

Dariusz BABECKI, Przemysław WISZNIOWSKI
Centrum EMAG w Katowicach

SYSTEM TELEFONII BEZPRZEWODOWEJ SKTB JAKO ELEMENT SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI KOPALNIANEJ

Streszczenie. W systemie SKTB wykorzystano najnowocześniejszą technologię cyfrowej telefonii bezprzewodowej standardu DECT. W odróżnieniu od kosztownych i uciążliwych w eksploatacji systemów opartych na technice „cieknącego” kabla, pokrycie radiowe tworzy prosta sieć zdalnie zasilanych stacji bazowych i regeneratorów sygnału radiowego (ang. repeater) rozproszonych w podziemiu kopalń na podobieństwo sieci komórkowej. Użytkownik sieci otrzymuje mały i lekki terminal bezprzewodowy umożliwiający realizację podstawowych funkcji telefonicznych, a także sygnalizacyjnych, alarmowo-rozgłoszeniowych i innych. System SKTB może służyć zarówno do realizacji lokalnych sieci łączności, jak i pracować w ramach ogólnokopalnianej sieci dyspozytorskiej łączności alarmowo - rozgłoszeniowej. Spośród najważniejszych cech, jakie wyróżniają system SKTB spośród istniejących systemów łączności bezprzewodowej, należy wymienić: dużą pojemność, integrację z systemami łączności dyspozytorskiej i kopalnianej, niewielki ciężar i gabaryty oraz wysoką funkcjonalność terminali ruchomych.

WIRELESS TELEPHONE OF SKTB AS AN ELEMENT OF MINING COMMUNICATION SYSTEM

Summary. SKTB system uses the most modern technology of digital wireless telephone of DECT standard. From expensive and burdensome systems it distinction leaning on technique exploitations „the leaking feeder”, covering radio line the straight creates the net of by remote control reinforced base station and repeter’s distracted in underground of mines on similarity of cellular net. The user of net receives the small and light wireless enabling the realization of basic telephone functions terminal, and also signalling, alarm - application and different. The SKTB system can serve both to realization of local nets of contact, as and work in frames the general mining of net of dispatcher contact alarm - application. It it from among the most important features, what favour the system the SKTB from among existing systems of wireless contact, was one should was exchange: the large capacity, integration with of dispatcher’s systems contact and mine, small the weight and gabarit as well as high functionality of mobile terminals.

1. Wstęp

Dynamiczny rozwój cyfrowych technik łączności radiowej zauważalny w ostatnim dziesięcioleciu wynika ze stale rosnących potrzeb na powszechny, niezawodny i wygodny w użyciu dostęp do informacji. Z tego względu telefonia komórkowa wypiera telefonię tradycyjną. Podobne tendencje można zauważyć w przypadku lokalnych, jak i rozległych sieci komputerowych, które coraz częściej wykorzystują cyfrową transmisję radiową.

Walory bezprzewodowych sieci radiowych nie pozostają niezauważone również w sieciach przemysłowych. Ze względu na bardzo niewielką głębokość wnikania promieniowania elektromagnetycznego w skałę górotworu, co ogranicza propagację fal radiowych praktycznie do zasięgu widoczności optycznej, realizacja pokrycia radiowego na obszarze wyrobiska dołowego kopalni jest zadaniem trudnym. Do tej pory jedynym sensownym rozwiązaniem zapewniającym pokrycie większego obszaru było stosowanie systemów z tzw. „cieknącym kablem”. Jednakże niewielkie możliwości takich systemów przy dużych kosztach instalacji oraz eksploatacji nie pozwoliły na ich powszechne zastosowanie [1].

Opracowany w ramach projektu celowego system kopalnianej telefonii bezprzewodowej SKTB oparty został na bazie standardowych rozwiązań cyfrowej telefonii bezprzewodowej, dzięki czemu w porównaniu do rozwiązań analogowych charakteryzuje się prostą i lekką konstrukcją, zapewniającą jednak duże możliwości, wysoką jakość i pewność działania. System ten może służyć zarówno do realizacji lokalnych sieci łączności, jak i pracować w ramach ogólnokopalnianej sieci dyspozytorskiej łączności alarmowo - rozgłoszeniowej.

2. Idea systemu

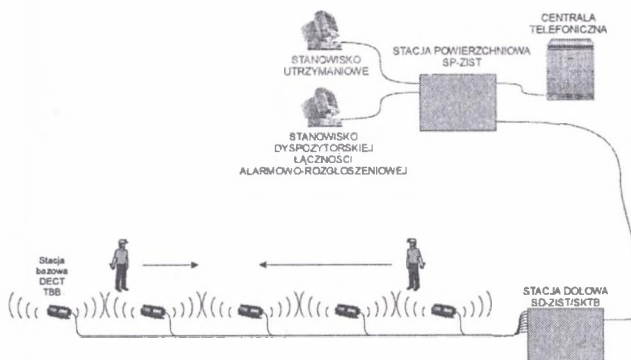
System kopalnianej łączności bezprzewodowej SKTB został oparty na europejskim (ETSI) standardzie telefonii bezprzewodowej typu DECT [2, 3]. Idea standardu polega na zastosowaniu zwielokrotnienia czasowo-częstotliwościowego. W każdym z dziesięciu kanałów radiowych (w paśmie 1880 - 1900 MHz) wydzielono 24 kanały czasowe (12 w kierunku „od” i 12 w kierunku „do”), co daje teoretycznie 120 dwukierunkowych kanałów transmisyjnych w jednym punkcie. Taki punkt dostępu radiowego określa się mianem stacji bazowej, a przenośny interfejs abonencki mianem terminala ruchomego [2, 3]. Łączenie stacji bazowych w zsynchronizowaną sieć odbywa się za pomocą modułu dostępowego [4].

Standard DECT opracowany został dla realizacji systemów łączności lokalnej, stąd też mała moc radionadajników, która zgodnie z założeniami wynosi 10 mW. Dzięki temu systemy tego typu charakteryzują się niewielkim zasięgiem (50 – 300 m), ale w zamian bardzo wysokim (kilkakrotnie większym od telefonii komórkowej) współczynnikiem gęstości (liczba terminali przypadająca na jednostkę powierzchni). Stacje bazowe na podobieństwo telefonii komórkowej można łączyć w sieci, tak by objąć zasięgiem radiowym większą powierzchnię. Proces przełączania terminala ruchomego przemieszczającego się od jednej stacji bazowej do drugiej (tzw. *handover*) jest automatyczny i niezauważalny dla użytkownika [2, 3].

3. Realizacja sieci bezprzewodowej

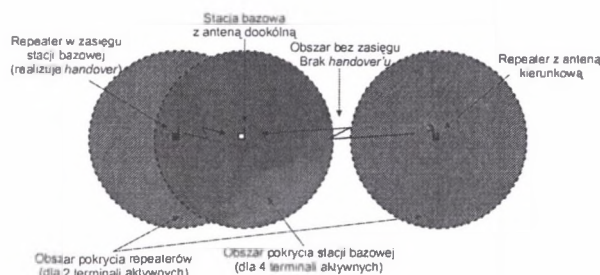
System SKTB realizuje pokrycie radiowe za pomocą sieci stacji bazowych rozstawionych w odstępach od kilkudziesięciu do kilkuset metrów.

Do połączenia stacji bazowej ze stacją dostępową wystarcza jedna para kabla teletechnicznego, służąca jednocześnie jako linia transmisyjna i zasilająca. W obrębie każdej stacji bazowej może się znajdować się od ośmiu do dwunastu terminali, z których - w jednym czasie - cztery mogą być w stanie aktywnym (czyli realizować połączenie głosowe). Ze stacji bazowej informacja w postaci cyfrowej trafia do stacji dostępowej, umieszczonej i stowarzyszonej ze stacją dołową systemu ZIST, skąd za pośrednictwem cyfrowych modemów przesyłana jest do stacji powierzchniowej. Stacja powierzchniowa systemu ZIST stanowi punkt styku z centralą telefoniczną lub systemem kopalnianej łączności alarmowo-rozgłoszeniowej (strukturę systemu przedstawia rys. 1).



Rys. 1. Struktura systemu SKTB
Fig. 1. System SKTB structure

Dla poprawy zasięgu pokrycia radiowego można się posłużyć repeaterami bezprzewodowymi. Każda stacja bazowa może współpracować z kilkunastoma repeaterami. Każdy repeater musi być zalogowany do jednej, konkretnej stacji bazowej, przez co zwiększa obszar jej działania, nie zwiększając jednak jej pojemności (ze wspólnego obszaru stacji bazowej i repeatera jednocześnie połączenia mogą prowadzić tylko cztery terminale). Zwiększenie obszaru pokrycia stacji bazowej przez repeater jest jednak tylko połowiczne, gdyż repeater do prawidłowego działania musi się znajdować się w obszarze pokrycia stacji bazowej, do której jest zalogowany (rys. 2). Możliwe jest oddalenie repeatera nawet do 1 km od stacji bazowej za pośrednictwem anteny kierunkowej, niemniej w takim przypadku niemożliwe jest zapewnienie *handoveru* [4].



Rys. 2. Możliwość zastosowania repeaterów zalogowanych do stacji bazowej
Fig. 2. Possibility of use of repeater to logged in base station

Sposób rozmieszczenia stacji bazowych jest silnie zależny od ukształtowania obszaru. Przeprowadzone doświadczenia wykazały, iż propagacja fal radiowych w paśmie 1,9 GHz dobrze się sprawdza na prostych odcinkach, ogólnie mówiąc - przy zachowaniu pola bezpośredniej widoczności. Niewielki wpływ na ograniczenie zasięgu mają małe i średnie przeszkody oraz łagodne zakręty. Większe przeszkody materialne - np. ściany, metalowe tamy - tłumią sygnał radiowy niemal całkowicie. W trakcie przeprowadzonych badań stwierdzono dobre przenoszenie sygnału przez przeszkody, o ile przechodzą przez nie np. metalowe szyny lub przewody jezdne. Z tego względu dosyć istotne jest właściwe i efektywne rozmieszczenie stacji bazowych [1].

Elementem koniecznym do uwzględnienia przy lokalizacji stacji bazowych jest zapewnienie wystarczającego obszaru współpokrycia z sąsiednimi stacjami bazowymi dla realizacji *handoveru*. Procedura przełączenia rozmowy między sąsiadującymi stacjami bazowymi zajmuje ok. 5 - 10 s, więc przy założeniu że maksymalna prędkość przemieszczania w danym rejonie będzie wynosiła ok. 10 km/h (~3 m/s), obszar nałożenia z

właściwym zapasem wyniesie ok. 50 m (rys. 3A) [4]. Prostym i efektywnym sposobem na zwiększenie odległości między stacjami bazowymi jest użycie bezprzewodowych repeaterów. Przykład korzystnego rozmieszczenia stacji bazowych z pomocą repeaterów przedstawiono na rys. 3B. Takie zastosowanie repeaterów zapewnia zwiększenie zasięgu stacji bazowych z zachowaniem w obszarze przejściowym pojemności systemu (repeater 'A' zalogowany do stacji bazowej 'A' umożliwia obsługę dwóch terminali na swoim obszarze z pojemności stacji bazowej 'A', a repeater 'B' zalogowany do stacji bazowej 'B' zapewni obsługę dwóch terminali z pojemności stacji bazowej 'B' – tak więc w całym rejonie pomiędzy obszarami 'A' - 'B' mogą prowadzić rozmowę cztery terminale). Ponadto dzięki zastosowaniu dwóch repeaterów „oszczędza się” stację bazową oraz jest to korzystny układ gwarantujący prawidłowe działanie funkcji automatycznego przełączania rozmów (*handoveru*).

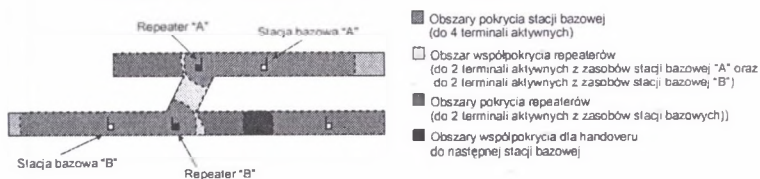
Ograniczenie liczby aktywnych terminali w obszarze jednej bazy wynika z przepustowości łącza kablowego pomiędzy stacją bazową i dostępową. W obszarach, gdzie zakładana jest większa gęstość użytkowników, zaleca się zagęszczenie stacji bazowych (przykład na rys. 3C). W przedstawionym przykładzie możliwe jest stworzenie obszaru, w obrębie którego możliwe byłoby jednoczesne zestawianie do 16 połączeń. Umieszczenie razem ze stacją bazową „A” dodatkowego repeatera zalogowanego do stacji „C” pozwoliłoby na stworzenie korytarza pomiędzy stacjami „B” i „D”, w którym jednoczesny dostęp do kanałów rozmównych miałyby 10 terminali.

Ze względów bezpieczeństwa zaleca się, by we wzajemnym zasięgu nie znajdowało się więcej niż 3 - 5 stacji bazowych. Większe zagęszczenie stacji mogłoby doprowadzić do wzajemnych zakłóceń [4].



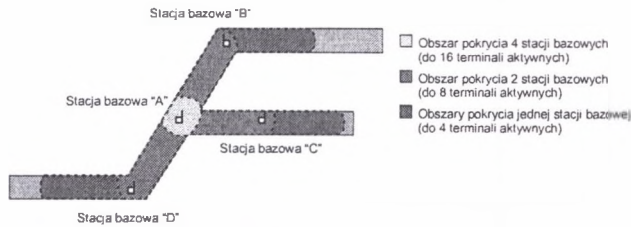
Rys. 3A. Obszar współpokrycia dla realizacji funkcji handover

Fig. 3A. The area of cover for realization of the handover function



Rys. 3B. Przykład użycia repeaterów

Fig. 3B. Example of repeater use



Rys. 3C. Przykład zagęszczenia stacji bazowych
Fig. 3C. Example of concentration of base station

4. Możliwości systemu SKTB i sygnalizatora typu OSTAR

Podstawowa wersja systemu SKTB złożona z jednego modułu dostępowego obsługuje do 16 stacji bazowych (wspomaganych przez kilkadziesiąt repeaterów), w obrębie których może się przemieszczać do 64 terminali bezprzewodowych. Możliwe jest podwojenie pojemności poprzez połączenie w jednej stacji dołowej ZIST dwóch modułów dostępowych. Wówczas sieć złożona z 32 stacji bazowych może obsłużyć do 128 terminali. Wydaje się, że jest to liczba wystarczająca do pokrycia obszaru o promieniu 4 km (tyle wynosi maksymalna odległość między stacją dostępową a bazową). Na terenie kopalni może pracować kilka systemów SKTB. Mogą one nawet pokrywać się na pewnym obszarze (z uwzględnieniem faktu, by we wzajemnym zasięgu radiowym nie znalazło się więcej niż 3 - 5 stacji bazowych). Jeden terminal może być jednocześnie zalogowany do czterech systemów i możliwe jest, by był widziany pod jednym numerem, natomiast nie jest możliwe zrealizowanie automatycznego przełączania rozmowy pomiędzy dwoma systemami (*handover*), nawet gdy stacje bazowe znajdują się na jednym obszarze. Procedura automatycznego przełączenia terminala z jednego systemu do drugiego wymaga przerwania połączenia telefonicznego.

Aktualnie podstawowym typem terminala bezprzewodowego dla systemu SKTB jest osobisty sygnalizator telefon alarmowo - rozgłoszeniowy OSTAR, ale możliwe jest zalogowanie i używanie słuchawek dowolnego producenta (muszą być zgodne ze standardem DECT - GAP i posiadać odpowiednie dopuszczenia), z tym że mogą one jedynie pełnić rolę telefonów, bez komunikacji alarmowej. Osobisty sygnalizator typu OSTAR poza typowymi funkcjami telefonicznymi (realizacja telefonicznych połączeń głosowych) umożliwia odbiór i rozgłaszanie sygnałów alarmowych i komunikatów dyspozytorskich (przy udziale automatycznego trybu głośnomówiącego), alarmowe i zwykle wywołanie dyspozytora,

odbieranie i wyświetlanie komunikatów tekstowych, przekazywanie danych (np. o stanie użytkownika lub urządzenia).

Specjalną funkcją jest możliwość zgrubnej lokalizacji położenia terminala. System SKTB jest w stanie określić, w obszarze których stacji bazowych znajduje się dany terminal oraz jaka jest wartość poziomu sygnału radiowego. Jeżeli terminal znajduje się w obszarze przynajmniej dwóch stacji bazowych, możliwe jest określenie szacunkowego położenia oraz kierunku przemieszczania (problematyczne jest określanie pozycji w przypadku repeaterów, repeater jest widziany przez terminal jako stacja bazowa, do której jest zalogowany). Osobisty sygnalizator typu OSTAR przekazuje informację o położeniu nawet w trybie nieaktywnym (przy braku połączenia głosowego).

Dla większej funkcjonalności OSTAR posiada regulowany układ głośnomówiący, graficzny wyświetlacz ciekłokrystaliczny (LCD 128x64pkt) z podświetleniem oraz interfejs IrDA (podczerwień) do komunikacji z innymi urządzeniami, np. komputerem (do programowania książki telefonicznej). Kilkunastogodzinna, intensywną pracę sygnalizatora zapewnia specjalnie zaadaptowany akumulator o dużej pojemności. Dużą zaletą sygnalizatorów OSTAR są waga i gabaryty, znacznie mniejsze od modeli analogowych.

Konfiguracja i kontrola pracy całego systemu odbywa się na komputerowym stanowisku utrzymaniowym. Umożliwia ono przeprowadzenie wszystkich operacji konfiguracyjnych typu dodawanie i usuwanie terminali, przypisanie numeru i nadanie indywidualnego kodu dostępowego dla procedury logowania, konfiguracja parametrów czasowych stacji bazowych itp. Stanowisko to rejestruje statystyki ruchowe (zestawione rozmowy, zrealizowane i odrzucone żądania automatycznego przełączenia *handover* - pozwala to na analizę sprawności działania sieci) oraz rejestruje i analizuje informacje dotyczące lokalizacji i poziomu sygnału zalogowanych terminali.

5. Podsumowanie

System kopalnianej telefonii bezprzewodowej SKTB oferuje szeroki zakres możliwości funkcjonalnych w połączeniu z prostotą konstrukcji, instalacji i eksploatacji. System nie wykorzystuje kosztownych i ciężkich w utrzymaniu „ciekących” kabli. Instalacja polega na zestawieniu prostej sieci par teletechnicznych (jednej na jedną stację bazową). Dzięki zastosowaniu cyfrowej technologii urządzenia systemu charakteryzują się niewielką masą i wymiarami w porównaniu do radiotelefonów analogowych. Nie bez znaczenia jest również

fakt niewielkiego poboru energii, co pozwala na zdalne zasilanie całej sieci stacji bazowych z jednego punktu oraz długi czas aktywnej pracy terminala ruchomego bez konieczności doładowywania akumulatora.

Zasadniczym zastosowaniem systemu wydaje się realizacja kopalnianej sieci łączności telefonicznej i alarmowo – rozgłoszeniowej, ale system może również sprawdzić się przy realizacji sieci łączności ścianowej czy dróg odstawy. Dzięki transmisji danych możliwa jest akwizycja danych z obiektów ruchomych, itp. Co istotniejsze, system ma architekturę otwartą, co pozwoli na jego stopniowe rozwijanie w miarę zapotrzebowania i możliwości.

LITERATURA

1. Materiały wewnętrzne Centrum EMAG.
2. ETS 300 175 – Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT). Second Edition. 09.1996.
3. ETSI EN 300 444 v1.4.0 – Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT); Generic Access Profile (GAP). 5.2001.
4. Materiały zebrane ze stron www firm SIEMENS, KIRK oraz National Semiconductor.

Recenzent: Dr inż. Kazimierz Miśkiewicz