



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

“Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças”

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPE

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE CONTEÚDO ATRAVÉS DO SISTEMA “WIRELESS”

Fujio Yamada – Email: fyamada@mackenzie.com.br

Francisco Sukys - Email fsukys@mackenzie.com.br

Gunnar Bedicks – Email gbedicks@ieee.org

Luis T. M. Raunheite - Email raunheite@mackenzie.com.br

Cristiano Akamine – Email akamine@mackenzie.com.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie- São Paulo

***Resumo:** A perspectiva de implementação da TV Digital como ferramenta de disseminação do ensino vem despertando grande interesse nos meios educacionais. No Cobenge, realizado em Brasília em 2004, foi apresentado o trabalho “TV Escola Digital Interativa” que consiste de um projeto desenvolvido pela Universidade Presbiteriana Mackenzie para prover um sistema de distribuição de conteúdo para o ensino médio de todas as escolas públicas do país, com o uso de TV Digital via satélite. Resumindo, este sistema possibilita receber e arquivar em disco rígido de computador o material correspondente a uma semana de programação, possibilitando ao professor selecionar o assunto que mais lhe interessa e ministrá-lo no horário de sua conveniência. É também importante que esse conteúdo possa ser distribuído para vários locais da escola ou da comunidade de maneira simples e com baixo custo. Com esse objetivo foi desenvolvido o projeto “Rede de Distribuição de Conteúdo Através de Wireless” que consiste na utilização da técnica de transmissão sem fio com a utilização do padrão IEEE 802.11g. Este sistema permite transmitir dado a taxas de até 54Mbps, com alcance aproximado de 50 metros, operando na frequência livre de 2,4GHz. O método consiste em conectar a unidade armazenadora a um AP (Access Point) do padrão IEEE 802.11g, de maneira que vários usuários possam acessar remotamente, concomitantemente ou não, em telas de TV, os mesmos arquivos a partir da sua própria sala. O artigo apresenta na segunda parte a aplicação do padrão IEEE 802.11g para distribuição do conteúdo. Na terceira parte é feita uma descrição do método de modulação multiportadora OFDM utilizado no referido padrão, bem como os princípios funcionais e operacionais do sistema. Finalmente, é apresentada uma conclusão com as vantagens e desvantagens do método exposto, bem como a possibilidade de se utilizar em outras aplicações com finalidades educativas.*

Palavra Chave: TV digital, Rede Wireless, IEEE 802.11g.

O tema se encaixa no item 9: Inovação Tecnológica e Empreendedorismo

1. Introdução

Nos últimos anos, vem se popularizando os métodos de distribuição de dados e vídeo através da tecnologia de comunicação sem fio pelo fato de ser mais versátil e não necessitar de instalação complexa. Embora tenham surgido diversas soluções, a técnica que mais tem evoluído é a conhecida pela sigla “Wi-Fi” (Wireless Fidelity) e dentro desta merece especial destaque o padrão IEEE 802.11g. Este sistema permite transmitir uma taxa de dados de até 54Mbps, com alcance aproximado de 50 metros operando na faixa de 2,4GHz.

No Cobenge, realizado em Brasília em 2004, foi apresentado o trabalho “TV Escola Digital Interativa” que consiste de um projeto desenvolvido pela Universidade Presbiteriana Mackenzie em parceria com a Secretaria de Ensino e Educação do MEC para prover um sistema de distribuição de conteúdo do ensino médio a todas as escolas do país, com o uso de TV Digital e transmissão via satélite. Resumindo, este sistema possibilita digitalizar o conteúdo, comprimir e encapsular em IP para transmissão via satélite. Na recepção os dados são arquivados em disco rígido de computador dotado de uma placa de vídeo. A capacidade de armazenamento é de aproximadamente 30 horas de exibição ou sete dias de programação, de tal modo que o professor possa selecionar o assunto que mais lhe interessa e ministrá-lo em qualquer horário de sua conveniência [4].

O presente trabalho visa demonstrar a possibilidade de utilização do “Wireless” do padrão IEEE 802.11g como meio de distribuição, dentro da escola, do conteúdo que está armazenado no disco rígido do sistema acima mencionado utilizando uma instalação simples e transportável. O método consiste em conectar a unidade armazenadora a um AP (Access Point) do padrão IEEE 802.11g, de tal modo que vários professores possam acessar remotamente, concomitantemente ou não, e projetar em telas de TV, os mesmos arquivos a partir da sua própria sala de aula.

O artigo apresenta na primeira parte uma descrição da aplicação do padrão IEEE 802.11g para distribuição do conteúdo da matéria dentro das escolas. Na segunda parte é explicado o método de modulação multiportadora OFDM utilizado no referido padrão, bem como os princípios funcionais e operacionais do sistema.. Finalmente, na conclusão faz-se uma comparação das vantagens e desvantagens do método exposto, bem como a possibilidade de se utilizar em outras aplicações com finalidades educativas.

2. Rede de distribuição de dados [2]

A rede de distribuição de dados ilustrada na “Figura 1” é uma plataforma de TV Digital, destinada à distribuição de dados digitais com encapsulamento de vídeo sobre IP. A vantagem deste sistema é que um grande volume de material didático pode ser armazenado e disponibilizado a qualquer instante, a um determinado número de usuários, valendo-se de recursos da informática e receptor de TV, os quais se tornaram relativamente baratos comparados com outros meios tecnológicos. Sua implementação não requer instalação complexa, evitando montagem de fios e cabos e ao mesmo tempo pode ser usado sem licença de utilização. É constituída pelas seguintes unidades:

- a) Unidade Servidora (US) armazena os dados de vídeo, áudio e texto e tem a função de servidor. É constituída de um computador com processador e memória de disco rígido de 80Mbytes, de uma placa de vídeo, unidade de compressão MPEG2 e dispositivo como HDD

(Hard Disc Drive), interface de controle I/O, circuito QPSK Decoder FEC, dispositivo de distribuição de arquivos, modulo codificador de vídeo e áudio, decodificador multimídia, interface de conexão impressora, DVD, teclado e mouse. Pode ser dotada de um aparelho de TV para monitoração.

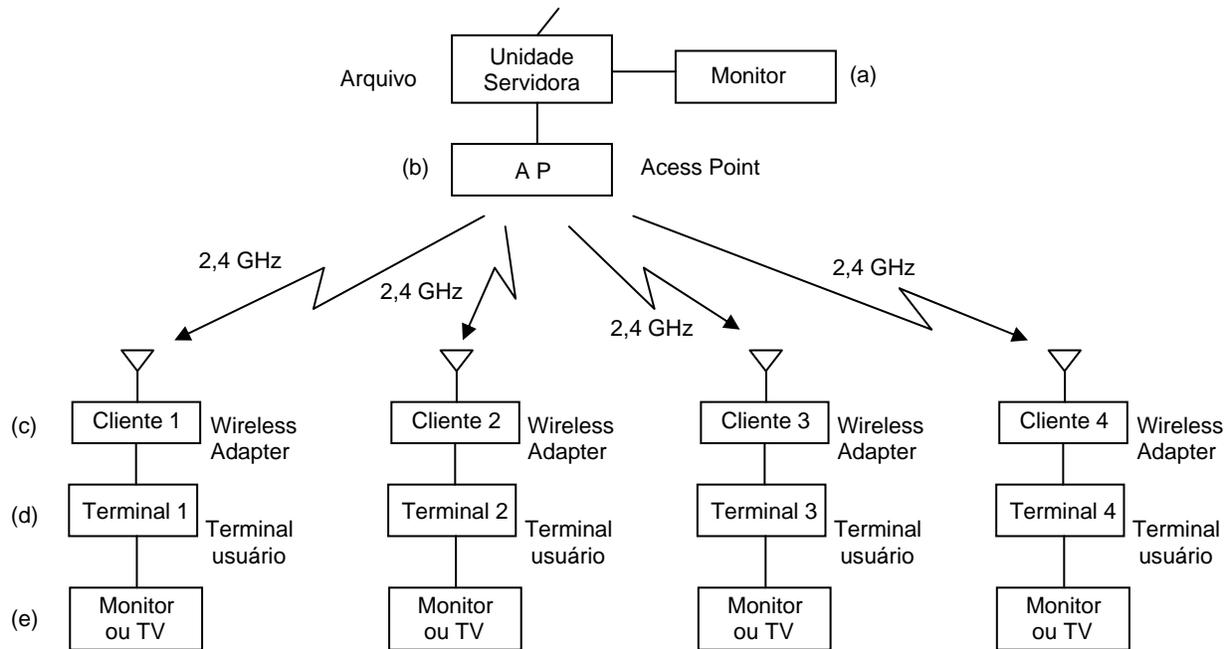


Figura 1 - Rede de Distribuição de dados

- b) Unidade AP (Access Point) do sistema IEEE 802.11g transmite na frequência de 2,4GHz, os dados armazenados no computador servidor para os diversos usuários bem como recebe as solicitações dos mesmos.
- c) Wireless Adapter (PCMCIA, NIC, PCI) funciona como receptor de sinal do lado do usuário, decodifica os dados e entrega para o Terminal Usuário. Note-se que essa unidade é bidirecional, ou seja, também transmite o sinal para a unidade AP.
- d) TU (Terminal Usuário) é um equipamento semelhante à US, porém mais simples e com menor capacidade de memória e tem a função de decodificar o sinal de vídeo e som.
- e) Monitor ou aparelho de TV que mostra a imagem decodificada.

Princípio de Funcionamento da Rede

A rede de Distribuição de Conteúdo com IEEE 802.11g [1] opera na faixa de frequência de 2,4GHz a 2,496GHz. Esta faixa é dividida em 3 bandas de operação, conforme a “Figura 2” A “Figura 3” mostra a máscara da banda passante de cada subbanda de 22MHz normalizada para este sistema.



Figura 2 Faixa de operação do IEEE 802.11g

Cada sistema deve ser configurado para operar em uma das subbandas. Embora a máxima capacidade teórica de transmissão seja 54Mbps a taxa de transmissão real vai depender do número de usuários na rede, da distância em que se encontra o usuário (ver “Figura 4”) e do nível de interferência. O sistema automaticamente se configura para a taxa mais conveniente de 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 ou 6Mbps. No caso de transmissão de TV digital é possível operar com até 6Mbps.

No caso de mais de um usuário se conectar, ao mesmo tempo, o AP se multiplexa no tempo enviando uma rajada de dados para cada usuário, dividindo a disponibilidade de transmissão entre os usuários. Assim, quanto maior o número de usuários mais lento é a transmissão.

Como o sistema é bidirecional, para que não haja colisão, cada terminal usuário escuta AP da rede e se houver algum usuário transmitindo ou recebendo, ele aguarda o término e ainda dá um pequeno intervalo de guarda antes de se conectar.

O alcance também é bastante dependente dos obstáculos existentes entre o AP e o usuário. Devido aos modernos recursos de codificação e modulação, os efeitos de multipercurso e de ruído são minimizados.

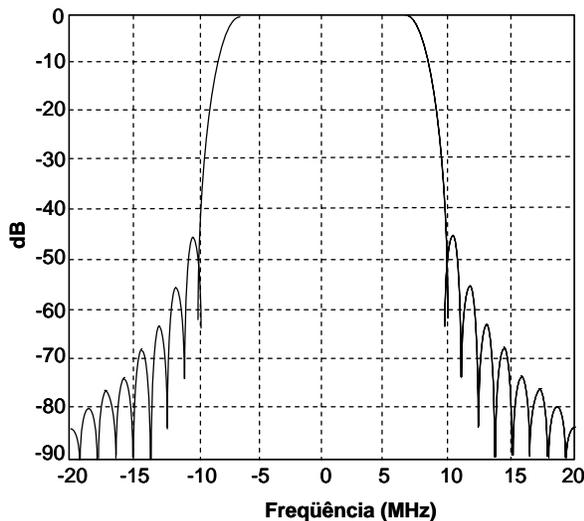


Figura 3 – Banda Passante do Canal

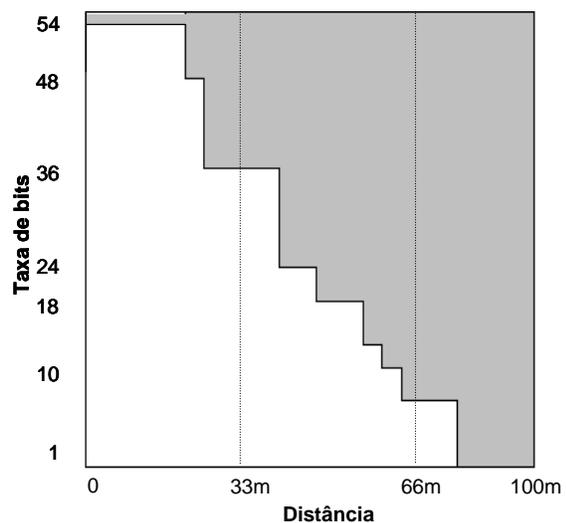


Figura 4- Taxa x Distância

3. Princípio de operação do sistema IEEE 802.11g

Embora o sistema IEEE 802.11g seja compatível com o método de modulação CCK (Complementary Code Keying) do sistema IEEE 802.11b operando na mesma faixa de frequência, neste trabalho só será abordada a modulação OFDM [1] utilizado no IEEE 802.11g devido à alta taxa de transmissão requerida para sinais de TV Digital (mínimo de 6Mbps).

Descrição do Sistema

Para prevenir contra o efeito da degradação do sinal digital devido a multipercurso e ao efeito Doppler, o padrão IEEE 802.11g usa sistema de multiportadoras (48 subportadoras e 4 pilotos) com a modulação OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) e prefixo cíclico (intervalo de guarda), como mostra a “Figura 5”. Além disso, também se utiliza embaralhador e codificador convolucional o que além de assegurar uma razoável relação sinal ruído (C/N), também aumenta a imunidade do sistema a ruídos impulsivos.

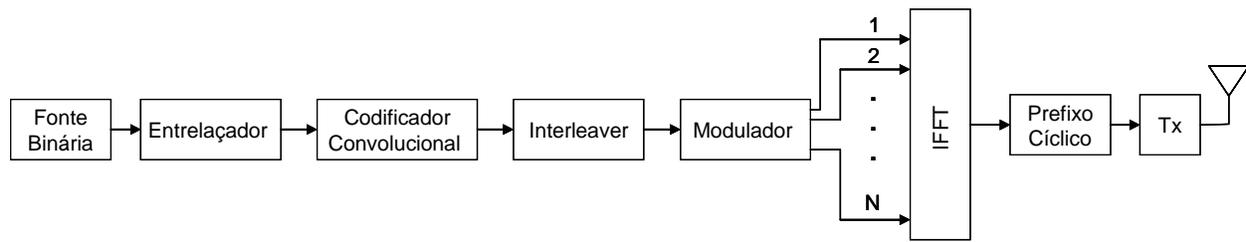


Figura 5 - Diagrama em blocos do Modulador IEEE 802.11g

Como o sinal a ser distribuído deve ser digital, os sinais de vídeo analógico devem ser digitalizados e comprimidos no formato MPEG2.

O entrelaçador é um codificador que embaralha o conteúdo de dados para evitar que interferências em rajadas do tipo ruído impulsivo provoquem uma seqüência de erros. Na recepção os dados são desembaralhados voltando ao seu conteúdo original e assim os erros ficam espalhados.

O codificador convolucional é um corretor posterior de erros (FEC: “Forward Error Corrector”) com correção (Coding Rate) $CR_c = 1/2 ; 2/3 ; 3/4$; conforme a robustez necessária. Por exemplo, $CR_c = 2/3$ significa que a cada 2 bits de informação é enviado 1 bit que serve como correção de erro no receptor.

“Interleaver” é um dispositivo de mapeamento de entrada e saída que permuta a ordem de uma seqüência de símbolos de maneira determinística, isto é, pega os símbolos na entrada e produz símbolos idênticos na saída, mas numa ordem temporal diferente.

O modulador OFDM modula cada símbolo em uma das 52 subportadoras com auxílio de uma IFFT (Inverse Fast Fourier Transformer). A seguir é adicionado o prefixo cíclico (intervalo de guarda) cuja principal função é aumentar à imunidade do sistema a interferência por multipercurso.

Modulador OFDM.

O processo de modulação OFDM utilizado no sistema IEEE 802.11g consiste em uma técnica de transmissão, no qual se divide o espectro disponível em 52 subportadoras, cada uma sendo modulada por um feixe de baixa taxa de bits [1].

O OFDM é semelhante à técnica de multiplexação por divisão de frequência (FDM), entretanto utiliza o espectro de frequência de modo mais eficiente com espaçamento menor. Isso ocorre porque as portadoras são ortogonais entre si eliminando a interferência entre portadoras (ICI: "Inter Carrier Interference").

Ortogonalidade significa uma relação matemática entre as frequências das 52 portadoras que compõe a modulação e que garante que cada portadora possua um número inteiro de períodos dentro do símbolo OFDM. O espaçamento entre portadoras é 315,5KHz. Em um sistema OFDM as portadoras são arranjadas de tal forma que as bandas laterais de cada subportadora individual não se sobreponham à subportadora adjacente sem causar ICI. Assim o espectro de cada subportadora possui um nulo no centro da frequência de todas as demais subportadoras do sistema como pode ser visto na "Figura 6".

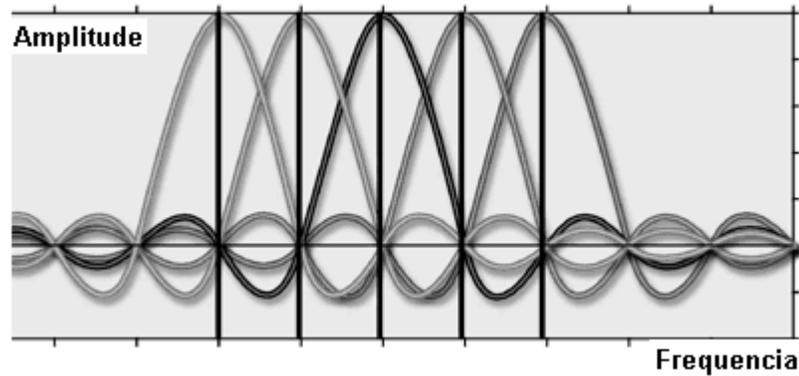


Figura 6 – Espectro da modulação OFDM

Cada subportadora é modulada em BPSK (1 bit por subportadora), QPSK (2 bits por subportadora), 16QAM (4 bits por subportadora) ou 64QAM (6 bits por subportadora), conforme a taxa de modulação (ver a "Tabela 1")

3	2	1	0	2	6	14	10
0011	0010	0001	0000	0010	0110	1110	1010
7	6	5	4	3	7	15	11
0111	0110	0101	0100	0011	0111	1111	1011
11	10	9	8	1	5	13	9
1011	1010	1001	1000	0001	0101	1101	1001
15	14	13	12	0	4	12	8
1111	1110	1101	1100	0000	0100	1100	1000
Ordem Natural				Codigo Gray			

Figura 7- Constelação para 16QAM

Tabela 1- Configuração da modulação do sistema IEEE 802.11g

Taxa de Dados Mbps	Modulação	Taxa de Código	Bits de código Por Portadora	Bits de Código por símbolo OFDM	Bits de dados por símbolo OFDM
6	BPSK	1/2	1	48	24
9	BPSK	3/4	1	48	36
12	QPSK	1/2	2	96	48
18	QPSK	3/4	2	96	72
24	16QAM	1/2	4	192	96
36	16QAM	3/4	4	192	144
48	64QAM	2/3	6	288	192
54	64QAM	3/4	6	288	216

Na “Figura 7” a título de exemplo é mostrada uma constelação 16QAM

Intervalo de guarda

Na saída do modulador OFDM todas as portadoras formam um bloco estático com as informações da modulação estabelecida. No padrão IEEE 802.11g esse bloco conhecido pelo nome de símbolo tem um tempo útil de informação $T_u = 3,2\mu s$ (ver “Figura 8”).

Entre o final de um símbolo e o início do tempo útil do símbolo seguinte se introduz um intervalo de guarda [1] com tempo de $0,8\mu s$. A finalidade desse intervalo de guarda é imunizar a modulação à distorção por multipercurso.

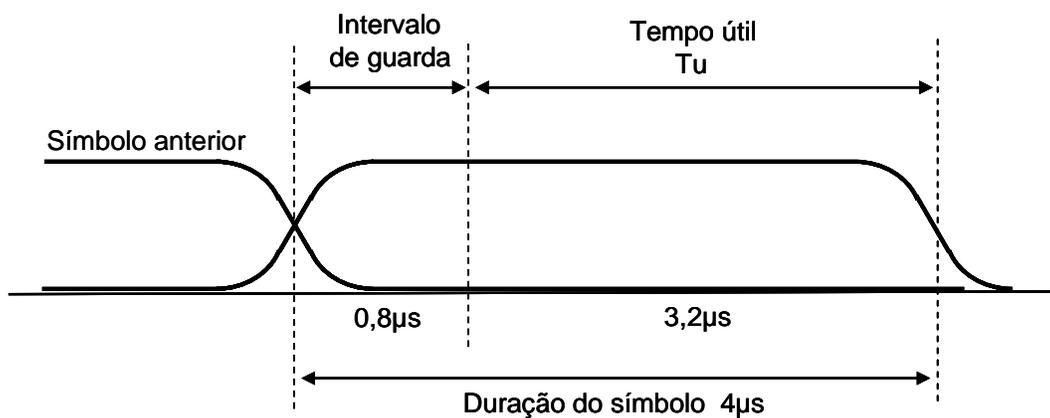


Figura 8- Duração de um símbolo

4. Conclusão

O presente trabalho procurou demonstrar a viabilidade de uso de rede Wireless no padrão IEEE 802.11g para a distribuição de conteúdo digital de vídeo e áudio. Entretanto essa idéia poderia ser facilmente adaptada para outras finalidades, principalmente em escolas e universidades onde exista a necessidade de funcionamento simultâneo de apresentações em locais diversos.

As principais vantagens do método sugerido são:

- Evitar a instalação de cabeamento, isso torna a rede mais dinâmica e passível de ser alterada a qualquer instante.
- Utilizar uma faixa de espectro que não necessita de licença para funcionar.
- Essa tecnologia provocou o aparecimento de muitos fornecedores no mercado com aparelhos de alta qualidade e baixo custo [3].
- Mesmo conectado à rede, o usuário pode se deslocar com o equipamento sem prejuízo de interromper a ligação

Por outro lado devem ser tomados alguns cuidados na sua implementação:

- Como a faixa do espectro do padrão IEEE 802.11g (2,4GHz) é livre existem outros sistemas operando na mesma banda (Bluetooth, telefone sem fio, forno de microondas, etc) e portanto podem ocorrer interferências.
- Ao se fazer a implantação deve-se escolher convenientemente uma das 3 bandas disponíveis para evitar colisão com outros sistemas implantados nas proximidades.
- Sempre deve ser acionado o dispositivo de segurança do sistema para evitar a participação de usuários indesejáveis.

Agradecimento

Este trabalho é suportado pelo **Mackpesquisa (Fundo Mackenzie de Pesquisa)**

Referências Bibliográficas

- [1] 802.11g IEEE Standards Part 11: Wireless LAN Medium Access Control and Physical Layer Specifications 25 June 2003.
- [2] BARKEN L. ERIC B. FANADY M. - Wireless Hacking, Syngress Co. Sept 2004
- [3] CARNEY W. IEEE 802.11g New Draft Standard Clarifies Future Wireless; Texas Instruments 2002
- [4] YAMADA F, SUKYS F., GUNNAR B., AKAMINE C. , RANHEITTE L.T. –TV Escola Digital Interativa, In: Cobenge, 2004, Brasília .Anais.UFB, 2004

Abstract: Contents Distribution Network Using Wireless

In the past few years, methods of data distribution through wireless communication have become more popular. Although several solutions are available, the technology that has evolved the most is Wi Fi (Wireless Fidelity), giving special attention to IEEE 802-11g standard. This system makes it possible to transmit data up to 54Mbps, with approximated reach of 50 meters operating in 2,4GHz range. In 2004, at the Cobenge Convention in Brasilia, it was presented the paper, “Interactive Digital TV School”, consisting of a project developed by the Presbyterian University Mackenzie to provide an educational content distribution system over satellite to ever high Scholl all over the country. Synthesizing, this system enables receiving and recording the material corresponding to 7 days of content in a computer HD. This offers the teacher the capability to choose the most interesting subject to teach at a convenient time. The present work aims to show the possibility of using Wireless IEEE 802.11g, for distribution of content stored in the Hard Disk of the system described above inside the school. This method consists in connecting the server to an AP (Access Point) of the IEEE 802.11g standard; therefore several professors can access remotely and concomitantly or not the contents from within their own classroom. The second part of the article shows a description of the standard 802.11g application for the distribution of class contents inside schools. The article presents in the third part the multicarrier modulation method (OFDM) used in the referred standard, as well as the system’s functional and operational principles. Finally, it is presented a conclusion with advantages and disadvantages of the exposed method and the possibility of using it in other applications with educational purposes.

Key-words

Digital TV, Wireless Network, IEEE 802.11g