

Magazyn Elektroniki Użytkowej

bezpłatny
dodatek
do
miesięcznika



P o z n a ć i z r o z u m i e ć s p r z ę t

Misją Magazynu Elektroniki Użytkowej (MEU) jest zagwarantowanie Czytelnikom EdW minimum wiedzy o elektronicznym sprzęcie używanym przez współczesnego człowieka w życiu codziennym.

Wiem, Drogi Czytelniku, że interesujesz się głównie konstrukcją układów elektronicznych, ale w Twoim środowisku, w kręgu rodziny i znajomych uchodzisz zapewne za guru elektronicznego. Do Ciebie zwracają się z pytaniami dotyczącymi sprzętu audio, video, komputerów, telefonów komórkowych, itp. Oczywiście, nie możesz się na tym wszystkim dobrze znać, ale przecież są zagadnienia, których po prostu nie wypada nie znać. Właśnie rolą MEU jest dostarczyć Ci minimum wiedzy o tematach i terminologii będącej w powszechnym użyciu. Musisz się w tych sprawach orientować, chociażby po to, żeby zachować autorytet guru elektronicznego w kręgu najbliższych Ci osób. Traktujemy też MEU jako wstępną lekturę, która ułatwi Ci rozumienie artykułów w pismach specjalistycznych, takich jak AUDIO, ŚWIAT RADIO, ESTRADA I STUDIO, itp.

Konstrukcja MEU jest bardzo prosta - opiera się na czterech wątkach:

* **Aktualności** - wiadomo, że służą "trzymaniu ręki na pulsie", żeby zawsze wiedzieć o wszystkich nowinkach;

* **O tym się mówi** - rozjaśnia zagadnienia, o których w ostatnim czasie jest bardzo głośno;

* **To wypada wiedzieć** - wyjaśnia zagadnienia, których - szczerze mówiąc - elektronikowi nie wypada nie znać i nie rozumieć;

* **Leksykon** - ma przygotować Czytelników EdW do lektury pism specjalistycznych.

To wypada wiedzieć

Telefonia komórkowa dzisiaj

Według prognoz analityków w 2000 roku telefonami komórkowymi będzie posługiwało się ponad pół miliarda użytkowników. Firmy sprzedające urządzenia pracujące w systemach GSM notują olbrzymie zyski. Co jest powodem tak oszałamiających sukcesów? Zacznijmy od początku. Weźmy do ręki dowolny aparat komórkowy. Pierwsze spostrzeżenie - tu nie ma kabla. Jak to się dzieje, że z takiego maleństwa można wydzwaniać po całym świecie? Czy, gdy rozmawiamy z przyjacielem w Tokio, oznacza to, że sygnał z telefonu wędruje w powietrzu te tysiące kilometrów? Nic bardziej błędnego. Ale zacznijmy najpierw od samego aparatu. Za rewelacyjny uważam sposób aktywacji. Wykupując abonament w danej sieci dostajemy małą plastikową kartę z zatopionym w niej mikroprocesorem (fotografia 1). W nim zawarty jest nasz numer identyfikacyjny. On stanowi miejsce, w którym będziemy przechowywać numery i adresy naszych znajomych. Wreszcie on jest identyfikatorem sieci, w której pracować będzie nasz telefon. Dzięki temu małemu kawałkowi plastiku możemy dowolnie zmieniać aparaty telefoniczne. Jadąc za granicę bierzemy ze sobą tylko kartę aktywacyjną. Na miejscu wypożyczamy telefon i dzwonimy, dzwonimy...

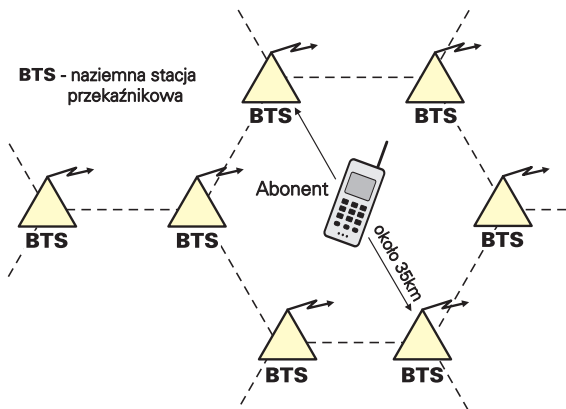


Trochę teorii

Jak działa cały system? Zaznaczam, że wszelkie skojarzenia z krótkofalarstwem są błędne. System telefonii komórkowej jest bardziej skomplikowany, w powietrzu zaś sygnały pokonują tylko niewielką część drogi. W dużym uproszczeniu: rozmawiając przez przenośny aparat telefoniczny GSM łączymy

się najpierw z naziemną stacją bazową. Tu kończy się „droga powietrzna” aż do czasu, gdy rozmowa zostanie skierowana do innego użytkownika telefonu przenośnego. Dalszą drogę sygnał pokonuje kablem podziemnym. Naziemna baza, poprzez system stacji odbiorczych i przekaźników radiowych, przesyła sygnał nadany przez aparat do centrum całej

sieci. Właśnie ze sposobu rozmieszczenia tych przekąźników wzięto się określenie „komórka”. Cały obszar, na którym działa operator telefonii, jest podzielony na dosyć regu-



Rys. 1 Rozmieszczenie naziemnych stacji przekąźnikowych

larne obszary. Ich graficznym odwzorowaniem może być siatka o sześciokątnych oczkach. Jedno jej „oczko” to właśnie pojedyncza komórka (Rys.1).

Jej centrum stanowi naziemna stacja przekąźnikowa odbierająca i wysyłająca sygnały do użytkowników sieci. W systemie GSM 900 MHz wielkość „oczka” wynosi około 30 – 40 km. W systemie GSM 1800 MHz jest około pięciokrotnie mniejsza. Przekąźniki sygnału podłączone są do systemu stacji bazowej. Jeżeli dzwonimy blisko – sygnał znaczną część drogi wędruje kablami. Połączenia odległe mogą być realizowane za pomocą transmisji satelitarnej. Oczywiście, dzieje się tak, gdy rozmówca posługuje się telefonem komórkowym. Wówczas sygnał dotrze do niego w ostatniej fazie przesłany za pośrednictwem naziemnej stacji przekąźnikowej. Dzięki takiej strukturze, czyli obecności komórek – przekąźników radiowych telefony komórkowe GSM nie muszą mieć dużej mocy nadawania. W zależności od systemu w jakim pracują, moc wyjściowa wynosi do 4 watów (GSM 900 MHz) lub do 1 wata (GSM 1800 MHz).

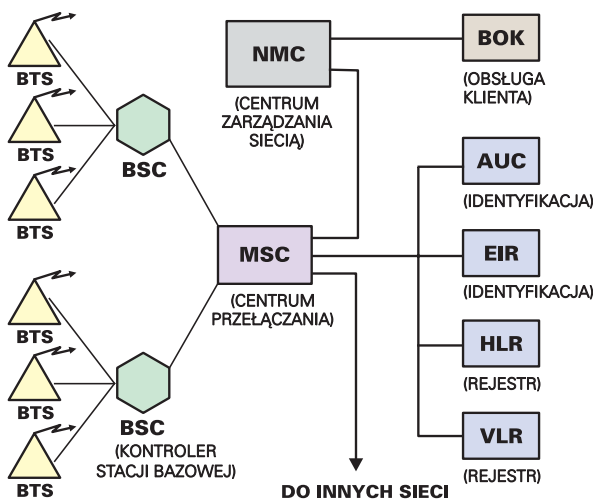
Dwa systemy

Ano właśnie – dwa systemy. Pierwszy – starszy – GSM 900 działa w pasmie około 900 MHz. Podzielony jest na dwa przedziały częstotliwości o szerokości 25 MHz każdy. Każde z tych pasm zawiera 124 kanały. Wynika z tego szerokość kanału równa 200 kHz. (25 MHz / 124 = 200 kHz). W praktyce oznacza to, że aparaty pracujące w tym systemie mają duży zasięg – stąd podana wcześniej wielkość komórki o średnicy 35 kilometrów. Umożliwia to stosunkowo rzadkie rozstawianie stacji naziemnych. Jest to system, który idealnie sprawdza się na terenach mniej zaludnionych. Z aparatem pracującym w tym systemie możemy bez obawy o brak łączności

podróżować po całej Polsce i krajach Europy. Jednak w gęsto zaludnionym mieście, wśród setek innych użytkowników tej samej sieci, możemy mieć kłopoty z uzyskaniem połączenia. Niedogodność tę postanowiono wyeliminować opracowując system GSM 1800. Zasada działania jest taka sama jak w GSM 900. Podstawowa różnica to inna częstotliwość robocza.

Do prac nad systemem GSM 1800 (pod kryptonimem DCS – Digital Cellular System) przystąpiono wkrótce po opracowaniu specyfikacji GSM 900. Gwałtowny rozwój telefonii komórkowej spowodował, że 124 kanały przestały gwarantować odpowiednią przepustowość systemu. System GSM 1800 działa w dwukrotnie wyższym pa-

smie - około 1800 MHz. Tu również wykorzystane są dwa przedziały częstotliwości, z tym, że szerokość każdego kanału zmniejszono mniej więcej trzykrotnie. Wynosi ona 75 kHz. Dzięki temu liczba kanałów GSM 1800 jest prawie trzykrotnie większa od jego starszego brata (25 MHz / 75 kHz = 333). Pojemność systemu liczona w jednostkach bezwzględnych czyli ilość kanałów przypadających na kilometr kwadratowy powierzchni, przewyższa GSM 900 prawie dziesięciokrotnie. Niestety nic za darmo. Stacje naziemne nadające w systemie 1800 MHz mają znacznie mniejszy zasięg. Oznacza to, że pokrycie nimi dużych obszarów jest szalenie kosztowne. Wynika z tego, że GSM 1800 idealnie nadaje się do warunków miejskich. Nawet przy intensywnym natężeniu „ruchu” łatwiej jest uzyskać połączenie. I oczywiście dzięki dużej liczbie użytkowników operatorom sieci szybciej zwracają się koszty poniesione na ich uruchomienie.



Rys. 2 Schemat organizacyjny sieci komórkowej

Powstały więc APARATY TELEFONICZNE DWUSYSTEMOWE. Wybór sposobu pracy odbywa się automatycznie, w zależności od miejsca pobytu abonenta oraz obciążenia sieci, w której pracuje. Nasuwa się pytanie. Skoro sygnał do i z telefonu jest przekazywany przez stacje przekąźnikowe, system musi jakoś wiedzieć, gdzie kierować sygnały. Tak jest w istocie.

Organizacja systemu

Przekąźniki radiowe połączone są w niewielkie grupy – po kilka, kilkanaście urządzeń. Wynika to z obszaru, który obejmują swoim zasięgiem. Każda z nich sterowana jest przez tzw BSC (Base Station Controller), tzn. Kontroler Stacji Bazowej (Rys. 2). Koordynuje on pracę całego zespołu. Z kolei BSC nadzorowane są przez OMC (Operation and Maintenance Center), tzn. Centrum Operacyjne. Jego zadaniem jest koordynowanie ich współpracy i wzajemnej wymiany danych. BSC podłączone są też do jednego z najważniejszych elementów sieci. Jest to MSC (Mobile Switching Center), czyli Centrum Przełączania. Tutaj kontrolowany jest ruch między poszczególnymi komórkami, „oczkami” całej sieci. MSC ma połączenia z innymi sieciami dla rozmów wychodzących oraz wiele „odnóg” pozwalających na pełną kontrolę nad ruchem w sieci. Umieszczono w nim Rejestry Umiejscowienia Użytkowników (VLR – Visitor Location Register oraz HLR – Home Location Register). Zachowują one pełną informację o każdym użytkowniku sieci znajdującym się w jej zasięgu. Dzięki temu wiadomo, gdzie znajduje się dany abonent i jak nawiązać z nim łączność. Cały system przypomina trochę szkołę. Stacje bazowe to uczniowie. BSC to całe klasy z ich opiekunami. OMC to Pani Dyrektor. MSC to sekretariat, VLR i HLR to biblioteka i czytelnia.

W systemie znajdują się jeszcze elementy pomocnicze sieci. Bardzo ważną funkcję spełnia EIR (Equipment Identity Register), czyli Rejestr Identyfikacji Sprzętu. Przechowuje on i kontroluje dane dotyczące każdego z użytkowników sieci. Przy każdym włączeniu do sieci aparatu komórkowego sprawdzany jest stan aktywacji konta abonenta. Dodatkowo kontrolowany jest roaming (do wyjaśnienia tego pojęcia wrócimy niebawem) oraz czy karta aktywacyjna lub telefon nie zostały zastrzeżone jako skradzione. Podobną funkcję spełnia Centrum Identyfikacji (AUC – Authentication Center). Nad całością systemu nadzór sprawuje najwyższe w hierarchii ważności Centrum Zarządza-

nia Siecią (NMC – Network Management Center). A jak wszystkie te zależności wyglądają w praktyce? Otóż, jeżeli poruszamy się z włączonym aparatem, czyli jesteśmy zalogowani w sieci, informacja o miejscu naszego pobytu jest pilnie notowana. Ponieważ pojedynczy przekaźnik radiowy, czyli komórka sieci nie jest w stanie zapewnić nam stałej łączności, musi w chwili jej opuszczenia przez użytkownika przekazać jego obsługę innej komórce. Dlatego każda sieć telefonii komórkowej funkcjonuje na podstawie wielu baz danych zawierających informacje niezbędne do nawiązania połączenia. Rejestry HLR i VLR pozwalają upilnować każdego z użytkowników sieci. Na podstawie danych zawartych w HLR operator zna dane każdego z klientów. Wie z jakim rodzajem abonamentu ma do czynienia (opłaty, opłaty), jak wygląda stan konta pre-paid, jakie dodatkowe usługi klient wykupił, wreszcie rzecz najważniejszą – gdzie w danej chwili znajduje się aparat. Z kolei rejestr VLR zbiera i zapisuje dane osób znajdujących się w danej chwili w obszarze danej centrali.

Przemierzając się przechodzimy z VLR-a do VLR-a, te natomiast każdorazowo informują o tym rejestr HLR. Dzięki temu nawiązanie łączności z konkretnym użytkownikiem sieci jest możliwe bez długotrwałych poszukiwań. Gdy telefon jest wyłączony lub znajduje się poza zasięgiem sygnału informacja ta trafia do HLR. Osoba dzwoniąca zostaje poinformowana wtedy stosownym komunikatem słownym. Jednocześnie, w zależności od wcześniejszych ustawień aparatu abonenta, może zostać uaktywniona poczta głosowa czyli „automatyczna sekretarka”.

Kilka uzupełnień

Skąd system wie, że komórka została wyłączona lub znalazła się poza zasięgiem stacji przekaźnikowej? Otóż tak naprawdę to mimo iż nigdzie nie dzwoniemy **NASZ TELEFON JEST CAŁY CZAS W KONTAKCIE Z CENTRALĄ**. Regularnie wysyła do centrali sygnał, w którym zawarty jest niepowtarzalny numer komórki oraz dane karty aktywacyjnej. Sygnał taki wysyłany jest mniej więcej co kilka – kilkanaście sekund. Ponieważ informacja wysyłana jest w postaci mocno skompresowanej, nie powoduje to istotnego rozładowywania akumulatorów telefonu. Wyłączenie telefonu powoduje przesłanie stosownej informacji do HLR. Zanik powtarzanego sygnału jest dla sieci sygnałem że abonent znalazł się w „dziurze” zasięgowej i należy być przygotowanym na jego ponowną lokalizację.

Z powyższych wywodów wyraźnie widać, że podstawą działania każdej sieci łączności komórkowej jest potężny, bardzo sprawny system komputerowy. Musi mieć pojemną pamięć i być odpowiednio szybki. Oczywiście, na szybkość wybierania poszczególnych abonentów, ich logowania do

sieci czy przekazywania z komórki do komórki mają wpływ też odpowiednie, inteligentne algorytmy pracy. Sieci komórkowe cały czas dużo inwestują we własne zespoły programistów doskonalących obsługę systemu.

Cyfrowo sterowana jest nie tylko obsługa sieci. Digitalizowana jest też informacja głosowa. Gdy korzystamy z telefonu, nasz głos przetwarzany jest na postać cyfrową. Ta, obrobiona za pomocą systemów tłumienia i redukcji szumów oraz poprawy jakości brzmienia (układy tym sterujące zawarte są w telefonie – mogą różnić się w zależności od konkretnego modelu), wysyłana jest do adresata. Tam przechodzi proces odwrotny, tzn. zamiany z postaci cyfrowej na analogową. W związku z tym telefonia cyfrowa jest zdecydowanie bardziej odporna na zakłócenia i przejęcie połączeń.

Na jednym kanale prowadzone jest wiele rozmów, dane zawierające poszczególne rozmowy przełączane są w czasie. Zmieniają się też częstotliwości. Wszystko to powoduje, że ewentualny podsłuch prowadzonych rozmów jest prawie niemożliwy.

Telefonia komórkowa jest dużo bezpieczniejsza - w porównaniu do kablowej - gdy chodzi o możliwość dzwonienia na cudzy rachunek. W prosty sposób nie da się, korzystając z cudzego konta, połączyć np. z Japonią.

Chcę napisać jeszcze kilka słów o kolejnym elemencie sieci komórkowej – o BOK. Biuro Obsługi Klienta, bo o nim mowa, pełni bardzo ważną funkcję w całym systemie. Zapewnia możliwość bezpośredniego kontaktu użytkownika aparatu z przedstawicielami sieci. Pełni funkcję informacyjno – reklamową. Połączenie z BOK jest bezpłatne. Możemy dzięki niemu rozwiązać problemy natury technicznej – są tu dostępne gotowe wskazówki jak np. skonfigurować pocztę głosową. Możemy uzyskać informacje o planach taryfowych. Podany zostanie nam aktualny zasięg sieci. Wreszcie możemy dokonać sprawdzenia stanu konta lub odblokować połączenia międzynarodowe. Część informacji dostępna jest w formie gotowych nagrań, część uzyskamy od operatora – pracownika sieci.

Taki mały, a ile potrafi

Aparaty systemów telefonii komórkowej bez przesady można nazwać szczytowym osiągnięciem elektroniki końca dwudziestego wieku. Te małe cacka charakteryzuje bardzo oszczędne korzystanie z energii zgromadzonej w akumulatorach. Standardem chwili obecnej jest czas pracy w trybie oczekiwania na rozmowę (tzw. stan gotowości), dochodzący do stu lub więcej godzin. Oczywiście, przy użyciu akumulatorów o normalnej pojemności. Jako wyposażenie dodatkowe oferowane są źródła zasilania zapewniające jeszcze dłuższy czas pracy. Niestety, z reguły wiąże się to z powiększeniem wymiarów i wagi całości. Jak już wcześniej napisałem,



Telefon z wiadomością SMS widoczną na wyświetlaczu.

coraz więcej aparatów oferuje możliwość pracy jednocześnie w systemach 900 i 1800 MHz. Użytkownicy odczuwają dzięki temu większy komfort. Większość modeli może bowiem automatycznie przełączać się pomiędzy sieciami.

Łatwe posługiwanie się telefonem zapewnia przede wszystkim duży, czytelny wyświetlacz. Niektóre z modeli producenci wyposażyli w możliwość prezentowania grafiki. W tej chwili wszystkie aparaty umożliwiają korzystanie z poczty głosowej. Są przystosowane do odbierania i nadawania krótkich wiadomości tekstowych (SMS - Short Messaging System) (Fot. 2). Karta aktywacyjna zawarta w urządzeniu jest podręcznym notatnikiem adresowo – numerowym. Podobne funkcje spełnia pamięć aparatu. Możliwe jest zapamiętanie dziesięciu ostatnio wybieranych numerów i dziesięciu nieodebranych. Telefony droższe wyposaża się w łącze podczerwone IrDA pozwalające na sterowanie z komputera PC. Niektóre posiadają modem. Jeszcze do niedawna, aby połączyć się z siecią bądź wysłać faks, konieczna była specjalna karta modemowa do komputera. Dziś wystarczy tylko telefon GSM w zasięgu sieci.

Aparaty wyposaża się w kilkanaście rodzajów dźwięków dzwonek – mogą to być nawet fragmenty znanych melodii. Ich wybór należy oczywiście do użytkownika. Osoby, których nazwiska znajdują się w książce telefonicznej można dzielić na grupy – każda z nich ma swój charakterystyczny, oddzielny sygnał. Aparaty wyższej klasy posiadają alarm wibracyjny. Jest to rodzaj bezgłośnego brzęczyka, którego drgania sygnalizują rozmowę.

Producenci prześcigają się w pomysłach, które mogłyby zachęcić potencjalnych klientów i zatrzymać dotychczasowych. Niektóre z nich są nieledwie na granicy przydatności. Konstruktorzy starają się łączyć kilka urządzeń w jednym. Niektóre z proponowanych rozwiązań przydają się w praktyce. Inne ma-

ją charakter wybitnie rozrywkowy. Telefony wyposaża się w rozbudowane kalendarze – organizery. Standardem staje się wbudowany zegarek z budzikiem (Fot. 3).



3 Telefon wyposażony w zegarek i kalendarz.

Częstokroć możemy skorzystać z funkcji odmierzenia zadanego czasu (count down – odliczanie wstecz). W codziennej pracy pomocna może być funkcja kalkulatora. Wreszcie – najmniej praktyczną, lecz być może częściej wykorzystywaną funkcją są wbudowane gry. „Wąż”, „Memory” czy „Kółko czy krzyżyk” to już klasyka.

Wybieranie poszczególnych komend może odbywać się za pomocą klawiatury lub specjalnego pokrętkła. Możliwe jest tworzenie profili użytkownika. Jest to pogrupowanie sposobów sterowania niektórymi funkcjami w sposób określony przez użytkownika. Pozwalają one szybko zmieniać najważniejsze ustawienia telefonu w zależności od sytuacji.

Najnowszym hitem rynku telefonów komórkowych jest sterowanie wszystkimi funkcjami przy pomocy głosu.

Wreszcie elementem całkowicie rozrywkowym są kolorowe, wymienne bądź przezroczyste obudowy. Konstrukcja aparatów maksymalnie uprościła ich montaż. Wystarczy nacisnąć odpowiedni zaczep.

Pocztą głosową

Pocztą głosową jest rodzajem rozbudowanej, automatycznej sekretarki (Fot. 4). Korzystanie z niej zapewnia możliwość ciągłego kontaktu z rodziną, znajomymi lub klientami. Wbrew powszechnie panującemu po-

gładowi usługiwanie się nią nie jest trudne. Po zakupie aparatu telefonicznego trzeba dokonać jedynie konfiguracji połączeń.

Każda z sieci komórkowych posiada wyodrębniony numer obsługujący tylko połączenia poczty głosowej. Z reguły podany jest w dokumentacji dodanej do karty aktywacyjnej. Wybranie tego numeru po raz pierwszy włącza system podpowiedzi. Zgodnie z komentarzem użytkownik

prowadzony jest przez całą procedurę instalacyjną. W jej trakcie ustalany i nagrywany jest tekst powitania, wpisywany jest kod dostępu oraz określone zostają sytuacje w których poczta się uaktywnia. Może to być przypadek najczęstszy – gdy mamy wyłączony telefon. Poczta może włączyć się gdy wyszliśmy z zasięgu sieci lub gdy w danej chwili prowadzimy z kimś rozmowę.

Jeżeli ktoś nagra wiadomość na naszej automatycznej sekretarce, centrum obsługi poczty głosowej poinformuje nas o tym za pomocą wiadomości tekstowej SMS. Telefon sygnalizuje to określonym dźwiękiem, pokazaniem symbolu otrzymania wiadomości (z reguły ikona koperty) oraz krótkim komunikatem tekstowym na wyświetlaczu.

Odczytanie nagranej wiadomości może odbywać się na kilka sposobów. Pierwszy, najczęściej stosowany, to zadzwonienie z własnego aparatu na numer poczty. Po podaniu kodu dostępu odsłuchujemy nagrane wiadomości. Za połączenie oczywiście płacimy.

Do naszej automatycznej sekretarki możemy też dostać się dzwoniąc z aparatu stacjonarnego. Jest to wygodne o tyle, że możemy odsłuchać pocztę będąc w dowolnym miejscu na świecie. I to połączenie też jest płatne.

Wreszcie, niektóre sieci komórkowe skonfigurowały pocztę głosową w taki sposób, że oddzwania ona na nasz numer. Próby połączenia się z nami podejmowane są, gdy włączamy telefon (jeśli był wyłączony), gdy pojawimy się w zasięgu sieci (jeśli telefon znajdował się w „dziurze” radiowej), gdy zakończymy prowadzoną rozmowę (gdy numer był zajęty) lub zaraz po nagraniu wiadomości. Następne próby połączenia powtarzane są po kilku godzinach. Za połączenia z pocztą głosową, gdy to ona do nas oddzwania, płacimy tylko wtedy, gdy korzystamy z roamingu międzynarodowego (znajdujemy się w innym niż Polska kraju).

Pocztą głosową umożliwia osobom dzwoniącym na nasz numer zdefiniować zostawiane wiadomości. W tym celu rozmówca powinien, zamiast odłożyć słuchawkę, zakończyć nagrywanie



4 Pocztą głosową działa jak automatyczna sekretarka. Świadczą o tym dostępne funkcje.

wiadomości przyciskiem # występującym w większości obecnie używanych aparatów telefonicznych. Można wówczas zdefiniować wiadomość jako pilną, poufną, zwykłą lub zostawić prośbę o oddzwonienie.

Pocztą głosową pozwala też na określenie czasu wysłania wiadomości (godziny i daty). W szczególnym przypadku umożliwia to wykorzystanie telefonu jako budzika.

Różne sieci oferują różny czas przechowywania nagranych komunikatów. Z reguły jest to siedem dni – jeżeli wiadomość przez ten czas nie była ani razu odsłuchiwana. Oczywiście skasowania zapisanych tekstów może dokonać sam użytkownik.

Wiadomości tekstowe SMS

Współczesna telefonia komórkowa to nie tylko przesyłanie dźwięku. O jej jakości i nowatorstwie świadczy między innymi możliwość przesyłania tekstów. Wiadomości tekstowe SMS (Short Messaging System) to krótkie zdania, które można wysłać i odbierać przy pomocy telefonu komórkowego (Fot. 2). Przydaje się to wszędzie tam, gdzie nie ma konieczności nawiązywania połączenia. Do zalet tego systemu można zaliczyć niską, w porównaniu z połączeniem głosowym, cenę. Do wad – ograniczona do 160 znaków długość wiadomości oraz niewygodę związaną z wprowadzaniem tekstu z klawiatury telefonu.

Konfiguracja telefonu, umożliwiająca wysyłanie i odbiór SMS, zbliżona jest do sposobu konfiguracji poczty głosowej. Musimy mieć wpisany w naszym telefonie numer Centrum Obsługi Wiadomości. Podany jest on razem z kartą aktywacyjną, a wprowadzamy go zgodnie z instrukcją telefonu. Odbiór wiadomości jest bezpłatny, ich nadawanie wiąże się z opłatami - niższymi jednak niż za połączenie głosowe.

Wysyłanie wiadomości tekstowych możliwe jest też dzięki Internetowi. Operatorzy

sieci udostępniają adresy, pod którymi znajdują się bramki nadawcze. Należy tylko wypełnić podane formularze, podać numer adresu wiadomości i jej treść.

Wpisywanie wiadomości jest czynnością żmudną. Większość producentów aparatów komórkowych przyjęła zasadę, że każdemu klawiszowi przyporządkowane są trzy litery (Fot. 5). Jednokrotne wciśnięcie klawisza powoduje wyświetlenie pierwszej z liter, dwukrotne – drugiej, a trzykrotne trzeciej. Wciśnięcie i przytrzymanie klawisza powoduje przełączenie telefonu na wyświetlanie małych liter.



5
Telefon Nokia.
Widoczne klawisze - każdy z nich wprowadza po trzy litery.

Na całe szczęście zredagowane wcześniej komunikaty można przechowywać w pamięci „komórki”. Pozwala to na ich wielokrotne wysyłanie oraz łatwą modyfikację – w zależności od potrzeb. Podobnie, pamięć aparatu, przechowuje komunikaty otrzymane. Można je również wykorzystać jako wzorce.

Producenci aparatów komórkowych, zdając sobie sprawę z opisanych niedogodności, postarali się im zapobiec. Do części modeli telefonów dostępne są kable połączeniowe telefon – komputer. Za pomocą odpowiedniego oprogramowania użytkownik może swobodnie redagować teksty komunikatów, wpisywać i modyfikować bazę adresową oraz zmieniać niektóre z ustawień aparatu. W nowszych modelach producenci wyeliminowali kabel połączeniowy. Komputer kontaktuje się z telefonem za pomocą łącza podczerwonego IrDA. Rozwiązanie to, jakkolwiek szalenie wygodne, ma jedną wadę. Zwiększa cenę aparatu GSM.

Należy jeszcze dodać, że usługa wysyłania wiadomości tekstowych w systemach telefonii komórkowej praktycznie wyparła z rynku tak modne kiedyś systemy przywoławcze - tzw pagery. Odmianą informacji SMS jest przesyłanie grafiki, czyli różnych obrazków (Fot. 6). Jest to jedna z nowszych usług w sieciach komórkowych. Umożliwia przesyłanie wiadomości graficznych z jednego telefonu komórkowego do drugiego. Niestety, wielkość obrazków powoduje, że wysłanie jednej wiadomości graficznej jest równoznaczne jednoczesnemu przesłaniu kilku (zwykle trzech – czterech) zwykłych wiadomości tekstowych. Ma to swoje odbicie w cenie usługi. Do wysyłania wiadomości konieczny jest telefon wyposażony w tę funkcję.

Info SMS

Niektórzy z operatorów GSM oferując usługę SMS wprowadzili dodatkowo do ofert serwisy tekstowe. Usługa ta umożliwia otrzymywanie krótkich informacji tekstowych na wybrany przez nas temat. Serwisy takie aktualizowane są zazwyczaj kilkakrotnie w ciągu dnia. Skorzystanie z nich polega na wysłaniu słowa – klucza adres Centrum Obsługi Wiadomości. Po krótkim czasie Centrum odzwania przysyłając nam zamówioną informację. Między innymi dostępne są:

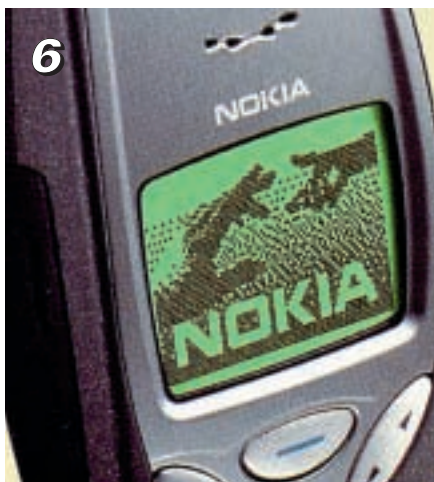
Asortyment dostępnych usług Info SMS jest oczywiście znacznie obszerniejszy. Ale już te, zaprezentowane powyżej, uświadamiają nam ogrom informacji dostępnych dzięki posiadanemu telefonowi komórkowemu.

W czasie korzystania z Info SMS płacimy tylko za wiadomość wysłaną. Żądane informacje przesyłane są do abonenta bezpłatnie. W przypadku częstszego korzystania z tej usługi niektóre sieci komórkowe oferują nam możliwość wykupienia dodatkowego abonamentu. Dzięki temu koszt wysłania jednej wiadomości tekstowej jest jeszcze niższy.

Roaming

Każdy z nas marzy o wielkiej wyprawie dookoła świata. Albo o krótkim wypadzie na narty gdzieś za granice naszego kraju. Niestety, w wielu z nas drzemie potrzeba bycia w ciągłym kontakcie z biurem, domem rodzinnym lub przyjaciółmi. Dla tych wszystkich stworzono roaming. Jest to kolejna, olbrzymia zaleta sieci cyfrowych telefonii komórkowych.

Gdyby nasze wspaniałe telefony komórkowe o mnóstwie funkcji, za których używanie płacimy niemałe kwoty, były ograniczone zasięgiem do obszaru rodzimej sieci, wówczas telefonia komórkowa nie rozwinęłaby się w takim stopniu. W dzisiejszym świecie bez wiz, ograniczenia w dziedzinie telekomunikacji muszą zostać zminimalizowane. Służy temu roaming. Najprościej mówiąc, jest to możliwość korzystania z własnego telefonu komórkowego za granicą. Oczywiście w zakresie naszego stałego, wykupionego w kraju abonamentu. Tym samym aparatem uzbrojonym w naszą kartę aktywacyjną możemy nawiązać połączenie z niemal dowolnym zakątkiem świata. Gdy zaś pozostający w kraju przyjaciele chcą uciąć z nami pogawędkę, mogą to zrobić bez dociekania numeru kierunkowego państwa i miasta, w którym



6
Telefon firmy Nokia z wyświetlaczem graficznym

Hasło – klucz	Treść serwisu	Aktualizacja
HUMOR	System przesyła losowo wybrany dowcip	Na bieżąco
GPW	Giełda papierów wartościowych. Pozwala otrzymać wyniki uzyskane przez wybraną firmę. Jej nazwę podajemy po słowie – kluczu. Jeżeli podamy tylko pierwsze litery nazwy uzyskamy wyniki wszystkich firm których nazwy tak się zaczynają.	Na bieżąco
NAZWA FIRMY	Przegląd ostatnich pięciu sesji wybranej firmy.	11. 00
GIEŁDA	Ogólne informacje giełdowe.	11. 00
WIRR	Podaje indeksy giełdowe wraz ze zmianą procentową.	12. 00
MIDWIG	Podaje średnie wyniki giełdowe.	12. 00
WALUTA	Spis kursów walut. Można wpisać nazwę waluty w postaci trzyliterowego kodu – podajemy tylko wybrane dane. Zamiast nazwy można wpisać tylko pierwszą literę – otrzymamy wykaz wszystkich kursów walut zaczynających się na wybraną literę.	Na bieżąco
NAZWA WALUTY	Przegląd ostatnich kursów podanej waluty.	Na bieżąco
SPORT	Informacje sportowe.	15. 30
GOL	Wyniki spotkań w lidze piłki nożnej lub inne informacje związane z tym sportem.	15. 30
HOKEJ	j. w. na temat hokeja.	15. 30
KOSZ	j. w. na temat koszykówki.	15. 30
MOTO	Informacje o sportach motorowych.	15. 30
POGODA	Informacje o pogodzie.	8. 00
TVP1, TVP2, POLSAT, POLONIA	Przesyła program telewizyjny odpowiedniej stacji, emitowany w dniu bieżącym. PO wpisaniu do hasła godziny podany zostanie program od tej godziny.	14. 00
?, POMOC	Przesyła listę dostępnych poleceń.	
POMOC POLECENIE	Przesyła opis danego polecenia.	
BIORYTM	Przesyła biorym dla podanej w poleceniu daty.	14. 00
CZAS	Przesyła aktualny czas.	Na bieżąco
IMIENINY	Przesyła daty imienin dla podanych imion lub imiona dla podanych dat.	
LOTTO	Podaje wyniki ostatnich losowań gier liczbowych.	Na bieżąco
WD	Przesyła uaktualniany co godzinę serwis informacyjny Polskiej Agencji Prasowej.	
JEZYK	Ustawia domyślny język odpowiedzi.	

przebywamy. Co więcej, osoby dzwoniące mogą nie wiedzieć, że ich rozmówca jest za granicą. Wiąże się z tym pewna pułapka finansowa, ale o tym za chwilę.

Podstawą działania roamingu jest porozumienie podpisane przez krajowego operatora sieci z partnerem zagranicznym. Podczas pobytu za granicą nasz aparat jest poza zasięgiem własnej sieci - korzysta z nadajników operatora działającego w danym kraju. Pamiętajmy jednak, że nie dzieje się to za darmo. Operator zagraniczny pobiera za usługę określoną opłatę doliczaną nam później do rachunku.

Nasi rodzimi operatorzy mają na dzień dzisiejszy podpisane umowy roamingowe z ponad stu partnerami z różnych stron świata. Abonent indywidualny jest wyposażony w tę usługę po trzech miesiącach regularnego płacenia rachunków lub złożeniu stosownej kaucji. Operatorzy zabezpieczają się w ten sposób przed przekroczeniem granicy naszej wypłacalności. Inaczej mówiąc – boją się byśmy nie „nabili” zbyt wielu impulsów.

W większości sieci GSM zalogowanie się użytkownika korzystającego z roamingu przebiega automatycznie, bez potrzeby ręcznego wyszukiwania. Sieć roamingowa na podstawie naszych danych zgromadzonych na karcie aktywacyjnej wie, że ma do czynienia z osobą uprawnioną do korzystania z jej połączeń. W przypadku, gdy w danym kraju podpisana została umowa roamingowa z więcej niż jednym operatorem, nasz aparat wybierze połączenie charakteryzujące się najmocniejszym sygnałem. Może się zdarzyć, że będzie to operator charakteryzujący się wysokimi kosztami obsługi. Możemy wtedy ręcznie poszukać innej, łaskawszej dla naszego portfela, sieci.

Kłopoty mogą nas spotkać w przypadku wysyłania SMS – ów. Niektórzy operatorzy liczą sobie znaczne sumy nie tylko za możliwość wysłania wiadomości tekstowej, lecz także za jej odbiór. Opłaty te mogą kilkukrotnie przewyższać cenę do jakiej jesteśmy przyzwyczajeni.

No właśnie, doszliśmy do bardzo istotnej kwestii – kosztów połączeń zagranicznych. Opłaty roamingowe różnią się istotnie od tego, do czego przywykliśmy. Jedyną dobrą wiadomością jest ta, że za aktywację usługi nie musimy płacić. Polscy operatorzy udostępniają ją bezpłatnie z zastrzeżeniami, o których napisałem wcześniej.

Uruchomienie usługi to dopiero początek. Przede wszystkim musimy wiedzieć, że to my płacimy za rozmowy odebrane. Dokładniej rzecz ujmując, jeśli ktoś dzwoni do nas z Polski, płaci za połączenie się z siecią komórkową. My ponosimy koszt rozmowy „od granicy” do naszego telefonu. Koszt połączenia się polskiej sieci GSM z siecią operatora zagranicznego naliczany jest według stawek za połączenia międzynarodowe. Cała rzecz

została wymyślona właśnie tak, bo osoba dzwoniąca do nas może nie wiedzieć o naszych zagranicznych wozach. Obciążanie jej kosztami połączeń międzynarodowych byłoby niemiłą niespodzianką.

Gdy to my dzwoniemy z zagranicy opłaty naliczane są według stawek operatora, z usług którego korzystamy. Rachunek za wykonane połączenia przesyłany jest do naszej sieci macierzystej.

System opłat Pre-Paid

Rozwój telefonii komórkowej w jej pierwszych latach związany był z wysokimi kosztami usług. Koszt wykupienia aktywacji, wymóg spełnienia określonych warunków formalnych oraz wysokie, comiesięczne opłaty abonamentowe były skuteczną barierą dla sporej grupy osób. Wymyślono więc system pre-paid (można to przetłumaczyć jako „najpierw zapłać a potem używaj”). Ta forma telefonii komórkowej oferowana jest wszystkim osobom, które chcą być zawsze uchwytne, a nie planują jednak przeprowadzania dużej liczby rozmów z telefonu przenośnego. Tylko pod takim warunkiem system ten jest opłacalny, gdyż ceny połączeń są w nim znacznie wyższe niż w systemie abonamentowym. Korzystają z niego ci, którzy potrzebują telefonu na pewien czas, nie mają stałej pracy lub stalego miejsca zamieszkania.

Pre-paid to tak naprawdę system kart telefonicznych przeznaczonych dla aparatów komórkowych (Fot. 7, 8). Zasada ich działania jest zbliżona do działania systemu zwykłych kart do automatów telefonicznych. zasadnicza różnica to ta, że telekarty nie wkładamy do telefonu. Nasze konto zostaje zasilone poprzez wpisanie specjalnego numeru wydrukowanego na jej odwrocie.



Karta aktywacyjna systemu pre-paid.

Telefony pracujące w systemie Pre-paid mogą działać tylko na terenie naszego kraju. Dotychczas żaden z polskich operatorów nie udostępnił funkcji roamingu dla tego systemu. Ceny połączeń są o ponad połowę wy-



Zestaw aparat + aktywacja systemu pre-paid.

ższe niż w przypadku opłacania abonamentu. System Pre-paid nie oferuje też wszystkich funkcji dodatkowych, dostępnych w zakresie normalnego konta. Jedną z polskich sieci umożliwia korzystanie z poczty głosowej. Inna pozwala wysłać wiadomości tekstowe. Wszystkie oferują ciągły monitoring kosztów. Na wyświetlaczu aparatu pracującego z kartą Pre-paid pokazywany jest aktualny stan konta abonenta i, czasami, możliwy jeszcze do wykorzystania czas rozmowy.

Gdy kredyt zostanie wyczerpany, czyli straci się możliwość telefonowania, przez pewien czas można odbierać połączenia przychodzące. W zależności od operatora są to trzy do sześciu miesięcy.



Karta pre-paid do uzupełnienia impulsów.

Aktywacja zestawu Pre-paid jest prosta. Jedyne zobowiązanie wobec operatora to wypełnienie ankiety zawierającej podstawowe dane personalne. Zakup specjalnego zestawu (aparat GSM + karta aktywująca / impulsowa Pre – paid) (Fot. 9) pozwala maksymalnie szybko włączyć się w sieć. Dodatkową korzyścią takiego telefonu jest to, że gdy zdecydujemy się przejść na system abonamentowy, nie będziemy musieli płacić drugi raz za aparat telefoniczny. Telefonu takiego można używać w obu systemach płatności w obrębie jednej sieci.

W momencie zakupu karty aktywacyjnej Pre-paid zostaje przyznany nam nasz numer telefonu. Przyznaje się go jednorazowo i pozostaje niezmienny, o ile użytkownik w wyznaczonym czasie uzupełni konto kupując nową kartę. Jeżeli mamy szczęście, możemy wybrać numer naszego telefonu z dostępnych w sprzedaży. Wybór modelu aparatu zależy tylko od gustu i zasobności naszej kieszeni.

Leksykon

GSM - Groupe Special Mobile - cyfrowy, przenośny system telefonii komórkowej

DCS - Digital Cellular System - cyfrowa telefonia komórkowa pracująca na częstotliwości 1800MHz

BSC - Base Station Controller - centrala kierująca kilku - kilkunastoma przekaźnikami radiowymi

OMC - Operation and Maintenance Center - komórka nadrzędna kierująca pracą stacji peryferyjnych

MSC - Mobile Switching Center - miejsce, w którym kontroluje się i synchronizuje połączenia w całej sieci telefonicznej

VLR - Visitor Location Register - informacja o zalogowanym do sieci abonencie - dla połączeń przychodzących

HLR - Home Location Register - j. w. dla połączeń wychodzących

EIR - Equipment Identity Register - miejsce przechowywania danych każdego z abonentów sieci

AUC - Authententication Center - baza danych służących identyfikacji abonentów

NMC - Network Management Center - centrum zarządzania siecią

BOK - biuro obsługi klienta

SMS - Short Messaging System - krótka wiadomość tekstowa

Pre - Paid - system opłat bezabonamentowych.

SM - Lock - blokada elektroniczna umożliwiająca pracę telefonu tylko w określonej sieci

IMEI - indywidualny numer każdego aparatu telefonicznego

PIN, PUK - kody zabezpieczające. Uniemożliwiają osobie obcej uruchomienie i dostęp do funkcji telefonu.

Gdy zakupimy już zestaw lub telekartę, aktywowanie telefonu jest sprawą bardzo prostą. Na karcie pod paskiem zdrapywalnej farby znajduje się specjalny kod. Wpisujemy go za pomocą klawiatury telefonu. Nasze konto zostaje zasilone na sumę, na jaką opiekowała karta.

Operatorzy sieci komórkowych stosują liczne promocje i zniżki w systemie Pre-paid. W cenie standartowej karty przyznawane są dodatkowe impulsy. Niektóre z kont można uzupełniać przy pomocy bankomatów. Pamiętajmy jednakże o haczyku systemów bezabonamentowych. Od momentu każdorazowego zasilenia konta liczony jest czas. Z reguły są to trzy lub sześć miesięcy. Przed jego upływem musimy nasze konto zasilić ponownie, bez względu na to, czy wyczerpaliśmy limit rozmów, czy też nie. Jeśli konto nie zostanie ponownie zasilone, karta aktywacyjna pozostaje aktywna przez jakiś czas, ale użytkownik może już tylko odbierać kierowane do niego telefony.

SIM - Lock

SIM - Lock to rodzaj blokady założonej przez operatora. Dzięki temu aparat może współpracować tylko z tą siecią, w której został kupiony. Daje to firmie pewność, że przez pewien czas będziemy korzystać tylko z jej usług (Fot. 10).



Aparat GSM z wbudowanym SIM-LOCK-iem. Napis na dole obudowy określa w jakiej sieci może pracować.

SIM - Lock jest to specjalna płytka z układem elektronicznym. Podłączona do aparatu komórkowego blokuje go w przypadku próby zastosowania nieodpowiedniej karty aktywacyjnej. Usunięcie blokady wymaga fachowej wiedzy serwisowej. Może się to wiązać z ryzykiem utraty gwarancji.

Kupując telefon komórkowy poza granicami naszego kraju, również możemy spodziewać się tej przykrej niespodzianki. SIM - Lock założony w takim aparacie może skutecznie uniemożliwić pracę w dowolnej, polskiej sieci. Co gorsza, może okazać się bardzo trudny do usunięcia. Powodem tego są praktyki monopolistyczne punktów dealerskich. Montowane przez nich blokady są częstokroć nieszablonowe, wymagające - w celu ich usunięcia - posiadania gruntownej wiedzy o danym modelu telefonu.

Mimo iż blokada SIM - Lock budzi zazwyczaj u użytkowników negatywne odczucia, czasem okazuje się korzystna. Pozwala mianowicie skutecznie zabezpieczyć telefon przed kradzieżą.

Zabezpieczenia, zabezpieczenia

Od początku powstania systemu GSM jego twórcom przyświecała zasada maksymalnej ilości zabezpieczeń w telefonie. Chodzi oczywiście o to, by nikt niepowołany nie mógł używać naszego telefonu; w szczególności „nabijać” nam konta. W związku z tym wymyślono kilka poziomów bezpieczeństwa. Część z nich związana jest z kartą aktywacyjną, część z samym aparatem.

Gdy kupujemy abonament w danej sieci razem z kartą aktywacyjną w specjalnej kopercie dostajemy dwa kody: PIN i PUK. Pierwszy z nich służy do uaktywnienia wszystkich funkcji telefonu po jego włączeniu. Tworzą go cztery do ośmiu cyfr. Może być zmieniany przez użytkownika. Jeżeli trzykrotnie (lub więcej - zależy to od typu aparatu) wprowadzimy zły PIN, telefon zostanie zablokowany. W celu jego odblokowania należy wprowadzić drugi z otrzymanych kodów, tzn. PUK. Może on mieć do ośmiu cyfr. Użytkownik nie ma możliwości jego zmiany. W przypadku dziesięciokrotnego złego wprowadzenia telefon zostaje zablokowany definitywnie. Jego odblokowanie możliwe jest tylko u operatora sieci. Wiąże się najczęściej z wymianą karty aktywacyjnej poprzedzoną identyfikacją abonenta.

Aparat telefonii komórkowej ma z reguły dwa kody zabezpieczające. Pierwszy służy zarówno do blokowania możliwości kasowania pewnych informacji jak i ustawień. Zaliczamy do nich np. sumaryczny czas prowadzonych rozmów, czas ostatniej rozmowy itp. Użytkownik może go zmieniać. Kilukrotne błędne wprowadzenie blokuje telefon na kilka - kilkanaście minut. Drugi kod to hasło blokowania połączeń. W sytuacji użyt-

kowania jednego telefonu przez kilka osób służy do ustalenia ograniczeń w rozmowach wychodzących.

Kolejny poziom zabezpieczeń to numer IMEI. Jest to unikalny numer seryjny. Posiada go każdy z aparatów telefonicznych. Gdy aparat zostaje skradziony, jego numer trafia na specjalną listę. Ponieważ każdorazowe uaktywnienie telefonu powoduje wysłanie również IMEI, operator ma możliwość zdalnego zablokowania aparatu. Na Zachodzie jest to procedura standardowa. W Polsce bywa z tym różnie. Chcąc zablokować konkretny aparat trzeba przesłać do Biura Obsługi Klienta kserokopie karty gwarancyjnej z numerem IMEI oraz faks potwierdzający kradzież. Aparat blokowany jest automatycznie przy próbie włożenia nowej karty aktywacyjnej. Kupując okazjnie telefon na bazarze możemy mieć niemiłą niespodziankę.

Niektóre z modeli aparatów GSM mają jeszcze dodatkowe zabezpieczenia. Można w nich określić, z którymi kartami aktywującymi mogą współpracować. Jest to przydatne gdy np. firma wypożycza telefony grupie swoich pracowników. Możliwe jest też określenie, jakich typów połączeń właściciel danej karty może używać.

Niezależnie od wszystkich zabezpieczeń, w przypadku zgubienia lub kradzieży naszego telefonu należy jak najszybciej zawiadomić o tym BOK. Inaczej nieuczciwy znalazca może znacząco „nabić” nam konto.

Wyposażenie dodatkowe

Istnieje pełna gama urządzeń, których zadaniem jest usprawnienie użytkownika telefonów komórkowych. Zaliczamy do nich te, które poprawiają bezpieczeństwo podczas rozmowy telefonicznej, ułatwiają konserwację ogniw zasilających oraz poprawiają wygląd naszych cacek. Do pierwszej grupy należą wszelkiego rodzaju zestawy słuchawkowe i głośnomówiące.

Zestaw słuchawkowy to najprostsze rozwiązanie (Fot. 11). Składa się z kabla ze słuchawką i mikrofonem, zakończonego odpowiednim wtykiem. To małe i tanie urządzenie pozwala nam prowadzić rozmowę telefoniczną bez korzystania z pomocy rąk. Można go używać na spacerze czy w czasie jazdy rowerem.

Samochodowe zestawy głośnomówiące (Fot. 12) wymagane są zawsze gdy jedziemy samochodem (przepisy zawarte w Kodeksie Ruchu Drogowego). Przystosowane są do konkretnego modelu. Składają się z kilku elementów. Z reguły jest to centralka, głośnik, mikrofon oraz specjalny uchwyt. Dodatkowo oczywiście antena montowana na zewnątrz samochodu. Systemy te, jakkolwiek dosyć skomplikowane w montażu, oferują znaczną poprawę bezpieczeństwa i wygody. Posiadają wbudowaną automatyczną ładowarkę. Ich oprogramowanie zapewnia



Samochodowy zestaw głośnomówiący.

pełną obsługę rozmów przychodzących – abonent nie musi niczego włączać czy ustawić. Do wykonania połączenia wychodzącego wystarczy, w większości wypadków, przyciśnięcie jednego klawisza. Zestawy samochodowe mają jedną wadę. Jest nią cena dorównująca nierzadko cenie samego aparatu.

o większych lub mniejszych pojemnościach. Można dzięki temu znacząco wydłużyć czas działania „komórki” oraz zredukować jej wymiary i wagę.

Każdy użytkownik aparatu komórkowego powinien wyposażyć go w pokrowiec. Z pewnością nie raz czy dwa ocali on nasz telefon, kiedy przez nieuwagę upuścimy go na podłogę.



Telefon z zestawem słuchawkowym.

W celu zapewnienia prawidłowego i długiego działania ogniw zasilających producenci zarzucili nas różnego rodzaju ładowarkami. Umożliwiają one prawidłową konserwację ogniw. Dostępne są źródła zasilające



Wymiana kolorowej obudowy

Wreszcie, gdy chcemy wyróżniać się z tłumu posiadaczy aparatów komórkowych, możemy dokonać drobnych zmian w naszym aparacie. Najpopularniejsza i najbardziej widoczna to zmiana obudowy (Fot. 13). Dostępne są różne kolory oraz faktury. Ostatnim przebojem są obudowy zmieniające kolor w zależności od oświetlenia.

Jarosław Barański