



Universidade Católica do Salvador

Disciplina: Teleprocessamento e Redes
Prof.: Marco Antônio C. Câmara
Aluno: Bruno Guimarães Campos

Bluetooth

Introdução

Bluetooth é um sistema de telecomunicações de curto alcance (em torno de 10 metros) que permite a interconexão de dispositivos eletrônicos sem a utilização de cabos. Minúsculos rádios embutidos em chips, utilizando uma tecnologia chamada "transmissão por salto de frequência", permitem uma comunicação confiável e à prova de interferências.

Porque Bluetooth?

O nome Bluetooth é uma homenagem ao Rei da Dinamarca do século X - Harald Bluetooth (Blatand em dinamarquês), devido à capacidade do mesmo de unir. Como o Rei Harald a tecnologia Bluetooth tem o objetivo de unir as pessoas e permitir que elas falem entre si. Em respeito ao Rei Harald, o logotipo oficial da Bluetooth, mostrado abaixo é composto dos caracteres rúnicos H e B – de Harald Bluetooth.



Bluetooth

Bluetooth é um padrão de tecnologia global que tenta criar uma ponte entre as indústrias de computadores e de comunicações. Ela tem sido adotada pelas principais empresas de telecomunicação e computação, assim como um interessante conjunto de empresas atuantes em outros setores – incluindo o setor de entretenimento, a indústria automotiva, a área de saúde, os setores de automação industrial e de brinquedos.

Promessas:

- Eliminar cabos e fios entre dispositivos fixos e móveis separados por pequenas distâncias (até 10 metros)
- Facilitar comunicação de dados e voz
- Ativar Redes ad hoc e fornecer sincronização automática entre vários dispositivos compatíveis com a tecnologia Bluetooth

Bluetooth é uma tecnologia sem fio . Do mesmo modo que o WAP, foi especificado por entidades privadas e tornou-se um padrão "de facto".

"SIG" é uma sigla para Special Interest Group, ou seja um Grupo de Interesse Especial, normalmente relacionado a uma organização ou uma tecnologia .

O "Bluetooth SIG" é formado por empresas de porte como 3Com, Ericsson, IBM, Intel, Lucent, Microsoft, Motorola, Nokia, Toshiba e mais de 2000 companhias associadas.

Seu website oficial está em <http://www.bluetooth.com> .

O Bluetooth surgiu da necessidade de eliminação dos cabos de conexão entre os equipamentos (que não raro se transformam na popular "macarronada").

Bem, o problema não é exatamente o "cabo de conexão", mas sim o "cabo de conexão proprietário" : hoje cada fabricante faz o seu , dificultando o "casamento" ou interligação dos equipamentos.

Bluetooth – Como Funciona

A tecnologia Bluetooth visa a conectividade num sentido mais amplo, envolvendo todos os equipamentos de uma mesma área (pequena), particularmente os "móveis" que entram e saem, interagindo entre si e com os "fixos". Cada "equipamento Bluetooth" trará embutido um chip que nada mais é que um micro rádio transceptor ("Bluetooth Radio") , operando na faixa de frequência de 2.4 GHz (gigahertz), na chamada banda ISM (Industrial, Scientific and Medical), disponível mundialmente.

O "Bluetooth Radio" é um dispositivo confiável, robusto, seguro e de alta velocidade. Opera no modo "full duplex" (recebe e transmite ao mesmo tempo), com taxas de transferência de até 1 Mb/s. As interferências são "dribladas" por um processo conhecido como "salto de frequência" ("frequency hop scheme") em que o dispositivo como que procura uma frequência livre executando 1600 saltos por segundo.

O consumo de energia é administrado por um dispositivo inteligente que identifica a distância entre os equipamentos e "calibra" adequadamente a potência de transmissão, aumentando ou diminuindo conforme o caso. Se o tráfego de dados for muito baixo ou ocorrer uma foi interrupção, o dispositivo entra em um "estado de baixo consumo" de energia.

O usuário tem total controle para selecionar os equipamentos que estarão trocando informações. As especificações atuais do Bluetooth permitem comunicação "ponto a ponto" (comunicação entre dois equipamentos) ou "ponto a muitos pontos" onde um equipamento principal ("master") se comunica com até sete outros secundários ("slave") formando uma "pico-rede" (piconet). As piconets também podem se comunicar formando uma estrutura ou topologia de múltiplas e flexíveis piconets.

Qualquer sistema que utiliza a tecnologia Bluetooth pode ser visualizado em termos de quatro componentes :

1. uma unidade de rádio ("Radio Unit");
2. uma unidade de banda básica ("Baseband Unit");
3. uma pilha ou camada de software ("Software Stack") e
4. um programa aplicativo (Application Software").

De um modo geral, quando identificamos componentes como estes em circuitos eletrônicos, eles não estão separados fisicamente, apenas funcionalmente . Esses componentes estão integrados no microchip Bluetooth.

A "Radio Unit" como o nome já vai dizendo, é a parte do radio transceptor propriamente dito que estabelece a comunicação sem fio entre os equipamentos dotados de Bluetooth.

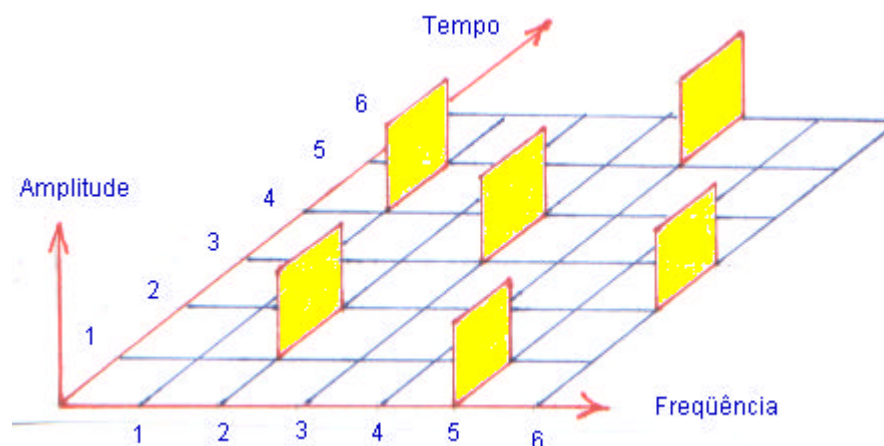
A "Baseband Unit" é a parte computacional do chip, consistindo basicamente de uma memória flash e uma CPU ("Central Processing Unit") que interage com o hardware do dispositivo que aloja o chip.

A "Software Stack" é constituída pelos programas que administram a comunicação interna entre os componentes "Baseband Unit" e "Application Software".

A "Application Software" proporciona a interface para que o usuário interaja com o sistema Bluetooth.

Já vimos que o rádio transceptor embutido no chip Bluetooth opera na faixa de 2.4 GHz ou 2400 Mhz. O modo de transmissão é por espalhamento espectral ("spread spectrum")(*) com potência de até 100mW. A transmissão por espalhamento espectral é proporcionado pela técnica de salto de frequência ("frequency hopping"). Há um total de 79 frequências disponíveis no intervalo de 2402 Mhz a 2480 Mhz (2403, 2404, 2405.... 2479, 2480).

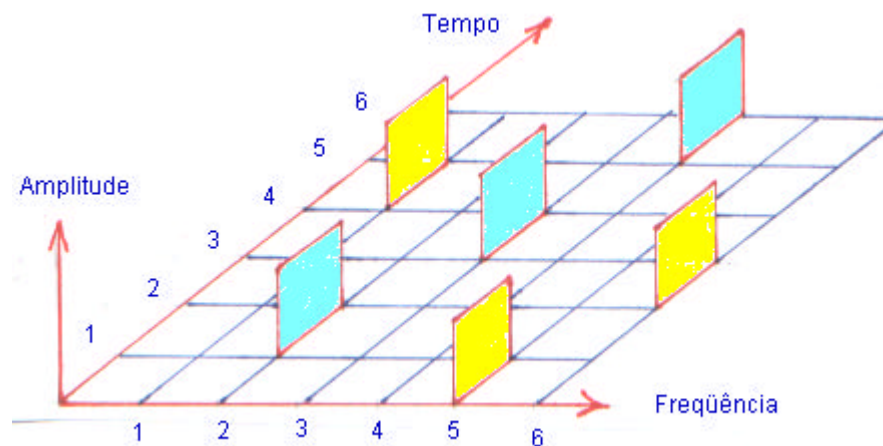
As frequências de transmissão são mudadas de um modo pseudo-aleatório (de acordo com um algoritmo) a uma taxa de até 1600 saltos por segundo ("1600 hop/s"). Na figura abaixo tentamos apresentar uma visualização muito simplificada desta técnica, mostrando 6 saltos de frequências de transmissão num intervalo de 6 unidades de tempo. Suponha que o algoritmo determinou a sequência 5 - 2 - 6 - 3 - 1 - 4. A transmissão tem início na frequência 5 e é interrompida; prossegue na frequência 2; ocorre um novo salto para a frequência 6, e assim por diante.



Esta figura exemplifica uma transmissão por salto de frequência

Se considerarmos os 1600 saltos por segundo, então a duração da transmissão em cada uma das frequências selecionadas será de 0,000625s, ou 625 microsegundos (1 dividido por 1600) . Este intervalo de tempo constitui-se em uma unidade de tempo para o sistema, chamada de "slot" ou "time slot". Um equipamento Bluetooth, quando em operação, transmite e recebe quase simultaneamente.

O método usado para tal chama-se TDD (Time Division Duplex). Uma explicação aproximada seria: ocorre uma transmissão durante um "time slot"; no próximo "time slot", ocorre uma recepção. Devido ao esquema de saltos, as transmissões e recepções então ocorrem em tempos diferentes e também em frequências diferentes. Utilizando a mesma figura anterior como referência, podemos tentar visualizar este "fenômeno" atribuindo uma cor amarela, por exemplo, para as transmissões e azul para as recepções.

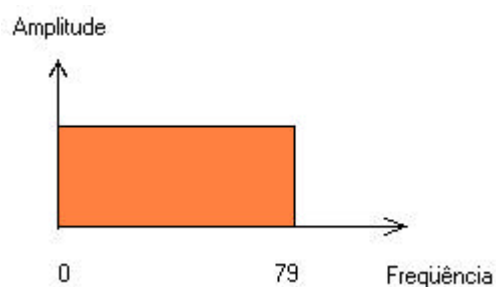


Esta figura exemplifica uma transmissão e recepção por salto de frequência

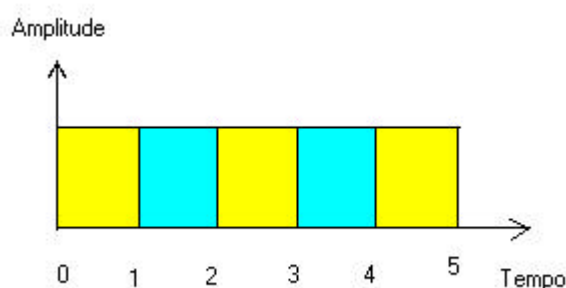
Assim, no "time slot 1" ocorre uma transmissão na frequência 5; no "time slot 2" ocorre uma recepção na frequência 2; no "time slot 3" ocorre uma nova recepção, agora na frequência 6; e assim por diante. Mesmo com esta simplificação, é possível perceber que este esquema é eficiente para driblar interferências externas e interferências entre transmissões e recepções ("cross-talk").

Apenas uma observação para os "não iniciados" que poderão buscar mais informações na literatura técnica. Um observador da figura acima postado de frente para o eixo das frequências, estaria raciocinando no "domínio da frequência" ("frequency domain"). Se postado de frente para o eixo dos tempos (no lado direito da figura), seu raciocínio seria no domínio do tempo ("time domain").

As figuras abaixo mostram a faixa de frequências e os time slots (no domínio do tempo)



Visão no domínio da frequência



Visão no domínio do tempo

Tipicamente, no intervalo de tempo correspondente a 1 slot, é enviado um conjunto de dados chamado de "pacote" (packet) . Então, o sistema envia um "packet" e executa um salto para outra frequência. Em alguns sistemas, um "packet" pode durar mais de 1 slot, ("multi-slot packet"): neste caso, o "packet" é todo transmitido antes do salto de frequência, implicando numa menor taxa de saltos por segundo. A sequência de dois "packets", um transmitido e outro recebido, é chamada de "frame".

Na sequência destas explicações vamos estudar a constituição destes "packets". Aqui pode-se observar o porquê desta técnica ocupar uma faixa maior de operação ou um maior espalhamento no espectro: ao invés de uma única frequência disponível para transmissão das informações são utilizadas 79 frequências (bem entendido: cada transmissão ocorre numa única frequência, mas no total é utilizada uma faixa maior).

Os "Bluetooth Radio" dos equipamentos que estão em comunicação evidentemente operam em um modo sincronizado, ou seja, quando o transmissor muda de frequência, o receptor correspondente o acompanha. Antes de detalhar a parte técnica, vamos dar uma geral sobre o funcionamento do chip Bluetooth.

Equipamentos dotados de chips Bluetooth, estando próximos, ficam em condições de estabelecer uma ligação automática, direta, particular e temporária, conhecida como "ad hoc connection". Quando esta conexão é feita, está formada uma piconet.

Uma piconet pode ser formada por mais de dois dispositivos Bluetooth, mas um deles sempre é o principal ("master") e os demais secundários ou escravos ("slaves"). O hardware é o mesmo para todos os chips Bluetooth, daí sua capacidade de atuar ora como "master" ora como "slave".

O estado normal ("default") de operação dos dispositivos Bluetooth antes do estabelecimento de uma piconet é o de espera ("standby mode"). Neste "standby mode" os dispositivos que não se encontram em comunicação efetiva para troca de dados, periodicamente realizam uma espécie de "escuta", na expectativa de receber alguma mensagem. Este procedimento é chamado de varredura ("scanning"). O termo varredura é apropriado pois são pesquisadas diversas frequências de operação.

Há dois tipos de "scanning" de escuta: "page scan" e "inquiry scan".

O "page scan" é o sub-estado dentro do estado de "espera" em que um dispositivo tenta localizar outros dispositivos que o estejam chamando, ou seja, tenta identificar seu código de acesso (DAC - Device Access Code) emitido por outros dispositivos.

O "inquiry scan" é o sub-estado dentro do estado de espera em que um dispositivo tenta localizar outros dispositivos que estejam nas proximidades, preparando-se para uma eventual conexão, ou seja, tenta identificar quais são seu código de acesso (DAC) e a frequência de seus relógios internos (Clock). Como consequência da varredura poderá ser estabelecida uma conexão com outro dispositivo e os novos estados ou modos de operação poderão ser : "active", "hold", "sniff" e "park" .

O estado "active" é o da transmissão efetiva de informações entre os dispositivos. Os outros três são modos ou estados de "economia de energia" ("power saving mode").

O estado "hold" é utilizado para uma pequena interrupção durante a transmissão, que ainda não está concluída. Um timer interno fica pulsando deixando o dispositivo em condições de conectar-se imediatamente quando solicitado.

No estado "sniff" o dispositivo ainda participa do tráfego de dados mas espera, operando num ciclo reduzido.

No estado "hold" o dispositivo ainda está na piconet mas já não participa do tráfego de dados.

Evidentemente, o outro resultado da varredura deverá ser o não estabelecimento de uma nova conexão e então tem início um novo ciclo de "scanning". Suponhamos dois dispositivos, A e B (por exemplo, um micro e um celular, ambos dotados de chips Bluetooth), colocados próximos um do outro (dentro do alcance de seus "Bluetooth radios").

Durante o "page scan" cada dispositivo alterna sua atuação, ora com "master", ora

como "slave". Quando na situação de "slave", o dispositivo "escuta" para identificar se outro o chama (isto é, se está emitindo seu DAC) num intervalo de tempo maior ("scan window"). Esta escuta se realiza numa seqüência de saltos de frequência determinada pelo seu próprio hardware (seu próprio clock) e são varridas um número menor de frequências do que as 79 disponíveis. O sistema como um todo pressupõe que o dispositivo que atua momentaneamente como "master" possui em sua memória a identificação e o "clock" do "slave". Supondo que A é o master e deseja comunicar-se, ele emite a identificação (DAC) do slave B. O slave B a recebe e responde enviando sua identificação (DAC) de volta, como confirmação. O master A reenvia a identificação do B acrescida da informação do seu próprio clock. Neste momento, o dispositivo B faz um ajuste em seu clock e os dois dispositivos passam a atuar com o mesmo clock, sincronizadamente, e a comunicação é estabelecida, com o dispositivo A na situação de master e o B na de slave.

O que a tecnologia Bluetooth fará por você

- **Cordless Desktop** – Um dos modelos mais prováveis, esse cenário apresenta conexões sem fio entre o computador e todos os tipos de periféricos, desde teclados e impressoras até scanners e redes.
- **Internet Brigde** – Utilizada para fornecer uma conexão sem fio com a internet, para um telefone móvel, um PC portátil, um PDA ou algum dispositivo portátil.
- **LAN Access** – Semelhante ao anterior, exceto que a conexão é entre um computador e uma rede local.
- **File Transfer** – Capacidade de transferir qualquer tipo de arquivo de dados de um dispositivo para outro.
- **Automatic Synchronizer** – Os dados localizados em dispositivos separados compatíveis com Bluetooth são automaticamente sincronizados quando os diferentes dispositivos entram nas faixas de rádio de cada um deles.
- **Instant Postcard** – Fotos estáticas tiradas com uma câmera digital compatível Bluetooth são enviadas via internet (via telefone móvel compatível) para um computador pessoal também compatível.

Bibliografia

Miller, Michael. Descobrindo Bluetooth / Michael Miller – Campus, 2001.

Rosa, Helio Fonseca. <http://sites.uol.com.br/wirelessbr/Bluetooth1.html>

Outros Links Relacionados:

<http://www.bluetooth.com>

<http://www.bluetooth.com/developer/specification/overview.asp>

<http://www.bluetooth.com/developer/specification/specification.asp>

<http://www.anywhereyougo.com/ayg/ayg/Content.po?name=bluetooth/Intro>

<http://www.zdnet.co.uk/news/specials/1999/04/bluetooth/>

<http://www.infotooth.com/tutorial.htm>