

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
WARSZAWA-MIEDZESZYN

BIBLIOTEKĀ  
Instytutu Łączności  
Nr. \_\_\_\_\_

**BIULETYN**

**INFORMACYJNY**

**3(193)**

**1980**



# BIULETYN INFORMACYJNY

OK 20

WARSZAWA 1980

NR 3/193/

---

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
Branzowy Ośrodek  
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

**Redakcja Biuletynu Informatycznego**

---

**Redaktor Naczelny - prof. mgr inż. Lesław Kędzierski**  
**Z-ca Redaktora Naczelnego - doc. dr inż. Krystyn Plewko**

**Redaktorzy działów:**

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

**Adres Redakcji:**

**Instytut Łączności**

**Branżowy Ośrodek**

**Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej**

**Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1**

**NA PRAWACH REKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO**

---

**Redaktor: mgr K. Juszkiewicz**

**Montaż tekstu: E. Milkiewicz**

**Dział Wydawniczy Instytutu Łączności**  
**Format B5. Nakład 570. Wpłynęło do**  
**Działu Wydawniczego 6.VI.1980 r.**  
**Druk ukończono w lipcu 1980 r.**

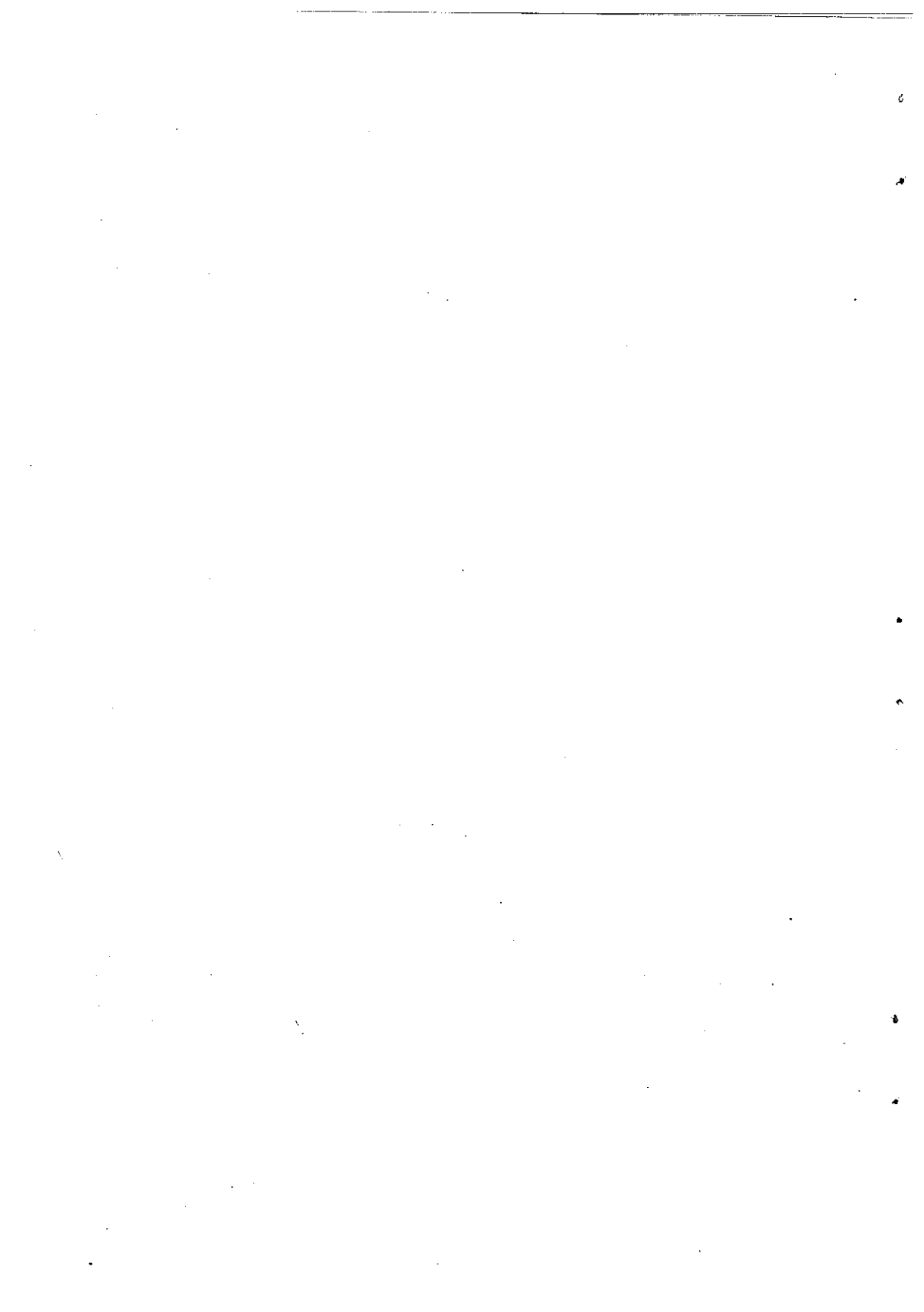
Aleksander Orłowski

INFORMACJA RADIOWA DLA KIEROWCÓW  
- PRZEGLĄD SYSTEMÓW

BIBLIOTEKA  
Instytutu Łączności  
Nr .....

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp	1
2. Przegląd systemów radiofonicznej transmisji informacji dla kierowców	6
2.1. Zarys historyczny	6
2.2. System holenderski	8
2.3. System opracowany w RFN	11
2.4. System brytyjski	20
3. Rozwój radiowej informacji dla kierowców w Polsce	25
Wykaz literatury	30



INFORMACJA RADIOWA DLA KIEROWCÓW  
- PRZEGLĄD SYSTEMÓW

1. WSTĘP

W większości wysoko uprzemysłowionych krajów wzrost liczby eksploatowanych pojazdów samochodowych wyprzedza tempo rozbudowy tras komunikacyjnych i coraz bardziej utrudnia ruch na ulicach miast i drogach. Sytuacja taka potęguje zagrożenie dla osób kierujących pojazdami i ich pasażerów na skutek wzrostu prawdopodobieństwa wypadku/kalectwo lub śmierć/, a ponadto jest przyczyną utrzymującego się stale silnego obciążenia psychicznego, stresów oraz przemęczenia kierowców. Jednocześnie podnoszone w ostatnich latach ceny paliw zmuszają społeczeństwa wszystkich krajów do ich oszczędzania, między innymi poprzez poprawę płynności ruchu, skrócenia czasu jałowego biegu silników w trakcie postojów na skrzyżowaniach lub w ulicznych "korkach". Już w 1973 roku, przy znacznie niższych niż obecnie cenach, szacowano w Wielkiej Brytanii, że w ekali roku można by uzyskać oszczędności rzędu 40 mln £ zmniejszając liczbę wypadków drogowych tylko o 10%, a podobne kwoty można by oszczędzić redukując czas podróży o 1 min w czasie 1 godziny.

Zmniejszenie liczby wypadków i złagodzenie ich skutków, zwiększenie poczucia bezpieczeństwa u kierujących pojazdami, oszczędność paliw i sprawność transportu stanowią łącznie czynniki powodujące rozbudowywanie systemów sterowania ruchem drogowym. Prócz powszechnie znanych sposobów przekazywania informacji, nakazów i zakazów za pośrednictwem znaków drogowych, sygnalizatorów świetlnych na skrzyżowaniach lub słownych sygnałów dawanych przez osoby kierujące ruchem, w miarę rozwoju motoryzacji wyłania się potrzeba zna-

leżenie systemu komunikacyjnego ze najniższą jednokierunkową łącznością z kierownictwem pogotowia znajdujących się na trasie zagrożonej wytopieniem niebezpieczeństwa. Wymienionemu celowi służyć miały również nadawane w programach radiowych audycje, których treść zawierała wiadomości o stanie ważniejszych dróg i prognozy pogody, służące przede wszystkim dla kierowców ostrzeżenie o możliwości wytopienia opadów, mgły lub oblodzenia.

Wszystkie wspomniane wyżej środki techniczne, wykorzystywane w procesie informowania kierowcy, nie umożliwiają jednak pełnego i operatywnego dostarczenia treści informacji dostarczonej dla kierowcy do dynamiki zmian sytuacji na drogach. Bowiem obok zdarzeń, które można przewidzieć, zmieniających się powoli lub wytopujących przez dłuższy czas i na dużym obszarze, pojawiają się bardzo często sytuacje wymagające szybkiej reakcji uczestników ruchu na drodze. Wiadomość o zaistnieniu takich warunków ma z natury rzeczy charakter lokalny, gdyż dotyczy przede wszystkim odcinków dróg sąsiadujących z miejscem, w którym nastąpiły zakłócenia ruchu samochodów. Np. jest to informacja o zablokowaniu przez uszkodzone pojazdy określonego skrzyżowania lub odcinka ulicy pełniącego rolę magistrali pomiędzy dwiema dzielnicami miasta wraz ze wskazaniem zaleconej trasy zastępczej. Nadawanie komunikatu o tej treści bezpośrednio po wypadku pozwoli uniknąć narastającego zamieszania i wydłużających się kolumn samochodów, które usknęły bez możliwości manewru: skrętu, zawrócenia blokując coraz dłużej odcinki ulicy. Natomiast emleja tej samej wiadomości w audycji pojawiającej się o przewidzianej regulaminem redakcji godzinie, w ogólnokrajowym programie dla kierowców, nawet gdyby była możliwa ze względów organizacyjnych /problem przesłania komunikatu do redakcji z różnych kierunków i różnych miast/, byłaby po pierwsze znacznie opóźniona - przeważnie już nieaktualna, a po drugie zaginęłaby wśród podobnych wiadomości dotyczących wielu innych miejsc niebezpiecznych na terenie danego kraju.

W związku z powyższym specjalistoi zajmujący się ruchem drogowym rozróżniają dwa rodzaje - stopnie informacji przeznaczonych do sterowania ruchem drogowym:

- informację strategiczną, tj. dotyczącą dużych obciążeni i wolno zmieniających się sytuacji;
- informację taktyczną, tj. lokalną, mającą w znacznym stopniu charakter losowy.

Podział ten dotyczy również treści przekazywanych informacji drogą radiową. Do nadawania informacji o charakterze strategicznym w zasadzie wyetarczają kilkunutowe audycje w ogólnokrajowych programach radiofonicznych zawierające: prognozy meteorologiczne, komunikaty o stanie ważniejszych dróg itp. Jednak poprzestanie na dotychczasowym zakresie stosowania radiofonii w procesie przekazywania informacji dla kierowców i sterowania ruchem wiązałoby się, oprócz koniecznego zawężenia i opóźnienia przekazywanych wiadomości, także z innymi niedogodnościami. Przede wszystkim kierowca nie jest w sposób ciągły i jednoznaczny informowany czy stacja radiofoniczna, której program odbiera w ogóle nadaje interesujące go komunikaty. A jeśli rzeczywiście są one co pewien czas nadawane, to nie ma innego - oprócz ciągłego wsłuchiwania się w treść audycji - sposobu stwierdzenia, kiedy wiadomości przeznaczone dla tej grupy słuchaczy się rozpoczęły, a kiedy się kończą.

Niedogodność tę można w pewnym stopniu złagodzić nadając przed wiadomościami dla kierowców umowną sekwencję tonów harmonicznch - "melodyjkę" złożoną z kilku tonów. Zwraca ona uwagę słuchaczy na następującą później treść, a jednocześnie odpowiednio wyposażony odbiornik może identyfikować znaną, zaprogramowaną kolejność tonów i wg życzenia kierowcy automatycznie włączać odesłuch tylko następujących później komunikatów, a wyciszać inne, nadawane przez ten czas audycje [2].

Natomiast poszukiwanie sposobów przekazywania dla kierowców również informacji taktycznej zmusza instytucje zajmu-



jące się zagadnieniami radiofonii do opracowania innych, nowych systemów transmisji. Dopuszczenie często i losowo pojawiających się lokalnych wiadomości dotyczących ruchu drogowego w programie o dużym zasięgu, byłoby w warunkach wielu krajów w ogóle nie do zrealizowania, gdyż z punktu widzenia wąsko pojmowanych interesów towarzystw eksploatujących nadajniki jest to czas stracony. Ponadto taka organizacja nadawania wiadomości dla kierowców byłaby uciążliwa zarówno dla realizatorów programu, jak i dla słuchaczy nie interesujących się warunkami na drogach.

Studia nad wprowadzeniem ujednoliconego, specjalnego systemu przekazywania informacji drogowej o charakterze taktycznym rozpoczęto w Europie Zachodniej na początku lat siedemdziesiątych. Wyróżniono przy tym dwa rodzaje tej informacji: road based, tj. związaną z ulicą czy autostradą oraz area based, tj. związaną z określonym obszarem, regionem.

Do grupy "road based" zaliczają się wszystkie środki sterowania sygnalizatorami ulicznymi oraz urządzenia przekazujące do odbiorników zainstalowanych wewnątrz samochodów określone sygnały lub wskazówki za pośrednictwem przewodów ułożonych pod jezdnią lub przez pętle indukcyjne [4, 8, 16, 20]. Zagadnienia związane z tą grupą systemów informacji drogowej badała grupa robocza R 24 CEPT /Komitetu Europejskiego Poczty i Telegrafii/.

Systemami klasyfikowanymi jako "area based" zajmowała się natomiast podgrupa K4 EBU /Europejskiej Unii Radiofonicznej/ począwszy od 1972 roku. Zespół ten sformułował w 1973 r. listę wymagań, które w miarę możliwości powinny spełniać systemy radiofonicznego, tj. ogólnodostępnego i jednokierunkowego komunikowania się z kierowcami [16].

Pierwsze oczywiste założenie wymaga, aby system akceptowany jako standardowy system EBU był możliwy do przyjęcia i jednolitego stosowania, w sensie wykorzystania takich samych odbiorników, na terenie wszystkich zainteresowanych krajów. Poza tym pożądane są następujące cechy:

- a/ system powinien zapewniać pełne pokrycie obszarów, na których przekazywanie informacji dla kierowców jest potrzebne;
- b/ system powinien dostarczać co najmniej informacji strategicznej dla kraju i regionów /okręgów/;
- c/ zdolność przekazywania informacji taktycznej powinna być celem rozwoju tego systemu;
- d/ koszty nadawania powinny być małe, przede wszystkim koszty inwestycyjne na nowe środki techniczne i organizację systemu;
- e/ koszty odbioru powinny być małe, tj. cena specjalnych odbiorników lub przystawek do odbiorników radiofonicznych;
- f/ system powinien charakteryzować się możliwością przesyłania informacji w kilku językach - ważne zarówno dla państw wielonarodowościowych: Szwajcaria - trzy języki urzędowe, Belgia - dwa języki; jak i ze względu na transytowe przewozy towarów i turystykę;
- g/ ograniczenia w nadawaniu normalnego programu radiofonicznego powinny być minimalne;
- h/ pożądane jest lepsze wykorzystanie pasm częstotliwości przydzielonych radiofonii /np. poprzez zwielokrotnienie częstotliwościowe kanału nadajnika/;
- i/ do decyzji kierowcy należy pozostawić swobodę wyboru programu i sposób korzystania z niego, a jednocześnie obsługa odbiornika powinna być prosta - z minimalną liczbą manipulacji rozpraszających uwagę kierowcy;
- j/ odbiór powinien być możliwy zarówno w samochodzie, jak i za pomocą radiofonicznych odbiorników domowych.

Nie wszystkie ww. wymagania można spełnić jednocześnie przyjmując jedną koncepcję systemu. Staże się to jasne po uwzględnieniu faktów, że w wielu państwach Europy eksploatacją radiofonii zajmuje się kilka towarzystw, a prócz te-

go stopień rozwoju sieci nadajników ultrakrótkofalowych jest w tych krajach różny i różną są tradycje słuchania programów radiofonicznych. Różny jest też udział - wśród posiadanych przez kierowców odbiorników - aparatów samochodowych wyposażonych w zakres fal ultrakrótkich. Sprze- czności interesów narodowych pojawiły się już na wstępie prac EBU nad zagadnieniem informacji dla kierowców. Wyra- zem ich były i się nadal zastrzeżenia reprezentującej Wiel- ką Brytanię radiofonii BBC odnośnie koncepcji opracowanych w Holandii i RFN, zakładających wykorzystanie dla emisji omawianych programów istniejących sieci radiofonicznych nadajników ultrakrótkofalowych.

## 2. PRZEGLĄD SYSTEMÓW RADIOFONICZNEJ TRANSMISJI INFORMACJI DLA KIEROWCÓW

### 2.1. Zarys historyczny

Jak już wspomniano, kraje należące do Europejskiej Unii Radiofonicznej podjęły próby standaryzacji radiofonicznego systemu przesyłania informacji dla kierowców na początku lat siedemdziesiątych.

Wymieniona grupa robocza EBU zajęła się przede wszystkim badaniem dwóch systemów, które były w tym czasie technicz- nie zaawansowane, tj. systemami opracowanymi w Holandii i RFN. W obydwóch wymienionych systemach do transmisji komu- nikatów dla kierowców wykorzystano istniejące radiofonicz- ne nadajniki ultrakrótkofalowe, pracujące z modulacją czę- stotliwościową, włączając z założenia emisję programów ste- reofonicznych przez te same nadajniki. Nieco później zgło- szona została także propozycja brytyjska radia BBC zakłada- jąca budowę - w celu zorganizowania systemu informacji dla kierowców - specjalnej sieci nadajników średniofalowych pracujących na wspólnej częstotliwości roboczej z czaso-

wym, w określonej kolejności, włączeniem każdego z nadajników do pracy.

Poczynając od 1973 roku EBU zaproponowała dla radiofonii dysponujących rozwiniętą siecią nadajników UKF-FM stosowanie systemu opracowanego w RFN, a nazywanego w skrócie ARI /niem. Autofahrer Rundfunk Information/. Jednocześnie BBC kontynuowała eksperymenty i studia nad swoim systemem nazywanym później CERFAX. Prace te uzasadnione były w warunkach Wielkiej Brytanii następującymi czynnikami:

- wąszym zakresem częstotliwości przeznaczonym w tym kraju dla radiofonii ultrakrótkofalowej, tj. 88,1 ÷ 97,4 MHz /dla porównania w RFN 87,5 ÷ 104 MHz/;
- względnie małą liczbę nadajników pracujących w tym paśmie;
- tradycją korzystania z programów nadawanych na falach średnich i długich;
- małą liczbę odbiorników samochodowych wyposażonych w zakres UKF /ok. 5% ogólnej liczby/, co jest bezpośrednim skutkiem trzech uprzednio wspomnianych przyczyn.

Wymienione względy stworzyły przesłanki techniczne i ekonomiczne do rozbudowy w warunkach Wielkiej Brytanii systemu opartego o wydzieloną sieć nadajników średniofalowych.

Poniżej będą przedstawione tylko trzy koncepcje systemów radiofonicznej informacji dla kierowców: holenderska, niemiecka oraz brytyjska, rozważone zostaną także różne aspekty techniczne i ekonomiczne określające możliwość stosowania tych systemów. W opracowaniu - ze względu na ograniczoną objętość - pominięto natomiast np. opisy systemów "road based", w których wymiana informacji pomiędzy kierowcą a centralą sterowania ruchem odbywa się z wykorzystaniem pola elektromagnetycznego wzbudzanego przez pętle indukcyjne ułożone pod jezdnią autostrad /por. [20]/. Nie omówiono także różnych systemów alarmowych, np. przedstawionego w artykule [4] systemu sygnalizującego z centrali dyspozycyj,

nej kierownic karatek pogotowia ratunkowego groźne kolizje pojazdów. Znaczenie tego rodzaju systemów stale wzrasta, zwłaszcza w rejonach o bardzo dużym natężeniu ruchu /np. Zagłębie Ruhry w RFN/, a doświadczenia zdobyte przy ich opracowaniu i eksploatacji peszują prawdopodobnie w przyszłości do opracowania systemów automatycznego sterowania ruchem drogowym, eliminujących w znacznej mierze udział decyzyj człowieka w procesie kierowania pojazdem na autostradach.

## 2.2. System holenderski [2, 13, 16, 18]

W systemie opracowanym w Holandii, poza pasmem sygnału stereofonicznego sterującego nadajnik ultrakrótkofalowy pracujący z modulacją częstotliwości, przewidziano początkowo osiem kanałów do przesyłania informacji na dodatkowych podnośnych. We wszystkich kanałach zastosowano modulację jednowstęgową z wyklumioną falą nośną i górną wstęgą, tj. modulację A3 D wg oznaczeń CCIR.

Pasm częstotliwości pomiędzy  $53 \pm 60$  kHz oraz  $71 \pm 80$  kHz, czyli o częstotliwościach zbliżonych odpowiednio do trzeciej i czwartej harmonicznej pilota, nie wykorzystano, aby zmniejszyć prawdopodobieństwo zakłóceń programów radiofonicznych powstających w niektórych typach dekoderów sygnału stereofonicznego. Przykład widma złożonego sygnału modulującego w opisanym systemie przedstawia rys. 1<sup>x/</sup>.

Uwzględniając zalecenie CCIR nr 450, ograniczające dewiację nośnej nadajnika spowodowaną dodatkowymi sygnałami do 10% dewiacji maksymalnej, w pierwotnie proponowanej wersji systemu otrzymano dewiację przypadającą na każdy z kanałów dodatkowych mniejszą niż 1 kHz, co absolutnie nie gwarantowało odpowiednio wysokiego stosunku sygnał-szum na wyjściu urządzenia odbiorczego. W następstwie tego zmniejszono liczbę dodatkowych kanałów do dwóch - na podnośnych 72 kHz i 84 kHz. W trakcie dalszych szczegółowych badań

x/ Rysunki zamieszczone na końcu artykułu.

przydatności takiego systemu do transmisji komunikatów dla kierowców stwierdzono [2, 16], że mimo tak wybranych częstotliwości podnośnych w niektórych typach dekodery stereofonicznych powstają zauważalne zakłócenia odbioru audycji transmitowanej w kanale podstawowym, a w najbardziej niekorzystnych przypadkach stosunek sygnał-zakłócenie spada do ok. 30 dB.

Jednocześnie, na skutek nieliniowości toru wzmocnienia odbiornika, kanały dodatkowe są zakłócone przesłuchami z kanałów podstawowych tak, że stosunek mocy /sygnału + szumu + zakłócenia/ do mocy /szumu + zakłócenia/, czyli tzw. SIAND, ma wartość w przeciętnych warunkach w granicach  $10 \pm 20$  dB. Próby w samochodzie podczas ruchu wykazały, że dostateczną zrozumiałość transmisji w kanale dodatkowym otrzymuje się tylko wtedy, gdy odbiór sygnału monofonicznego oceniany jest jako dobry lub bardzo dobry, tzn. przy dużym natężeniu pola sygnału UKF na trasie pojazdu.

Porównując te rezultaty z listą ogólnych wymagań na radiofoniczny system informowania kierowców można orzec, że system ze zwielokrotnieniem częstotliwościowym nadajnika stereofonicznego, z zastosowaniem modulacji jednowstęgowej w kanałach dodatkowych i przy uwzględnieniu ograniczenia dewiacji dla tych kanałów do wartości 10% maksymalnej dewiacji nośnej nadajnika, nie spełnia niektórych spośród tych wymagań, a mianowicie:

- Zasięg informacji dodatkowej jest mniejszy niż podstawowego programu, stąd do uzyskania pełnego pokrycia obszaru całego kraju siecią informacji drogowej konieczne byłyby dodatkowe nadajniki /nowe lokalizacje obiektów nadawczych, ponowne planowanie rozdziału częstotliwości i mocy promieniowanej nadajników/. Choć z drugiej strony, pracujące obecnie nadajniki lokalizowane są zwykle w pobliżu skupisk ludności, a więc w tych miejscach, gdzie ruch drogowy jest najbardziej intensywny i gdzie istnieją największe potrzeby w zakresie przesyłania informacji dla kierowców.

- W niektórych typach odbiorników radiofonicznych sygnały dodatkowe w zauważalnym stopniu interferują z sygnałem stereofonicznym, co wynika z właściwości zastosowanych dekodery stereo.
- Demodulator dla dodatkowego kanału z modulacją jednowętową jest stosunkowo drogi. Konieczny jest, np. kwarcowy generator odtwarzający częstotliwość podnośnej lub syntezer odtwarzający częstotliwość na podstawie częstotliwości pilota, ponadto elektromechaniczny filtr pasmowy wydzielający pasmo pożądanej wstęgi.
- Demodulator zwłaszcza w profesjonalnym wykonaniu [13] ma rozmiary umożliwiające w zasadzie eksploatację tylko w warunkach stacjonarnych.

Natomiast jako niewątpliwe zalety przedstawionego systemu można przyjąć przede wszystkim przesyłanie wiadomości dodatkowych poza pasmem programu radiofonicznego oraz możliwość równoczesnej transmisji w dwóch językach.

Schemat blokowy modulatora podnośnej typu SCM 11, wyprodukowanego przez firmę C.N.Rood z Holandii [13], stanowiącego wyposażenie nadajnika dla jednego z dodatkowych kanałów przedstawiono na rys. 2. Układ zawiera separujący wzmacniacz wejściowy /1/ dostosowany do podłączenia typowego asymetrycznego toru o poziomie +6 dBm. Następnie poprzez filtr dolnoprzepustowy /2/ o częstotliwości granicznej ok. 3,4 kHz sygnał jest podawany na jedno z wejść zrównoważonego modulatora /3/. Jednocześnie na drugie wejście tego modulatora jest podawane napięcie z generatora /7/ o częstotliwości stabilizowanej kwarcem równej odpowiednio: /64,68,72,84,88, 92, 96, 100/ kHz. Powstający dwuwętowy sygnał z wytłumioną nośną po wzmocnieniu we wzmacniaczu /4/ jest poddawany filtracji za pomocą filtra pasmowoprzepustowego /5/ tłumiącego górną wstęgę modulacji i po wzmocnieniu we wzmacniaczu /6/ przechodzi na wyjście urządzenia.

Z kolei na rys. 3 przedstawiono schemat blokowy demodulatora podnośnej typu SCD 11, wyprodukowanego również przez

wymienioną wyżej firmę [13]. Wejście tego urządzenia należy połączyć z demodulatorem częstotliwościowym w odbiorniku. Sygnał jest wzmacniany wstępnie we wzmacniaczu /1/, a następnie podawany na filtr pasmowoprzepustowy /2/ wydzielający pasmo pożądanego kanału. Filtr ten, podobnie jak filtr /5/ na rys. 2, wykonano jako filtr elektromechaniczny. Sygnał jednowstęgowy jest następnie przesuwany do pasma naturalnego za pomocą demodulatora /3/, sterowanego napięciem o częstotliwości podnośnej z generatora /7/. Po wstępnym wzmocnieniu /4/ i filtracji /5/ składowych leżących poza pasmem sygnału na wyjściu wzmacniacza /6/ uzyskuje się napięcie akustyczne.

### 2.3. System opracowany w RFN [2,5,8,9,12,16,17]

Jak już wspomniano, opisując próby z systemem holenderskim, różne procesy zachodzące przede wszystkim w dekodery sygnału stereofonicznego - a związane z przełączeniem sygnału złożonego zawierającego dodatkową podnośną przez zwykle odkształcone /zawierające harmoniczne/ napięcie o częstotliwości podnośnej 38 kHz, a także inne zjawiska związane z odtwarzaniem fazy tonu pilota w dekoderych z pętlą fazową - powodują powstanie wielu tonów interferencyjnych zakłócających podstawową transmisję. Z tego względu wykorzystana do przesyłania sygnałów dodatkowych podnośna, jeżeli w ogóle ma być emitowana obok sygnału stereofonicznego, powinna mieć częstotliwość dokładnie równą harmonicznej tonu pilota, korzystnie 57 kHz ze stałą fazą. Bowiem tylko wtedy różnica częstotliwości pomiędzy podnośną, a harmoniczną pilota wynosi zero, a powstająca w wyniku nieliniarności odbiornika składowa stała nie zakłóca programu stereofonicznego. Udowodniono przy tym, że - ze względu na fazę odtwarzanego napięcia pilota i maksymalną dewiację sygnału nadawanego - odpowiednie przejścia przez wartość zerową napięcia pilota i napięcia podnośnej 57 kHz powinny następować w tej samej chwili i mieć ten sam kierunek. Dalesze ba-



dania przeprowadzone w RFN wykazały, że stosunkowo najmniej zakłócenia powoduje dwuwęstęgowa modulacja amplitudowa tej podnośnej [2, 12].

Biorąc pod uwagę wspomniane zalecenie CCIR ograniczające dewiację nośnej nadajnika dla sygnałów dodatkowych do 10% maksymalnej dewiacji, należy stwierdzić, że stosując modulację amplitudową podnośnej nie należy /podczas przerwy modulacji/ przeznaczać więcej niż 5% dewiacji nadajnika dla tej podnośnej. Przypiężnieniu obu wymienionych warunków odnośnie fazy i amplitudy podnośnej 57 kHz łączna dewiacja nadajnika /bez modulacji podnośnej/ wywołana przez sumę dwóch fal wynosi ok. 10,9%, a więc niewiele więcej niż dla tonu pilota. Ilustrację tych zależności przedstawiono na rys. 4. Jednakże również i tego rodzaju modulacja, zwłaszcza po przesłaniu sygnału przez tor radiowy, powoduje powstanie na skutek niedokonałości niektórych typów dekode-rów sygnału stereofonicznego, szczególnie zawierających pętlę fazową, charakterystycznych przesłuchów międzykanałowych słyszalnych w kanale biernym. Do tej grupy dekode-rów zalicza się np. powszechnie stosowane, ze względu na prostotę strojenia i dobre parametry, układy scalone MC 1310 P /Motorola/ i SN 76115 /Texas/ itp.

Świadomość tego zmusiła wprawdzie producentów scalonych dekode-rów do opracowania następnej generacji układów jak np. [5] typu TCA 4500 /Motorola/ nieczułego na interferencje na częstotliwości 114 kHz /3 harmoniczna podnośnej sygnału stereofonicznego/oraz typu TCA 4500 A nieczułego ponadto na sygnały o częstotliwości 57 kHz. Nie zmienia to jednak faktu, że aparaty również klasy Hi - Fi zawierające "wrażliwe" dekodery są w wielu krajach wciąż produkowane i stanowią znaczny procent wszystkich eksploatowanych obecnie odbiorników stereofonicznych. A w związku z tym wprowadzenie podnośnej 57 kHz do sygnału modulującego nadajnik spowoduje zauważalne pogorszenie jakości odbioru.

Przy opracowaniu w RFN systemu ARI przesyłania informacji o ruchu drogowym założono, że komunikaty dla kierowców

będą przesyłane w podstawowym kanale radiofonicznym nadajników pracujących na falach ultrakrótkich z modulacją częstotliwościową, a jednocześnie sygnał modulujący nadajnik przeznaczony do emisji tych informacji zarówno podczas ich nadawania, jak i w czasie normalnego programu zawiera modulowaną amplitudowo podnośną 57 kHz, przeznaczoną do przesyłania dodatkowych sygnałów służących - do identyfikacji nadajnika wykorzystywanego do emisji specjalnych wiadomości, oraz do stwierdzenia faktu nadawania tego programu.

W wyniku badań porównawczych różnych pierwotnych wersji systemu wykorzystującego do cechowania nadajników modulowaną amplitudowo podnośną 57 kHz przyjęto ostatecznie wymagania techniczne [2, 12] opisujące eksploatowany obecnie w RFN i kilku sąsiednich krajach sposób nadawania komunikatów dla kierowców. A więc w każdym regionalnym ośrodku radiofonicznym UKF pracującym w wieloprogramowej sieci, dodatkowym sygnałem oznaczającym specjalne przeznaczenie /np. do emisji komunikatów dla kierowców/ cechowany jest sygnał modulujący częstotliwościowo nośną tylko jednego nadajnika. Tym podstawowym sygnałem cechującym jest podnośna 57 kHz, której identyfikacja potwierdza dostrojenie odbiornika do częstotliwości nadajnika wykorzystywanego w opisywanym systemie.

Przyjęto:

- Tolerancję częstotliwości podnośnej dla nadajnika monofonicznego w granicach  $\pm 6$  Hz.
- Tolerancję częstotliwości podnośnej dla nadajnika stereofonicznego określono jako warunek stałej fazy podnośnej względem tonu pilota /19 kHz/. Przyjętej w ten sposób, że odpowiednie przejścia przez wartość zerową napięcia pilota i napięcia podnośnej następują w tej samej chwili i mają ten sam kierunek.
- Dewiację nośnej nadajnika wywołaną podnośną ograniczono do 5% maksymalnej dewiacji /bez modulacji/. Przyjmując przy tym tolerancję dewiacji: +10% - 0%.

Zastosowano dwuwętową amplitudową modulację podnośnej do głębokości  $m \leq 90\%$ . Przy tym wyłącznie podczas trwania komunikatu podnośna jest modulowana amplitudowo tonem 125 Hz do głębokości  $m = 30 \pm 5\%$ , który ułatwia zautomatyzowanie pewnych funkcji w odbiorniku. Określono tolerancję częstotliwości tonu 125 Hz  $\pm 0,5$  Hz lub zalecono ton ten uzyskać metodą podziału z częstotliwości 57 kHz.

Dla rozróżnienia sygnałów zawierających podnośną 57 kHz, pochodzących od różnych nadajników, wprowadzono modulację amplitudową podnośnej każdego z tych nadajników jednym z sześciu tonów, przy czym częstotliwości cechowania obszarów dla sąsiadujących ze sobą regionów muszą być różne. Głębokość modulacji  $m = 60 \pm 5\%$ .

Tolerancję częstotliwości tonów cechowania obszaru określono zalecając uzyskanie wymaganych częstotliwości drogą podziału częstotliwości 57 kHz /względnie 19 kHz/ w stosunku podanym w tablicy 1.

Tablica 1

Częstotliwości modulujące podnośną 57 kHz						
Obszar	A	B	C	D	E	F
Częstotliwość Hz	23,75	28,77	34,93	39,58	45,67	53,98
Krotność podziału częst. 19 kHz/32	25	21	17	15	13	11

Częstotliwości oznaczania obszaru są tak wybrane /równoodległe w logarytmicznej skali częstotliwości/, że obwody selekcji po stronie odbiorczej przy jednakowej dobroci wykazują podobne tłumienie sąsiednich częstotliwości. Np. przy dobroci większej od 20 otrzymuje się ponad 15 dB tłumienia. Następnie należy wskazać, że najniższa z wymienionych częstotliwości /23,75 Hz/ leży powyżej częstotliwości zmian natężenia pola wielkiej częstotliwości wynikających z występowania fal stojących na trasie pojazdu.

Blok stanowiący specjalne wyposażenie odbiornika radiofonicznego przystosowanego do odbioru komunikatów nadawanych w systemie ARI może składać się więc zasadniczo z trzech układów przeznaczonych do:

- identyfikacji podnośnej 57 kHz, co wykorzystuje się do sygnalizacji odbioru stacji nadającej ARI;
- wykrywania częstotliwości 125 Hz modulującej podnośną, co oznacza sygnalizację nadawania komunikatu dla kierowców;
- wykrywania jednej z sześciu częstotliwości cechowania obszaru modulującej podnośną, co wykorzystuje się do identyfikacji regionu, dla którego przeznaczona jest informacja taktyczna.

Do zdekodowania zdemodulowanych sygnałów małej częstotliwości możliwe są następujące metody:

- wydzielenie za pomocą obwodów selektywnych, tj. selekcja w dziedzinie częstotliwości;
- wydzielenie za pomocą układu z pętlą fazową, również selekcja częstotliwościowa;
- ocena częstotliwości na podstawie pomiaru okresu drgań, tj. selekcja w dziedzinie czasu.

Pierwsza z wymienionych metod zapewnia największą czułość dekodera; jednakże im większa selektywność /dobroć/ obwodów, tym dłuższy czas ustalania odpowiedzi obwodu na pobudzenie. Może to powodować trudności - niepewne działanie układów identyfikacji w czasie procesu ręcznego dostrajania odbiornika.

Metoda druga gwarantuje względnie korzystny kompromis pomiędzy selektywnością i czasem ustalania synchronizacji. Jednakże w nieprzychylnych warunkach, jeżeli napięcie oscylatora i sygnału mają przeciwne fazy w momencie włączenia, czas ten wynosi ok. 0,3 s, co również oceniono jako okres zbyt długi dla układów identyfikujących częstotliwość ce-

chowania obciążaru, ale wystarczającej dla układu wykrywającego częstotliwość 125 Hz wysyланą podczas trwania komunikatu.

Schemat blokowy fragmentu dekodera zawierającego pętlę fazową przedstawia rys. 5. Na rysunku tym oznaczono symbolami:  $\Delta \varphi$  - detektor fazy - porównujący fazę napięcia wejściowego z fazą napięcia z generatora przestrajanego napięciem VCO; K - komparator porównujący napięcie na wyjściu filtra dolnoprzepustowego z napięciem wzorcowym. Na wyjściu komparatora uzyskuje się sygnał binarny tak/nie, określający wynik procesu dekodowania zadanej częstotliwości.

Selekcja w dziedzinie czasu polega na dyskretnym pomiarze długości okresu /praktycznie zwykle półokresu/ drgań badanego przebiegu, przy czym najmniejszy krok pomiarowy powinien być mniejszy od najmniejszej różnicy długości okresów nierezonnych częstotliwości. Pomiar można przeprowadzić np. stosując układ zawierający dwa wyzwalone zboczem przebiegu wejściowego generatory pojedynczych impulsów i bramkę iloczynu logicznego, przedstawiony na rys. 6. Oczywiście pierwszy z generatorów widoczny na tym rysunku może być zastąpiony licznikiem, generującym na wyjściu impuls o długości równej zaprogramowanej liczbie impulsów wzorcowych.

Techniczne możliwości systemu ARI stwarzają kilka możliwych wariantów specjalnego odbiornika dla kierowców, które ze wzrostem ceny dają zwiększenie komfortu w następującej kolejności:

- dekoderek rozpoznaje, czy odbierana stacja nadaje komunikaty dla kierowców - wykrycie częstotliwości 57 kHz, jedna funkcja;
- dekoderek rozpoznaje stację nadającą w systemie ARI oraz wskazuje trwanie komunikatu, może komutować tor małej częstotliwości odbiornika wyłączając lub nie, zależnie od życzenia użytkownika, inne audycje po zakończeniu wiadomości dla kierowców; działanie polega na wykryciu częstotliwości 57 kHz i modulującego tonu 125 Hz, dwie funkcje;

- dekodery: rozpoznaje stację nadającą w systemie ARI oraz obczar, poprzez wykrycie oprócz podnośnej, jednej z sześciu częstotliwości zaprogramowanych przełącznikiem, dwie funkcje;
- dekodery: rozpoznaje regionalną stację w opisywanym systemie oraz rozpoczęcie komunikatu, trzy funkcje;
- jak wyżej, przy czym obwód poszukiwania częstotliwości 57 kHz jest sprzęgnięty z układami automatycznego dostrajania odbiornika do stacji, cztery funkcje - automatyka.

Przykład dekodera firmy Blaupunkt [2, 9] stanowiącego dodatkowe wyposażenie /przystawkę/ do typowego odbiornika samochodowego z zakresem fal ultrakrótkich przedstawiono na rys. 7.

Opisywany układ spełnia trzy funkcje:

- wykrywa podnośną 57 kHz /ARI/;
- identyfikuje zaprogramowaną za pomocą klawiatury częstotliwość cechowania /region/, jednego z sześciu obczarów;
- rozpoznaje częstotliwość 125 Hz nadawaną podczas trwania audycji dla kierowców /komunikat/.

Po wciśnięciu klawisza /RD/ zostają zwarte styki przełącznika /W/ i aparat funkcjonuje jak odbiornik radiowy bez opisywanej przystawki. Wciśnięcie klawisza /SK/ powoduje, że odbiornik pracuje tylko wtedy, gdy odbierana jest stacja, której sygnał modulujący zawiera podnośną 57 kHz. Wciśnięcie klawisza obszaru np. /A/ powoduje, że wyłącznik /W/ jest zwiezieran, gdy odbiornik jest dostrojony do regionalnej stacji, cechowanej tonem modulującym 23,75 Hz, a przy tym stan dostrojenia sygnalizuje lampka /L/. Najbardziej wyszukany sposób działania układu, ale pozwalający w pełni wykorzystać walory systemu, powoduje wciśnięcie klawisza /DK/ bowiem tor małej częstotliwości odbiornika włączony jest tylko podczas przesyłania komunikatów przez regionalny nadajnik.

Wyjaśnienie działania poszczególnych układów na rys. 7 nie nastręcza trudności. Modulowana podnośna 57 kHz jest wydzielana za pomocą filtra pasmowoprzepustowego, następnie wzmocniona i poddawana procesowi detekcji amplitudowej. Wartość średnią napięcia z detektora wykorzystano do sterowania układem progowego w torze "ARI stacja".

W układzie rozpoznającym częstotliwość 125 Hz zastosowano kaskadowe połączenie filtra pasmowoprzepustowego z demodulatorem zawierającym pętlę fazową /por. rys. 5/ oraz z układem progowym toru "Komunikat".

W układzie identyfikującym częstotliwość obszaru zastosowano zasadę dyskryminacji czasowej. Napięcie podane na ten układ jest wstępnie filtrowane, w celu eliminacji zakłóceń powodowanych przez sygnał radiofoniczny oraz przez wahanie amplitudy podnośnej 57 kHz podczas dostrajania odbiornika. Następnie wydzielone napięcie o częstotliwości modulującej jest podawane na wzmacniacz-ogranicznik formujący przebiegi prostokątne.

Każde narastające zbocze przebiegu wyzwala pracę generatora impulsów o częstotliwości ok. 297 Hz, które są zliczane za pomocą licznika. Bramka iloczynu pełni funkcję analogiczną, jak na rys. 6.

Opisując odbiorniki systemu ARI należy wspomnieć, że obecnie są produkowane specjalne układy scalone do odbiorników samochodowych pracujących w tym systemie [17]. Np. firma Siemens oferuje cztery układy, dwa w technologii bipolarnej: S 280 i S 281, służące odpowiednio: pierwszy jako dekodery stacji, drugi jako dekodery komunikatu i układ przełączania odtwarzacza kasetowego. Ponadto proponuje dwa układy w technologii MOS: - S 551 dekodery wiadomości z dodatkowymi możliwościami, jak sterowanie sygnalizacją prawidłowego dostrajania i układem alarmowym działającym, gdy pojazd opuści strefę zasięgu nadajnika; - S 552 dekodery obszaru.

Przystosowanie nadajnika stereofonicznego do emisji sygnałów systemu ARI nie wymaga dużych nakładów [9]. Chociaż poważne, dodatkowe obciążenie stanowią koszty ustawienia i

konserwacji znaków drogowych, informujących o częstotliwościach roboczych dla poszczególnych obszarów.

Schemat funkcjonalny dodatkowego wyposażenia nadajnika przedstawiono na rys. 8. Urządzenie zawiera trzy podstawowe bloki:

- układ odtwarzania podnośnej 57 kHz na podstawie napięcia o częstotliwości tonu pilota 19 kHz, wraz z modulatorem amplitudowym podnośnej;
- nastawiany dzielnik częstotliwości, który programowany jest zależnie od wymaganej częstotliwości cechowania obszaru;
- dzielnik częstotliwości pilota w stosunku 152/1 służący do uzyskania częstotliwości 125 Hz, którego wyjście łączone jest z wejściem modulatora tylko podczas trwania komunikatu.

W zasadzie przy prawidłowo dostrojonym odbiorniku, uwzględniając wspomniane na wstępie tego rozdziału zastrzeżenia odnośnie pewnych rozpowszechnionych typów dekodérów sygnału stereofonicznego, system ARI jest w pełni kompatybilny z istniejącymi systemami radiofonii ultrakrótkofalowej.

Skuteczność systemu wg badań Instytutu Radiotechnicznego w Hamburgu /podobne rezultaty otrzymała i grupa robocza EBU/ pozwala osiągnąć 98% prawdopodobieństwa przewidzianego rozpoznania strefy i transmisji komunikatu i mniej niż 0,1% błędnych zdarzeń na trasie 2000 km. Stwierdzono przy tym, że na odcinkach, gdzie prawdopodobieństwo zadziałania dekodera było mniejsze od 90% zrozumiałość transmisji monofonicznej była również w znacznym stopniu obniżona.

Niewątpliwym mankamentem systemu ARI jest fakt, że lokalne komunikaty dla kierowców przesyłane są zamiast programu radiofonicznego. Duża liczba wiadomości sterujących ruchem drogowym, często powtarzanych w kilku językach /w sezonie turystycznym/, może zdominować wykorzystanie nadajnika i jest uciążliwa dla słuchaczy nie zainteresowanych motoryza-



cję. Mimo tego przesyłanie komunikatów dla kierowców w paśmie radiofonicznym ma też swoje dobre strony - specjalne wiadomości może bowiem odbierać każdy użytkownik standardowego odbiornika radiofonicznego wyposażonego w zakres fal ultrakrótkich, chociaż w tym przypadku potwierdzenie prawidłowego dostrojenia odbiornika otrzymuje dopiero podczas trwania tego komunikatu /najmniej komfortowe wykorzystanie możliwości systemu/.

Zasięg transmisji łącznie z czułością dekodarów ARI jest równy zasięgowi programu radiofonicznego monofonicznego używanemu za pomocą odbiornika z typową prętową anteną zainstalowanego w samochodzie, co w krajach dysponujących rozwiniętą siecią nadajników ultrakrótkofalowych stwarza perspektywy szybkiego wdrożenia tego systemu, chociaż w pełni użyteczne w warunkach intensywnego ruchu są tylko specjalnie wyposażone odbiorniki ARI wymagające minimum manipulacji.

#### 2.4. System brytyjski [3, 6, 14, 15, 16]

W 1973 r. zatrudniony w radiu BBC inżynier R.S.Sanndall zaproponował dla obszaru Wielkiej Brytanii system przesyłania komunikatów dla kierowców, którego główna idea polegała na pokryciu kraju siecią około siedemdziesięciu specjalnych nadajników średniofalowych małej mocy pracujących na tej samej częstotliwości. Emisja komunikatów miała być prowadzona w systemie czasowego zwielokrotnienia wykorzystania tej wspólnej częstotliwości, poprzez kolejne wyłączenie do pracy tylko jednego z grupy nadajników, podczas gdy inne, zlokalizowane w sąsiedztwie, których zasięg w pewnym stopniu pokrywał się z zasięgiem nadajnika włączonego do pracy, dla uniknięcia interferencji byłyby wyłączone. W ten sposób na obszarze całej Wielkiej Brytanii mogłoby jednocześnie pracować 5-6 nadajników usytuowanych w dużej odległości od siebie - poza strefą interferencji.

W trakcie pierwszych prób stwierdzono, że identyfikacja nadajnika obsługującego dany obszar tylko na podstawie jed-

nego kryterium, tj. badania natężenia pola odbieranego sygnału jest niewystarczająca, z uwagi na fluktuacje tej wielkości podczas ruchu samochodu zwłaszcza w terenie zurbanizowanym. Spostrzeżenie to stanowiło podstawę kolejnej propozycji stwarzającej tzw. system pierścieniowy /ring system/.

Rozważmy fragment wyidealizowanej siatki nadajników informacji drogowej pracujących w systemie pierścieniowym przedstawiony na rys. 9. Jeżeli nadajnik  $N_0$  transmituje już od pewnego czasu komunikat, to pozostałe stacje  $N_1 \dots N_6$  są nadajnikami z pierścienia i powinny, zgodnie z zasadą zwielokrotnienia czasowego kanału pozostać wyłączone aż do zakończenia komunikatu.

Inna sytuacja ma miejsce przez pewien czas poprzedzający moment rozpoczęcia komunikatu, gdy nadajnik  $N_0$  zostaje włączony. W tym czasie powinno nastąpić przygotowanie odbiorców w samochodach znajdujących się w granicach zasięgu nadajnika do przekazywania wiadomości. W tym celu nadajnik  $N_0$  emituje sygnał "start", który polega na modulacji częstotliwościowej nośnej nadajnika, z dewiacją  $\pm 2$  kHz, tonem o częstotliwości 125 Hz przez czas ok. 0,5 sek. A jednocześnie pozostałe nadajniki przy obniżonej mocy wyjściowej są modulowane częstotliwościowo szumem, z dewiacją skuteczną 400 Hz, sygnał zablokowania /inhibit/. Po zakończeniu sygnału "start" nadajniki pierścienia zostają wyłączone, a nadajnik  $N_0$  transmituje komunikat wykorzystując amplitudową modulację nośnej z pasmem ograniczonym do  $\pm 3,4$  kHz. Po zakończeniu komunikatu nadajnik  $N_0$  powinien przez ok. 0,5 sek. nadawać sygnał zakończenia pracy "finisz", który uzyskano przez modulację częstotliwościową nośnej z dewiacją  $\pm 2$  kHz tonem 200 Hz. Opisane sygnały przedstawiono na rys. 10.

Znając sposób nadawania sygnałów wróćmy do sytuacji w sieci na rys. 9 i zbadajmy warunki odbioru w pojeździe  $P_1$  znajdującym się na skraju obszarów obsługiwanych przez  $N_0$  i  $N_2$ . Ponieważ natężenie pola wywoływane przez nośne nadajników może mieć w tym punkcie zbliżoną wartość, to - na

skutek efektu maskowania występującego w części FM odbiornika - sygnał "start" nadajnika  $N_0$  mógłby być zignorowany. Ale przy wybranych parametrach systemu /duży indeks modulacji -  $2 \text{ kHz}/125 \text{ Hz} = 16/$  z jednoczesnym "rozmyciem" przez szumową modulację sygnałów zakłócających fal nośnych uzyskano, np. przy stosunku sygnału użytecznego do sygnału nadajnika "pierścienia" na wejściu równym 4 dB poprawę tego stosunku na wyjściu do wartości ok. 30 dB. Jeżeli sygnałów zakłócających jest więcej, np. dla odbiornika w pojeździe  $P_2$ , to efekt maskowania również zapewni protekcję sygnału nadajnika  $N_0$ , ale o mniejszym stopniu.

W wyniku tych procesów w pierścieniowym systemie nadawanie i identyfikacja nadajnika lokalnego, a następnie przełączenie odpowiednich obwodów odbiornika na odbiór sygnałów informacji drogowej, następuje zależnie od wzajemnego stosunku sygnałów, a w stopniu znacznie mniej zależnym od bezwzględnej wartości natężenia pola.

Wykonane odbiorniki dla opisywanego sposobu przesyłania informacji z nadajnikami pracującymi w systemie pierścieniowym ze zwielokrotnieniem czasowym wykorzystania jednej częstotliwości roboczej, który nazwano w skrócie CERFAX mają postać przystawek do istniejących odbiorników samochodowych [3, 14]. Schemat blokowy takiego urządzenia oraz sposób podłączenia do odbiornika samochodowego ilustruje rys. 11.

Wymagane zmiany połączeń w stosunku do dotychczasowych sprowadzają się do rozwidlenia sygnału w obwodzie anteny oraz komutacji wejścia wzmacniacza małej częstotliwości pomiędzy wyjściem detektora odbiornika radiofonicznego a wyjściem detektora amplitudowego w demodulatorze przystawki.

Układ przystawki składa się ze wzmacniacza wielkiej częstotliwości, nastrojonego na częstotliwość  $f_k$  przydzieloną dla systemu informacji kierowców, którego wyjście połączone jest z detektorem amplitudowym oraz ogranicznikiem. Wyjście ogranicznika połączone jest z dyskryminatorem częstotliwości. Sygnały "start" lub "finisz", są wydzielone za pomocą filtrów pasmowprzepustowych. Sygnał "start" poprzez układ

progowy nastawia przerzutnik RS - element pamięci, którego stan kontroluje położenie wspomnianego przełącznika w obwodzie małej częstotliwości. Analogicznie sygnał "finisz" ka-  
euje przerzutnik i odłącza detektor przystawki po nadawaniu komunikatu dla kierowców.

Siatka nadajników do komunikatów dla kierowców nie musi oczywiście być tak regularna, jak to przedstawiono na rys.9. Projekt techniczny systemu przewiduje ich lokalizację w 72 miejscowościach, gdzie istnieją już inne stacje nadawcze należące do BBC. Dobierając moc promieniowania nadajników można, zdaniem twórców systemu, uzyskać dobre pokrycie terytorium Wielkiej Brytanii przynajmniej w tych regionach, gdzie gęstość zaludnienia i natężenie ruchu rzeczywiście wymagają informowania kierowców o bieżącej sytuacji na drogach.

W świetle tego co powiedziano o sposobie identyfikacji sygnału regionalnego /znajdującego się w najmniejszej odległości od pojazdu nadajnika/ jest jasne, że zwiększenie mocy nadajników "pierścienia" zmniejsza zasięg rozpoznawania nadajnika przesyłającego sygnał "start", a obniżenie ich mocy zwiększa ten zasięg. Eksperymenty pokazały, że w proponowanej strukturze sieci dla uzyskania częściowego nakładania się stref zasięgu poszczególnych nadajników, należy moc, nadajników "pierścienia" emitujących sygnał zablokowania /inhibit/ obniżyć o ok. 6-7 dB w stosunku do mocy nadajnika przesyłającego sygnał "start".

Moc promieniowana nadajnika przyjęta w założeniach nie przekracza na ogół 500 W. Nie przewidziano nadajników rezerwowych, gdyż luka w pokryciu terenu powstająca w następstwie uszkodzenia jednego z nadajników w znacznym stopniu zostaje samodzielnie uzupełniona wskutek zwiększenia zasięgu sąsiednich stacji. Wymagania dotyczące linearności i innych parametrów modulacji nie są wysokie, a przy tym wąskie -  
- 3,5 kHz pasmo modulacji AM i prosta modulacja FM nie nastręczają większych trudności technicznych. Nawet wymaganą regulację mocy wyjściowej można, stosując we wzmacniaczach

mocy wyłącznie elementy półprzewodnikowe, uzyskać z wysoką sprawnością i dużą niezawodnością.

Oceniając system CERFAX należy podkreślić raz jeszcze przesłanki, które stanowią podstawę decyzji o podjęciu prób tego rodzaju. Złożyły się na nie jednocześnie względnie słaby rozwój sieci nadawczej, radiofonii ultrakrótkofalowej, jak i liczby odbiorników wyposażonych w ten zakres.

System wymaga stosowania specjalnej sieci nadajników i specjalnych odbiorników /tzw. przystawka jest w gruncie rzeczy odbiornikiem zestrojonym na stałą częstotliwość i pozbawionym wzmacniania mocy małej częstotliwości/, toteż wdrożenie go wymaga wielu lat. Prócz nadajników, anten nadawczych, niezbędna jest rozwinęta /np. kablowa/ sieć synchronizująca oraz co najmniej jeden minikomputer do sterowania pracą systemu. Koszt nadawania będzie więc - przynajmniej w początkowym okresie, uwzględniając amortyzację urządzeń - duży.

Koszt dodatkowego wyposażenia odbiorników radiofonicznych lub odbiorników specjalnych jest niewielki i niewielkie są rozmiary tej przystawki, a mimo tego komfort porównywalny, jeśli nie większy od komfortu najbardziej skomplikowanego urządzenia do odbioru sygnałów ARI, gdyż zestrojony fabrycznie na częstotliwość roboczą systemu odbiornik poza włączeniem i zaprogramowaniem wg życzenia użytkownika do jednego z trzech rodzajów pracy: tylko radiofonia, radiofonia oraz komunikaty lub tylko komunikaty; nie wymaga żadnych dodatkowych manipulacji związanych z uzyskiwaniem komunikatów dla kierowców /w systemie ARI są regionalne częstotliwości, a więc niezbędne jest każdorazowe dostrajanie odbiornika do stacji, a przy tym trzeba śledzić oznakowania stref/.

Jako dalsze zalety tego systemu w stosunku do ARI można wymienić wykorzystanie jednej, wydzielonej częstotliwości roboczej, co daje oszczędność widma częstotliwości radiowych, a zarazem nie zakłóca dotychczasowego trybu realizacji programów radiofonicznych, nie powoduje przerw w tych programach na nadawanie wiadomości irytujących słuchaczy nie zainteresowanych warunkami ruchu.

System CERFAX stanowiłby więc realną podstawę do zbudowania radiofonicznego, tj. ogólnie dostępnego, a jednocześnie wydzielonego systemu ogólnieuropejskiego przekazywania informacji dla kierowców. Rozszerzenie go na inne, poza Wielką Brytanią, kraje z technicznego punktu widzenia jest możliwe, ale w najbliższym okresie nierealne, gdyż w wyniku obrad ostatniej Światowej Administracyjnej Konferencji Radiowej WARC 79 w Genewie<sup>x/</sup> w pasmie fal średnich /505 ÷ 526,5/ kHz przydzielonych w Regionie 1, zasadniczo radiokomunikacji morskiej, tylko dla Wielkiej Brytanii przewidziano pasmo od 519,5 do 526,5 kHz, tj. o szerokości 7 kHz do emisji komunikatów dla kierowców, ściśle do transmisji informacji do użytku publicznego.

### 3. ROZWÓJ RADIOWEJ INFORMACJI DLA KIEROWCÓW W POLSCE

Rozwój kraju w latach siedemdziesiątych stworzył bazę dla masowej motoryzacji, toteż u progu następnej dekady, w której jak się obecnie szacuje liczba pojazdów będzie wzrastać o kilkaset tys. rocznie, uzasadnione jest rozważenie możliwości budowy specjalnego systemu radiofonicznej informacji dla kierowców [7]. Stosunkowo wczesne, już obecnie przeprowadzenie badań, a w ich następstwie przyjęcie określonej koncepcji technicznej, pozwoliłoby zakładom produkującym odbiorniki samochodowe opracować nowe, odpowiednio wyposażone aparaty, a także przystawki do aparatów obecnie produkowanych i eksploatowanych.

W tym samym czasie jednostki resortu eksploatującego sieci łączności /w tym nadajniki/ przygotowałyby odpowiednie środki techniczne umożliwiające zarówno sprawne przesłanie

-----

x/ Wireless World v. 86 N. 1530 s. 46 ÷ 48 "New frequency allocations" na podstawie: Final Acts of the WARC vol. 1 Genewa 1979 p. RRN7-21 uwaga 3478A.

informacji do lokalnych radiostacji, jak też i emisję komunikatów dla kierowców przez tonnadajniki.

Jednocześnie konieczne jest opracowanie zasad współpracy między Ministerstwem Spraw Wewnętrznych, Ministerstwem Komunikacji, Ministerstwem Łączności i Komitetem ds. Radia i Telewizji określających obowiązki i prawa do korzystania ze stworzonej sieci dla np.: służby ruchu MO, dużych przedsięwzięć przewozowych i opedycyjnych, jak: PKS, PSK i zarządów dróg itd.

Kwestia wyboru systemu ze względu na brak wiążących ustaleń międzynarodowych, choćby jednoznacznego stanowiska wymienianej grupy EBU, jest - jak to pokazano w tym opracowaniu wciąż dyskusyjna i otwarta.

Ujmując zagadnienie systemu informacji dla kierowców w Polsce, podobnie jak w p. 2 w stosunku do krajów zachodnioeuropejskich, można stwierdzić, że ze względu na stosunkowo duży procent pokrycia kraju siecią programów nadawanych na falach ultrakrótkich, uzasadnione jest rozważenie wykorzystania do tego celu nadajników eksploataowanych w tym pasmie. Należy przy tym podkreślić, że planując naszą trójprogramową sieć nadajników ultrakrótkofalowych przyjęto, że w każdym regionalnym ośrodku nadawczym jeden z nadajników będzie nadawał tylko program monofoniczny /podczas gdy w krajach Europy Zachodniej sieć powstała drogą zmiany rodzaju emisji z mono- na stereofoniczną/. Stwarza to możliwość zwielokrotnienia częstotliwościowego fali nośnej tego nadajnika przez przeznaczenie 10% jego dewiacji na emisję sygnałów dodatkowych.

System taki zachowując możliwość nieprzerywania podstawowego programu radiofonicznego powinien mieć właściwości lepsze od systemu holenderskiego z uwagi na:

- możliwość wybrania znacznie niższej częstotliwości podnośnej [1, 19], czego skutkiem będą znacznie mniejsze szумы w kanale dodatkowym, bowiem - jak wiadomo - przy tego rodzaju modulacji moc szumów rośnie z kwadratem częstotliwości podnośnej, zatem zasięg transmisji powinien być

większy niż systemu holenderskiego;

- mniejszą podatność programu monofonicznego na zakłócenia;
- zmianę rodzaju modulacji podnośnej np. na FM, co wyeliminuje kosztowny filtr w odbiorniku.

Pozerzenie energetycznego widma emisji na skutek zwielokrotnienia, a więc i wpływ na przyjęte do obliczeń sieci współczynniki ochronne, można pominąć ze względu na mały indeks modulacji nośnej nadajnika przez podnośną [10, 11].

Inny wariant zastosowania nadajników UKF do transmisji komunikatów dla kierowców, stanowi system o organizacji analogicznej do zachodniemieckiego ARI, wykorzystujący częstotliwość tzw. programów lokalnych, ale należy jeszcze raz powtórzyć, że:

- jest to przede wszystkim system pozwalający identyfikować specjalnie wykorzystywane nadajniki radiofoniczne tj. te, których normalny program może być przerywany dla nadawania komunikatów o ruchu drogowym;
- pewna grupa dekoderek sygnału stereofonicznego, w tej liczbie powszechnie stosowane również w sprzęcie klasy Hi-Fi dekodery z pętlą fazową w obwodzie odtwarzania częstotliwości pilota /np. typu MC 1310P/ reagują na obecność podnośnej 57 kHz; zwłaszcza po jej zmodulowaniu obserwuje się zwiększenie wartości poziomu przesłuchów międzykanałowych, przy czym - por. tabl. 2 - w kanale biernym słyszalne są tony o częstotliwościach kombinowanych, a więc tony zakłócające;
- treść komunikatu podawana jest w kanale radiofonicznym, dlatego aby system spełniał zadanie nośnika informacji taktycznej musi być ustalony priorytet - zezwolenie na przerywanie programów lokalnych, które w naszych warunkach zajmują tylko niewielki procent czasu na antenie, podczas gdy większość audycji jest obecnie centralnie przesyłana z Warszawy do ośrodków regionalnych;



Tablica 2a

Poziom przebiegów międzykanałowych dekodera MC 1310P  
/Pomiar woltomierzem selektywnym,  $f = 1 \text{ kHz}$ / [dB]

Warunki pomiaru	L → P	P → L
1. Sygnał stereofoniczny	-43	-47
2. Sygnał stereofoniczny + niemodulowana podnośna 57 kHz	-41	-43
3. Sygnał stereofoniczny + podnośna 57 kHz modulowana tonem 125 Hz	-40,5	-42
4. Sygnał stereofoniczny + podnośna 57 kHz modulowana tonami /A ÷ F/	-40	-40,5
5. Sygnał stereofoniczny + podnośna 57 kHz modulowana jak w p. 3 i 4	-38,5	-38,5

Tablica 2b

Poziom napięć intermodulacyjnych dekodera MC 1310P  
sterowanego sygnałem stereofonicznym oraz modulowaną  
tonami 125 Hz oraz obszaru F podnośną 57 kHz [dB]

Warunki pomiaru /prążek/	kanał aktywny /L/	kanał bierny /P/
1. Ton 125 Hz	-78	-75
2. Ton ~54 Hz	-74	-70
3. 1 kHz ± 125 Hz	-56	-57
4. 1 kHz ± 250 Hz	-70	-72
5. 1 kHz ± 54 Hz	-50	-51
6. 1 kHz ± 108 Hz	-57	-57
7. 1 kHz ± 162 Hz	-63	-63
8. 3 kHz /3 harmoniczną syg. stereo/	-50	-74

- perspektywa użytkowości z systemami opracowanymi już w RFN, Austrii, Szwajcarii i tak napotyko na podstawową trudność w postaci różnych częstotliwości pacy fal ultrakrótkich wykorzystywanych w tych krajach /zakres CCIR/ i u nas /zakres CIRT/.

Zatem wydaje się ożuczać poświęcenie również uwagi systemowi z wydzielonym kanałem dodatkowym na podnośnej do przesyłania informacji ożownej z jakiegosi "telefonicznej". Jednak ostatecznie decyzje o doposażeniu jednego z tych dwóch rodzajów transmisji, tj. FM/ARI lub FM-mono/FM, muszą być podjęte na podstawie wniosków co najmniej z porównawczych badań laboratoryjnych obu systemów i próbnych emisji przez nadajniki w zakresie:

- wpływu dodatkowych sygnałów na parametry sieci, z uwzględnieniem własności odbiorników okoploatowanych w Polsce;
- zasięgu emisji dodatkowej, w rolicji do zasięgu programu podstawowego.

Ważącym argumentem w tej dyskusji jest też szacunkowa cena specjalnych odbiorników, gdyż koszt dodatkowego wyposażenia nadajników dla obu systemów jest porównywalny, a odbiór systemu ARI za pomocą zwykłych odbiorników radiofonicznych, z uwagi na brak potwierdzenia właściwego dostrojenia, niowygodny dla kierowców.

Omawiając perspektywę rozwoju radiofonicznej informacji dla kierowców w Polsce należy odnotować conno inicjatywy Automobilkłubu Dolnoślęckiego z siedzibą we Wrocławiu, przy którym utworzono zostaza "Komisja Sterowania Ruchem Drogowym via Radio i TV". Komisja ta zorganizowała m.in. w styczniu br. w Szklarskiej Porębie kilkudniową konferencję poświęconą utworzeniu na Dolnym Śląsku Regionalnego Systemu Sterowania Ruchu Drogowego via Radio i TV, w której udział wzięli m.in. przedstawiciele OBRRO-Diara, Unitra OBRSPU, Stacji Radiowych i TV, Instytutu Łączności oraz trzech Komend Wojewódzkich MO we Wrocławiu, Legnicy i Wałbrzychu.

W czasie konferencji Komisja Techniczna oraz Komisja Źródła Informacji zaproponowały np.:

- przeprowadzenie próbnych emisji sygnałów INFO /postulowana nazwa systemu sterowania ruchem/ z wykorzystaniem cechowania sygnałów stacji modulowaną podnośną 57 kHz;
- zbadanie skutków nadawania tej podnośnej dla jakości odbioru i zasięgu odbioru podnośnej;
- opracowanie i wyprodukowanie w zakładach Diora kilkudziesięciu odbiorników z przystawką "INFO";
- ustalenie kształtu i treści znaków drogowych informujących o nadawaniu komunikatów.

x x x

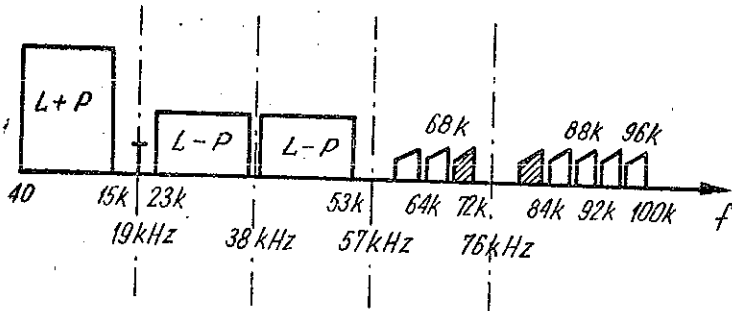
Na zakończenie autor niniejszego opracowania pragnie podziękować dr inż. Aleksandrowi Makiedońskiemu za konstruktywne uwagi i przejrzenie rękopisu.

#### WYKAZ LITERATURY

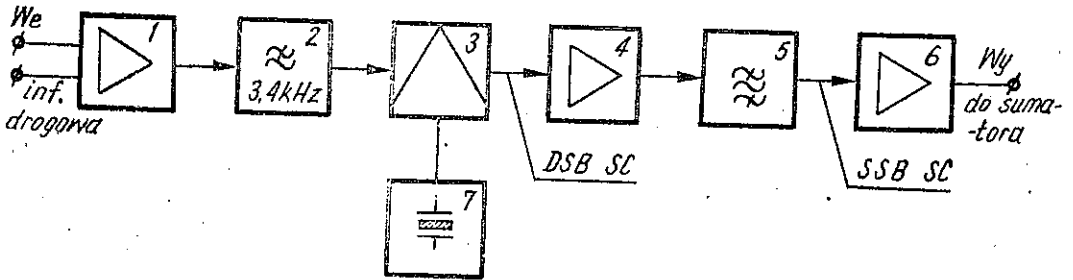
1. Behrend W.L.: Multiplexing land mobile base station signals on the carrier of an FM broadcast station. IEEE Trans. Broadcast. BC-13, No 2 1967, s. 50-56.
2. Bräggas P.: Verkehrsrundfunk. Rundfunktechnische Mitteilungen. Vol.18 No 4, 1974, s. 193-202.
3. Edwardson S.M.: Traffic information broadcasting. Wireless World. vol. 84 No 1505, 1978, s. 28-32.
4. Ein Notfunkeystem für Autofahrer. Nachrichten-elektronik. vol. 34, No 2, 1980, s. 60-62.
5. Gay M.J.: Improved stereo decoder i.c. Wireless World, vol. 84, No 1508, 1978, s. 76-78, 81.

6. Harman M.W.: A traffic information service: trials and developments 1975-76. The Radio and Electronic Engineer, vol. 48, No 9, 1978, s. 417-430.
7. Kalita H.: Zarys koncepcji radiokomunikacyjnej sieci informacji drogowej, Ref. na Konf. SEP: Systemy radioinformacji drogowej dla kierowców. Warszawa, 19.09.1977 r.
8. Kobelt C.: Informationssysteme im Strassenverkehr. Technische Mitteilungen PTT, No 6, 1975, s. 222-224.
9. Macario R.C.V.: Traffic information broadcasting in West Germany. Wireless World, vol. 80, No 1460, 1974, s. 95-97.
10. Netzband R.: Multiplex - systems for UHF/FM sound broadcasting. EBU Review-technical, No 149, 1974.
11. Netzband R.: Multiplex - Verfahren im UKF - Horrundfunk. Nachrichtentechnische Fachberichte, vol. 48, 1974, Horrundfunk - 3, s. 161-167.
12. Netzband R., Mielke E.J.: Untersuchungen am Verkehrsrundfunk - kennungssystem. Rundfunktechnische Mitteilungen, vol. 18, No 4, 1974, s. 185-192.
13. Preliminary instruction manual - subchannel modulator type, SCM-11; - subchannel demodulator type SCD-11; firma C.N. Rood B.V Holandia.
14. Sandell R.S., Edwardsen S.M.: A proposed road traffic information service. EBU Review-technical part, No 166, 1977, s. 306-314.
15. Sandell R.S., Harman M.W.: A traffic information service employing time division multiplex transmission. BBC Engineering, No 100, 1975, s. 3-21.
16. Söverkrübbe R.: Verkehrsfunksysteme. Nachrichtentechnische Fachberichte, vol. 48, 1974; Horrundfunk-3, s. 168-195.
17. Telekomunikation hilft Autofahrern. NTZ vol. 31 No 5, 1978, s. 324-325.
18. Traffic information broadcasting. Wireless World 1973, vol. 79. No 1451 s. 228-240

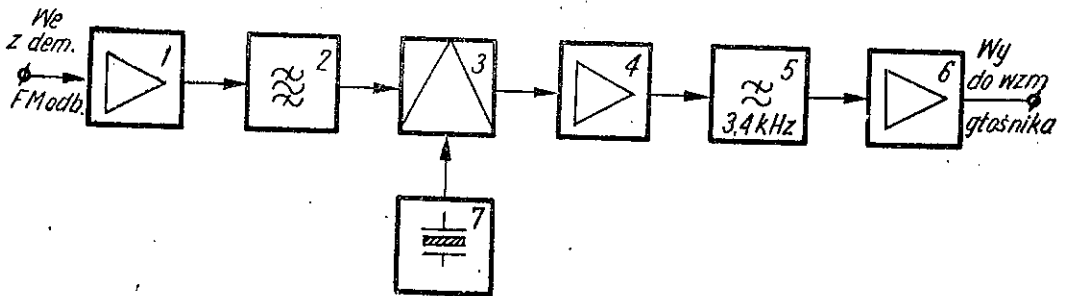
19. Whythe D.J.: The transmission of two programmes from band - II FM transmitters; an assessment of "stereocasting". EBU Review-technical, No 161, 1977, s. 20-30.
20. Zindehl W.: Nachrichtentechnik zur Verkehrs führung. Das Leit - und Informationssystem für Autofahrer. Nachrichten-elektronik, vol. 33, 1979, cz. I No 6, 1979, s. 181-184; cz. II No 7, s. 227-230.



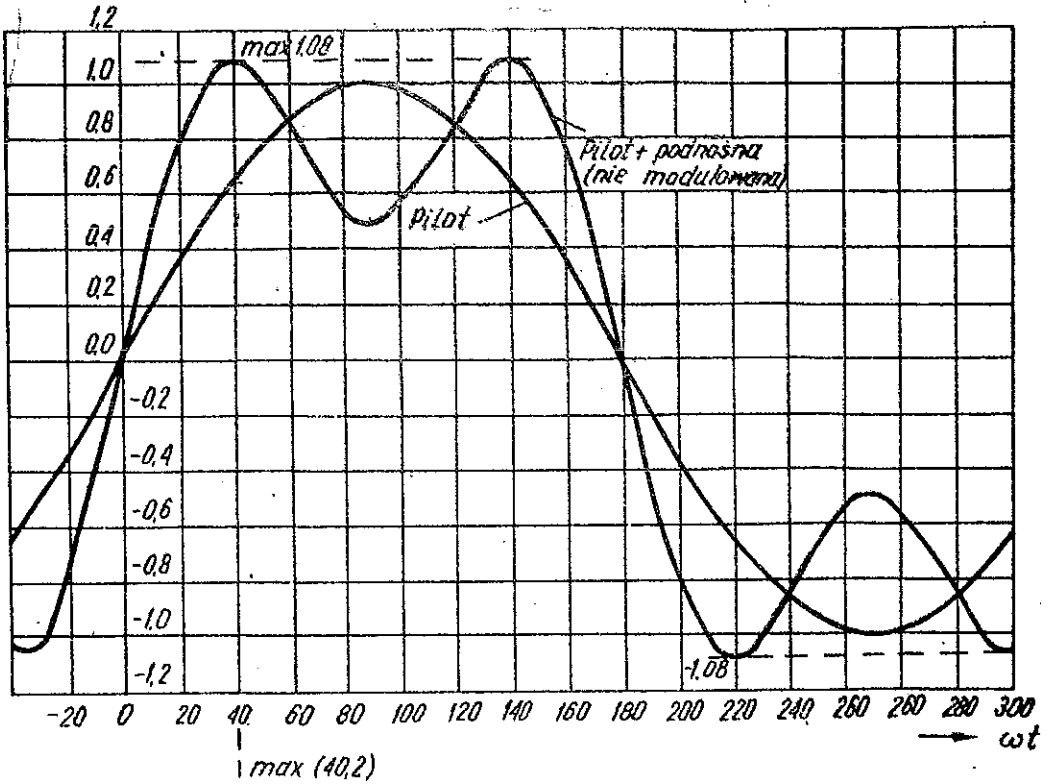
Rys. 1. Widmo złożonego sygnału modulującego w systemie ze zwielokrotnieniem częstotliwościowym



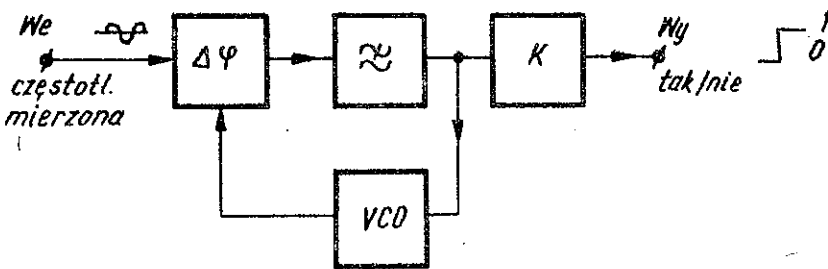
Rys. 2. Schemat blokowy modulatora podnośnej



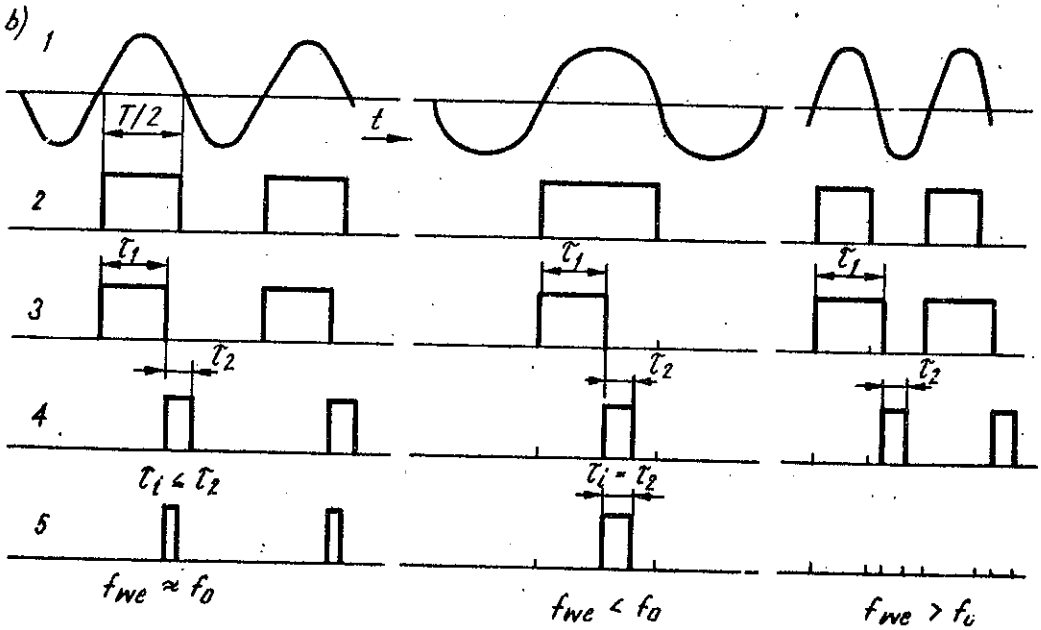
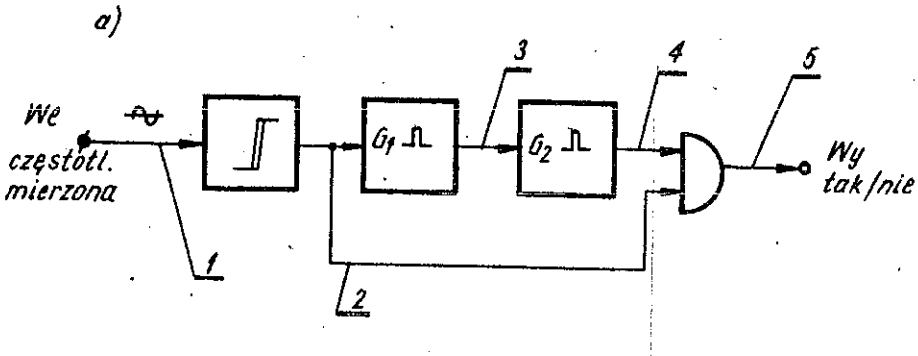
Rys. 3. Schemat blokowy demodulatora podnośnej



Rys. 4. Zależności fazowe i amplitudowe pomiędzy tonem pilota i podnośną 57 kHz/nie modulowaną/ w systemie ARI



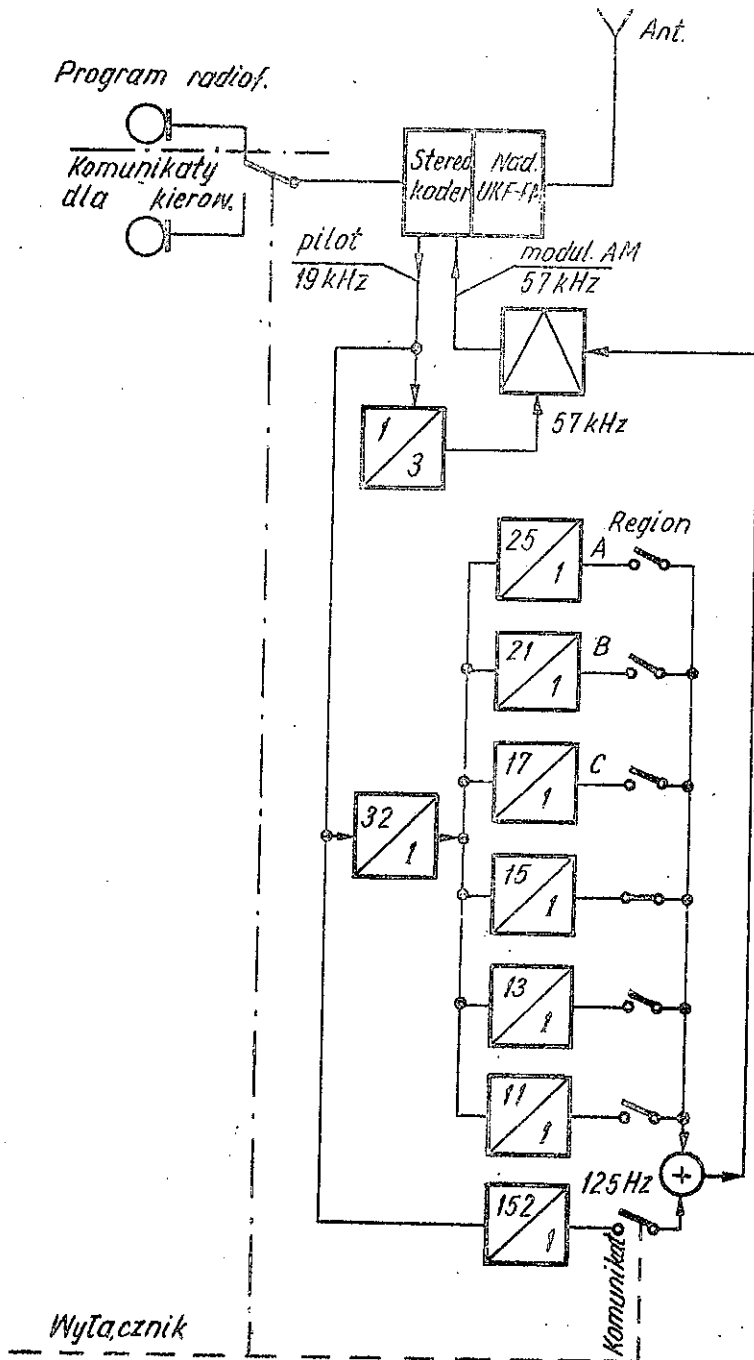
Rys. 5. Schemat blokowy dekodera częstotliwości cechowania zawierającego układ z pętlą fazową



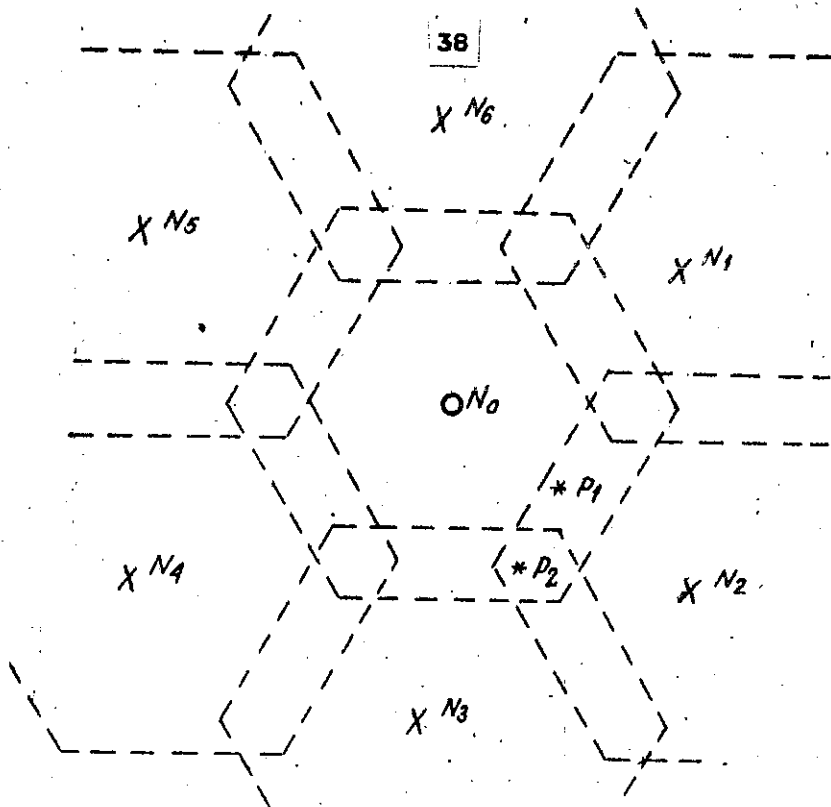
Rys. 6. Schemat blokowy pomiaru długości okresu z dwoma przerzutnikami monostabilnymi /a/ oraz przebiegi w układzie /b/.



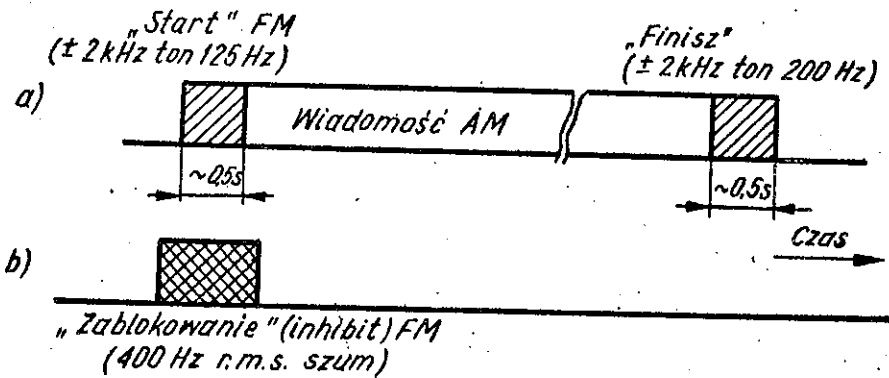




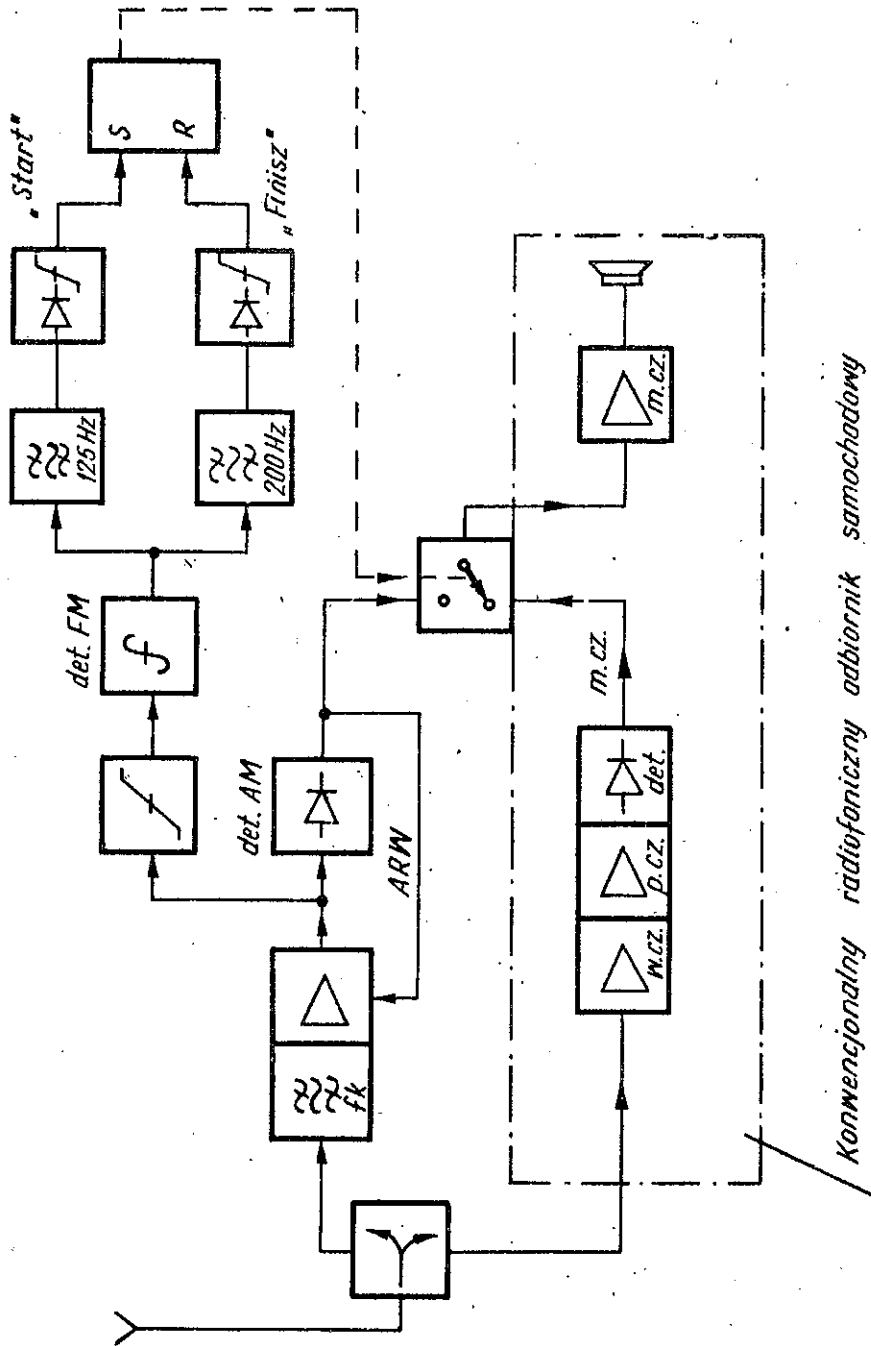
Rys. 8. Schemat funkcjonalny dodatkowego wyposażenia nadejnika systemu ARI



Rys. 9. Fragment sieci średnifalowych nadajników informacji drogowej w systemie pierścieniowym CERFAX



Rys. 10. Kolejność sygnałów nadawanych w sieci przedstawionej na rys. 9 przez: a/ nadajnik wiadomości -  $N_0$ , b/ nadajniki pierścienia -  $N_1 + N_6$



Rys. 11. Schemat blokowy przystawki do odbioru sygnałów nadawanych w systemie GEFAX współpracującej z samochodowym odbiornikiem radiofonicznym

