

# Bluetooth



Bezprzewodowa transmisja  
danych multimedialnych w  
zakresie fal radiowych

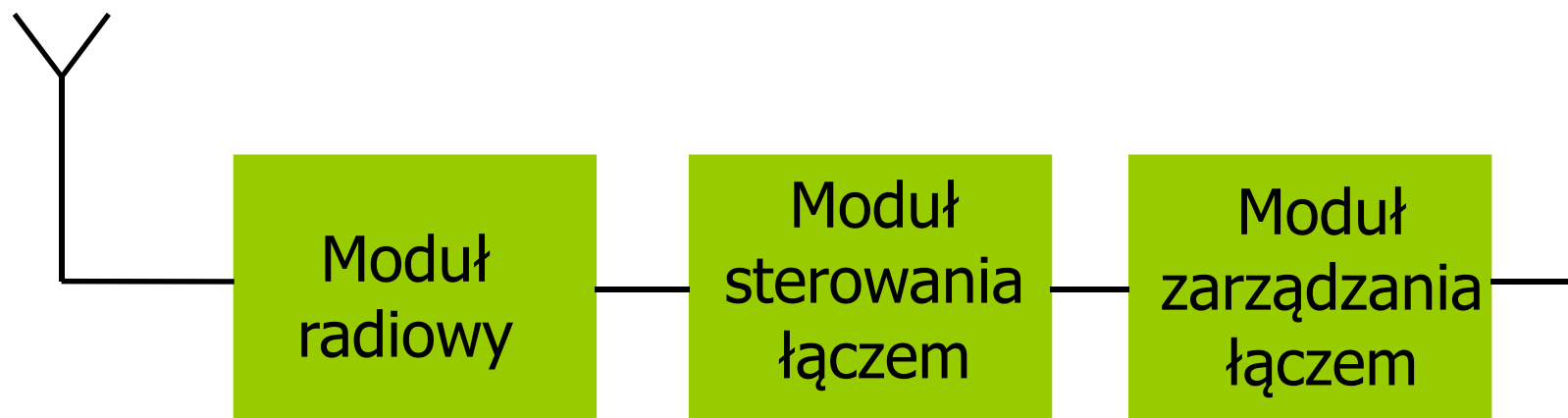


System **Bluetooth** został opracowany przez grupę *Bluetooth Special Interest Group*, powstałą z inicjatywy firm *Ericsson, IBM, Intel, Nokia* i *Toshiba*. Obowiązująca obecnie pierwsza wersja systemu (1.0) powstała w połowie 1999 roku. Przeznaczeniem systemu jest zapewnienie bezprzewodowej łączności między urządzeniami komputerowymi i telekomunikacyjnymi, jak np. komputery stacjonarne i przenośne, drukarki, telefony czy faksy. Łącze zgodne z **Bluetooth** cechuje się bliskim zasięgiem i niską ceną.



Specyfikacja systemu **Bluetooth** obejmuje:

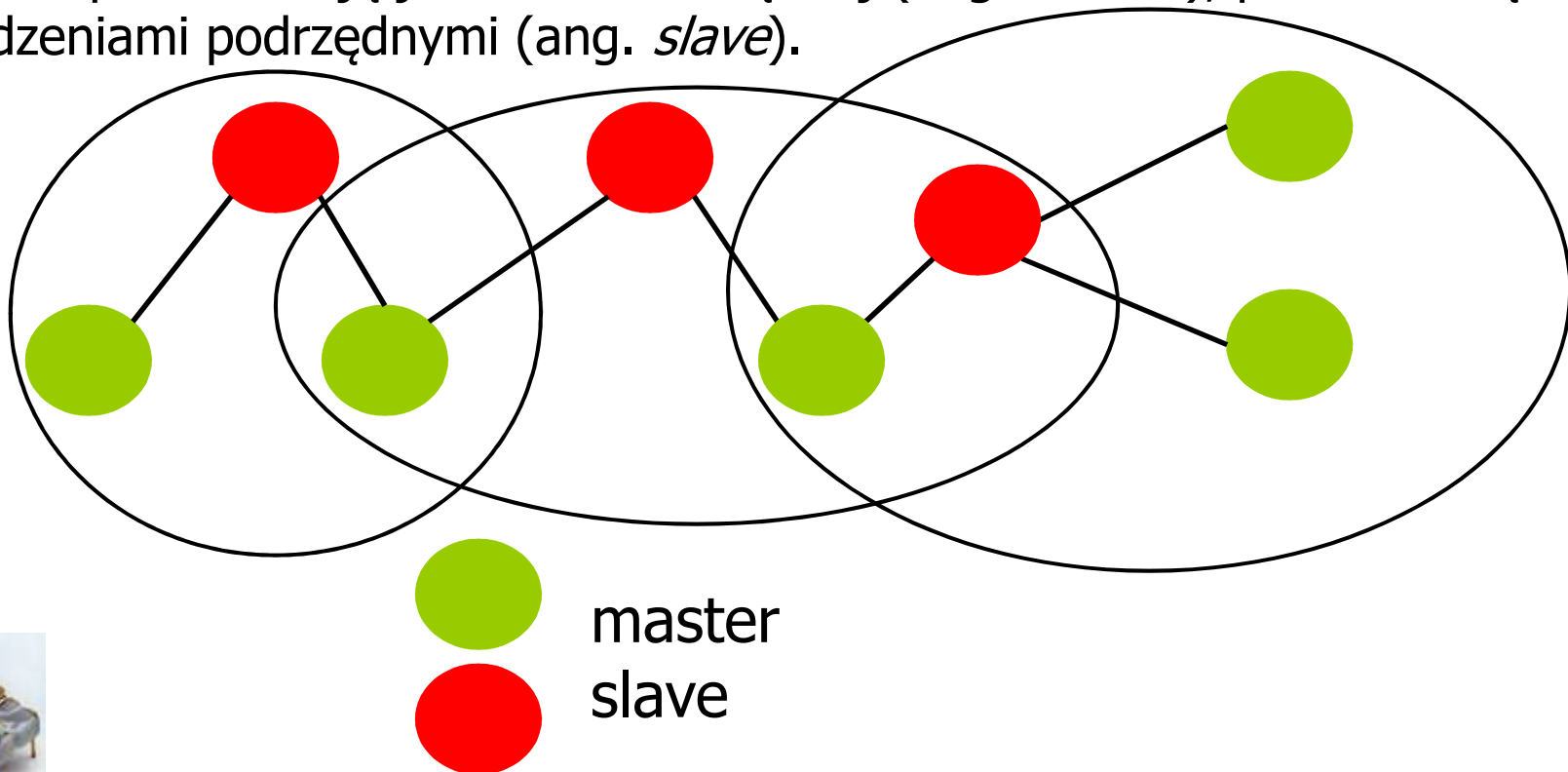
- parametry modułu radiowego,
- funkcje sterownika łącza,
- procedury zarządzania łączem,
- funkcje oprogramowania.



Struktura stacji systemu Bluetooth

# Topologia sieci

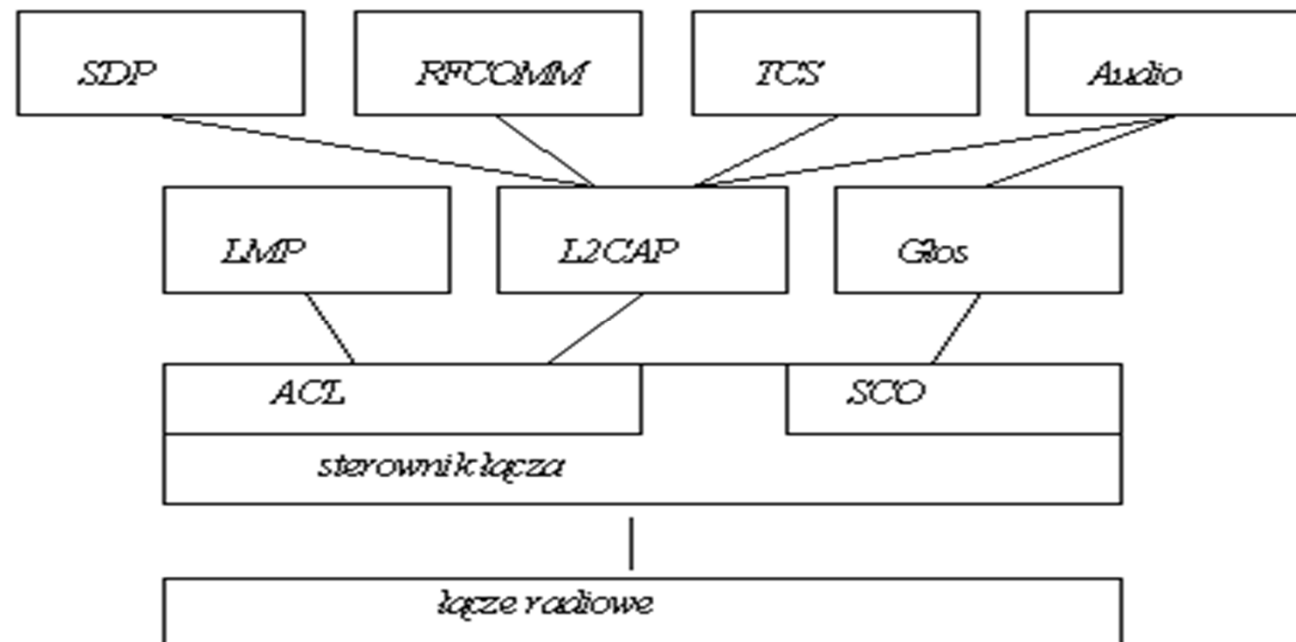
W systemie **Bluetooth** możliwe jest utworzenie łącza dwu- lub wielopunktowego. Co najmniej dwa urządzenia pracujące w tym samym kanale tworzy podsieć (ang. *piconet*). Jedno urządzenie w takiej podsieci pełni funkcję jednostki nadrzędnej (ang. *master*), pozostałe są urządzeniami podrzędnymi (ang. *slave*).



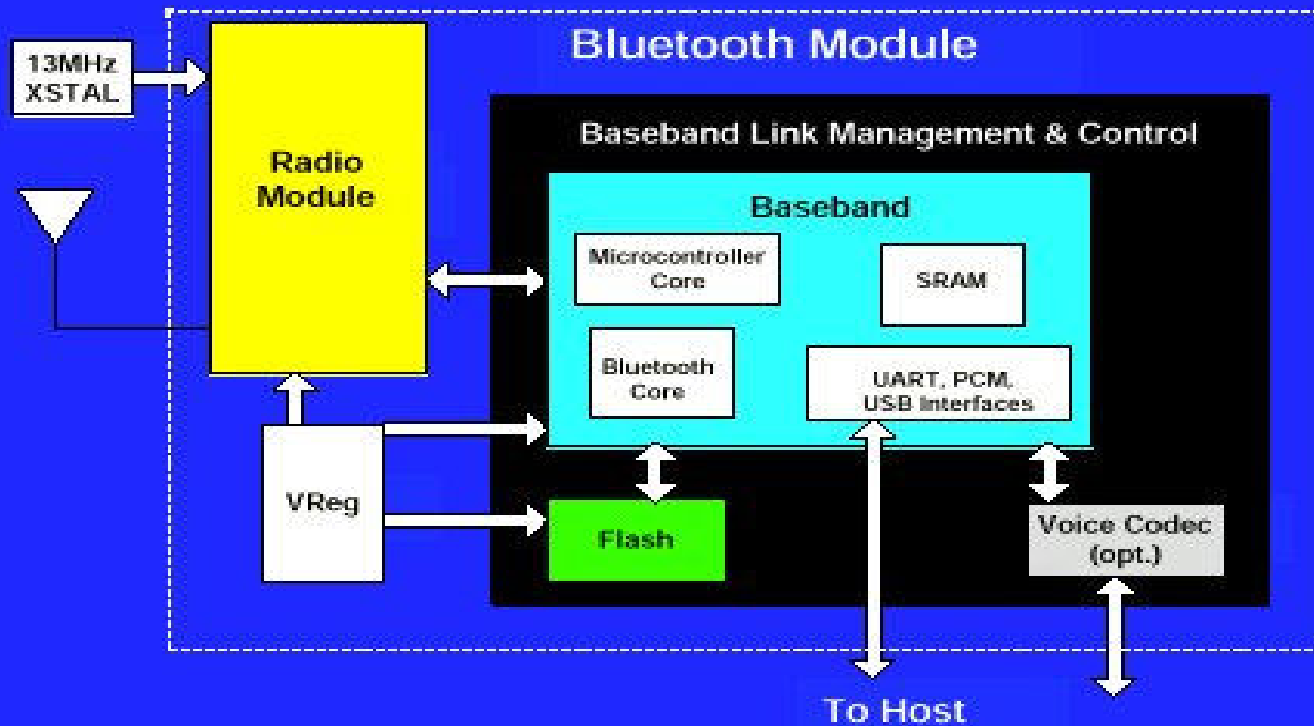
# Architektura systemu Blue Tooth

System BlueTooth ma budowę warstwową, w której można wyróżnić:

- specyfikację łącza radiowego (ang. *Radio Specification*),
- sterownik łącza (ang. *Baseband Specification*) i protokoły warstwy liniowej LMP i L2CAP,
- protokoły wyższych warstw.



# Bluetooth Architecture



Source: Intel Developer Forum, Fall 2000



# Łącze radiowe

Łącze radiowe w systemie **BlueTooth** wykorzystuje technologię widma rozproszonego metodą przeskoków częstotliwości (ang. *Frequency Hopping*) i pracuje w paśmie częstotliwości 2.4-2.4835 GHz. Pasma to należy do grupy pasm ISM (ang. *Industrial, Scientific & Medical*) i w wielu krajach (USA, Europa Zachodnia) jest wolne od opłat i konieczności uzyskiwania indywidualnych zezwoleń, jednak korzystanie z niego wymaga stosowania widma rozproszonego przy ograniczonej, najczęściej do 100 mW, mocy nadajników.



W systemie Bluetooth dostępne pasmo częstotliwości podzielone jest na kanały o szerokości 1 MHz, a na krańcach całego pasma stosuje się przedziały ochronne o szerokości kilku MHz. Liczba kanałów dostępnych do transmisji zależy od kraju i wynosi od 26 do 79. Maksymalna moc nadajnika wynosi 100 mW. Typowy zasięg wynosi 10 m i ograniczony jest do jednego pomieszczenia, jednak można powiększyć zasięg do 100 m. Stosowana jest modulacja GFSK (ang. *Gaussian Frequency Shift Keying*) ze współczynnikiem  $BT=0.5$ .  
Prędkość transmisji wynosi 1 Mb/s.





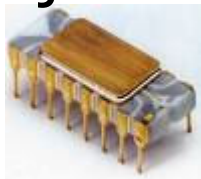
# Sterownik łącza

Zadaniem sterownika łącza jest realizacja protokołu warstwy liniowej i odpowiednie sterowanie pracą modułu radiowego.

W warstwie tej wyróżnia się dwa protokoły:

- protokół zarządzania łączem LMP (ang. *Link Management Protocol*),
- protokół łącza logicznego L2CAP (ang. *Logical Link Control and Adaptation Layer Protocol*).

Kanał transmisyjny jest reprezentowany przez pseudolosową sekwencję przeskoków częstotliwości. Przeskok jest wykonywany 1600 razy na sekundę. Sekwencja określana jest na podstawie adresu stacji nadrzędnej w danej podsieci.



Kanał jest podzielony czasowo na szczeliny o długości 625 ms. Stacje nadrzędne mogą nadawać tylko w szczelinach o numerach parzystych, stacje nadrzędne zaś - w nieparzystych.

Uzyskuje się w ten sposób dwukierunkowość łącza (ang. *Time Division Duplex*).

Transmisja ramki rozpoczyna się zawsze na początku szczeliny i może trwać co najwyżej przez 5 szczelin.

W takim przypadku przeskoki częstotliwości są wstrzymywane tak, aby cała ramka była nadana na jednej częstotliwości.



# Łącza w systemie Bluetooth

W systemie Bluetooth można zestawić dwa rodzaje łączy między stacją nadrzędną i podrzędną:

- synchroniczne łączy połączeniowe,
- asynchroniczne łączy bezpołączeniowe.

Synchroniczne łączy połączeniowe (ang. *Synchronous Connection-Oriented link, SCO*) jest symetrycznym łączy dwupunktowym między stacją nadrzędną a jedną stacją podrzędną w ramach podsieci. łączy to wykorzystuje cykliczną rezerwację szczelin czasowych. Dzięki temu może ono służyć do transmisji informacji ograniczonej czasowo, np. głosu. Ramki w tym łączy nie są retransmitowane. Prędkość transmisji wynosi 64 kb/s.



Asynchroniczne łącze bezpołączeniowe (ang. *Asynchronous Connection-Less link, ACL*) jest łączem wielopunktowym i może być wykorzystane do transmisji między stacją nadrzędną a wszystkimi stacjami podrzędnymi w ramach podsięci. Łącze to wykorzystuje szczeliny czasowe nie zajęte przez łącza SCO i może obsłużyć zarówno ruch asynchroniczny, jak i izochroniczny. Ramki przekłamate mogą być retransmitowane. Łącze może pracować w trybie symetrycznym z prędkością 2'432.6 kb/s lub w trybie asymetrycznym 721+57.6 kb/s. Przesył łączony danych i głosu możliwy jest z prędkościami 2'64 kb/s dla głosu i 2'57.6 kb/s dla danych.



## Struktura i typy ramek

Wszystkie informacje w systemie Bluetooth są przesyłane w ramach. Każda ramka składa się z następujących elementów:

- kod dostępu (72 bity), używany w celu synchronizacji i identyfikacji,
- nagłówek ramki (54 bity), określający m. in. typ ramki,
- pole danych (0-2745 bitów).

Typy ramek są zależne od rodzaju łącza. Dla każdego rodzaju łącza można określić 12 typów ramek. Ponadto określono 4 typy ramek sterujących, wspólne dla obu typów łączy.

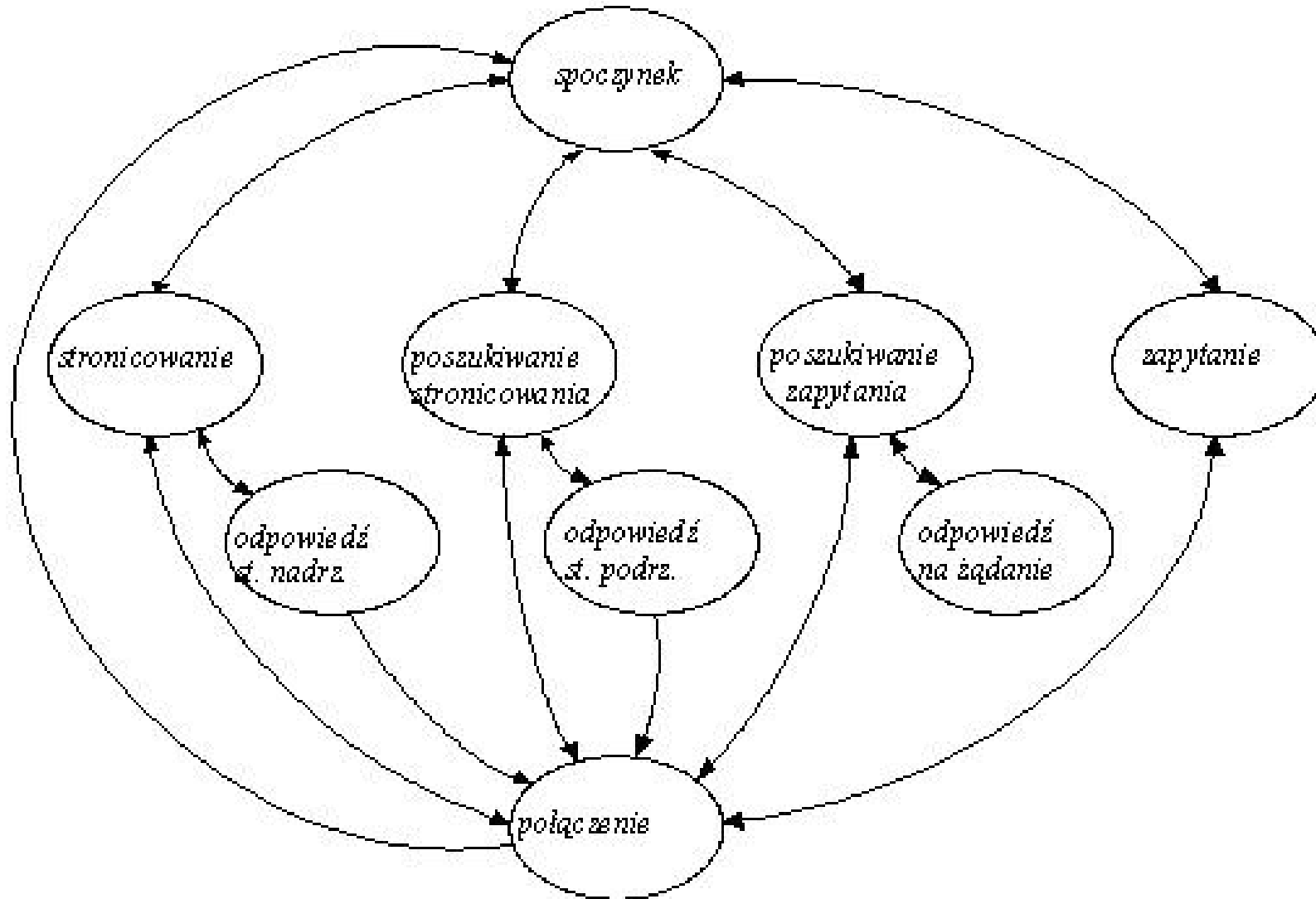


# Nawiązywanie i rozwiązywanie połączeń

Stacje systemu **BlueTooth** mogą znajdować się w stanie spoczynku (ang. *standby*) lub połączenia (ang. *connection*). Pozostałe stany są tymczasowe i służą do dołączenia nowych stacji do podsieci.

Przed nawiązaniem połączenia w podsieci wszystkie urządzenia są w stanie spoczynku i prowadzą nasłuch łącza. Połączenie jest inicjowane przez urządzenie, które następnie staje się stacją nadrzędną. Do tego celu wykorzystuje się komunikat stronicowania lub zapytania (Rys. 4). Stacja może także wyjść ze stanu oczekiwania, aby odpowiedzieć na komunikat stronicowania; po udzieleniu takiej odpowiedzi przechodzi ona do stanu połączenia jako stacja podrzędna.





Graf stanów protokołu BlueTooth

Jeżeli nie ma potrzeby przesyłu danych, stacja nadrzędna zleca stacjom podrzędnym przejście w tryb wstrzymywania (ang. *hold*). Transmisję można wznowić natychmiast po wyjściu stacji z tego trybu. Stacja może też być w stanie „węszenia” (ang. *sniff*), w którym prowadzi nasłuch sieci ze zmniejszoną aktywnością oraz w stanie parkowania (ang. *park*), w którym w ogóle nie uczestniczy w wymianie danych.





# Kontrola i korekcja błędów

Nagłówek ramki chroniony jest 8-bitową sumą CRC. Wykrycie błędu w tym obszarze powoduje odrzucenie ramki. Dodatkowo jest on zabezpieczony kodem korekcyjnym 1/3 FEC (ang. *Forward Error Correction*), w którym każdy bit przesyłany jest trzykrotnie. Pole danych niektórych typów ramek jest także chronione sumą CRC. Stosowane są także inne kody FEC. I tak kod 2/3 FEC jest skróconym kodem Hamminga (15,10). Służy on do zabezpieczenia pola danych w niektórych typach ramek. Można też wykorzystać automatyczną retransmisję ARQ (ang. *Automatic Repeat Request*), jednak nie stosuje się tej metody do zabezpieczenia nagłówka i informacji głosowej.



# Współpraca z komputerem

Moduł sterujący systemu Bluetooth może być dołączony do komputera za pośrednictwem magistrali PCMCIA lub USB, a także poprzez łącze szeregowo RS-232. Współpracę komputera z modułem Bluetooth zapewnia interfejs HCI (ang. *Host Controller Interface*). Za jego pośrednictwem możliwy jest dostęp do rejestrów sterownika łącza oraz rejestrów sterujących i stanu części sprzętowej modułu. Sterowanie interfejsem wymaga użycia odpowiednich sterowników (ang. *driver*) w komputerze.



# Zastosowanie systemu BlueTooth

- w telefonii bezprzewodowej (ang. *Cordless Telephony Profile*), umożliwiające także realizację bezprzewodowego interkomu (ang. *Intercom Profile*),
- emulacja portu transmisji szeregowej (ang. *Serial Port Profile*),
- połączenie między zestawem słuchawkowym a telefonem komórkowym lub komputerem osobistym (ang. *Headset Profile*),
- połączenie między komputerem osobistym a modemem lub telefonem komórkowym (ang. *Dial-up Profile*),
- dostęp do sieci lokalnej (ang. *LAN Access Profile*).





## Literatura:

[1] BlueTooth Technology.

[http://www.bluetooth.net/tech\\_list.asp](http://www.bluetooth.net/tech_list.asp)

[2] Specification of the BlueTooth System. Core.

[http://www.bluetooth.com/developer/specification/core\\_10\\_b.pdf](http://www.bluetooth.com/developer/specification/core_10_b.pdf)

[3] Specification of the BlueTooth System. Profiles.

[http://www.bluetooth.com/developer/specification/profile\\_10\\_b.pdf](http://www.bluetooth.com/developer/specification/profile_10_b.pdf)

[4] SUVAK D.: IrDA and BlueTooth: A Complementary Comparison. Extended Systems Inc.

[http://www.irda.org/design/ESIrDA\\_Bluetoothpaper.doc](http://www.irda.org/design/ESIrDA_Bluetoothpaper.doc)



# Bluetooth



Bezprzewodowa transmisja  
danych multimedialnych w  
zakresie fal radiowych

