaganych wartości jego parametrów, po stwierdzeniu odchyień od dopuszczalnych wartości.

Współczynnik gotowości może być wykorzystywany w tych przypadkach, gdy bada się wszystkie obiekty dużej grupy obiektów lub gdy istnieje możliwość ciągłej obserwacji stanu obiektów w dostatecznie długim okresie czasu. Na przykład w centralach telefonicznych, w których wykonuje się badania systematyczne grup zespołów w sposób automatyczny /rutiner, szybki próbnik/ lub ręczny, można łatwo określić współczynniki gotowości technicznej dla wiązek łączy telefonicznych. Jest to więc dodatkowy wskaźnik, który może być wykorzystany do oceny stanu technicznego wiązek łączy i grup zespołów central telefonicznych /szczególnie central systemu biegowego/. Zbadanie współczynnika gotowości dla całej centrali jest trudne, gdyż przy określaniu tego współczynnika zakładamy, że urządzenie może znajdować się tylko w dwóch stanach. Dlatego różne propozycje w tym zakresie nie znalazły dotychczas praktycznego zastosowania.

## 2.5. Określenie E/T/

Jedną z miar niezawodności jest prawdopodobieństwo poprawnego działania /bez uszkodzeń/ urządzenia /zespołu, elementu/ w

czasie  $t$  nie mniejszym od zadanego czasu:

$$R/t/ = P /t \geq T/.$$

W praktycznej ocenie analitycznej, parametrem niezawodności jest średni czas poprawnej pracy obiektu między uszkodzeniami oznaczany  $E/T/$ , określany dla dostatecznie długiego czasu eksploatacji. Estymatorem czasu  $E/T/$  jest wartość  $E_p/T/$ . Dla pojedynczego urządzenia /zespołu, elementu/ mamy:

$$E_p/T/ = \sum_{i=1}^m t_i/m$$

gdzie:

$E_p/T/$  - oszacowanie z pomiaru wartości  $T_p$ ,

$t_i$  - czas poprawnego działania obiektu pomiędzy  $(i-1)$ -szym i  $i$ -tym uszkodzeniem,

$m$  - liczba uszkodzeń w przedziale czasu objętym obserwacją.

Dokładność oszacowania wartości  $E/T/$  jest tym lepsza, im wykorzystamy więcej danych statystycznych. Dla  $m \rightarrow \infty$ ,  $E_p/T/ \rightarrow E/T/$ , a więc wówczas  $E_p/T/$  zbliża się do wartości granicznej dla bardzo dużej liczby pomiarów zmiennej losowej, jaką jest czas poprawnego działania między uszkodzeniami. W przypadku braku dostatecznej liczby danych oceniami  $E/T/$  w przybliżeniu z określoną dokładnością /tj. o określonym poziomie i przedziale ufności/.

Średni czas poprawnej pracy między uszkodzeniami jest bardzo ważnym wskaźnikiem, umożliwiającym wyznaczanie dalszych wskaź-

ników eksploatacji. Czynniki wpływające na średni czas poprawnej pracy  $E/T$  urządzenia /zespołu, elementu/ dzielimy na czynniki wewnętrzne /np. technologiczne, konstrukcyjne/ i zewnętrzne /klimatyczne, oddziaływanie mechaniczne/.

## 2.6. Określenie $E/T_o$

Jedną z własności charakteryzujących zachowanie się obiektu w czasie eksploatacji jest odnawialność zdefiniowana już poprzednio.

Miarą odnawialności jest prawdopodobieństwo odnowy urządzenia /zespołu, elementu/ po wystąpieniu uszkodzenia w ciągu zadanego czasu i w określonych warunkach naprawy. Analitycznie można to wyrazić jako prawdopodobieństwo, że przypadkowy czas odnowy  $t$  nie będzie większy od zadanego czasu  $T$ , a więc:

$$M(t) = P(t \leq T).$$

W praktycznej ocenie analitycznej parametrem odnawialności jest średni czas odnowy  $E/T_o$ , którego estymatorem jest  $E_p/T_o$ , obliczony według następującej zależności:

$$E_p/T_o = \frac{\sum_{i=1}^m t_{oi}}{m}$$

gdzie:

$t_{oi}$  - czas odnowy obiektu dla  $i$ -tego uszkodzenia /czas wykrycia i usunięcia uszkodzenia/,

$m$  - liczba odnow.

Średni czas odnowy, a więc i odnawialność urządzenia zależy zarówno od czynników konstrukcyjnych / podatności naprawczej / jak i organizacyjnych.

W centralach telefonicznych czas odnowy składa się z dwóch zasadniczych odcinków czasu:

- czasu od momentu uszkodzenia zespołu do momentu stwierdzenia, że dany zespół jest uszkodzony,

- czasu od momentu stwierdzenia, że dany zespół jest uszkodzony do momentu ponownego włączenia do pracy zespołu po naprawie.

Czasy powyższe można dalej dzielić na drobniejsze czynności, ale tutaj dalszy podział nie jest istotny.

Pierwszy z podanych wyżej czasów zależy od zastosowanej metody wskazywania uszkodzonego zespołu lub grupy zespołów, w której znajduje się uszkodzony zespół. Mogą to być metody nadzoru statystycznego, wykorzystującego aparaturę do nadzoru ciągłego, np. tzw. alarm usług stosowany w centralach systemów krzyżowych firmy L.M. Ericsson. Inna metoda to badanie systematyczne wszystkich zespołów, wykonywane w określonych odstępach czasu, niezbędne np. w centralach systemów biegowych do uzyskania właściwej jakości usług. Im większa jest częstość badań systematycznych, tym pierwszy z podanych wyżej czasów będzie mniejszy. W stosowanych u nas centralach biegowych, ze względu na brak odpowiedniej aparatury, czas ten jest jeszcze zbyt długi i tutaj tkwią poważne możliwości polepszenia jakości usług.

Drugi z podanych wyżej czasów zależy od kwalifikacji personelu technicznego oraz od posiadanej aparatury diagnostycznej, na-

rzędzi oraz części zamiennych. Czas ten może być ewentualnie zmniejszony przez odpowiednie szkolenie personelu i wyposażenie we właściwą aparaturę diagnostyczną, w narzędzia i części zamienne.

## 2.7. Zasada samosterowania

Nowoczesne ujęcie eksploatacji technicznej wymaga takiej organizacji działań, aby już na poziomie centrali realizowała się zasada samosterowania.

Wprowadzenie zasady samosterowania do organizacji eksploatacji technicznej central telefonicznych jest bardzo istotne, gdyż uwalnia personel wyższy od ciągłego zajmowania się bieżącymi trudnościami i umożliwia zajęcie się tymi problemami sterowania, których personel central nie może wyjaśnić.

Zasada samosterowania wymaga, aby personel centrali:

- miał dokładnie określone zadania,
- wiedział, czy dobrze realizuje nałożone zadania,
- umiał podejmować decyzje zmierzające do poprawienia wyników.

Oczywiście oprócz zapewnienia powyższych warunków, do prawidłowego działania samosterowania niezbędne jest odpowiednie przygotowanie i zaangażowanie personelu.

Celem samosterowania jest również minimalizacja wszystkich rodzajów błędów personelu, tzn. błędów świadomych i nieświadomych, oraz błędów wynikających z braku kwalifikacji.

## 2.8. Usterki sporadyczne i chroniczne

Występujące usterki w urządzeniach komutacyjnych, z punktu widzenia analizy i decyzji odnośnie niezbędnych czynności do wykonania, można podzielić na:

- usterki sporadyczne,
- usterki chroniczne.

Usterki sporadyczne są to usterki, które występują rzadko i powodują zwykle duże zakłócenie w pracy centrali, a więc szybko zwracają na siebie uwagę. Są to usterki różnorodne, dotyczące różnych zespołów i elementów. Procedury ich wykrywania, lokalizacji i naprawy są przewidziane w odpowiednich instrukcjach. Po usunięciu usterki w danym zespole, powtórne jej wystąpienie jest mało prawdopodobne.

Usterki chroniczne są to usterki występujące często i powtarzają się w tych samych zespołach. Ciągły charakter tych usterek powoduje, że wszyscy zainteresowani uważają je za nieuniknione i nie podejmuje się odpowiednich środków do ich likwidacji, chociaż prawie zawsze to jest możliwe. Zmiana istniejącego stanu jest trudna, wymaga czasu i analizy wielu danych, często specjalnych badań i pomiarów. Jednak odpowiedni wysiłek jednorazowy prowadzi do likwidacji wad chronicznych na dłuższy okres czasu.

Walka z wadami chronicznymi jest istotna, ponieważ są one głównie odpowiedzialne za jakość usługi i powinna być prowadzona zarówno przez personel lokalny jak i przez specjalny personel z zewnątrz, np. z ośrodka eksploatacji technicznej danego obszaru telekomunikacyjnego.

Należy zaznaczyć, że stosowane w niezawodności pojęcia usterek /uszkodzeń/ przypadkowych i stałych mają tutaj swoje zastosowanie w tym sensie, że tak usterki sporadyczne jak i chroniczne mogą mieć charakter przypadkowy lub stały.

Zadaniem sterowania eksploatacji technicznej jest takie zaplanowanie czynności utrzymania, aby poprzez szybkie i prawidłowe usuwanie usterek sporadycznych oraz przyczyn powstawania usterek chronicznych nie doprowadzić do pojawienia się usterek chronicznych.

## 2.9. Środki do realizacji wyznaczonego celu

Jak wspomniano poprzednio, wszystkie środki i czynności w zakresie utrzymania mają na celu utrzymanie sprawności technicznej urządzeń na poziomie równym lub nieco większym od wymaganego. Sprawność techniczna jest więc podstawowym wskaźnikiem zdolności urządzeń do pracy bez usterek. Pomocniczymi wskaźnikami mogą być sprawność usług i współczynnik gotowości.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że zwykle sprawność techniczna i współczynnik gotowości mają wartości różne dla tej samej grupy zespołów. Na przykład jeżeli w centrali bieguwej jest uszkodzony zespół podłączony do końcowych wyjść z wielokrocza, z którego wyprowadzone są łącza do danej grupy zespołów, to w czasie badań statystycznych za pomocą połączeń próbnych, podobnie jak w czasie rzeczywistego ruchu, ten uszkodzony zespół będzie brany do pracy rzadziej niż zespoły dobre dołączone do pierwszych wyjść z wielokrocza. W takiej sytuacji sprawność techniczna tej grupy zespołów będzie różna w zależności od wyjścia, do którego dołą-



czony jest uszkodzony zespół. Natomiast, gdy współczynnik gotowości określamy stosunkiem liczby zespołów zdalnych do pracy do liczby wszystkich zespołów w grupie, jego wartość będzie niezależna od miejsca dołączenia uszkodzonego zespołu.

Sprawność techniczną uważamy za najlepszy wskaźnik do oceny bieżącej "produkcji" centrali telefonicznej, jaką są połączenia telefoniczne, gdyż uwzględnia on cechy strukturalne danej centrali i warunki ruchowe istniejące w czasie pomiaru.

Podstawowe środki niezbędne do realizacji wyznaczonego celu, a więc umożliwiające utrzymanie sprawności technicznej na poziomie równym lub nieco większym od wymaganego, są następujące:

- wysoka jakość techniczna urządzenia /niezawodność/ w momencie zainstalowania,
- właściwa /optymalna/ organizacja utrzymania sprawności technicznej,
- personel techniczny o odpowiednich kwalifikacjach,
- odpowiednia aparatura kontrolno-pomiarowa i narzędzia.

Niezawodność w czasie eksploatacji urządzenia, czyli tzw. niezawodność eksploatacyjna, może być różna od niezawodności wyjściowej podawanej przez producenta na skutek zmiany warunków w stosunku do warunków wzorcowych. Wpływa na to:

- lokalizacja urządzenia /w rozważanym przypadku centrali telefonicznej/, która decyduje o takich parametrach, jak zanieczyszczenie powietrza i wstrząsy,
- skuteczność zastosowanej klimatyzacji w pomieszczeniach z urządzeniami,

- organizacja utrzymania oraz poprawność realizacji czynności utrzymania.

Podstawowe elementy organizacji utrzymania to:

- zakres prowadzonych prac /czynności/ utrzymania,
- określona częstość wykonywania poszczególnych czynności,
- określona dokładność wykonywanych czynności /pomiarów i regulacji/ ,
- sposób zbierania informacji, metody analizy danych i metody podejmowania decyzji,

Rodzaje aparatury kontrolno-pomiarowej niezbędnej do utrzymania wymaganej sprawności technicznej można podzielić na następujące podstawowe grupy [2]:

- aparatura nadzorująca stan urządzenia i jego fragmentów,
- aparatura diagnostyczna,
- aparatura naprawcza.

Aparaturę nadzorującą stan urządzenia i jego fragmentów można dalej podzielić na trzy grupy:

- aparaturę ogólnego nadzoru wbudowaną do systemu, stosowaną w podobny sposób we wszystkich systemach central telefonicznych i obejmującą np. nadzór bezpieczników, linii abonenckich itp. ,
- aparaturę nadzorującą sprawność techniczną, jak np. próbniki dróg połączeniowych;
- aparaturę wskazującą uszkodzony zespół lub grupę zespołów, w której znajduje się uszkodzony zespół; w centralach krzyżowych

będzie to np. alarm usług lub rejestrator uszkodzeń, a w centralach biegowych, np. rutiner względnie szybki próbnik; zwykle ta aparatura decyduje o wartości liczbowej sprawności technicznej.

Aparatura diagnostyczna służy do dalszych badań zidentyfikowanego, uszkodzonego zespołu lub wskazanej grupy zespołów, w której występuje nadmierna liczba usterek; aparatura ta ma pomóc w ustalaniu diagnozy i lokalizacji uszkodzonego elementu w zespole; zaliczamy tutaj wszystkie wyspecjalizowane próbniaki zespołów oraz aparaturę o szerszych zastosowaniach diagnostycznych, jak np. wielopisak.

Do aparatury naprawczej zaliczamy aparaturę używaną w czasie naprawy po zlokalizowaniu uszkodzonego elementu. Będzie to więc aparatura pomocnicza ogólnie stosowana, jak np. woltoamperomierz, generator itp. oraz narzędzia służące do regulacji i wymiany niesprawnych elementów.

Wszystkie podane środki służące do utrzymania sprawności technicznej należy wykorzystywać zgodnie ze szczegółowymi przepisami eksploatacyjnymi, które powinny być opracowane na podstawie przyjętej do stosowania procedury /strategii/ eksploatacji.

### 3. METODY OKREŚLANIA SPRAWNOŚCI TECHNICZNEJ I SPRAWNOŚCI USŁUG

#### 3.1. Rodzaje usług

Do oceny sprawności technicznej i sprawności usług centrali telefonicznej można wykorzystywać szereg metod statystycznej

kontroli jakości produkcji, gdyż centralę telefoniczną można uważać za fabrykę wytwarzającą połączenia telefoniczne. Można również stosować statystyczne metody szacowania /estymacji/ parametrów [3].

Wszystkie metody statystycznej kontroli jakości, takie jak test z pojedynczym pobieraniem próby, test z wielokrotnym pobieraniem próby lub test sekwencyjny, oparte są na metodzie reprezentacyjnej, czyli polegają na pobraniu próby z partii badanego produktu i ocenie całej partii na podstawie tej próby. W centrali telefonicznej próbą będzie pewna liczba połączeń telefonicznych pobranych z wszystkich połączeń istniejących w centrali w danym przedziale czasu. Zbiór wszystkich połączeń stanowi populację generalną, natomiast pobrana próba stanowi populację próbną. O próbie, która dobrze charakteryzuje wszystkie interesujące nas własności populacji generalnej powiemy, że jest próbą reprezentacyjną. W centrali telefonicznej pobieranie populacji próbnej polega na losowym tworzeniu dróg połączeniowych przez centralę, czyli opiera się na schemacie losowania ze zwracaniem, gdyż utworzona droga połączeniowa po rozłączeniu może być w sposób losowy utworzona powtórnie. Przy takim schemacie losowania ten sam element /w naszym przypadku zespół łączeniowy lub sterujący/ może pojawić się w próbie wielokrotnie. Otrzymaną w ten sposób próbę nazywamy próbą z powtórzeniami. Istnieje tutaj niebezpieczeństwo, że przy tendencyjnym pobraniu próby z powtórzeniami, wynik nie będzie reprezentacyjny.

Tendencyjne pobranie próby ma miejsce wówczas, gdy zaliczenie elementu populacji do próby jest zależne od wartości pewnej cechy tego elementu, mającej wpływ na cechę badaną. Na przykład

w centralach systemu biegowego może tu mieć wpływ struktura układu w postaci dołączenia zespołów łączeniowych do różnych pozycji pola wybieraka. Aby uniknąć tendencyjności, dla każdego systemu central telefonicznych należy opracować szczegółowy plan pobierania próby, uwzględniający strukturę układu i warunki ruchowe.

Przy stosowaniu statystycznych metod kontroli jakości w wyniku otrzymujemy informację, czy rzeczywista sprawność techniczna jest lepsza lub gorsza od wymaganej. Przy stosowaniu statystycznych metod szacowania parametrów, otrzymujemy w wyniku konkretną wartość sprawności technicznej oraz ocenę dokładności określenia tej wartości /przedziały ufności i poziom ufności/. Jednak liczba potrzebnych połączeń próbnych jest zwykle tutaj znacznie większa, niż dla metod stosowanych w kontroli jakości.

Do określania sprawności technicznej zaleca się stosować w telekomutacji dwie metody. Pierwsza z nich polega na określaniu /szacowaniu/ wartości sprawności technicznej za pomocą jednokrotnej próby połączeń telefonicznych rzeczywistych lub badaniowych /próbnych/. Druga, do określania sprawności technicznej wykorzystuje test sekwencyjny, przy stosowaniu którego pobieranie próby trwa aż do podjęcia decyzji.

W pierwszej metodzie liczba potrzebnych połączeń próbnych jest z góry określona i zależy od wymaganej dokładności pomiaru. W drugiej metodzie liczba potrzebnych połączeń próbnych nie jest z góry określona i jest zależna od tego, jak bardzo rzeczywista sprawność techniczna różni się od sprawności wymaganej. Stosując test sekwencyjny nie określamy bezpośrednio wartości spraw-

ności technicznej, a jedynie sprawdzamy, czy rzeczywista sprawność jest lepsza lub gorsza od wymaganej.

Zalecane wyżej dwie metody mają następujące cztery cechy charakterystyczne:

- dokładność metody może być dobrana do wymagań stawianych centralom telefonicznym i grupom łączy;
- liczba potrzebnych połączeń próbnych nie jest zbyt duża /mniejsza przy metodzie sekwencyjnej/;
- opracowywanie wyników z pobranej populacji próbnej jest proste i szybkie;
- opracowane wyniki są oczywiste dla personelu technicznego central.

### 3.2. Określenie sprawności technicznej /lub sprawności usług/ za pomocą próby jednokrotnej połączeń rzeczywistych lub próbnych

Zakładamy, że liczba możliwych dróg połączeniowych zestawianych przez centralę jest bardzo duża oraz że prawdopodobieństwo wzięcia do próby każdej drogi połączeniowej jest jednakowe. Czy dana droga połączeniowa została utworzona na skutek połączenia rzeczywistego czy próbnego jest w zasadzie obojętne i zależy od przyjętej metody pobierania potrzebnej próby. Jest również obojętne, czy próbne połączenia są realizowane za pomocą aparatury badaniowej automatycznej czy też ręcznie za pomocą aparatu telefonicznego. Plan pobierania prób powinien być tak opracowany, aby w całym cyklu pobierania próby, wzięcie do pracy każdej drogi połączeniowej było jednakowo prawdopodobne. Plan pobierania

próby zależy od struktury centrali i powinien być bliżej sprecyzowany podczas określania sprawności technicznej w centralach różnych systemów. Szczegółowe opracowanie tego planu jest możliwe dopiero dla każdej konkretnej centrali.

Wyniki pomiaru na podstawie próby pobranej w takich warunkach można opisać za pomocą rozkładu dwumianowego. Jeżeli pobraliśmy w centrali próbę złożoną np. z 1000 elementów /połączeń/ i stwierdziliśmy dziesięć wadliwych połączeń, wówczas należy podać, jakie są możliwe granice liczby wadliwych połączeń w centrali objętej badaniem. Na podstawie odpowiednich obliczeń względnie wykorzystując istniejące tablice można stwierdzić, że w podanym przypadku liczba wadliwych połączeń może się wahać od 0 do 2%, czyli od 0 do 20 połączeń /są to granice przedziału ufności/ przy poziomie ufności 0,95. Oznacza to, że 95% prób po 1000 połączeń będzie wykazywało od 0 do 20 wadliwych połączeń, natomiast pozostałe 5% prób będzie wykazywać liczbę wadliwych połączeń spoza tego przedziału.

Do potrzebnych obliczeń najlepiej korzystać z tablic, z których dla przykładu dwie podano tutaj. Jedną jako tablicę 1 /dla poziomu ufności 0,95/ i drugą jako tablicę 2 /dla poziomu ufności 0,99/. Wyniki podane w tych tablicach dotyczą tzw. prawdopodobieństw symetrycznych, rozumianych jako dopełnienie do 1,0 poziomów ufności 0,95 i 0,99, to znaczy przy poziomie ufności 0,95 wartość 0,025 /to jest połowa 0,05/ stanowi prawdopodobieństwo trafienia poniżej dolnej wartości wskazanego przedziału wadliwych połączeń oraz 0,025 stanowi prawdopodobieństwo trafienia powyżej górnej wartości. Natomiast przy poziomie ufności 0,99 wartość 0,005 /to jest połowa 0,01/ stanowi prawdopodobieństwo tra-

fienia poniżej dolnej wartości oraz 0,005 powyżej górnej wartości wskazanego przedziału wadliwych połączeń.

T a b l i c a 1

Przedziały ufności / w procentach populacji próbnej / dla rozkładu dwumianowego na poziomie ufności 95%. Symbol  $r$  oznacza liczbę wadliwych połączeń próbnych / z pomiaru/

Całkowita liczba połączeń próbnych / populacja próbna/					
r	100	r	250	r	1000
0	0 - 4	0	0 - 1	0	0 - 1
1	0 - 5	3	0 - 4	10	0 - 2
2	0 - 7	5	1 - 5	20	1 - 3
3	1 - 8	8	1 - 6	30	2 - 4
4	1 - 10	10	2 - 7	40	3 - 5
5	2 - 11	13	3 - 9	50	4 - 7
6	2 - 12	15	3 - 10	60	5 - 8
7	3 - 14	18	4 - 11	70	6 - 9
8	4 - 15	20	5 - 12	80	6 - 10
9	4 - 16	23	6 - 13	90	7 - 11
10	5 - 18	25	7 - 14	100	8 - 12

W podanych tablicach dwie liczby w tym samym wierszu, w kolumnie określającej dolną licznosc próby, podają przedział ufności przy poziomie ufności 0,95 /tabl. 1/ lub 0,99 /tabl. 2/ wyrażony w procentach danej populacji próbnej. Jeżeli mamy próby o licznosciach pośrednich w stosunku do podanych w tablicach /np. 500/, można zastosować interpolację liniową. Na podstawie poda-



T a b l i c a 2

Przedziały ufności /w procentach populacji próbnej/ dla rozkładu dwumianowego na poziomie ufności 99%. Symbol r oznacza liczbę wadliwych połączeń próbnych /z pomiaru/

Całkowita liczba połączeń próbnych /populacja próbna/					
r	100	r	250	r	1000
0	0 - 5	0	0 - 2	0	0 - 1
1	0 - 7	3	0 - 5	10	0 - 2
2	0 - 9	5	1 - 6	20	1 - 3
3	0 - 10	8	1 - 7	30	2 - 4
4	1 - 12	10	2 - 9	40	3 - 6
5	1 - 13	13	2 - 10	50	3 - 7
6	2 - 14	15	3 - 11	60	4 - 8
7	2 - 16	18	3 - 13	70	5 - 9
8	3 - 17	20	4 - 14	80	6 - 10
9	3 - 18	23	5 - 15	90	7 - 12
10	4 - 19	25	6 - 16	100	8 - 13

nych tablic lub podobnych, o większym zakresie danych, można szybko ocenić, jaka próba jest potrzebna, aby uzyskać z góry ustalony przedział ufności. W ten sposób określana jest dokładność pomiaru sprawności technicznej.

Podane tablice zawierają wartości, które nie obejmują dostatecznie "gęsto" potrzebnego praktycznie zakresu danych, dlatego pożądane jest opracowanie tablic przystosowanych do potrzeb pomiarów sprawności technicznej central telefonicznych i wiązek łączności, z odpowiednią instrukcją dla użytkowników.

Omówioną wyżej metodę szacowania sprawności technicznej zaleca się stosować przy badaniu fragmentów central i w mniejszych centralach telefonicznych, tam gdzie stosowanie automatycznej aparatury do pobierania prób nie byłoby wskazane, przede wszystkim ze względu na małe wykorzystanie takiej aparatury i jej koszt.

### 3.3. Określenie sprawności technicznej /lub sprawności usług/ za pomocą ilorazowego testu sekwencyjnego /pobieranie elementów próby aż do podjęcia decyzji/

Zasadnicze cechy ilorazowego testu sekwencyjnego można ująć w następujących punktach:

- liczba doświadczeń /połączeń badaniowych, próbnych/, które mają być wykonane w procesie badania nie jest z góry określona i pobieranie próby jest prowadzone aż do podjęcia decyzji;
- decyzja o zakończeniu pobierania próby w dowolnym momencie zależy nie tylko od wyniku ostatniego doświadczenia, ale również od wyników poprzednich doświadczeń / w naszym przypadku połączeń telefonicznych/;
- średnia liczba doświadczeń potrzebnych do wydania decyzji jest najmniejsza w porównaniu z innymi testami sekwencyjnymi i niesekwencyjnymi;
- test umożliwia dobranie dokładności w zależności od potrzeb;
- średnia liczba doświadczeń potrzebnych do wydania decyzji jest tym mniejsza, im bardziej rzeczywista wartość sprawności technicznej różni się od sprawności wymaganej;

- statystyczne opracowanie wyników jest proste, gdyż można przygotować odpowiednie tablice lub wykresy przed badaniem, a wówczas w czasie badania wynik jest widoczny natychmiast.

Aby ustalić ilościowe zależności do obliczania testu sekwencyjnego, należy stosować dosyć złożony aparat matematyczny omówiony w publikacjach [4], [5] i [6]. Tutaj omówimy w skróceniu tylko podstawowe zależności testu sekwencyjnego.

Badanie centrali telefonicznej, jej fragmentu lub wiązki łączy wykonywane jest za pomocą połączeń próbnych, realizowanych zwykle za pomocą aparatury automatycznej. Na podstawie wyników przeprowadzonych połączeń próbnych możemy podjąć decyzję dotyczącą rzeczywistej wartości współczynnika jakości technicznej  $/a/$ , określającego jakość techniczną badanej grupy urządzeń.

Aby to było możliwe, należy najpierw w pewien sposób określić wymaganą wartość wskaźnika jakości technicznej, powiedzmy  $/a_0/$ . Wartość tę można dobrać w ten sposób, że jeżeli rzeczywista wartość  $/a/$  badanego urządzenia jest większa od  $/a_0/$ , to podejmuje się decyzję, że to urządzenie jest w gorszym stanie niż zakładano i należy przystąpić do wyszukiwania i usuwania uszkodzeń. Natomiast jeżeli  $/a/$  jest mniejsze lub równe  $/a_0/$ , to podejmujemy decyzję, że urządzenie jest w dobrym stanie technicznym i nie należy podejmować żadnych czynności utrzymania. Problem ten może być sformułowany statystycznie jako badanie hipotezy  $H_0 : a \leq a_0$  względem hipotezy alternatywnej  $H_1 : a > a_0$ .

Stosując jednak test sekwencyjny postępujemy inaczej. Jest jasne, że jeżeli rzeczywista pomierzona wartość  $/a/$  będzie nieznacznie większa lub mniejsza od  $/a_0/$ , to decyzja będzie trudna.

Wówczas podjęcie dowolnej błędnej decyzji, że np. centrala pracuje lepiej lub gorzej niż zakładano, będzie błędem nie mającym praktycznego znaczenia. Dlatego należy określić takie dwie wartości  $a_1$  i  $a_2$  spełniające warunek  $a_1 < a_0 < a_2$ , że przyjęcie centrali za pracującą gorzej niż zakładano uznaje się za błąd z praktycznymi następstwami tylko wówczas, jeżeli  $a \leq a_1$ ; podobnie przyjęcie centrali za pracującą lepiej niż zakładano, uznaje się za błąd mający praktyczne następstwa tylko wówczas, gdy  $a \geq a_2$ . Jeżeli  $a_1 \leq a \leq a_2$ , to nie obawiamy się, jaka decyzja będzie podjęta, gdyż w każdym przypadku błąd nie będzie miał praktycznego znaczenia.

Po wybraniu wartości  $a_1$  i  $a_2$  przystępujemy do określenia dopuszczalnego ryzyka związanego z przyjęciem błędnej decyzji. Przyjmujemy, że prawdopodobieństwo uznania centrali za lepszą niż to jest wymagane nie powinno przekroczyć pewnej ustalonej wartości  $b_2$ , gdy  $a \geq a_2$ , tzn. gdy w rzeczywistości centrala pracuje gorzej niż to jest wymagane. Analogicznie prawdopodobieństwo uznania centrali za gorszą niż to jest wymagane, gdy  $a \leq a_1$ , tzn. gdy w rzeczywistości centrala pracuje lepiej niż to jest wymagane, nie powinno być większe od ustalonej małej wartości  $b_1$ .

Wszystkie cztery podane wyżej wielkości wyjściowe  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$  i  $b_2$  określa się na podstawie badań i pomiarów central telefonicznych i wiązek łączy, a więc wybór tych wielkości nie jest zagadnieniem matematycznym.

Niech  $x$  będzie zmienną losową równą liczbie wadliwych połączeń, jeżeli wykonano  $n$  połączeń próbnych, np. w badanej części centrali telefonicznej. Wówczas tzw. zasadniczą nierówność testu sekwencyjnego można zapisać w uproszczony sposób w postaci

lub

$$h_1 + s n < x < h_2 + s n$$

$$l_p = h_1 + s n$$

$$l_o = h_2 + s n$$

gdzie  $h_1$ ,  $h_2$  i  $s$  są funkcjami  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$  i  $b_2$ , zaś  $n$  oznacza liczbę obserwacji /połączeń próbnych/.

Są to równania prostych o jednakowym współczynniku nachylenia / $a$ / oraz o różnych lub równych wartościach  $h_1$  i  $h_2$  odłożonych na osi rzędnych. Zależności te można przedstawić w postaci wykresu, stanowiącego zwykle podstawę testu sekwencyjnego, chociaż stosowana jest również tablicowa metoda podejmowania decyzji. Zazwyczaj  $l_p$  nazywa się linią lub liczbą przyjęcia, a  $l_o$  linią lub liczbą odrzucenia.

Procedura stosowania testu sekwencyjnego będzie następująca. Przed rozpoczęciem połączeń próbnych przygotowuje się tablicę zawierającą liczby przyjęcia i odrzucenia obliczone dla kolejnych wartości  $n$  dla przyjętych wartości  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$  i  $b_2$  lub rysuje się linie przyjęcia i odrzucenia w prostokątnym układzie współrzędnych. Następnie wykonuje się kolejne połączenia lub grupy połączeń próbnych i otrzymane wyniki porównuje się z danymi w tablicy lub nanosi się odpowiedni punkt na wykres, podejmując jedną z następujących decyzji:

- jeżeli  $l_p < x < l_o$ , to należy wykonać następne połączenie lub następną grupę połączeń,
- jeżeli  $x \geq l_o$ , to uznajemy badane urządzenie za znajdujące się w gorszym stanie niż to jest wymagane i należy natomiast przystąpić do badań szczegółowych i napraw tego urządzenia,

- jeżeli  $x \leq l_p$ , to uznajemy badane urządzenie za znajdujące się w lepszym stanie niż to jest wymagane i można przerwać na pewien czas połączenia próbne.

Odpowiednie wzory do obliczania testu sekwencyjnego podano w pracach [4], [5], i [6].

Skuteczność każdego testu statystycznego, a więc również sekwencyjnego, ocenia się zwykle za pomocą jego funkcji operacyjno-charakterystycznej, zwanej w skróceniu funkcją OC. Funkcja OC podaje, jak dobrze dany test odpowiada swemu przeznaczeniu, tj. przyjęciu właściwej decyzji. Funkcja OC określa prawdopodobieństwo przyjęcia hipotezy sprawdzanej. Bliższe dane na ten temat można znaleźć w podanych poprzednio publikacjach.

Do scharakteryzowania danego testu sekwencyjnego służy również funkcja wartości oczekiwanej liczby połączeń próbnych, potrzebnych do podjęcia decyzji. Wartość oczekiwana liczby połączeń próbnych przedstawia cenę, jaką płacimy za podjęcie określonej decyzji, wyrażoną oczekiwaną liczbą połączeń, które trzeba będzie wykonać w procesie badania. Wartość oczekiwana liczby połączeń umożliwia ocenę efektywności danego testu sekwencyjnego przez porównanie z innymi testami, jak również podaje, kiedy można się spodziewać zakończenia badania.

Oznaczmy przez  $n$  liczbę połączeń próbnych, które należy wykonać, aby podjąć decyzję przy stosowaniu testu sekwencyjnego. Oczywiście  $n$  jest zmienną losową, gdyż powtarzając proces sekwencyjnego badania tej samej hipotezy otrzymamy różne wartości  $n$ . Interesuje nas wartość oczekiwana  $n$ , którą będziemy oznaczać przez  $E/n$ , przy dużej liczbie powtórzeń tego samego testu sekwencyjnego.

Jeżeli wykreślimy  $E/n/$  jako funkcję współczynnika jakości technicznej  $/a/$ , to zobaczymy, że funkcja ta posiada maksimum w okolicy  $/a_0/$ , tzn. w pobliżu wymaganej jakości technicznej. Stąd wynika, że wartość  $E/n/$  potrzebna do decyzji zależy od tego, jak daleko rzeczywista jakość techniczna zbliża się do jakości wymaganej. Im bliższe są te dwie wielkości, tym więcej trzeba wykonać połączeń, aby podjąć decyzję. Jest to intuicyjnie zrozumiałe. Natomiast jeżeli jakość techniczna uległa znacznemu pogorszeniu, to dowiemy się o tym bardzo szybko, gdyż wówczas znajdujemy się daleko od maksimum funkcji i wartość oczekiwana liczby połączeń potrzebnych do decyzji jest niewielka. Dlatego przy stosowaniu testu sekwencyjnego możemy szybko przeciwdziałać zachodzącym w urządzeniach niekorzystnym zmianom. Należy powiedzieć, że test sekwencyjny jest wrażliwy na pogorszenie jakości technicznej urządzeń i szybko wskazuje taką zmianę, jeszcze zanim abonenci to odczują i zaczną zgłaszać reklamacje. Jest to bardzo istotne, gdyż reklamacje abonenckie przychodzą zbyt późno i są wskaźnikiem już bardzo poważnego pogorszenia jakości technicznej.

Należy również zwrócić uwagę na fakt, że wartość  $E/n/$  nie zależy od liczby badanych zespołów czy łączy, a więc nie zależy od wielkości centrali telefonicznej, natomiast zależy przede wszystkim od wartości wskaźnika  $/a/$ . Wynika to z faktu, że we wzorze określającym  $E/n/$  nie występuje czynnik określający liczbę badanych zespołów lub łączy. Dlatego tak dla centrali o pojemności 1000 NN, jak i dla centrali o pojemności 10000 NN przeciętna liczba połączeń próbnych  $E/n/$  potrzebnych do dokonania decyzji jest jednakowa, jeżeli rzeczywista jakość usług w obu centralach jest

taka sama. W bardzo małych więc centralach stosowanie testu sekwencyjnego nie jest celowe.

Aby wyniki otrzymane za pomocą testu sekwencyjnego były prawdziwe, należy zachować wymagane warunki zbierania danych do testu, tzn. należy dążyć do uzyskania próby reprezentacyjnej, co omówiono na początku tego rozdziału. Zagadnienia planowania zbierania danych są omawiane szeroko w specjalnych podręcznikach.

W centralach biegowych systemu Strowgera i w nowych centralach krzyżowych jest stosowana u nas aparatura do automatycznego wykonywania połączeń próbnych i zbierania danych, potrzebnych do analizy za pomocą testu sekwencyjnego. Aparatura ta w postaci próbników dróg połączeniowych wymaga pewnych drobnych zmian konstrukcyjnych, aby umożliwić zbieranie próby reprezentacyjnej. Zagadnienia te zostały bliżej omówione w opracowaniach wspomnianych we wstępie, związanych z tą pracą, a dotyczących konkretnych urządzeń.

Aby prawidłowo korzystać z testu sekwencyjnego, należy przygotować odpowiednią instrukcję dotyczącą eksploatacji, która omówi w sposób systematyczny metodę stosowania testu sekwencyjnego do oceny jakości technicznej central telefonicznych i wiązek łączy /linii/.

#### 4. PODSTAWOWE WYMAGANIA NA SYSTEM NADZORU SPRAWNOŚCI TECHNICZNEJ URZĄDZEŃ SIECI TELEFONICZNYCH

Docelowo należy przewidywać centralizację nadzoru sprawności technicznej sieci i urządzeń w jednym punkcie danego obszaru tele-



komunikacyjnego zwanym rejonowym ośrodkiem eksploatacji technicznej. Nadzór ten realizowany będzie za pomocą połączeń próbnych [7], [8], [9], [10].

Najnowsze poglądy wskazują na możliwość badania statystycznego central i wiązek łączy za pomocą połączeń próbnych na dowolnym poziomie sieci telefonicznej krajowej, a nawet międzynarodowej. W tym celu tworzy się specjalne ośrodki utrzymania central, które można nazwać "centrum utrzymania". W tych ośrodkach grupuje się środki utrzymania w postaci odpowiedniej aparatury kontrolno-pomiarowej i nadzorczej oraz personel o odpowiednich kwalifikacjach, co umożliwi zdalne obserwowanie procesów zachodzących w sieciach telefonicznych i w miarę potrzeby, wpływanie na te procesy. W ośrodkach tych jest zgrupowana aparatura do wykonywania połączeń próbnych w postaci próbników dróg połączeniowych, które współpracując z podzespołami tej aparatury, rozrzuconymi w sieci, umożliwiają określenie sprawności technicznej każdej centrali i każdej wiązki łączy dla obu kierunków ruchu, całego nadzorowanego obszaru. Uzyskane informacje dotyczące sprawności technicznej są podstawą do podejmowania odpowiednich decyzji i umożliwiają w pełni świadome kierowanie utrzymaniem urządzeń danej sieci telefonicznej /central i łączy/. Środki zgrupowane w centrum utrzymania są wykorzystywane przede wszystkim tam, gdzie sprawność techniczna jest najmniejsza. Dzięki temu środki te są wykorzystywane w sposób optymalny, tzn. pozwalają utrzymać wymaganą średnią sprawność techniczną całej sieci przy najniższych kosztach.

Podstawowe wymagania, które powinna spełniać aparatura do badania sprawności technicznej central i wiązek łączy danej sieci

telefonicznej oraz aparatura pomocnicza, można sformułować w następujący sposób:

- aparatura ta powinna być całkowicie niezależna od systemu central /warunek autonomiczności/ ,
- powinna umożliwić objęcie badaniem wszystkich central /dowolnego systemu/ i kierunków ruchu w danej sieci telefonicznej,
- powinna umożliwiać okresowy nadzór kierunków ruchu i central danego obszaru telefonicznego co najmniej jeden raz dziennie, a wskazany jest nadzór kilka razy dziennie,
- poszczególne zespoły tej aparatury powinny być zaprojektowane w ten sposób, aby umożliwiały objęcie badaniem sieci o różnych pojemnościach i różnych liczbach kierunków ruchu /należy uwzględnić wielkość obszaru objętego nadzorem/ ,
- aparatura powinna wytwarzać ruch próbny i stwarzać możliwość elastycznego wyboru liczby połączeń próbnych do różnych central /w różnych kierunkach ruchu/ , zgodnie z przyjętym programem,
- w czasie realizacji połączenia próbnego powinny być nadzorowane te czynności, które decydują o prawidłowym jego zestawieniu i rozłączeniu, a po zestawieniu połączenia powinny być nadzorowane te parametry, które decydują o możliwości przeprowadzenia rozmowy /w celu umożliwienia podziału połączeń co najmniej na dwie grupy, poprawne i wadliwe/ ,
- powinny być rejestrowane dane potrzebne do diagnostyki technicznej i wyszukiwania uszkodzeń,

- powinna być zapewniona elastyczność programowania co najmniej w trzech płaszczyznach: rodzajów badań przy każdym połączeniu /należy uwzględnić wszystkie systemy central objęte nadzorem/, liczby badanych central i kierunków, liczby połączeń próbnych dla każdej centrali czy kierunku,
- powinna być przewidziana możliwość automatycznego opracowywania danych /np. zastosowanie EMC/ ,
- należy przewidywać konieczność scentralizowanej analizy i prezentacji wyników ,
- powinna być uwzględniona współpraca z istniejącą w centralach aparaturą nadzorczą i kontrolno-pomiarową ,
- powinna być zapewniona duża niezawodność działania.

Wyniki ruchu próbnego powinny być użyteczne bezpośrednio do codziennych prac utrzymania, jak również powinny umożliwiać opracowywanie wskaźników statystycznych w dłuższych okresach czasu. Nowoczesne tendencje w utrzymaniu polegają na dążeniu do wzrastającej centralizacji informacji i automatyzacji jej zbierania oraz analizy tak, aby środki przeznaczone na utrzymanie mogły być użyte w jak najbardziej skuteczny sposób. Prowadzi to także do podanego wyżej wymagania, zwiększenia elastyczności programowania aparatury nadzorczej i badaniowej. Im większe i bardziej złożone są obszary telefoniczne, które mają być nadzorowane, tym bardziej jest potrzebna koordynacja programów i należy stosować większe bloki programujące. Z tego względu dąży się również do zwiększenia pojemności numerów próbnych /badaniowych/ w aparaturze w porównaniu z obecnym stanem /w prób-

nikach dróg połączeniowych/ oraz zwiększenia elastyczności programów. Jeżeli są nadzorowane duże obszary, wówczas zachodzi potrzeba rozmieszczenia aparatury w sposób zdecentralizowany w stosunku do centrum utrzymania. Dlatego czasami może wystąpić konieczność wymiany informacji pomiędzy centrum utrzymania i aparaturą umieszczoną poza centrum w celu sterowania tej aparatury i przekazywania do centrum utrzymania wyników zrealizowanych połączeń próbnych. Należy przewidywać, że do analizy różnych danych zbieranych przez centrum utrzymania będzie trzeba zastosować elektroniczne maszyny cyfrowe /EMC/, gdyż tylko informacje uzyskane dostatecznie szybko są wartościowe dla bieżącego kierowania utrzymaniem. Oczywiście w centrum utrzymania analizie są poddawane nie tylko wyniki badania sprawności technicznej, ale również szereg innych danych, jak np. reklamacje abonentów. Wyniki analizy wartości sprawności technicznej są wykorzystywane bezpośrednio do kierowania utrzymaniem, natomiast wyniki analizy reklamacji abonenckich są wykorzystywane do diagnostyki technicznej i wyszukiwania uszkodzeń.

Niezawodność aparatury do badania sprawności technicznej musi być bardzo duża. Jest to konieczne, aby personel, który korzysta z tej aparatury miał pełne zaufanie do wyników, a więc aby usterki tej aparatury nie wpływały na wyniki nadzoru.

## 5. WSKAŹNIKI JAKOŚCI USŁUG URZĄDZEŃ KOMUTACYJNYCH

### 5.1. Instrukcja dotycząca wskaźników jakości

Przykładem rozwiązania problemu wskaźników jakości usług może być system wskaźników opracowany we Francji i omówiony w opracowaniu pt.: "Instrukcja dotycząca wskaźników jakości" usług central telefonicznych i instalacji abonenckich" [13]. Omówione zostaną teraz rozważania podane w tej instrukcji.

Instrukcja ma na celu wdrożenie do eksploatacji systemu wskaźników jakości usług central telefonicznych i tzw. głównych ośrodków eksploatacji /CPE/. Należy tutaj wyjaśnić, że w 1972 r. wprowadzono we Francji organizację eksploatacji opartą na głównych ośrodkach eksploatacji, mając na uwadze:

- z jednej strony konieczność decentralizacji odpowiedzialności w kierunku od administracji centralnej do dyrekcji regionalnych i dalej od dyrekcji regionalnych do służb wykonawczych;
- z drugiej strony celowość specjalizacji tych służb w celu jak najlepszego załatwiania potrzeb użytkowników sektora państwowego i prywatnych.

Aby spełnić te wymagania oraz szereg innych wynikających z szybkiej automatyzacji łączności telefonicznej i czynności eksploatacji technicznej, wprowadzono nową organizację eksploatacji opartą na trzech następujących zasadach:

- powierzyć wyspecjalizowanej jednostce autonomicznej, umieszczonej w odpowiednim miejscu, niezależnie od lokalizacji urzą-

dzeń technicznych, zadanie czuwania nad jakością usług oferowanych abonentom;

- nałożyć na tę jednostkę pełną odpowiedzialność za eksploatację techniczną we wnętrzu określonego obszaru geograficznego;
- pozwolić tej jednostce wykonywać skutecznie powierzony jej zakres obowiązków, umożliwiając:

zebranie do jej dyspozycji pewnej liczby środków w postaci personelu, środków technicznych i informacji;

zorganizowanie służb w zakresie zarządzania technicznego i administracyjnego w niezbędnym zakresie;

wykonywanie funkcji objętych zakresem działania poprzez przekazanie kompetencji nad określonymi urządzeniami w terenie i władzę nad określonym zespołem ludzi należących do obszaru działania jednostki.

Tak zorganizowaną jednostkę nazwano głównym ośrodkiem eksploatacji /CPE/.

Wracając do instrukcji wskaźników jakości usług należy wyjaśnić, że w zakresie metodyki i czynności dotyczących badań jest ona zgodna z zasadami podanymi w głównej instrukcji obsługi technicznej utrzymania urządzeń telekomunikacyjnych [12].

## 5.2. Koncepcja wyboru wskaźników

Wychodząc od pomiaru wartości pewnej liczby parametrów elementarnych, można naświetlić z różnych punktów widzenia pojęcie jakości usług. Dzięki zastosowaniu odpowiednich tablic przelicze-

niowych umożliwiających przeliczenie wg ważności każdego wskaźnika określa się wskaźniki elementarne, które im odpowiadają i których suma tworzy wskaźnik złożony.

Wskaźniki złożone natomiast, uzależnione od rodzaju jednostki badanej, np. centrali telefonicznej lub służby uszkodzeń liniowych, mogą stanowić podstawę do określania średnich ważonych dla różnych poziomów zarządzania eksploatacją techniczną, a więc dla centrali, dyrekcji okręgu lub kraju. W omawianej instrukcji zagadnienie określania jakości usług dotyczy łącznic telefonicznych oraz łączny i instalacji abonenckich. W przyszłości przewiduje się ewentualne rozszerzenie podanych zasad na inne urządzenia.

Wskaźnik złożony jest miarą liczbową /ilościową/ jakości i jest użyteczny dla każdej osoby z kadry kierowniczej, a więc np. dla inspektora, kierownika centrali oraz inżyniera. Analiza wskaźników daje możliwość kadrze kierowniczej zwrócenia uwagi na słabe punkty urządzeń, podejmowania właściwych decyzji i kierowania wysiłków w odpowiednim kierunku. Ma to na celu poprawienie określonych wskaźników złożonych oraz czasami ograniczenie niepotrzebnych w danym okresie prac. Takie obiektywne określenie uzyskanych wyników jest niezbędnie potrzebne dla kadry kierowniczej głównych ośrodków eksploatacji /CPE/, których obszar działania obejmuje dużą liczbę central i abonentów.

Niezależnie od tego, pewne wskaźniki mogą wskazać na konieczność przekazania jakiejś informacji lub wykonania czynności, które wykraczają poza obszar podlegający kierownikowi danego CPE. Wówczas omawiane wskaźniki będą czynnikiem dopingującym do przyspieszenia wymaganej wymiany informacji w celu podjęcia w innym CPE odpowiednich decyzji i niezbędnych czynności, np. w

celu usunięcia uszkodzeń w zespołach znajdujących się na drugim końcu łącza międzycentralowego.

Prawidłowe porównywanie wskaźników różnych central w odpowiednich okresach może być dokonywane tylko wg warunków ustalonych przez odpowiednią służbę eksploatacyjną i tylko dla określonych usług "porównywalnych". Takie same wymagania nakłada się na procedurę wyważania wskaźników na szczeblu CPE i okręgów. Zostało przyjęte 6 wskaźników złożonych dla następujących rodzajów urządzeń:

- centrale krzyżowe miejskie /CU/ ,
- centrale biegowe miejskie /RU/ ,
- centrale krzyżowe węzłowe /CN/ ,
- centrale biegowe węzłowe /RN/ ,
- centrale typu SOCOTEL /SO/ ,
- instalacje abonenckie /AB/ .

Ponieważ dla każdego z powyższych typów urządzeń warunki technologiczne są tego samego rodzaju, mogą być przyjęte te same wskaźniki i te same tabelki przeliczeniowe oraz warunki wyważania wskaźników. Po uzyskaniu dobrze określonych wg swej ważności różnych wskaźników, staje się możliwe sterowanie /zarządzanie/ eksploatacją za pomocą wyznaczonych celów.

Gdy pojęcia wskaźników złożonych zostaną dobrze zrozumiane i gdy będzie się dysponować wystarczającym zbiorem danych z pomiarów, stanie się możliwe zaplanowanie celów do realizacji. Równocześnie wskaźnik złożony nie staje się tylko liczbą stwierdzającą stan, ale służy do orientacji czy zmierza się do określonego celu. Cel określony na podstawie samego wskaźnika złożone-



go powoduje, że odpowiedzialność za kierowanie utrzymaniem może być skuteczna na wszystkich szczeblach zarządzania. W ten sposób może być również zapewniona zgodność celów dla wszystkich służb lokalnych, okręgowych i krajowych.

Zarządzanie jakością usług związane jest z odpowiednią wydajnością pracy. Konieczne jest zapewnienie odpowiedniej równowagi pomiędzy tymi dwoma czynnikami. Dlatego należy uwzględnić zagadnienie środków i celów w zakresie jakości w umowach, które powinny ściśle powiązać dyrekcję generalną z okręgami, okręg z głównymi ośrodkami eksploatacji i kierowników central z pracownikami. Należy zaznaczyć, że zwiększenie wykorzystania central ponad dopuszczalny poziom może znacznie naruszyć jakość. Należy umieć dokładnie wyznaczyć granicę jakości, która przekracza stopień wrażliwości abonentów, a poza którą koszty rosną szybciej niż poprawa wskaźnika. Ogólnie można powiedzieć, że jest wymagane, aby zarządzanie poprzez cele w postaci jakości usług było postawione na pierwszym miejscu w hierarchii działań.

Wskaźniki złożone jakości usług zostały pomyślane jako narzędzia informacji, analizy i zarządzania. Sprawa ta dotyczy właśnie zagadnień jeszcze zbyt słabo rozwiniętych w telekomunikacji we Francji, gdzie pomijanie wskaźników jakości usług oferowanych abonentowi, brak szkolenia w zakresie zarządzania /sterowania/ procesem eksploatacji technicznej oraz separatyzm służb eksploatacyjnych są elementami utrudniającymi poprawę i wymagającymi szybkiego wprowadzenia nowego systemu eksploatacji technicznej.

Jednak wskaźniki złożone jakości usług, mimo że powinny figurować w tablicy wartości dopuszczalnych u kierownika centrali, CPE i dyrektora okręgu, nie powinny być rozważane jako czynni-

ki wystarczające do osądzenia jakości obsługi central i do wyciągnięcia konsekwencji służbowych odnośnie osób odpowiedzialnych. Wskaźniki te powinny być uważane za jedno z narzędzi, które należy ciągle doskonalić na przykład przez organizowanie dyskusji i opracowywanie wniosków w celu dalszego polepszenia jednego lub kilku wskaźników. Dużo będzie zależeć od tego, jak wskaźniki będą wykorzystywane i już teraz należy przewidywać znaczne trudności w czasie wdrażania do eksploatacji nowego systemu. Trudności mogą być usunięte, jeżeli pracownik odpowiedzialny stwierdzi w praktyce, że dokładny pomiar jakości usług pomaga mu w uzasadnieniu zapotrzebowania na środki będące do jego dyspozycji i pozwala analizować ustalone cele do osiągnięcia. Z tego względu jest bardzo ważne, aby kierownik centrali, mógł przekazywać równocześnie ze wskaźnikami swoje spostrzeżenia dotyczące potrzeb w zakresie rozbudowy i środków, odnośnie personelu, części zamiennych itp.

Trudności przy wdrażaniu mogą również wystąpić, jeżeli gruntowna informacja nie zostanie przekazana od personelu kierowniczego poprzez odpowiednie stopnie hierarchii, aż do bezpośrednich wykonawców czynności eksploatacji technicznej. Informacja będzie lepiej przekazywana, jeżeli kryteria oceny stosowane przez osoby odpowiedzialne będą zebrane w odpowiednich tablicach przeliczeniowych, których dwa przykłady zostaną dalej podane /tabl. 5.1. i tabl. 5.2./. Tablice te podają dla każdego wskaźnika elementarnego, rzeczywiście uzyskanego, odpowiednią liczbę punktów przeliczeniowych wchodzących w skład wskaźnika złożonego. Oczywiście zakłada się, że po pewnym czasie i zebraniu odpowiednich doświadczeń trzeba będzie dokonać weryfikacji przyjętych ta-

blic przeliczeniowych. Z tych samych powodów jest wskazane, aby w każdej dyrekcji okręgowej był imiennie wyznaczony odpowiedni pracownik zbierający wszystkie wnioski dotyczące zmian w zakresie organizacji eksploatacji technicznej i wskaźników jakości usług central telefonicznych, łączy i instalacji abonenckich. Wszystkie dokumenty niezbędne do prowadzenia po wdrożeniu nowej organizacji eksploatacji zostały tak pomyślane, aby prace administracyjne ograniczyć do minimum.

T a b l i c a 5.1.

Tablica przeliczeniowa wskaźnika elementarnego na wskaźnik punktowy dla czasu oczekiwania na sygnał zgłoszenia centrali. Wskaźnik złożony CU, pośredni AT, elementarny AT. /Wyjaśnienia skrótów w tabl. 5.3/

Lp.	Wskaźnik elementarny. Czas trwania w sekundach od momentu podniesienia mikrotelefonu do momentu otrzymania sygnału zgłoszenia centrali	Wskaźnik punktowy
1	2	3
1	281 i więcej	0
2	od 221 do 280	1
3	od 171 do 220	2
4	od 141 do 170	3
5	od 111 do 140	4
6	od 91 do 110	5
7	od 71 do 90	6
8	od 51 do 70	7
9	od 31 do 50	8
10	od 21 do 30	9
11	od 16 do 20	10
12	od 9 do 15	11
13	od 5 do 8	12
14	od 3 do 4	13
15	od 1 do 2	14
16	od 0 do 1	15

T a b l i c a 5.2.

Tablica przeliczeniowa wskaźnika elementarnego na wskaźnik punktowy dla połączeń próbnych wewnętrznych centrali miejskiej. Wskaźnik złożony CU, pośredni OA, elementarny CL. /Wyjaśnienia skrótów w tabl. 5.3/

Lp.	Wskaźnik elementarny. Procentowy stosunek prób negatywnych do wszystkich prób	Wskaźnik punktowy
1	od 4,1 do 100	0
2	od 2,1 do 4	1
3	od 1,1 do 2	2
4	od 0,9 do 1,0	3
5	0,8	4
6	0,7	5
7	0,6	6
8	0,5	7
9	0,4	8
10	0,3	9
11	od 0 do 0,2	10

Tablica 5.3.

Wykaz stosowanych wskaźników  
Łącznice telefoniczne

Wskaźniki pośrednie	Wskaźniki elementarne	Wskaźniki złożone					
		RU	RN	CU	CN	SO	
		Biegowe miejskie	Biegowe węzłowe	Krzyżowe miejskie	Krzyżowe węzłowe	Łącznice Socotel	Łącznice Socotel
1	2	3	4	5	6	7	
OA Obserwa- cja wywo- łań	Próby łańcucha lokalnego i wejściowo-wyjściowego /CL/	10	15	10	15	-	-
	Próby satelitów miejskich /SU/	5	-	-	-	-	-
	Próby kierunków wej- ściowych /DE/	10	10	5	15	20	25
	Próby kierunków wyj- ściowych /DS/	-	-	-	-	-	-
	Wywołania rzeczywiste /AR/	-	10	-	-	-	-
	Współczynnik skutecz- ności wewnętrznej /TE.I/	10	-	10	-	-	-
Współczynnik skutecz- ności zewnętrznej /TE.E/	5	-	5	-	-	-	
Łącznie "OA"		40	35	30	30	45	

1	2	3	4	5	6	7
SE Reklamacje wewnętrzne	Reklamacje przez 13 /SI/	10	-	10	-	25
	Reklamacje pisemne /RE/	5	5	5	5	10
	Informacje z innych central /AC/	-	15	-	15	-
	Łącznie "SE"	15	20	15	20	35
AT Oczekiwanie na sygnał	/AT/	15	-	15	-	-
	Łącznie "AT"	15	-	15	-	-
BO Blokada zespołów	Rejestry zablokowane /EB/	5	10	-	-	-
	Zespoły połączeniowe zablokowane /JB/	5	15	5	15	-
	Łącznie "BO"	10	25	5	15	-
TP Prace zapobiegawcze	Badanie wybieraków obrotowych /RC/	10	10	-	-	-
	Kalendarz badań systemat. /CT/	5	5	5	5	20

1	2	3	4	5	6	7
	Alarmy własne centrali /SP/	5	5	-	-	-
	Łącznie "TP"	20	20	5	5	20
MQ Próby nieudane	Próby bez powtórzeń /SR/	-	-	10	10	-
	Rejestracje centralogra- fu lub perforatora /MC/	-	-	20	20	-
	Łącznie "MQ"	-	-	30	30	-
Wskaźnik złożony	Łączna liczba punktów /wartość maksymalna/	100	100	100	100	100

T a b l i c a 5.4

Wykaz stosowanych wskaźników  
Łącza i instalacje abonenckie

Wskaźniki pośrednie	Wskaźniki elementarne	Wskaźnik złożony
1	2	3
ND Liczba uszkodzeń	Reklamacje 13 /SI/	10
	Uszkodzenia aparatów telef. /PO/	10
	Uszkodzenia łączy i wyposażenia przelącznicy /LR/	10
	Łączny "ND"	30
DT Uszkodzenia wykryte	Współczynnik uszkodzeń określonych /TD/	10
	Łączny "DT"	10
VR Szybkość odnowy	Uszkodzenia usunięte przez ośrodki eksploatacji. /DR/	25
	Łączny "VR"	25
RD Uszkodzenia powtórne	Uszkodzenia powtórzone /RD/	15
	Łączny "RD"	15
RS Reklamacje do biura napraw	Średni czas odpowiedzi 13 /TR/	
	Reklamacje już zapisane /DI/	
	Reklamacje pisemne /RE/	
	Łączny "RS"	15



c.d. tabl. 5.4.

1	2	3
MO Skuteczność kierowania interwencjami	Wskaźnik przywołań operatora stanowiska biura napraw /TO/	5
	Łączny "MO"	5
Wskaźnik złożony AB	Łączna liczba punktów /wartość maksymalna/	100

### 5.3. Wykorzystanie wskaźników

Z tablicy 5.3. wynika, że pewne wskaźniki dotyczą tylko central systemów krzyżowych, jak wskaźnik MQ. Z drugiej strony, wskaźniki BO i TP dotyczące wykonanych czynności są ważniejsze dla central biegowych /45 dla RN, 30 dla RU, 20 dla SO, 20 CN i 10 dla CU/. Wybór każdego współczynnika został dokonany z uwzględnieniem jego ważności w centrali oraz aby utrzymanie jego stałej wartości zabezpieczało interes abonenta.

Wskaźniki elementarne tworzą grupy, z których tworzy się wskaźniki pośrednie. Każdy wskaźnik elementarny został tak dobrany, aby można go było szybko zmierzyć, ale ich indywidualną ocenę przeprowadza się jedynie w przypadkach wyjątkowych. Rozróżnia się dla central takie wielkości, jak obserwację połączeń, reklamacje zewnętrzne, czas oczekiwania na sygnał zgłoszenia centrali, blokadę zespołów, czynności zapobiegawcze, zapisy prób nieudanych /dla central krzyżowych/. Dla łączny i instalacji abonenckich rozróżnia się liczbę uszkodzeń, liczbę uszkodzeń po-

twierdzonych, ich powtarzalność, szybkość napraw, reklamacje dotyczące usług, metod i kierowania interwencjami.

Dla każdego wskaźnika zostały określone tablice przeliczeniowe /przykład: tabl. 5.1 i 5.2/, które podają wskaźniki punktowe w zależności od przedziału wartości uzyskanych w rzeczywistości wyników. Wartość zerowa wskaźnika punktowego została przyporządkowana dla najgorszych wartości pomierzonych, ale w ten sposób, że nawet centrale o złej jakości mieszczą się w przyjętym zakresie wartościowania i ich wskaźniki wpływają na proces zarządzania eksploatacją techniczną. Wartości największe wskaźników zostały tak dobrane, aby nie było celowe je przekraczać w żadnym przypadku. Biorąc pod uwagę dokonane oszacowanie średniej wartości jakości usług obecnie oferowanej przez sieć telekomunikacyjną we Francji, odpowiadające jej średnie wartości są przeciętnie dwukrotnie mniejsze od maksymalnych wartości przyjętych wskaźników. Jak już wspomniano, wskaźnik zostaje anulowany, tzn. staje się równy zeru, jeżeli nie została wykonana liczba badań potrzebna do określenia rzeczywistej wartości wskaźnika, określona w odpowiednich punktach tej samej instrukcji /w tablicach realizacji poszczególnych czynności, które nie będą tutaj omawiane/. Taka zasada postępowania powinna pobudzać do wykonania niezbędnej liczby prób, zgodnej z tą instrukcją i z ogólną instrukcją eksploatacji technicznej urządzeń telekomunikacyjnych.

Tablice przeliczeniowe wskaźników podane w tej instrukcji mają przejść przez próbną eksploatację w okresie co najmniej 6 miesięcy. Następnie wyniki powinny być poddane analizie i podjęte odpowiednie decyzje w zakresie ewentualnych zmian w tablicach z punktu widzenia kryteriów zarządzania eksploatacją techniczną.

Niezależnie od tego należy przewidywać, że co cztery lub pięć lat będzie trzeba przeprowadzać zmiany w tablicach w zależności od zmieniających się metod zarządzania podlegających ciągłej ewolucji. Do tego należy jednak dysponować wynikami za stosunkowo długi okres czasu.

Wskaźniki złożone wyznacza się w różny sposób, w zależności od rodzaju wskaźnika. Na przykład wskaźnik AB dotyczący łączy i instalacji abonenckich jest po raz pierwszy obliczany na poziomie zarządzania głównego ośrodka eksploatacji, który obejmuje pierwszy stopień służby odpowiedzialnej za uszkodzenia, badania i pomiary. Ten sam wskaźnik jest następnie wyznaczany na poziomie okręgu i kraju, w stosunku do całkowitej liczby łączy abonenckich będących w eksploatacji. Wskaźniki RN i CN dotyczące central węzłowych i tranzytowych są obliczane na poziomie każdej centrali i po raz pierwszy są wyznaczane na poziomie zarządzania głównego ośrodka eksploatacji.

Przyjęto, aby obliczenia wskaźników wykonywać raz na miesiąc, gdyż to jest wystarczające do śledzenia zmian ich wartości i umożliwia skuteczne sterowanie procesem eksploatacji. Potrzebne do tego celu formularze przygotowano, starając się ograniczyć ich ilość i złożoność do minimum. Przyjęto zasadę przekazywania co miesiąc na wyższy szczebel zarządzania tylko dokumentów zawierających dane syntetyczne, przy zachowaniu możliwości uzyskiwania informacji dokładniejszych, dotyczących konkretnych przypadków. Dzięki temu unika się gromadzenia stosów dokumentów w jednostkach zarządzania eksploatacją techniczną, dokumentów, które i tak nie byłyby czytane. Dokument syntetyczny opracowany dla każdego szczebla zarządzania jest natychmiast po przygo-

towaniu, przekazywany na szczeble zarządzania, których dotyczy, a które mając obraz całego okręgu mogą porównać swoje wyniki z innymi. Wrzeczcie za cały rok są przygotowywane i rozsyłane odpowiednie opracowania zbiorcze. Wydawanie dokumentów pozwala możliwie jak najczęściej zapoznawać się z wynikami za poszczególne kolejne miesiące w postaci liczb lub wykresów oraz porównywać je z poprzednimi okresami.

Przedstawiony tutaj francuski system oceny jakości usług central telefonicznych stanowi ciekawą próbę kompleksowego potraktowania zagadnienia, uwzględniającego równocześnie szereg cech procesu eksploatacji technicznej w jednym wskaźniku złożonym.

## 6. SYSTEM WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI USŁUG CENTRAL TELEFONICZNYCH STOSOWANYCH W RFN

Jako przykład, można również podać wskaźniki jakości usług central telefonicznych przyjęte w Republice Federalnej Niemiec wg normy NTG 09/12-01.

Rozróżnia się wskaźniki jakości z punktu widzenia użytkownika i obsługi.

Wskaźniki jakości z punktu widzenia użytkownika określa się na podstawie obserwacji połączeń rzeczywistych lub połączeń próbnych. Są one zestawione w tabl. 6.1.

T a b l i c a 6.1

Wskaźniki z punktu widzenia użytkownika

Nazwa wskaźnika	1	2	3
	Obszewacja połączeń rzeczywistych	Połączenia próbne	
1. Wskaźnik natłoku urzędzenia komutacyjnego	$K_h = \frac{c_h}{c_h + c_s + c_u + c_e}$	$\frac{c_h}{c_h + c_s + c_u + c_e}$	$\frac{c_h}{c_h + c_s + c_u + c_e}$
2. Wskaźnik usterek urzędzenia komutacyjnego	$K_s = \frac{c_s + c_u}{c_s + c_u + c_e}$	"	$\frac{c_s + c_u}{c_s + c_u + c_e}$
3. Wskaźnik usterek i natłoku urzędzenia komutacyjnego	$K_{hs} = \frac{c_h + c_s + c_k}{c_h + c_s + c_u + c_e}$	$\frac{c_h + c_s + c_k}{c_h + c_s + c_u + c_e}$	$\frac{c_h + c_s + c_u}{c_p}$
4. Wskaźnik usterek nadajników	$K_S = \frac{c_n + c_r + c_d + c_t + c_s + c_l + c_s}{c_g}$	$\frac{c_n + c_r + c_d + c_t + c_s + c_l + c_s}{c_g}$	$\frac{c_s}{c_g}$
5. Wskaźnik natłoku i usterek odbiorników	$K_{E1} = \frac{c_b + c_k + c_{TE} + c_{LE}}{c_g}$	$\frac{c_b + c_k + c_{TE} + c_{LE}}{c_g}$	$\frac{c_E}{c_g}$

1	2	3
<p>6. Wskaźnik natłoku i usterek odbiorników</p>	$K_{E2} = \frac{c_b + c_k + c_{TE} + c_{LE}}{c_b + c_k + c_{TE} + c_{LE} + c_e} = \frac{c_E}{c_E + c_e}$	
<p>7. Łączny wskaźnik natłoku i usterek</p>	<p>Suma wszystkich zdarzeń natłoku i usterek</p> $K_g = \frac{c_g}{c_s + c_h + c_u + c_e} = \frac{c_g}{c_g + c_{-c}} = \frac{c_g}{c_g}$	

Oznaczenia zastosowane w tabeli 6.1 i w podanych dalej wzorach mają następujące zna-

czenie:

c - liczba

f - liczba uszkodzeń

H - czas pracy

h - godzina pracy

i - liczba wytworzonych serii wybierczych

k - współczynnik korekcyjny

q - koszty za jedną godzinę pracy

Y - wielkość ruchu.

Zastosowane indeksy przy oznaczeniach:

- b - abonent zajęty
- d - połączenie wybrane błędnie
- E - natłok i usterki odbiorników /b, k, L<sub>E</sub>, T<sub>E</sub>/
- e - połączenia bez usterek łącznie
- g - łącznie połączenia obserwowane
- h - natłok /zajętość lub sygnał oczekiwania/
- k - abonent nie zgłasza się
- L - usterka spowodowana przez łącze
- m - średnia /dotyczy kosztów/
- n - połączenia nie wybierane do końca
- p - połączenia próbne
- r - połączenia zrzucane
- S - usterki w nadajnikach /u, r, d, L<sub>S</sub>, T<sub>S</sub>/
- s - usterki techniczne komutacyjne
- T - usterki spowodowane przez wyposażenie abonenta
- z - załatwiona
- u - usterki techniczne teletransmisyjne.

Wskaźniki jakości z punktu widzenia obsługi dotyczą uszkodzeń i personelu. Wskaźnik uszkodzeń F wyrażany jest zależnością:

$$F = \frac{f}{Y_z \cdot i \cdot k}$$

Liczba uszkodzeń  $f$  i wielkość załatwionego ruchu  $Y_z$  powinny byćbrane za ten sam okres czasu, np. uszkodzenia w ciągu miesiąca i ruch załatwiony w ciągu miesiąca. Średnią wartość załatwionego ruchu można oszacować z pomiarów dziennej wartości załatwianego

ruchu i pomnożenia jej przez współczynnik 25. Gdy pomiary dziennego obciążenia nie są wykonywane, można określić  $Y_z$  ze średniej wartości godziny największego ruchu  $/x8 \times 25/$ . Jako jednostkę ruchu stosuje się k Erl h /kilo-erlang-godzinę/. Poprzez współczynnik korekcji k powinny być uwzględnione pozostałe czynniki, poza wielkością ruchu załatwionego  $Y_z$  i liczbą wytworzonych serii wybierczych  $/i/$ . Wskaźnik personelu centrali telefonicznej wyrażony jest zależnością:

$$P = \frac{H}{Y_z \cdot i \cdot k}$$

Czas pracy H obejmuje wszystkie czynności wykonywane w centrali, takie jak badania, pomiary, oliwienie, smarowanie i usuwanie uszkodzeń. Jako jednostkę czasu pracy przyjęto godzinę pracy  $/h/$ .

Drugi wskaźnik związany z personelem, to wskaźnik kosztów personelu wyrażany zależnością:

$$P_K = \frac{H}{Y_z \cdot i \cdot k} \cdot q \cdot m$$

gdzie  $q \cdot m$  są to średnie koszty za godzinę pracy.

## 7. PRÓBNIK DRÓG POŁĄCZENIOWYCH TRT m 70

### 7.1. Uwagi ogólne

Aby ocenić jakość usług telefonicznych, należy uzyskać dane wyjściowe do analizy wyników połączeń próbnych. Próbę można pobrać ręcznie lub automatycznie. Przy ręcznym pobieraniu próby należy stosować aparat telefoniczny dołączany kolejno do nume-



rów określonych programem badania. Z aparatu tego kolejno wybiera się numery określone w tym samym programie. Aby pobrać próbę automatycznie, należy mieć odpowiednie urządzenie, zwane ogólnie próbnikiem dróg połączeniowych. Ostatnie konstrukcje takich próbników są oparte na zastosowaniu mniejszych lub większych komputerów.

Obecnie stosowane są następujące rodzaje tego typu aparatury:

- próbniki dróg połączeniowych klasyczne / stosowane np. w Polsce, Anglii i Szwecji/, bez szerszego wykorzystania układów elektronicznych, omówione w [10];
- próbniki dróg połączeniowych elektroniczne /np. omówiony dalej próbnik opracowany w Szwecji/ oparte całkowicie na elementach elektronicznych,
- aparatura typu Amalric wyposażona w komputer, opracowana we Francji i zastosowana do nadzoru jakości usług w sieci Paryża;
- aparatura typu hypsometr zastosowana w centralach elektronicznych E10 i omówiona w [14].

Ze względu na to, że część wymienionej wyżej aparatury została już omówiona w innych pracach, tutaj ograniczymy się do szczegółowego omówienia dwóch rodzajów aparatury:

- elektroniczny próbnik dróg połączeniowych typu TRT m 70 opracowany w Szwecji,
- próbnik typu Amalric

które reprezentują najnowsze tendencje w tym zakresie.

## 7.2. Charakterystyka próbnika dróg połączeniowych TRT m 70

Próbniki dróg połączeniowych w różnych wykonaniach zostały opracowane do automatycznego pobierania próby połączeń telefonicznych. Próbnik wykonuje automatycznie połączenia próbne przeznaczone wyłącznie do badania centrali /analogia do badań niszczących przy kontroli jakości produkcji/ i rejestruje liczby połączeń, które nie zostały zrealizowane z powodu niesprawności urządzeń technicznych centrali lub z powodu braku wolnych zespołów połączeniowych. Program pracy próbnika, który polega na ustaleniu kolejności realizowania połączeń pomiędzy poszczególnymi parami numerów próbnych powinien być tak przygotowany, aby każdy zespół połączeniowy miał jednakowe prawdopodobieństwo wejścia do próby.

Elektroniczny próbnik dróg połączeniowych /PDP/ oznaczony TRT m 70 jest najnowszym rozwiązaniem w tym zakresie, opracowanym przez firmę LM Ericsson. Podobnie jak inne PDP, może być on wykorzystany do badania jakości usług sieci telefonicznej za pomocą wytwarzanego ruchu badaniowego tego samego rodzaju co ruch abonencki. Gdy jakość usług spadnie poniżej pewnej z góry określonej wartości, wytwarzany jest alarm i wtedy dopiero podejmuje się czynności wyjaśniające. W ten sposób koszty eksploatacyjne utrzymywane są na możliwie niskim poziomie.

Próbnik TRT m 70 umożliwia przeprowadzanie badań w sposób prostszy i skuteczniejszy niż poprzednie PDP, gdyż:

- odpowiednio elastyczne rozwiązanie umożliwia programowanie badań o różnej wielkości i postaci;

- program badania może być bardziej rozległy i może być podzielony na odpowiednie fazy podczas każdych 24 godzin, a przy tym różne programy mogą być utworzone na okresy aż do 99 dni;
- program okresu 24-godzinnego może zawierać różny zakres badania jakości usług, obejmując w szczególności badania zaliczania i dokładne badanie warunków transmisji;
- programowanie i zmiany programu są wykonywane w bardzo prosty sposób za pomocą dalekopisu wyposażonego w czytnik i dziurkarkę taśmy;
- opracowane wyniki są drukowane za pomocą dalekopisu, który może być umieszczony w pewnej odległości, z zastosowaniem odpowiedniego modemu.

### 7.3. Budowa

Próbnik dróg połączeniowych jest dołączony do badanej centrali w taki sam sposób, jak zwykle aparaty telefoniczne i między innymi jedną z zalet jego jest niezależność od rodzaju centrali.

Drogi połączeniowe są wybierane w sposób przypadkowy i odpowiednie statystyczne metody analityczne są stosowane do przetwarzania wyników. Program badania może być wszechstronny i skuteczny ze względu na dużą ilość numerów badaniowych. PDP obejmuje następujące trzy zespoły, które razem zaspokajają potrzeby central wszystkich rodzajów na badanym obszarze. W centralnym punkcie badanej sieci stosuje się zespół wspólny i zespół sterujący TRTM. Zespół obejmujący układ końcowy i układ generujący ruch TRTS oraz czyste końcowe wyposażenie oznaczone CA umieszczane są w pozostałych centralach.

Generacja ruchu z TRTS może być realizowana zgodnie z dwoma zasadami: za pomocą TRTS m 1, sterowanego przez TRTM poprzez zestawione połączenie lub za pomocą TRTS m 2, sterowanego poprzez bezpośrednie łącze dwuprzewodowe, co pokazano na rys. 1<sup>x/</sup>. Ponieważ w obu przypadkach są używane sygnały w pasmie akustycznym do sygnalizacji poprzez łącza sterujące, łącza mogą być zestawiane z par kablowych, z kanałów radiolączy itp.

Zestawione połączenie do TRTS m 1 nazywane jest połączeniem pierwotnym, a połączenie badaniowe od TRTS m 1 połączeniem wtórnym. Wszystkie zespoły są sterowane przez TRTM /rys. 2/. Wszystkie informacje zebrane w czasie realizacji programu są magazynowane w półprzewodnikowej pamięci MEM w TRTM. Ładowanie programu odbywa się albo z taśmy za pomocą czytnika, albo bezpośrednio z dalekopisu. Do przekazywania sygnałów w obu kierunkach stosowany jest alfabet nr 5 /CCITT/.

Program składa się z pewnej liczby podprogramów, które np. mogą zawierać badania połączeń od określonych numerów A do określonych numerów B w dwóch lub więcej centralach. Liczby A i B numerów badaniowych zawartych w podprogramie mogą się zmieniać w zakresie pojemności pamięci MEM. Na przykład pewien podprogram może zawierać 18A i 60B numerów z liczbą połączeń aż do 1080 lub 2A i 3B numerów badaniowych z liczbą połączeń do 6.

Przebieg badania jest sterowany za pomocą procesora APN 101. Wybrany numer badaniowy jest dołączany za pośrednictwem detektora sygnału TOD do analizatora sygnału TA, przy użyciu przełącz-

<sup>x/</sup>Rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

nika dostępu ACN. Sygnały wysyłane z central podczas połączenia badaniowego są odbierane przez TA, który może rozróżnić pięć różnych sygnałów, obejmujących sygnał z wyposażenia CA odpowiadającego kodem. Układ TA może także stwierdzić brak sygnału. Cyfry do zestawienia połączenia badaniowego mogą być nadawane impulsami dekadowymi lub kodem częstotliwościowym.

Program procesora jest używany do sprawdzenia, że TA odbiera poprawny sygnał w różnych fazach połączenia badaniowego. Połączenie badaniowe jest przyjęte lub odrzucone zależnie od wyniku próby. Nadajnik sygnału akustycznego TRM jest zastosowany w celu nadania sygnałów z TRTM do TRTS.

TRTS jest zbudowany w podobny sposób i obejmuje dołącznik ACN do wymaganego numeru badaniowego, detektor sygnału akustycznego, analizator sygnału oraz nadajnik sygnału do przekazywania informacji pomiędzy zespołami TRTM, TRTS i CA.

Procesor APN 101 został także zastosowany w TRTS do sterowania przebiegiem badania.

#### 7.4. Możliwości i zasady programowania

W połączeniach badaniowych mających na celu ustalenie jakości usług i jakości technicznej sprawdza się: sygnał zgłoszenia centrali, sygnał zwrotnego wywołania, sygnał dołączenia do właściwego abonenta oraz sprawdza się poziomy sygnałów i rozmowy. PDP może być także wyposażony w dodatkowe zespoły do sprawdzania zaliczania i wykonywania dokładnych pomiarów poziomów transmisyjnych. Program do sprawdzania jakości usług jest realizowany w godzinach dużego ruchu, a do sprawdzania jakości tech-

nicznej podczas godzin małego ruchu. Pewna liczba podprogramów jest wykonywana w stałym przedziale czasu okresu 24-godzinnego. Układ programu może być zmieniany z dnia na dzień, gdy jest to potrzebne, a jednorazowo do próbnika może być wprowadzony pełny program na 99 dni.

Zależnie od natury podprogramów są one przygotowywane według dwóch odmiennych zasad. Podprogramy do badania jakości /usług i technicznej/ są całkowicie podporządkowane zasadom analizy sekwencyjnej, podczas gdy podprogramy do specjalnych badań dają wyniki po pierwsze w postaci całkowitej liczby usterek dla danej liczby połączeń i po drugie zgodnie z metodą analizy sekwencyjnej, która zostanie dalej krótko omówiona.

Gdy zostanie uzyskany wynik pozytywny lub negatywny za pomocą podprogramu do badania jakości, PDP pracuje dalej zgodnie z następnym podprogramem tego samego rodzaju. Jeżeli nie otrzymano określonego wyniku za pomocą podprogramu wewnątrz ustalonego przedziału czasu, wyniki uzyskane w tym przedziale są zapamiętywane w układzie pamięci, a PDP pracuje dalej od odpowiedniego punktu, jeżeli podprogram został znowu dołączony w następnym przedziale czasu. Jeżeli cały podprogram do badań specjalnych został wykonany przed upływem określonego przedziału czasu, PDP zatrzymuje się i nie rusza, aż do otrzymania następnego sygnału startowego. Jeżeli wynik zgodny z analizą sekwencyjną został uzyskany przed końcem określonego przedziału czasu, następuje także wydruk tego wyniku.

W czasie normalnej pracy PDP sprawdza jakość lub wykonuje specjalne badania. Jeżeli jakakolwiek usterka zostanie wykryta w procesie zestawiania i badania połączeń, zostaje to zarejestro-

wane i wydrukowane, ale program badania jest kontynuowany.

PDP może być użyty również do bezpośredniego wykrywania usterek, przy czym w takim przypadku praca jego zostaje wstrzymana przy każdej wykrytej usterce. PDP drukuje wówczas informację o usterce i przytrzymuje połączenie tak długo, aż usterka zostanie wyjaśniona. Wówczas nadaje się odpowiednie polecenie za pomocą dalekopisu i PDP ponownie rozpoczyna zestawianie połączeń badaniowych.

Dokładniejsze informacje na temat analizy sekwencyjnej można znaleźć w pracach [4 i 6].

#### 7.5. Treść programu

Program badania realizowany przez PDP jest zmagazynowany w pamięci MEM i zawiera następujące elementy:

- Dla każdego numeru badaniowego A pamięć zawiera informacje: o miejscu dołączenia w TRTM lub w TRTS m 2, o rodzaju wyposażenia, do którego numer jest dołączony, i czy jest używane wybieranie częstotliwościowe czy dekadowe.
- Dla każdego numeru badaniowego B informacja dotyczy miejsca dołączenia TRTM lub TRTS m 2, rodzaju wyposażenia, do którego numer jest dołączony i numeru wyposażenia abonenckiego.
- Dla każdego podprogramu: które numery są wykorzystywane jako numery badaniowe A i B, rodzaj podprogramu, liczba podająca, ile razy dany podprogram ma być wykonany i ile połączeń jest do wykonania, dane o specjalnych badaniach i wymagany zakres decyzyjnej analizy sekwencyjnej.

- Dla całej sekwencji badaniowej: ile razy należy ją powtórzyć, wymagany program 24-godzinny, liczba sygnałów zwrotnych wywołania, które mają być sprawdzone, czy jest wymagane badanie jakości czy wyszukiwanie usterek, czas przzerwania sekwencji i wykresy decyzyjne analizy sekwencyjnej.

Łatwo jest dodać, zmienić lub wykluczyć pewien podprogram lub numer badaniowy, ponieważ wystarczy tylko wprowadzić odpowiednie zmiany we właściwej części pamięci MEM. Co więcej, każdy numer badaniowy może być zablokowany bez kasowania związanej z nim informacji w pamięci, co jest przydatne np. w przypadku, gdy numer badaniowy jest uszkodzony.

#### 7.6. Zakres zastosowań TRT m 70

Jak to wyjaśniono wyżej, wprowadzenie i zmiany programu badaniowego, a także wydruk wyników realizacji połączeń próbnych są wykonywane za pomocą dalekopisu i pomocniczego wyposażenia złożonego z czytnika i dziurkarki taśmy papierowej. Dalekopis dołączony jest do TRTM bezpośrednio lub za pomocą specjalnego modemu. Wprowadzenie programu z taśmy jest możliwe dzięki temu, że polecenia są zapisywane w prostym języku przyjętym do sterowania TRTM. Wydruki inicjowane przez operatora są oddzielone od wydruków inicjowanych przez TRTM. Wszystkie informacje mogą być rejestrowane albo za pomocą dalekopisu, albo za pomocą dziurkarki.

Każde połączenie badaniowe jest rejestrowane na licznikach statystycznych i zespołach analizy sekwencyjnej. Gdy pojawi się usterka, następuje wydruk informacji, która podaje przyczynę usterek.



ki, fazę połączenia, w której wykryto usterkę, czas i numery A i B. Wydruk informacji odbywa się na początku i po zakończeniu każdego podprogramu lub gdy podprogram zostanie przerwany. Wydruk podaje informacje o podprogramie, czas i stany liczników statystycznych. Wynik analizy sekwencyjnej jest drukowany jako przyjęty lub odrzucony, z danymi o liczbie połączeń i liczbie usterek. Jeżeli TRTM wykryje usterkę w przebiegu własnej pracy, następuje wydruk informacji na ten temat z podaniem rodzaju usterki.

PDP może być używany do nadzoru dużej liczby kierunków ruchu. Następujące kategorie ruchu mogą być badane /rys. 3/ :

- TRTM wewnątrz własnej centrali /przypadek 1/;
- od centrali, w której znajduje się TRTM do innej centrali /przypadki 2, 6, 10, 15/;
- TRTS wewnątrz własnej centrali /przypadki 4, 11/;
- od centrali, w której znajduje się TRTS do centrali, w której znajduje się TRTM /przypadki 3, 13/;
- od centrali, w której znajduje się TRTS do innej centrali /przypadki 5, 7, 8, 9, 12, 14/.

TRTM może współpracować ze starszym wyposażeniem PDP oznaczonym CASC i odzewnikiem kodowym, które zostały opisane w [10]. Zespół CASC wykonuje podobne funkcje jak TRTS i może inicjować wtórne połączenia badaniowe sterowane przez TRTM. Różnica między TRTS i CASC polega na tym, że CASC ma dodatkowo w okablowaniu na stałe zapamiętaną informację dotyczącą numerów B, do których mają być kierowane połączenia badaniowe.

Dla przykładu podano na rys. 4 rozmieszczenie w sieci sprzętu

TRT m 70. TRTM może być umieszczony w punkcie środkowym sieci, podczas gdy wyposażenia TRTS są lokalizowane w poszczególnych centralach telefonicznych sieci. Jeżeli wystarczy badanie uproszczone, centralę wyposaża się tylko w zespół CA /automatyczny odzewnik/. Ruch wewnętrzny może być badany we wszystkich centralach z wyjątkiem tych, które są wyposażone tylko w zespół CA. Wyposażenie TRTS m 2 powinno być stosowane, gdy odległość pomiędzy TRTM i TRTS jest tak mała, że są ekonomiczne i techniczne argumenty za zastosowaniem stałego łącza dwuprzewodowego. W przeciwnym przypadku powinno być stosowane wyposażenie TRTS m 1.

### 7.7. Konstrukcja

Wyposażenia TRTM i TRTS są zbudowane przy użyciu elementów scalonych i przekaźników /w dołącznikach/, montowanych na pakietach z obwodami drukowanymi.

Pakiety są umieszczane na półkach, a te na stojakach. Stojaki mogą mieć wysokość 1460 mm i wówczas są przymocowane tylko do posadzki, a więc są łatwe do przestawienia w inne miejsce. Drugie wykonanie to zastosowanie stojaków o wysokości 2900 mm instalowanych w centrali w typowy sposób.

W tym przypadku dwa wyposażenia TRTM mogą być umieszczone na tym samym stojaku. Napięcia +5 V i +12 V potrzebne do zasilania są wytwarzane przez przetwornice prądu stałego, zainstalowane również na stojaku. Przetwornice są zasilane z baterii centrali o napięciu 48 V lub 60 V.

## 7.8. Wnioski dotyczące próbnika

Zasadniczym celem wszystkich administracji sieci telefonicznych jest jednoczesne obniżenie kosztów eksploatacji technicznej do minimum i utrzymanie dobrej jakości usług. Z wielu dotychczasowych publikacji wiadomo, że ten cel można osiągnąć za pomocą odpowiednio zaprojektowanych PDP. W wyniku dużych usprawnień wprowadzonych do próbnika TRT-m 70 w porównaniu z wcześniejszymi opracowaniami, rola PDP obecnie stała się jeszcze wyraźniejsza. Pokrywa on nadzorem jakości usług znacznie większy obszar sieci i daje do dyspozycji dużą różnorodność testów zaprogramowanych na długi okres czasu aż do 99 dni z możliwością, w miarę potrzeby bieżących zmian w programach.

## 8. SYSTEM AMALRIC

### 8.1. Zadania systemu

System AMALRIC ma na celu wykonywać za pomocą komputera eksploatowanego w czasie rzeczywistym automatyczne pomiary jakości usług oferowanych abonentom danej sieci telefonicznej. Te pomiary do czasu opracowania systemu były we Francji wykonywane przez telefonistki, które realizowały odpowiednie ilości połączeń wg przygotowanych z góry programów i notowały wyniki obserwacji określonych cech charakterystycznych. Ponieważ system AMALRIC oparty jest na metodzie oceny jakości za pomocą połączeń próbnych, unika się trudności związanych z obserwacją połączeń rzeczywistych.

Automatyzacja pomiarów jakości przynosi szereg korzyści, z których można wymienić:

- racjonalizację i unifikację metod pomiarowych;
- znacznie większą częstość uzyskiwania wyników w postaci wskaźników jakości;
- możliwość sterowania i modyfikowania eksploatacji technicznej;
- ekonomiczne wykorzystanie personelu.

## 8.2. Aparatura

System składa się z trzech grup aparatury:

- sterującej, umieszczonej w siedzibie Dyrekcji Regionalnej Telekomunikacji w Paryżu;
- sieci łączy transmisji danych z odpowiednimi wyposażeniami;
- terminali umieszczonych w centralach telefonicznych.

W punkcie sterującym znajdują się:

- komputer ogólnie dostępny typu T2000 Télémécanique, wyposażony w pamięć operacyjną 16 k słów 19-bitowych;
- dysk magnetyczny z głowicami stałymi o pojemności 64 k słów, wykorzystany do magazynowania programów sterujących przebiegiem badań;
- jednostka pamięci taśmowej wykorzystywana do rejestracji wyników badań służących do dalszego przetwarzania;
- szybki czytnik taśmy perforowanej;

- dalekopis służący do umożliwienia dialogu operatora z komputerem;
- szybką drukarkę wierszową o wydajności 300 wierszy/min. do drukowania zestawień syntetycznych w postaci tablic;
- czytnik taśmy magnetycznej;
- tablica optyczna wyświetlająca na planie Paryża aktualnie realizowane badania i punkty zagrożone.

Sieć łączą transmisji danych wyposażona jest w następującą aparaturę:

- w punkcie sterującym znajduje się 10 modemów typu TRT 1001 wraz z dołącznikami,
- w każdym punkcie odbiorczym znajduje się jeden modem typu TRT 1001 i układ związanej z nim logiki.

Należy wyjaśnić, że rozważano dwa możliwe układy sieci transmisji danych przy założeniu, że w fazie końcowej sieć będzie obsługiwać 80 punktów. Pierwszy wariant zakładał 80 modemów w punkcie sterującym i 80 modemów w centralach. Z tego rozwiązania zrezygnowano ze względu na problemy ruchu i koszt. Przyjęto sieć w postaci gwiazdy o 10 ramionach, przy czym każde ramię może obsłużyć najwyżej 8 central. Punkt węzłowy sieci znajduje się w punkcie sterującym systemem.

Wyposażenie znajdujące się w centralach telefonicznych, oprócz omówionych już modemów sieci transmisji danych, obejmuje:

- drukarkę wierszową wraz z logicznym układem sterującym;

- przetworniki prądu stałego na stały, zasilane z baterii centrali - 48 V ;
- wyposażenie automatycznych układów odzewowych A i B/"automatyczni abonenci"/;
- od 1 do 8 wyposażań logicznych związanych z prefiksami BPQ włączonych do wspólnego układu sterującego, dołączonego do centrali poprzez dołącznik 10 łączy próbnych.

Powyższa aparatura, sterowana komputerem pracującym w czasie rzeczywistym, realizuje program badaniowy i wykonuje zestawienia wyników w okresach co 10 minut, co godzinę, co dzień, co miesiąc, dla całej nadzorowanej sieci. Program badaniowy dla każdego połączenia realizuje następujące czynności:

- określa numery próbne A i B w zależności od tego, jaki kierunek będzie badany i rodzaj połączenia /lokalne, tranzytowe, wyjściowe/;
- symuluje podniesienie mikrotelefonu przez abonenta A i sprawdza sygnał zgłoszenia centrali;
- steruje wybieraniem numeru abonenta B i nadzoruje ewentualne pojawienie się sygnałów informacyjnych w przerwach międzyseryjnych;
- kontroluje sygnał wywołania i zwrotny sygnał wywołania;
- sprawdza zgłoszenie się abonenta B i identyfikuje go;
- sprawdza biegumowość źródła zasilania;
- sprawdza jakość transmisji sygnałów akustycznych /1000 Hz/ w obu kierunkach;

- kontroluje rozłączenie połączenia i zaliczenie rozmowy.

### 8.3. Eksploatacja systemu

System AMALRIC jest eksploatowany codziennie około 13 godzin na dobę, w godzinach od 7 do 20. Pierwsza godzina pracy systemu jest zarezerwowana na wykonanie programów związanych z utrzymaniem systemu, w celu upewnienia się, że system jest zdalny do pracy. Każda następna godzina jest przeznaczona na wykonanie pewnego programu pomiarów jakości usług dla połączeń lokalnych, tranzytowych i wyjściowych, a mianowicie:

od 7 h do 8 h utrzymanie

od 8 h do 9 h wywołania lokalne /godzina małego ruchu/

od 9 h do 10 h wywołanie wyjściowe

od 10 h do 11 h wywołania lokalne /godzina dużego ruchu/

od 11 h do 12 h wywołania tranzytowe

od 12 h do 20 h wywołania wyjściowe.

Liczba równocześnie realizowanych połączeń jest równa liczbie wskaźników BPQ w sieci - liczbie jednostek centralowych po 10 tys. numerów. Wszystkie te połączenia są równocześnie sterowane przez komputer umieszczony w punkcie centralnym sieci, połączony poprzez łącza transmisji danych z wszystkimi centralami objętymi badaniami. W pierwszym okresie miała być włączona do systemu AMALRIC duża liczba central obejmująca 173 wskaźniki BPQ, z tym że centrale te były zgrupowane w 56 budynkach. Docelowo system może obsłużyć 400 BPQ.

W czasie realizacji połączeń próbnych układ powiązań BPQ po-

zostaje nie zmieniony podczas godziny, w której wykonywany jest jeden program prób.

Każda godzina podzielona jest na 6 części 10-minutowych. Na początku każdego okresu 10-minutowego łącza próbne są zamieniane, aby jak najbardziej wymieszać i wykorzystać wszystkie możliwe kombinacje. W ciągu danego okresu 10-minutowego korzysta się z tego samego zestawu łączy próbnych. Podczas takiego okresu wykonuje się tyle połączeń, ile to jest możliwe od jednego numeru BPQMCDV wywołującego do numeru BPQMCDV żądanego.

Na końcu każdego okresu 10-minutowego oblicza się wynik dla ciągu wywołań, który został zrealizowany, rejestruje się na taśmie magnetycznej i drukuje w centralach.

Po zakończeniu godzinnej pracy system AMALRIC wykonuje zestawienie syntetyczne i łączy wyniki z całej godziny, rejestruje je na taśmie magnetycznej i drukuje na drukarkach w centralach i w centrum. Wyniki podawane są w postaci odpowiedniej tablicy.

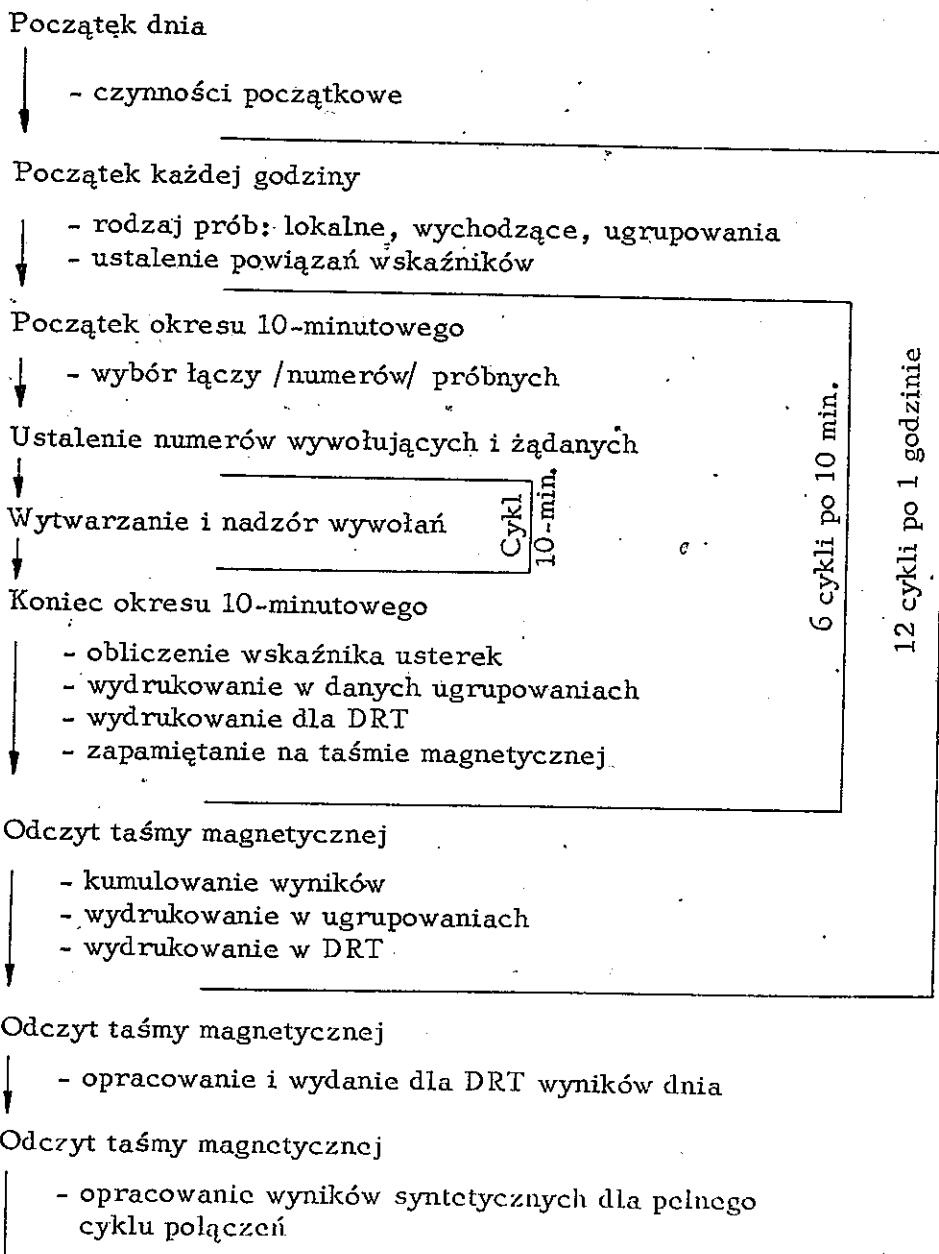
Po zakończeniu pierwszej godziny pracy, przydział wskaźników zmienia się i następuje realizacja programu przygotowanego dla następnej godziny.

W ten sposób system pracuje przez cały dzień, a po zakończeniu realizacji programu dnia następuje operacja kumulacji wyników, zarejestrowanie na taśmie i wydruk dwóch tablic informacyjnych.

Cykl programów jest realizowany przez szereg dni i po zakończeniu cyklu, tzn. po przeprowadzeniu badań wszystkich kombinacji wskaźników /wszystkich kierunków/, taśma z zarejestrowanymi danymi jest opracowywana przez inny komputer znajdujący się w centrum zarządzania. Komputer ten opracowuje szereg wyników



## Schemat organizacyjny badań



zbiorczych w postaci tablic. W tablicy 8.1 podano schemat organizacyjny badań realizowanych przez system AMALRIC.

#### 8.4. Rodzaje wykrywanych usterek

Rodzaje wykrywanych usterek są następujące:

- F<sub>1</sub> Sygnał zgłoszenia opóźniony w przedziale od 10 do 30 s
- F<sub>2</sub> Brak sygnału zgłoszenia / czas większy od 30 s/
- F<sub>3</sub> Usterki przed wybieraniem - różne
- F<sub>4</sub> Zwolnienie
- F<sub>5</sub> Błędna zajętość
- F<sub>6</sub> Cisza i numer żądany jest poddany próbie bez sygnału wywołania
- F<sub>7</sub> Wybieranie zbyt długie /dłuższe od 40 s/
- F<sub>8</sub> Sygnał wywołania ciągły lub zwrotny sygnał wywołania, nr wybrany jest poddawany próbie bez sygnału wywołania
- F<sub>9</sub> Błędny numer
- F<sub>10</sub> Brak sygnału zwrotnego wywołania lub sygnał ciągły, nr wybrany jest poddawany próbie i sygnał wywołania zostaje nadany
- F<sub>11</sub> Brak zmiany biegunowości baterii
- F<sub>12</sub> Usterka transmisji podczas przekazywania sygnału 1000 Hz w jednym lub drugim kierunku
- F<sub>13</sub> Brak zaliczania
- F<sub>14</sub> Błędne zaliczanie.

Wskaźnik usterek TDF dla każdego ciągu 10-minutowego połączeń jest obliczany wg zależności:

$$TDF = \frac{\sum F_i}{N_T} \quad \text{dla } i = \text{od } 2 \text{ do } 9$$

gdzie  $F_i$  - liczba usterek  $F_i$  w ciągu 10-minutowym

$N_T$  - liczba wywołań /połączeń/ w ciągu 10 minut.

Usterki  $F_1, F_{10}, F_{11}, F_{12}, F_{13}$  i  $F_{14}$  nie przeszkadzają w przeprowadzeniu połączenia i dlatego nie są brane pod uwagę przy obliczaniu TDF.

Podane 14 rodzajów usterek określanych w czasie połączeń próbnych realizowanych przez system jest identyfikowane albo przez wykrywanie sygnałów o znacznej amplitudzie takich jak sygnał wywołania, stany przewodu próbnego i licznikowego /ustěrki  $F_{11}, F_{12}, F_{13}, F_{14}$ /, albo przez wykrywanie obecności lub braku sygnałów akustycznych / $F_1 - F_{10}$ / . Na podstawie doświadczenia można powiedzieć, że wyniki uzyskane za pomocą systemu AMALRIC w dużym stopniu zależą od prawidłowego rozpoznawania sygnałów akustycznych w sieci. Zadanie rozpoznawania sygnału wykonuje komputer przy współpracy z wyposażeniami znajdującymi się w centralach.

### 8.5. Zalety i wady systemu

W czasie opracowywania systemów takich jak AMALRIC na początku należy zawsze podjąć decyzję, czy zastosować rozwiązanie ze złożonym programem i prostymi wyposażeniami końcowymi w centralach czy - prostszy program, a wyposażenia końcowe bardziej złożone. Każde z tych dwóch rozwiązań ma pewne zalety i wady.

Zaletą drugiego z nich jest możliwość wykorzystania aparatury systemu przez obsługę centrali do badań niezależnych od komputera. Ostatnie analizy ekonomiczne i techniczne przeprowadzone we Francji w tym zakresie skłaniają się do takiego rozwiązania na przyszłość.

System AMALRIC ma złożony program oraz proste urządzenia końcowe, a wszystkie badania i czynności są ściśle uzależnione od rozkazów wysyłanych przez komputer. Należy więc do pierwszej grupy systemów wspomnianych wyżej. Zaletą takiego rozwiązania jest skupienie wszystkich funkcji logicznych w jednym centralnym układzie logicznym w postaci komputera. Daje to z jednej strony prostsze i znacznie tańsze rozwiązania wyposażenia w centralach, a z drugiej strony jest bardziej niezawodne.

Koncepcja systemu AMALRIC została opracowana przez CNET i DRT /Dyrekcję Regionalną Paryża/, a oddanie aparatury do eksploatacji nastąpiło na początku 1974 r w paryskiej sieci telefonicznej. Rozpatrywana jest celowość wprowadzenia systemu do innych sieci miejscowych o dużej gęstości telefonicznej we Francji, takich jak Lyon i Marsylia.

## 9. ZAKOŃCZENIE

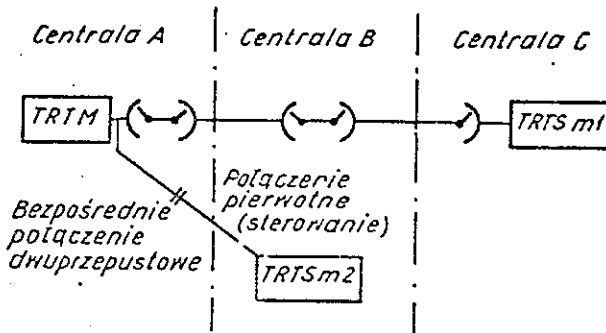
Przedstawione w tej pracy niektóre problemy i rozwiązania w zakresie nadzoru jakości usług telefonicznych nie wyczerpują oczywiście tematu i podają jedynie najnowsze poglądy z ostatnich kilku lat. Poglądy na niektóre zagadnienia nie zostały jeszcze ostatecznie uzgodnione i nadal występuje szereg różnic w konkretnych zastosowaniach. Dotyczą to zarówno definicji i systematyki

pojęć oraz stosowanych metod, jak i aparatury do nadzoru jakości usług telefonicznych. Problemy te różne administracje rozwiązują w różny sposób, chociaż jest również wiele cech wspólnych. W Polsce przystąpiono do analizy tych zagadnień w celu podjęcia decyzji w zakresie systemu, metod i aparatury, z uwzględnieniem różnorodności sprzętu występującego dotychczas w naszej sieci i nowego sprzętu pochodzącego z produkcji licencyjnej systemów Pentaconta i E10.

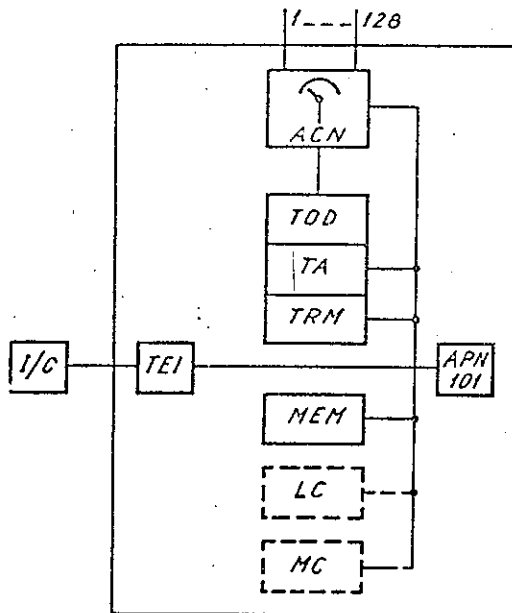
#### WYKAZ LITERATURY

1. Przepisy gospodarki ruchowej w automatycznych centralach telefonicznych. Instrukcja Techniczna Nr TS-128. Warszawa: IŁ 1962.
2. Walaszek S.: Aparatura kontrolno-badaniowa i pomiarowa w telekomutacji. Problemy Łączności 1971 R.11 nr 67.
3. Sadowski W.: Statystyka matematyczna. Warszawa:PWE 1965.
4. Wald A.: Sequential analysis. New York 1947.
5. Lind G.: Statistical supervision of telephone plant. Ericsson Tech. 1958 nr 2.
6. Walaszek S.: Zastosowanie ilorazowego testu sekwencyjnego do oceny stanu technicznego centrali telefonicznej. Prace Instytutu Łączności 1968 nr 1 /49/.
7. Walaszek S.: Strategia utrzymania central telefonicznych. Problemy Łączności 1970 R. 10 nr 53.

8. Ericsson O. : Centralisation trends in exchange maintenance. Ericsson Rev. 1969 nr 2.
9. Lindstrom D., Stromberg E. : Automatic supervision of telephone exchanges and routes. Tele 1970, t. 22 nr 2.
10. Walaszek S. : Próbnik dróg połączeniowych - nowoczesne urządzenie do badań statystycznych central telefonicznych. Problemy Łączności 1972 R. 12 nr 81.
11. Juran J.M., Gryna F.M. : Jakość - projektowanie - analiza. Warszawa: WNT 1974.
12. Instruction générale sur la maintenance et l'entretien des équipements de télécommunications. Paris 1971.
13. Instruction sur les indices de qualité de service des autocommutateurs et des installations d'abonnées. Instruction 1/QS du 1er janvier 1973.
14. Walaszek S. : Metody i środki eksploatacji central systemu E10. Problemy Łączności 1975 R. 15 nr 126.
15. Broby S.B. : Electronic traffic route tester TRT m 70. Ericsson Rev. 1974 nr 3.
16. Basque M., Bernard J.M., Gazerout H. : Le système AMALRIC mesure automatique de la qualité de service dans le réseau téléphonique parisien. Commut. et Electron. 1973 nr 43.

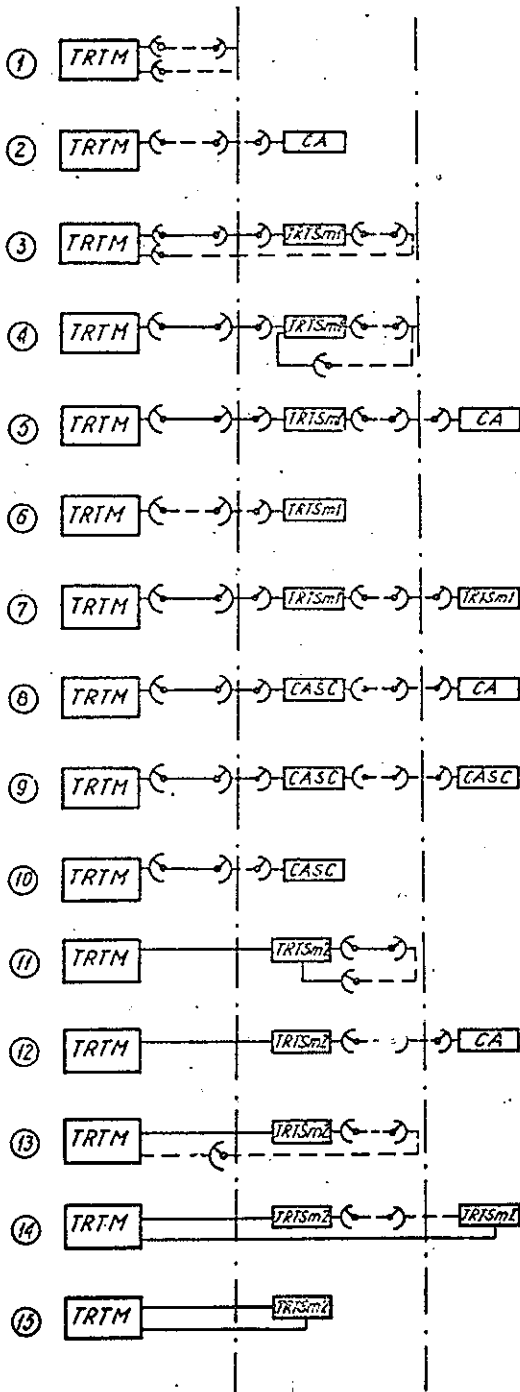


Rys. 1. Współpraca centralnej i sterującej części TRTM oraz części końcowych TRTS generujących ruch próbný.



Rys. 2. Schemat blokowy TRTM

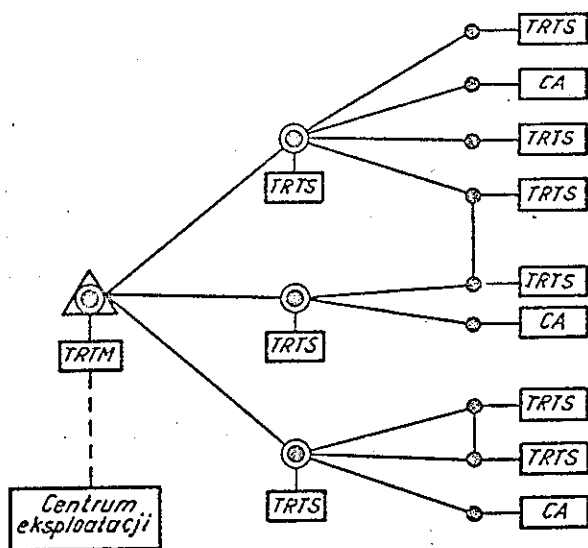
APN 101 - procesor; ACN - dołącznik; TOD - odbiornik sygnałów akustycznych; TA - analizator sygnałów akustycznych; TRM - nadajnik sygnałów akustycznych; TEI - wyposażenie końcowe; MEM - pamięć; LC - badania transmisyjne / wyposażenie dodatkowe; MC - badania zaliczenia / wyposażenie dodatkowe/



Rys. 3. Możliwości badaniowe TRT m 70

Linia przerywana: połączenia próbne Linia ciągła: połączenia sterujące





Rys. 4. Przykład wykorzystania TRT m 70 w sieci

