

Sprawną organizacją pracy zespołowej w produkcjach „na żywo” wymaga pewnej i natychmiastowej komunikacji między ludźmi. Od tego zależy efektywność i pewność wykonywanej pracy, co wiąże się nierozłącznie z kosztami produkcji.

GŁOŚNO I WYRAŹNIE

ABC Przenośnych Systemów Interkomowych

autor: Gary Parks



Systemy interkomowe stosowane są przy obsłudze przedstawień, imprez publicznych, występów, audycji informacyjnych, na planie filmowym i telewizyjnym oraz w innych podobnych aplikacjach. Wykorzystuje się tu interkomu typu *party-line* oraz systemy oparte o *matryce cyfrowe*. Różnią się zasadniczo i każdy z nich posiada swoje zalety wykorzystywane w specyficznych zastosowaniach. Dodatkowo, w połączeniu z interkomami przewodowymi wykorzystywane są interkomu bezprzewodowe. W wielu zastosowaniach konieczne jest też stosowanie interfejsów do połączenia interkomu z telefonem, radiem oraz innymi urządzeniami audio i telekomunikacyjnymi.

INTERKOMY typu PARTY-LINE

Podstawowy system typu *party-line* (patrz **Rysunek 1**) złożony jest z przenośnych lub stacjonarnych stacji interkomowych, Stacji Głównej i źródła zasilania, połączonych dwuprzewodowym, ekranowanym kablem mikrofonowym. Użytkownicy komunikują się za pomocą zestawów słuchawkowo-mikrofonowych lub mikrofonów na „gęsiej szyjce” włączonych do stacji interkomowej. Wszyscy użytkownicy wykorzystujący dany kanał – ci, którzy połączeni są bezpośrednio ze sobą kablem mikrofonowym – mogą słuchać i rozmawiać w grupie jednocześnie. Nazwa *party-line* wzięła się od oryginalnego systemu telefonicznego, w którym każdy z użytkowników wykorzystywał tę samą linię co inni użytkownicy i mógł słyszeć wszystkie prowadzone konwersacje jednocześnie.

Niektóre stacje interkomowe systemów *party-line* posiadają przyciski umożliwiające użytkownikowi mówić i słuchać na różnych kanałach, niezależnie lub jednocześnie. Te wielokanałowe stacje są z reguły wykorzystywane przez reżyserów i producentów na planach zdjęciowych. W przypadku obsługi przedstawienia, jeden z kanałów może być doprowadzony do operatorów świateł, inny do ekip obsługi, inny do pracowników obsługujących scenę, i jeszcze inny do ekipy realizatorów dźwięku.

Stacje interkomowe zasilane są prądem stałym przepływającym przez okablowanie. Każda ze stacji wyposażona jest w przedwzmacniacz mikrofonowy oraz wzmacniacz mocy dla zestawu słuchawkowego lub głośnika. Przez okablowanie prowadzony jest także dwukierunkowy sygnał audio. Stacje wyposażone są w obwody pozwalające użytkownikowi słyszenie wszystkich rozmów w danym kanale oprócz własnego głosu (jedynie minimalna zawartość własnego głosu (ang. *sidetone*) pozostawiona zostaje w odsłuchu użytkownika, aby był pewny, że jego urządzenie właśnie pracuje). Z reguły, takie interkomowe systemy mogą generować do Stacji Głównej sygnały wizualne w celu poinformowania, że któryś z użytkowników chce rozmawiać z operatorem.

Bezprzewodowe systemy interkomowe są odmianą systemów *party-line*. Zamiast połączeń za pomocą kabli, każdy z zestawów przenośnych wyposażony jest w nadajnik i odbiornik radiowy. Stacja Główna odbiera oraz miksuje sygnały rozmów z zestawów przenośnych wszystkich użytkowników oraz wysyła zmiksowane sygnały z powrotem do zestawów przenośnych używając wspólnej częstotliwości radiowej. Systemy takie mogą być stosowane niezależnie albo też mogą być połączone z przewodowym systemem *party-line* lub opartym o *matrycę cyfrową*.

Zastosowania i Zalety.

Zalety interkomowych systemów *party-line* to stosunkowo łatwy montaż, łatwa obsługa, użycie jednakowych kabli (standardowe kable mikrofonowe), przenośność systemu oraz wyraźna, klarowna i niezawodna komunikacja.

Ponieważ typowy zakres wymagań dla systemów interkomowych nie jest zbyt duży, konwencjonalny system *party-line* jest w wielu wypadkach zupełnie wystarczający. Większość użytkowników rozmawia na jednym lub dwóch kanałach, otrzymując sygnały od reżysera/operatora oraz rozmawiając z użytkownikami znajdującymi się wewnątrz danej grupy. Reżyser - operator Stacji Głównej rozmawia z wieloma grupami (na różnych kanałach) osobno lub wszystkimi jednocześnie. Może tu również dodatkowy kanał przeznaczony wyłącznie dla reżyserów i producentów.

Interkomowy *party-line* są standardowym wyposażeniem w obiektach widowiskowych, pozwalając na komunikację pomiędzy ekipami obsługującymi oświetlenie oraz ekipami obsługującymi scenę. Firmy nagłośnieniowe oraz oświetleniowe używają ich przy realizacji koncertów oraz innych widowisk. Interkomowy *party-line* wykorzystywane są również w teatrach, audytoriach szkolnych i uczelniach, halach sportowych, na stadionach i torach wyścigowych.

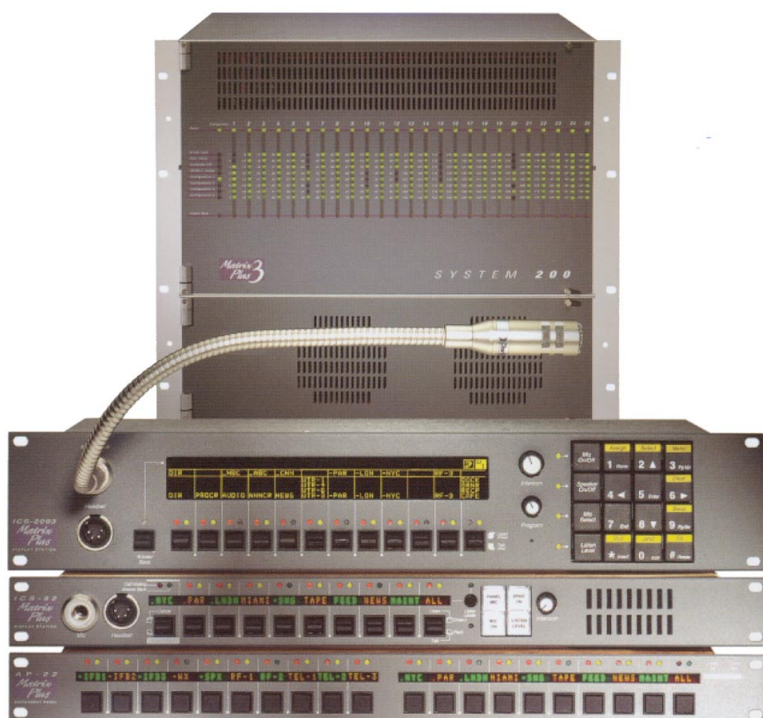
Małe stacje telewizyjne oraz mobilne studia produkcyjne (np. wozy transmisyjne), szczególnie te produkujące news'y, wyposażone będą w dwu- lub czterokanałowe systemy *party-line* do komunikacji pomiędzy operatorami kamer, technikami dźwięku i obrazu, zewnętrzną obsługą programu, obsługą techniczną oraz wykonawcami.

Jeśli wymagania komunikacyjne tego typu przedsięwzięć staną się większe i bardziej skomplikowane, koniecznym stanie się zastosowanie *matrycowych* systemów interkomowych typu *point-to-point* (komunikacja w systemie „z punktu do punktu”).

INTERKOMY w systemie MATRYCY CYFROWEJ

Interkomowe systemy *matrycowe* składają się z Centralnej Jednostki (zwanej matrycą), przez którą przekierowywane są wszystkie informacje i dane: wielołączowe stacje interkomowe, które pozwalają na użycie wielu kanałów komunikacji oraz interfejsy do innych systemów, takich jak telefony, radiotelefony, interkomy *party-line*, systemy audio i „transmisji zwrotnej” (IFB), urządzenia mikrofalowe, łącza ISDN oraz przekaźniki sterujące innymi urządzeniami. Systemy te są w pełni programowalne, tak więc może być stworzony dowolny typ komunikacji „od punktu do punktu”, grupowy lub *party-line*. Każdy lub wszystkie wymienione interfejsy są dostępne ze stacji każdego z użytkowników.

Jednostka Centralna zawiera szereg kart z obwodami do przetwarzania i przekierowywania sygnałów audio i danych sterujących pochodzących od poszczególnych stacji lub interfejsów. Każda stacja lub interfejs połączone są z Jednostką Centralną poprzez port, taki jak złącze RJ-45, zawierający ścieżki sygnałów audio i danych kontrolnych. Typowa konfiguracja urządzenia może być utworzona z dziewięciu 8-mio portowych kart z obwodami, dając w całości 72 porty.



Same stacje z reguły oferują od 4 do 32 złącz i dają często możliwość zwiększenia tej liczby. Niezależnie jak wiele złącz jest używanych w stacjach interkomowych, łączą się one z Centralną Jednostką komunikacyjną za pomocą pojedynczego 4-parowego kabla dla transmisji analogowej lub 1-parowego kabla albo kabla koncentrycznego dla transmisji cyfrowej.

System z *matrycą* cyfrową pozwala również każdemu użytkownikowi na regulację poziomu głośności sygnałów pochodzących od poszczególnych złącz, przy użyciu własnej stacji, pozwalając użytkownikom indywidualnie mikсовать sygnały audio.

Zastosowania i Zalety. Systemy interkomowe z *matrycą* cyfrową są idealne do zastosowań w skomplikowanych systemach komunikacyjnych. Pozwalają one na integrację wielu kanałów i typów komunikacji w jeden system. Ponieważ takie systemy są elastyczne i programowalne, mogą być zaadaptowane do wykorzystania w wielu sytuacjach, od informacyjnego studia telewizyjnego do dużych przedsięwzięć widowiskowych a nawet systemów kontroli lotów kosmicznych. Zmiany kierunków przepływu danych sygnałów dokonywane w czasie rzeczywistym nie wymagają żadnych zmian w konfiguracji okablowania.

Wyrafinowane możliwości sprzęgania z innymi urządzeniami sprawiają, że systemy interkomowe z cyfrową *matrycą* są najlepszym rozwiązaniem dla komunikacji pomiędzy odległymi miejscami i są łatwe do wykorzystania na dużych odległościach przez użytkowników używających łącza telefonicznego, telefonu komórkowego lub radiotelefonu, w celu uczestnictwa w

konwersacji. Systemy matrycy cyfrowej mogą zarówno przekierowywać wiele źródeł sygnałów audio jak też tworzyć dowolną ilość kanałów sygnalizacyjnych i sterować działaniem zewnętrznych urządzeń, takich jak światła czy poziomy głośności odsłuchów za pomocą odpowiednich przełączników.

Systemy interkomowe z *matrycą* cyfrową zostały wybrane przez większość studiów stacji telewizyjnych, szczególnie tych zajmujących się przekazywaniem i przetwarzaniem codziennych informacji i news'ów. Duże wozy transmisyjne są również na stałe wyposażone w systemy interkomowe z *matrycą* cyfrową. Telewizyjne stacje kablowe oraz satelitarne wykorzystują je do koordynacji transmisji poszczególnych programów. Duże, artystyczne centra widowiskowe, szczególnie w Europie, łączą interkomowe systemy matrycy cyfrowej dla reżyserów ze stacjami przenośnymi i zestawami słuchawkowymi *party-line* obsługi technicznej, świateł oraz dźwięku. Rządowe oraz lotnicze agencje wybierają interkomu z matrycą cyfrową dla laboratoriów treningowych i symulacyjnych oraz obiektów kontroli startów i lotów.

BEZPRZEWODOWE systemy INTERKOMOWE

Bezprzewodowe systemy interkomowe składają się z przenośnych radio-stacji typu full-duplex (umożliwiających jednoczesne nadawanie i odbiór) oraz Stacji Bazowej (do łączenia przenośnych radiostacji między sobą, z interkomami przewodowymi lub innymi systemami audio). Standardowe zestawy słuchawkowo-mikrofonowe włączone są tu do przenośnych radio-stacji. Systemy te działają generalnie na częstotliwościach VHF lub UHF w paśmie telewizyjnym, podobnie jak mikrofony bezprzewodowe.

W większości zastosowań, interkom bezprzewodowy jest uzupełnieniem interkomu przewodowego, używanym przez tych członków obsługi, którym charakter pracy nakazuje pozostawanie w ciągłym ruchu. Ponieważ systemy o bardzo złożonej technologii charakteryzują się złożonym i trudnym procesem produkcji, systemy bezprzewodowe są znacząco kosztowniejsze (w przeliczeniu na użytkownika) od systemów przewodowych, a nawet od systemów interkomowych z matrycą cyfrową. Podstawowe zestawy tego typu są ok. 5 razy droższe, w przeliczeniu na użytkownika, w porównaniu z przenośnymi zestawami przewodowymi.



Ponieważ wszyscy użytkownicy mogą rozmawiać jednocześnie w tym samym czasie, każda radio-stacja przenośna musi działać na swojej niepowtarzalnej częstotliwości (podobnie jak w mikrofonach bezprzewodowych). Każdej przenośnej radio-stacji odpowiada odbiornik w Stacji Bazowej, który dostrojony jest do częstotliwości danej radio-stacji. Poziom sygnału pochodzącego ze stacji przenośnej jest regulowany w Stacji Bazowej i kierowany do jej wyjściowej szyny audio.

Zmiksowany sygnał konwersacji pochodzących ze wszystkich poszczególnych radio-stacji przenośnych oraz przyłączonych interkomów przewodowych lub innych źródeł dźwięku, jest następnie re-transmitowany do odbiorników w radio-stacjach przenośnych – co zamyka ko-

munikacyjną pętlę systemu. System złożony ze Stacji Bazowej oraz sześciu radio-stacji przenośnych wykorzystuje siedem różnych częstotliwości pracy.

Każda radio-stacja przenośna musi być wyposażona w pracujący jednocześnie nadajnik i odbiornik, obwody audio, przedwzmacniacz mikrofonowy i wzmacniacz słuchawkowy. To sprawia, iż są one zdecydowanie bardziej złożone od przewodowych stacji przenośnych, a co za tym idzie – ich wyprodukowanie jest znacznie trudniejsze.

Rozważania. Przed dodaniem bezprzewodowego systemu interkomowego do instalacji, instalator musi ustalić jakie częstotliwości są już używane w otaczającej przestrzeni. W pierwszej kolejności powinien odnotować wszystkie kanały telewizyjne VHF i UHF używane w danej okolicy. Kanały audio i wizyjne (obraz, kolor) telewizji analogowej przenoszone są na określonych częstotliwościach nośnych w paśmie 6 MHz, jednakże niektóre części tego pasma są wolne od jakichkolwiek sygnałów i można je wykorzystać dla komunikacji bezprzewodowej. Sygnały telewizji cyfrowej posiadają energię rozproszoną w pełnym spektrum widma kanału, dlatego należy unikać tych kanałów. W przeciwnym razie użytkownicy interkomów lub mikrofonów bezprzewodowych doświadczą będą zakłóceń wynikających z interferencji pomiędzy sygnałami radiowymi.

Kolejną rzeczą, jaką należy rozważyć jest to, jakie inne urządzenia bezprzewodowe używane będą w instalacji: mikrofony bezprzewodowe, krótkofalówki, itd. Poznanie całkowitego obrazu środowiska fal radiowych jest pierwszym krokiem w koordynacji używanych częstotliwości, tak aby mogły być wybrane te najlepsze i całkowicie wolne od potencjalnych interferencji, czyli zakłóceń. Z reguły dokonywane jest to przez producenta urządzeń, przy użyciu programu komputerowego, który oblicza potencjalne interakcje pomiędzy istniejącymi w środowisku częstotliwościami a tymi nowymi, które wprowadzone zostają przez bezprzewodowy system interkomowy lub bezprzewodowe mikrofony.

Interkomy Bezprzewodowe z Przełączaną Częstotliwością. Wszystko staje się znacznie prostsze gdy bezprzewodowe interkomy posiadają regulowane częstotliwości, co pozwala instalatorowi lub użytkownikowi na wybranie odpowiednich radiowych kanałów pracy w znacznie szerszym paśmie - przy użyciu tego samego urządzenia. Możliwość selekcji pozwala użytkownikowi na „odsunięcie się” od interferujących częstotliwości za wciśnięciem jednego przycisku lub przy użyciu programu komputerowego, co redukuje proces planowania instalacji. Jednakże, należy pamiętać, iż każda zmiana częstotliwości pracy powoduje zmiany w środowisku radiowym całej instalacji, co może potencjalnie spowodować powstanie interferencji w innym miejscu radiowej instalacji.

Wielką przewagą interkomów bezprzewodowych w porównaniu z technologiami łączności radiotelefonowej (*Simplex*) jest to, iż są one w pełni dwukierunkowe (*full-Duplex*), tzn. umożliwiają jednoczesny odbiór i transmisję sygnału, co pozwala użytkownikom na normalną, nieskrępowaną konwersację, nie wymagającą użycia jakichkolwiek przycisków (brak potrzeby przełączania nadawanie-odbior). Dodatkowo, są one jednocześnie przystosowane do pracy w połączeniu z przewodowymi systemami interkomowymi, za pomocą odpowiednich interfejsów i złącz.

Bezprzewodowy system „Transmisji Zwrotnej” IFB. Odmianą interkomu bezprzewodowego jest system do „zwrotnej transmisji” IFB lub system „podpowiedzi”. Ten typ systemu jest używany w zastosowaniach wyłącznie odsłuchowych, takich jak : monitorowanie trwającego programu, podpowiadanie osobie występującej a także do „transmisji zwrotnej” gdzie sygnałem transmitowanym do odbiorcy jest sygnał jego głosu pochodzący z mikrofonu

(np. w przypadku spikera telewizyjnego, który słyszy siebie w słuchawce i może otrzymywać wskazówki od reżysera).

Sygnał audio z linii interkomu, źródło programu lub zmiksowane oba te sygnały są przekazywane do nadajnika, zwykle stacjonarnego. Jeden lub kilka stacji w postaci mini-odbiorników przenośnych, wyposażonych w słuchawki nagłowne lub douszne, dostrojonych jest do częstotliwości nadajnika, z którego pochodzi sygnał audio. Niektóre z takich mini- odbiorników posiadają podwójne obwody dostrojone do 2-ch różnych częstotliwości, dzięki czemu użytkownik może przełączać pomiędzy dwoma różnymi źródłami sygnału audio.

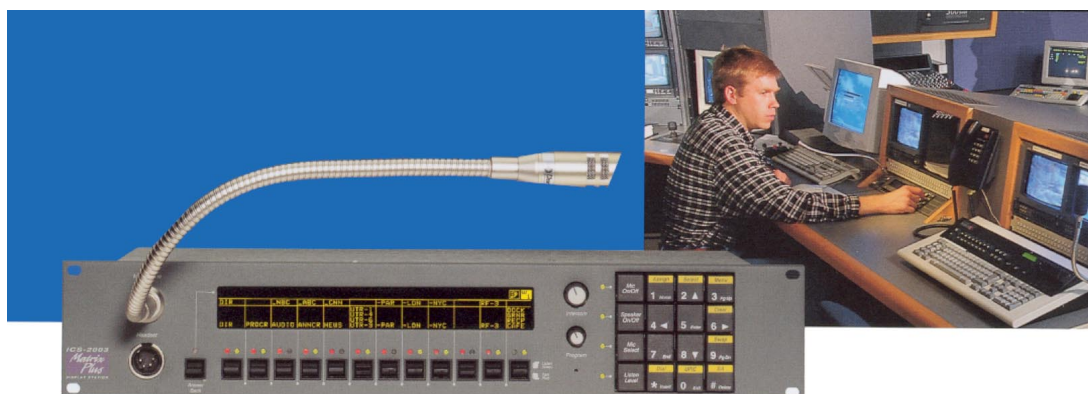
Często używa się również przewodowych systemów „transmisji zwrotnej jako uzupełnienie przewodowego systemu interkomowego, wyposażonego w dodatkową funkcję pozwalającą na przerwanie lub automatyczne wyciszenie odsłuchu audycji w momencie wprowadzania np. wskazówek głosowych przez reżysera.

ŁĄCZENIE INTERKOMÓW

Systemy interkomowe rzadko stosowane są jako całkowicie autonomiczne. Są raczej systemami komunikacyjnymi i koordynacyjnymi, wchodzącymi w skład procesu produkcji np. widowiska artystycznego, które często zawierają inne systemy audio. W większych przedsięwzięciach, komunikacja w czasie produkcji musi obejmować osoby znajdujące się gdziekolwiek w obszarze realizacji danej produkcji lub nawet w znacznej odległości od niego. Stąd, używane urządzenia muszą spełniać określone wymagania dotyczące dostosowania do poziomów sygnału audio, impedancji oraz charakterystyk pracy różnych środków komunikacji: łączy telefoniczne, ISDN, radiotelefony, konsolety audio, interkomu operatorów kamer, itd.

Ponadto, nie wszystkie systemy interkomowe i typu urządzeń różnych producentów są ze sobą kompatybilne, a mimo to muszą czasami „porozumiewać się” ze sobą. Istnieją przynajmniej trzy standardy systemów *party-line* różniących się co do poziomów sygnałów audio, rodzaju złączy wyjściowych oraz stosowanych metod sygnałów wywoławczych. Każdy z cyfrowych systemów interkomowych posiada swój własny/firmowy protokół komunikacji. Często również, systemy *party-line* oraz systemy z *matrycą* cyfrową używane są razem w jednej instalacji, co wymaga zastosowania dodatkowych urządzeń sprzęgających tzw. interfejsów.

Złączyć wszystko razem. Często nasuwa się refleksja, że w projekcie widowiska audio lub video, system komunikacji interkomowej jest czymś w rodzaju „spoiwa”, które trzyma całą produkcję w całości. Elementy interkomów *party-line*, interkomów z *matrycą* cyfrową, interkomów bezprzewodowych oraz interfejsów mogą zostać dopasowane w połączeniach tak, aby uzyskać system komunikacji całkowicie zgodny z oczekiwaniami użytkownika. Może to być proste rozwiązanie opierające się na kilku stacjach przenośnych i zestawach słuchawkowych dla zastosowania w teatrze, lub tak wyrafinowany system, który zdolny jest obsłużyć największe widowiska artystyczne, przedsięwzięcia emisyjne lub np. ceremonie olimpijskie.



Sprzęganie z Telefonami i Radiotelefonami „walkie-talkie”

• **Telefony.** Prawie każda przedsiębiorstwo wymaga połączenia systemu interkomowego do jednego lub wielu łączy telefonicznych, dostarczając jedno lub dwukierunkowe połączenia audio pomiędzy systemem a łączem. Jest to rozwiązanie spotykane najczęściej w dużych, zorientowanych na emisję programów, produkcjach, które wykorzystują raczej interkomy z *matrycą* cyfrową. Odpowiednie interfejsy dostarczane są przez producentów interkomów jak też inne niezależne firmy, zarówno dla analogowych łączy 2-przewodowych, jak i cyfrowych łączy ISDN.

Przyłączenie do łączy telefonicznych dodaje systemowi interkomu trzy podstawowe funkcje:

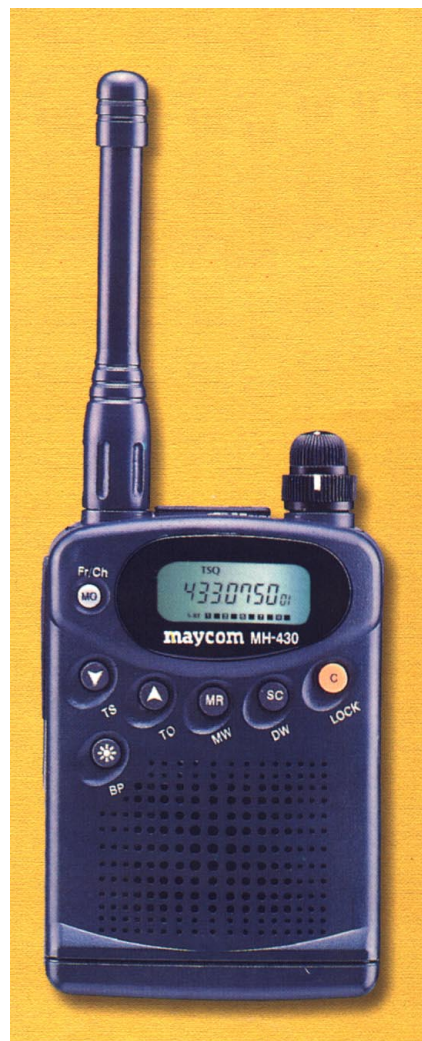
1. Pozwala stacji lub stacjom interkomu na odbieranie połączeń przychodzących i inicjowanie połączeń wychodzących - tak jak w zwykłym telefonie.

2. Pozwala na zdalne połączenie się z systemem interkomowym z odległych lokalizacji i automatyczne nastawienie zaprogramowanego wcześniej połączenia z urządzeniami „transmisji zwrotnej” (oraz przesłanie informacji bezpośrednio do tych urządzeń).

3. Pozwala na połączenie z systemem interkomowym z odległych lokalizacji za pomocą zwykłego telefonu, w celu komunikacji z wybranymi stacjami interkomu lub wybranymi urządzeniami „transmisji zwrotnej” i wysłania do nich informacji.

Prawie wszystkie interfejsy telefoniczne pozwalają na uzyskanie prawidłowego połączenia audio z interkomem, lecz nie wszystkie są zdolne do prawidłowego odbioru i wysyłania sygnałów kontrolnych (wymaganych w systemach z *matrycą* cyfrową dla wykorzystania ich wszystkich możliwości). W takim wypadku interfejs telefoniczny musi być zdolny do wysyłania i odbioru sygnałów kontrolnych do i z *matrycy*. Najlepiej wykorzystać w tym celu interfejs dostarczony przez producenta systemu, dedykowany danemu urządzeniu.

Interfejsy telefonów analogowych mogą działać efektywnie w starszych systemach telefonicznych z powodu ograniczonego pasma audio oraz niskich poziomów sygnału audio wymaganych w aparatach telefonicznych. Są one zwykle używane z systemami interkomowymi *party-line*, ponieważ sygnały kontrolne nie są tam częścią protokołu komunikacyjnego. Nowoczesne interkomy cyfrowe umożliwiają wykorzystanie pełniejszego pasma akustycznego (przynajmniej od 100 Hz do 12 kHz).



Dobrej klasy interfejsy wykorzystują cyfrowe przetwarzanie sygnałów DSP, sterowane wyrafinowanymi algorytmami, aby uzyskać optymalne wykorzystanie łączy czteroprzewodowych. Interfejsy telefoniczne wykorzystujące układy DSP nazywane są też urządzeniami samodosiadającymi się.

- **Radiotelefony Simplex.** Jednolite połączenie pomiędzy interkomem oraz systemem przenośnego radiotelefonu typu simplex jest jednym z rozwiązań pozwalających na integrację różnych systemów komunikacyjnych. Uzyskanie tego typu połączenia może być dużym wyzwaniem gdyż, wśród wielu produktów wielu producentów radiotelefonów, nie istnieją standardy dotyczące poziomów wejściowych/wyjściowych audio oraz specyficznych metod stosowanych w celu przełączania urządzeń radiowych w tryb nadawania i odbioru. Najbardziej efektywne interfejsy radiowe to te, które zapewniają kompletną izolację elektryczną pomiędzy systemem interkomowym i radiowym. Nie powinny one również wymagać stosowania żadnych dodatkowych obwodów elektrycznych pomiędzy interfejsem a urządzeniem radiowym.

Pożądane funkcje interfejsów radiowych to łatwa regulacja poziomów sygnałów wejściowych i wyjściowych (dot. wyjść liniowych oraz mikrofonowych; złącz do transmisji sygnałów i przełączania nadajnika; wejścia sygnałów kontrolnych). Nieliczne z interfejsy radiowe posiadają wszystkie te pożądane cechy, więc w trakcie wyboru interfejsu należy uważnie sprawdzić jego specyfikację.