

GSM PARA AERONAVES

Grupo:

- *Andersson Melo*
- *Augusta Marques*
- *Edinaldo Carvalho*
- *Francisco Soares*

Prof.º: *Carmelo Bastos Filho*

Disciplina: *Sistemas de Comunicação*

Recife, 6 de novembro de 2008.

Introdução

Dispositivos móveis para comunicação fazem cada vez mais parte do cotidiano das pessoas através do mundo. Entre eles, uma forma já consolidada através de mais de uma década, o telefone celular, se tornou quase onipresente na vida de seus usuários, sendo utilizado desde o momento de acordar até os últimos instantes do dia, principalmente após o ganho cada vez maior de funcionalidades e atrativos.

Um dos últimos lugares onde não se poderia usar um celular pode agora ser descartado da lista: atualmente, o avanço da tecnologia traz a possibilidade de utilização do aparelho também para passageiros em viagens aéreas, onde há pouco tempo o uso era algo proibitivo.

Embora, nos últimos anos, muitos esforços tenham sido despendidos para tornar GSMOB (GSM onboard) uma solução factível tecnicamente, outros aspectos deverão ser decisivos para determinar a aceitação dos serviços oferecidos por ela.

A permissão do uso da telefonia móvel no avião pode impor situações de desconforto social, pois quando um grupo de pessoas, possivelmente diverso culturalmente, compartilha um meio por algumas horas, é esperado que, eventualmente, o bom senso falte e os abusos aconteçam.

O preço do serviço para o usuário final também pesará bastante na popularização dessa proposta.

Histórico

Durante muitos anos, as linhas aéreas proibiram o uso da tecnologia de telefones celulares em vôos. Havia receio que, sem poder contactar ERBs terrestres, os celulares transmitiriam em sua potência de radio-freqüência máxima e os campos resultantes potencialmente interfeririam em ambos sistemas de comunicação de aeronaves (cujas freqüências são harmonicamente relacionadas às originais da GSM) e de controle de vôo.

Adicionalmente, ligações bem sucedidas via a rede GSM terrestre iriam prejudicar o serviço do Sistema de Telecomunicação Terrestre de Vôo (TFTS) que estava sendo empregado comercialmente por várias companhias aéreas. O TFTS permitia aos viajantes dos anos 90 fazer ligações com o uso de aparelhos anexados aos seus assentos, cujo pagamento seria efetuado com seus cartões de crédito. O sistema provia um *link* a rádio semelhante aos sistemas celulares de telefonia móvel, embora as células fossem mais separadas (240 km) e alcançassem altitudes maiores (10000 m). Entretanto, a demanda comercial pelo TFTS não conseguiu alcançar as expectativas, provavelmente devido ao alto custo do serviço e falta de funcionalidades personalizadas às quais os usuários hoje são acostumados em seus celulares, e logo o serviço não mais existe.

Mais recentemente, a Boeing oferecia um serviço chamado “Connexion” através de algumas linhas aéreas. O *Connexion* provia acesso à internet aos passageiros, com o uso de um *link* de satélite para se conectar ao solo e de uma rede sem fio (WLAN) a bordo para acesso ao sistema. Novamente, devido à falta de interesse de mercado, foi anunciado o descontinuação do serviço no final de 2006, sendo mantido apenas para contratos com o governo americano.

Questões Tecnológicas

Pesquisas iniciais mostraram que conexões razoavelmente confiáveis poderiam ser estabelecidas em aeronaves voando abaixo de 3000 metros (ex: durante as fases de decolagem e aterrissagem), e experimentos mostraram que são possíveis conexões até em altitude de cruzeiro (por volta de 10000 metros). Entretanto, a alta velocidade da aeronave causa *hand-offs* freqüentes de célula para célula, e em casos extremos pode até mesmo causar degradação dos serviços terrestres “legítimos” por

conta da grande quantidade de sinalização de controle necessária para gerenciar esses *hand-offs*.

Uma aeronave não pode prevenir a recepção de redes terrestres e portanto pode danificar o uso de redes terrestres criando interferência no Canal de Acesso Aleatório. Pode-se achar que a fuselagem metálica de uma aeronave atenuaria os sinais de rádio de frequências GSM. Entretanto, cálculos e experimentos mostram que esse não é o caso, e de fato a organização das janelas e outras aberturas no corpo de alumínio podem até mesmo funcionar como uma antena perfurada, causando forças de campos surpreendentemente altas em certas direções.

Em 2005 uma nova abordagem foi sugerida onde uma ERB de baixa potência seria carregada a bordo da aeronave, e uma unidade associada emitiria ruído na banda GSM, aumentando o ruído acima dos valores de sinais gerados por estações no solo. Celulares ativados em altitude de cruzeiro não enxergariam nenhum sinal terrestre, portanto, mas apenas a célula da aeronave. Níveis de potência somente precisariam ser baixos (dada a proximidade do aparelho à estação base), e logo a interferência com sistemas da aeronave seria minimizada. A ligação entre a ERB da aeronave e redes terrestres seria feita através de satélites, assim como o serviço *Connexion*.

Tipos de células GSM:

Há cinco tamanhos diferentes de células em uma rede GSM – macro, micro, pico, femto, e guarda-chuva. A área de cobertura de cada célula varia de acordo com o ambiente de implementação:

- Células Macro podem ser consideradas como células onde a antena da estação base está instalada em um mastro ou um edifício acima da média dos topos de prédios;
- Células micro são células cuja altura da antena está abaixo da média de altura dos topos; são usadas tipicamente em áreas urbanas;
- Células pico (ou pico-células) são pequenas células cujo diâmetro de cobertura é de poucas dúzias de metros. Elas são usadas principalmente em ambientes fechados, podendo ser usadas para levar cobertura a lugares onde células externas tenham um alcance reduzido, como shoppings, escritórios, ou aeroportos;
- Células femto (ou femto-células) são células projetadas para uso em ambientes residenciais ou de pequenas empresas, e conectam-se a rede do provedor de serviços via uma conexão de internet de banda larga; Seu desenvolvimento ainda é bastante recente, e envolve a resolução de diversos problemas com interferência em células maiores.
- Células guarda-chuva (*umbrella cells*) são usadas para cobrir regiões de sombras de células menores e preencher falhas na cobertura entre elas.

Como funciona:

Uma pico-célula é instalada na cabine que proverá cobertura GSM, e um *link* com um satélite manterá a conectividade entre a aeronave e a rede móvel terrestre existente.

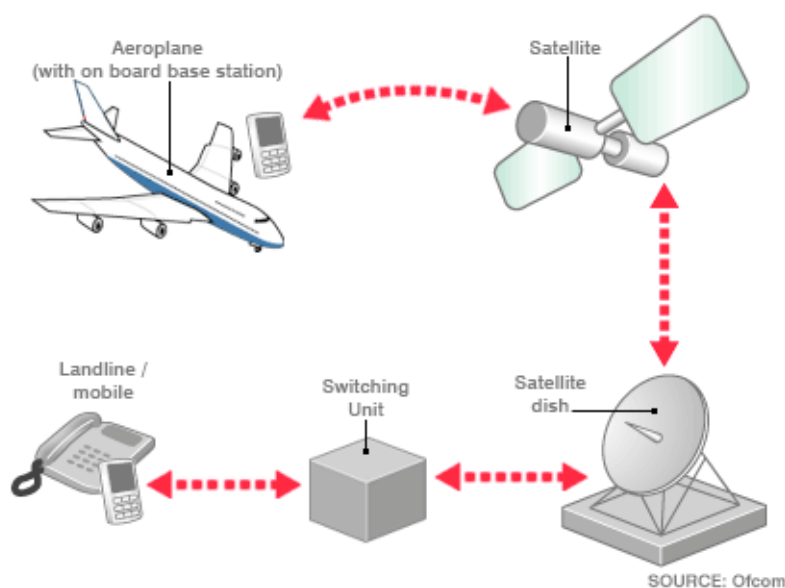
Descrição do Serviço

Serviços móveis do GSMOB permitem a passageiros de linhas aéreas usarem seus próprios terminais móveis durante determinado estágios do voo: estarão aptos a realizar e receber chamadas, enviar e receber mensagens SMS e utilizar funcionalidade GPRS. O sistema provê acesso móvel à rede visitada, ou seja, a rede de bordo é de responsabilidade de uma operadora com contrato de *roaming* com a operadora do usuário e a chamada será cobrada deste como qualquer chamada de *roaming*.

As frequências usadas para comunicações a bordo estão na banda GSM1800. As razões para essa escolha são principalmente técnicas: a mínima potência de transmissão para um terminal na banda de 1,8GHz é menor que na banda de 900MHz (0 dBm ao invés de 5 dBm), e emissões em frequências maiores apresentam maior perda de caminho. Essas características tornam mais fácil evitar interferência aos sistemas do solo. Adicionalmente, a vasta maioria das unidades GSM multi-banda suporta a faixa de 1,8GHz.

Descrições do sistema

O sistema é operacional durante certas fase do voo: o topo da decolagem, cruzeiro e início da aterrissagem. A operacionabilidade se restringe a somente quando a aeronave está acima de 3000 metros do nível do solo.



Para funcionamento do sistema, logo após sua inicialização, os terminais móveis se conectam à pico-célula a bordo da aeronave, usando a interface GSM padrão. A célula se encarregará de, conectada via um *link* de satélite até a rede celular terrestre, fazer a conexão da ligação ao seu destino.

Parte do encargo do sistema é não permitir conexões com ERBs terrestres, já que a aeronave passará sobre diversas células em seu percurso. O sistema não pode, também, se comunicar com terminais móveis terrestres. Durante as fases do voo em que ele está inativo, como decolagem e aterrissagem, todos os celulares devem ser desligados.

Há diversos métodos para aumentar o isolamento da rede do avião. Um deles é a utilização de uma Unidade Controladora da Rede (NCU - *Network Control Unit*), mas outros métodos, como Blindagem de Radio Frequência (RFS - *Radio Frequency Shielding*), podem ser usado em conjunto com o NCU.

A decisão do CEPT define com clareza os tipos de terminais que podem ser usados. Quando ativo, o sistema deve evitar que os terminais se registrem em redes terrestres operando nas seguintes faixas:

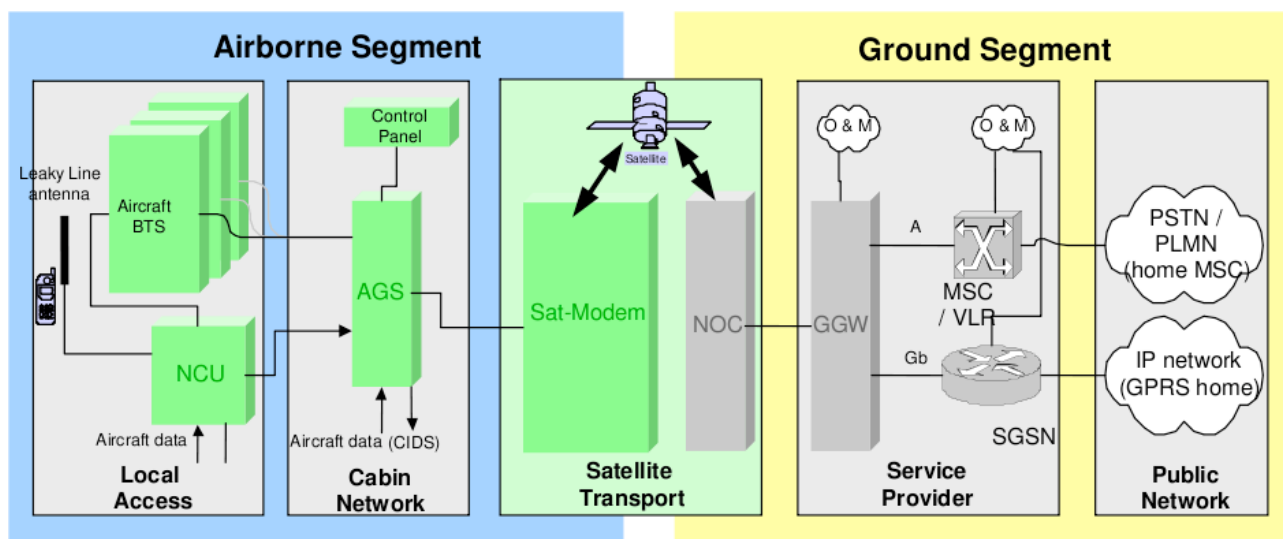
- 450 – 470 MHz
- 876 – 915 MHz / 921 – 960 MHz
- 1710 – 1785 MHz / 1805 – 1880 MHz
- 1920 – 1980 MHz / 2110 – 2170 MHz

Além de GSM, outras tecnologias também são englobadas pelos requisitos, como CDMA-450 e UMTS nas faixas de 900MHz, 1,8GHz e 2GHz. Terminais com suporte a outras faixas ou tecnologias teoricamente conseguirão se conectar a redes no solo. Na prática, além de poderem ser proibidos, a decisão abrange todos tipos de terminais e redes em utilização na Europa Ocidental.

Arquitetura do Sistema

Não há maneira única ou padronizada de implementar o sistema. Em particular, múltiplos ou um único *leaky feeder* pode ser usado para transmitir sinais em uma cabine e a localização desses vai depender da solução específica e/ou da aeronave. Esta seção segue o modelo usado pelo CEPT em seu estudo de compatibilidade.

Um sistema típico de GSM para aeronaves pode ser dividido em duas partes: o segmento aéreo e o segmento terrestre:



O segmento aéreo consiste dos domínios de acesso local e de rede de cabine:

- o domínio de acesso local contém a Estação Transceptora Base (BTS – *Base Transceiver Station*), provendo acesso GSM, e a NCU. O propósito da NCU em conjunção com a pico-célula GSM é prevenir que terminais móveis acessem redes terrestres, e controlar as emissões das frequências de rádio deste terminais nas bandas protegidas pelo sistema;
- A rede da cabine contém o Servidor GSM da Aeronave (AGS – *Aircraft GSM Server*) que integra os principais módulos a bordo, ou seja, o BTS, o NCU e o Modem de Satélite.

O segmento terrestre consiste de um domínio de provedor de serviços e o da rede pública:

- O domínio do provedor de serviços hospeda funções de controle de comunicação que agem juntas com as funções do AGS na aeronave. Para este propósito, um gateway terrestre (GGW – *Ground Gateway*) e componentes GSM da rede visitada (VMSC2 e SGSN3) são requeridos. Suas principais funcionalidades são fazer o roteamento para a aeronave e interconectar o tráfego da aeronave com redes de *backbone* terrestre do Domínio de Rede Pública;
- O domínio de rede pública provê a interconexão das ligações, dados ou comunicação de sinalização às redes públicas de pontos finais.

Os componentes chaves do sistema são descritos abaixo:

- **Antena da cabine:** A antena da cabine é compartilhada entre BTS de bordo e a NCU. A implementação típica é um *leaky feeder* percorrendo pelo teto da cabine. Dependendo da cabine e das áreas desejadas de cobertura.
- **AGS – Servidor GSM da Aeronave:** O AGS encaminha os fluxos de dados entre a BTS de bordo e o solo: gerencia a comunicação pelo enlace de satélite, controla a BTS, monitora o nível de energia da saída do NCU e gerencia funções de operação e manutenção. A tripulação poderá acessar o sistema pelo painel de controle. Entre os dados da aeronave disponíveis estão a altitude, posição e fase do voo.
- **Enlace de satélite:** Os componentes de satélite a bordo consiste de modem via satélite e antena de satélite eterna. A antena de satélite recebe e transmite os sinais de/para o sistema de satélite. O enlace será provido por uma empresa operadora de satélite.
- **Unidade de Controle de Rede:** O propósito da NCU é impedir os terminais a bordo de conectar a redes terrestres. Para garantir isso, ele eleva o nível de ruído RF no interior da cabine para um nível superior ao dos sinais das estações base terrestres. O sinal gerado pelo NCU é um ruído branco de banda limitada e, na configuração européia, cobrirá as seguintes bandas:
 - GSM e WCDMA/UMTS-900 *downlink* (921 – 960 MHz)
 - GSM e WCDMA/UMTS-1800 *downlink* (1805 – 1880 MHz)
 - UMTS UTRA-FDD 2GHz *downlink* (2110 – 2170 MHz)
 - CDMA-450/FLASH-OFDM *downlink* (460 – 470 MHz)

Um ruído branco é um sinal aleatório com densidade espectral de potência plana, contendo potência igual dentro de uma faixa de frequências em qualquer uma delas. Uma de suas propriedades características é mascarar outros sinais, com utilizações inclusive como ajuda para concentração ou contra problemas de sono, encobrindo outros sinais em determinadas frequências que possam incomodar uma pessoa.

A unidade não irá transmitir abaixo dos 3000 m. O nível de potência dos emissores dependerá da banda de frequência e da altitude (altitude crescente significa intensidade decrescente de sinal recebidos na aeronave pelas redes terrestre).

- **BTS a bordo:** Conectividade GSM é provida pelas operadoras por um pico-BTS GSM padrão: O BTS suportará serviços GSM e GPRS na faixa DCS1800 (1,71 – 1,785GHz e 1,805 – 1,88 GHz).
- **Estação móvel:** Os terminais dos passageiros serão padrão GSM e devem suportar a banda GSM1800. O ETB comandará os terminais para apenas transmitir no seus níveis mais baixos possíveis, após registro inicial.

Aspectos de engenharia

Os desafios de projetar o sistema de GSM para aviões surgiram em cenários específicos de Radio Frequência nos quais ele se encaixa. Várias questões o diferenciam de redes móveis terrestres, as quais foram cuidadosamente estudadas pelos desenvolvedores, fabricantes e órgãos reguladores quando planejando o sistema e sua regulamentação.

- **Prejuízo a redes terrestres:** dependendo de níveis de potência e da blindagem efetiva da aeronave, as transmissões de equipamento a bordo podem interferir com estações terrestres; Devido a altitude e propagação em visada, podem ser atingidas várias estações terrestres

bastante distantes.

- **Características de blindagem de RF da aeronave:** vários estudos mostram que aeronaves comerciais não possuem blindagem de Rádio Frequência suficientes. Apesar da fuselagem metálica, abrem brechas consideráveis para recepção de sinais. A experiência mostra que é possível um terminal móvel enxergar uma estação base terrestre, se ligar a ela e até conseguir efetuar uma ligação.
- **Reuso de GSM1800:** para maior compatibilidade com os terminais existentes, o sistema operará na faixa de GSM1800. Graças a isso, o sistema reusará frequências que provavelmente estarão em uso em várias células terrestres sobre as quais ele sobrevoará, potencialmente causando interferência.
- **Uso da NCU:** Ao sobrevoar várias redes celulares, um terminal móvel faria uma avaliação dos sinais que recebe para procurar uma rede à qual possa se ligar. Descobrendo a rede de sinal mais forte, tentaria se conectar a ela, muito provavelmente usando toda sua potência e causando problemas para equipamentos na aeronave e na rede terrestre.
A NCU funciona de maneira a impedir que um terminal enxergue as redes terrestres, utilizando-se de emissão de ruído na faixa de frequências utilizadas pelos dispositivos. Porém, tal ruído pode causar interferência nas redes no solo, não somente nas destinadas a GSM, mas em todas para as quais ele funciona.
- **Estado legal do NCU:** Uma NCU sozinho pode ser considerado um *Radio Jammer*, e tal equipamento é considerado ilegal pela legislação da União Européia relacionada a equipamentos eletrônicos, por ser projetado a causar interferência em redes GSM. Porém, o propósito da NCU, junta com a estação base a bordo, seria de prover conectividade, e não de eliminá-la. Logo, a maneira como a NCU é projetada deve ser levada a não causar interferência ao funcionamento normal das redes terrestres.
- **Múltiplas aeronaves:** Interferências entre múltiplas fontes não pode ser consideradas. Vários aeroportos movimentados são conhecidos pela quantidade de aviões simultâneos em seu espaço aéreo. Em uma hora movimentada do aeroporto de Londres, por exemplo, podem-se contar acima de 80 aeronaves acima de 3000 metros em um raio de 100 km.
- **Possibilidade de cancelamento de interferência pelos terminais:** Uma funcionalidade presente na tecnologia UMTS é o cancelamento de interferência, e receptores avançados de GSM já apresentam esta característica também. A capacidade do receptor eliminar interferências de ruído ainda se encontra como um campo ativo de pesquisa, levando a otimizações nesta funcionalidade. Isto coloca algumas restrições ao tipo de ruído causado pela NCU, de forma a que os terminais não possam cancelá-lo.

Regulamentação

Alguns desenvolvimentos em grupos regulatórios europeus melhoraram as condições para regulamentação do serviço e entrada em prática:

- aprovação como equipamento de rádio e telecomunicações(R&TTE);
- desenvolvimento de uma estrutura reguladora na Europa e região Ásia-Pacífico;
- Investigações de compatibilidade com os sistemas de serviços atuais, em artigos especialmente relacionados ao impacto de GSMOB em tecnologias terrestres de GSM, UMTS, CDMA e OFDM.
- Liberações de decisões por parte da Comissão da Comunidade Européia favoráveis a utilização do serviço, baseadas principalmente nos estudos anteriormente mencionados;

Da decisão da Comissão da Comunidade Europeia para utilização de GSMOB, destacam-se alguns pontos importantes:

- As aplicações que visam a conectividade a bordo das aeronaves são, por natureza, pan-europeias, já que serão principalmente utilizadas nos vãos transfronteiras dentro da Comunidade e fora dela. Uma abordagem coordenada para regulamentar os serviços de comunicações móveis em aeronaves (serviços MCA) servirá os objetivos do mercado único.
- Atualmente, a exploração comercial de serviços MCA (*serviços de comunicação móveis em aeronaves*) apenas está prevista para os sistemas GSM que funcionam na faixa dos 1710-1785 MHz para as ligações ascendentes (transmissão a partir do terminal e recepção na estação de base) e na faixa dos 1805-1880 MHz para as ligações descendentes (transmissão a partir da estação de base e recepção no terminal), de acordo com as normas do ETSI EN 301 502 e EN 301 511. No entanto, de futuro, pode alargar-se a outros sistemas de comunicações móveis públicas terrestres que funcionem de acordo com outras normas e noutras faixas de frequências.
- Em conformidade com o nº 2 do artigo 4.º da Decisão nº 676/2002/CE, a Comissão conferiu um mandato à Conferência Europeia das Administrações Postais e de Telecomunicações (a seguir designada "CEPT") para que realizasse os trabalhos necessários para avaliar as questões da compatibilidade técnica entre o funcionamento dos sistemas GSM 1800 em voo e alguns serviços de radiocomunicações eventualmente afectados. A presente decisão baseia-se nos estudos técnicos efetuados pela CEPT ao abrigo do mandato da Comissão Europeia, apresentados no relatório 016 da CEPT.
- O sistema MCA considerado no relatório da CEPT consiste numa unidade de controlo da rede (NCU) e numa estação de base emissora-receptora a bordo da aeronave (BTS da aeronave). O sistema está concebido para garantir que os sinais transmitidos pelos sistemas móveis em terra não sejam detectáveis na cabina da aeronave e que os terminais dos utilizadores na aeronave apenas transmitam a um nível mínimo. Os parâmetros técnicos para a NCU e a BTS da aeronave foram extraídos de modelos teóricos.
- As questões relativas à segurança aérea têm uma importância capital, pelo que nenhuma disposição da presente decisão deve ser contrária à manutenção de condições de segurança aérea ótimas.
- Para garantir a constante pertinência das condições especificadas na presente decisão e atendendo às rápidas mudanças verificadas em tudo o que respeita ao espectro radioelétrico, as administrações nacionais devem monitorizar, na medida do possível, a utilização do espectro radioelétrico pelos equipamentos utilizados pelos serviços MCA, de modo a manter a presente decisão sob revisão ativa. Essa revisão deve ter em conta o progresso tecnológico e verificar se os pressupostos iniciais de funcionamento dos serviços MCA ainda são pertinentes.

Atualmente vários testes já estão sendo feitos com a tecnologias: desde o começo do ano, por exemplo, a *Qatar Airlines* mantém o serviço em utilização somente para envio de mensagens SMS, receando reclamações quanto a barulho no voo. Outras companhias testam para utilização mesmo com comunicação por voz.

Conclusão

Embora GSMOB tenha, no aspecto técnico e regulamentar, alcançado progressos importantes, e, de fato, já está sendo colocado em prática aos poucos, ainda é incerto se os seus serviços atingirão a popularidade esperada. Outros aspectos, não tão fáceis de gerenciar estarão iminentes a partir de agora, como a questão social, da qual a solução requer o bom senso, envolvendo principalmente passageiros, tripulantes e operadoras.

Assim como ocorreu com outras tecnologias(TFTS, *Connexion*), somente pondo-se em prática será possível saber se a tecnologia alcançará sucesso ou não, dados fatores tecnológicos, mercadológicos e sociais.

Referências:

1. ETSI White Paper No. 4 : GSM operation onboard aircraft ; MIGUÉLEZ, César G., 2007
2. <http://www.wisegeek.com/what-is-white-noise.htm> [última visualização 05/11/2008]
3. <http://www.independent.co.uk/travel/news-and-advice/hello-im--on-the-plane-ryanair-passengers-will-be-able-to-use-mobiles-on-board-ndash-at-a-price-941466.html> [última visualização 05/11/2008]
4. <http://www.esato.com/board/viewtopic.php?topic=95047> [última visualização 05/11/2008]
5. http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/msantos/smc_03.html [última visualização 05/11/2008]
6. <http://www.etsi.org/WebSite/Technologies/gsmonaaircraft.aspx> [última visualização 05/11/2008]
7. 2008/294/CE: Decisão da Comissão, de 7 de Abril de 2008 , sobre as condições harmonizadas de utilização do espectro para a exploração de serviços de comunicações móveis em aeronaves (serviços MCA) na Comunidade [notificada com o número C(2008) 1256] (Texto relevante para efeitos do EEE)
8. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7334372.stm> [última visualização 05/11/2008]