

Repetidor para ambientes interiores em CDMA2000

Filipe Feiteira, João Assunção, Nuno Cota,
Fernando Fortes, Henrique Silva, Carlos Mendes

ffiteira@deetc.isel.ipl.pt, 19667@alunos.isel.ipl.pt, ncota@deetc.isel.ipl.pt
ffortes@deetc.isel.ipl.pt, hjsilva@deetc.isel.ipl.pt, cmendes@deetc.isel.ipl.pt

ISEL-DEETC
R. Conselheiro Emídio Navarro, 1, 1949-014 Lisboa

Resumo

Esta comunicação descreve o desenvolvimento do protótipo de um repetidor para ambientes interiores, que será usado com a tecnologia CDMA2000 na faixa dos 460 MHz. O protótipo, que fica intercalado entre 2 antenas, consiste num módulo activo que efectua amplificação bi-direccional. Foram realizadas medidas de campo com este sistema, mostrando-se uma clara melhoria de cobertura.

I. Introdução

Após o projecto de uma rede móvel que cumpre os requisitos de cobertura exterior, é possível identificar locais dentro de edifícios em que a cobertura é limitada ou mesmo inexistente. Esta situação prende-se com o facto de a atenuação suplementar da estrutura dos edifícios provocar valores de atenuação superiores ao máximo admissível na ligação, levando os níveis de sinal a descer abaixo do limiar de sensibilidade dos equipamentos que operam na rede (terminais móveis e estações base).

A implementação de soluções individuais permite obter resultados adequados em casos isolados, nos quais não se justifica um redimensionamento da rede. A solução individual passa pelo uso de um repetidor de baixo custo, que permite resolver de forma simples e rápida a falta de serviço no interior das instalações de clientes isolados.

A rede a que se refere este trabalho é uma rede móvel que usa a tecnologia CDMA2000. Na Europa esta tecnologia está restrita à faixa de frequências SMRP, localizada em torno de 460 MHz. Em Portugal a ligação ascendente utiliza a faixa entre 452,5 MHz e 457,5 MHz, e a descendente entre 462,5 MHz e 467,5 MHz [1]. Como o próprio nome indica, a tecnologia CDMA2000 utiliza uma técnica de espalhamento de espectro CDMA. Cada uma das faixas é dividida em 3 sub-bandas de 1,25 MHz onde é feito o espalhamento de acordo com o débito associado a cada um dos modos de funcionamento da tecnologia [2].

Figura 2 Esquema do Repetidor

O andar de amplificação é constituído por um LNA em série com um PA. Com esta arquitectura procurou-se uma amplificação superior a 20 dB que introduzisse menos ruído e disponibilizasse potências na ordem dos 20 dBm à saída do amplificador.

Apesar da utilização de filtros SAW (Figura 3-a) não foi possível criar o isolamento pretendido, verificando-se que para ganhos mais elevados dos amplificadores havia oscilação. Foi necessário diminuir o ganho do LNA até estabilizar o circuito. Uma vez que o PA está adaptado à entrada e à saída para potência máxima optou-se por não efectuar alterações para não diminuir a potência máxima disponível. A resposta final obtida para o repetidor está apresentada na Figura 3-b.

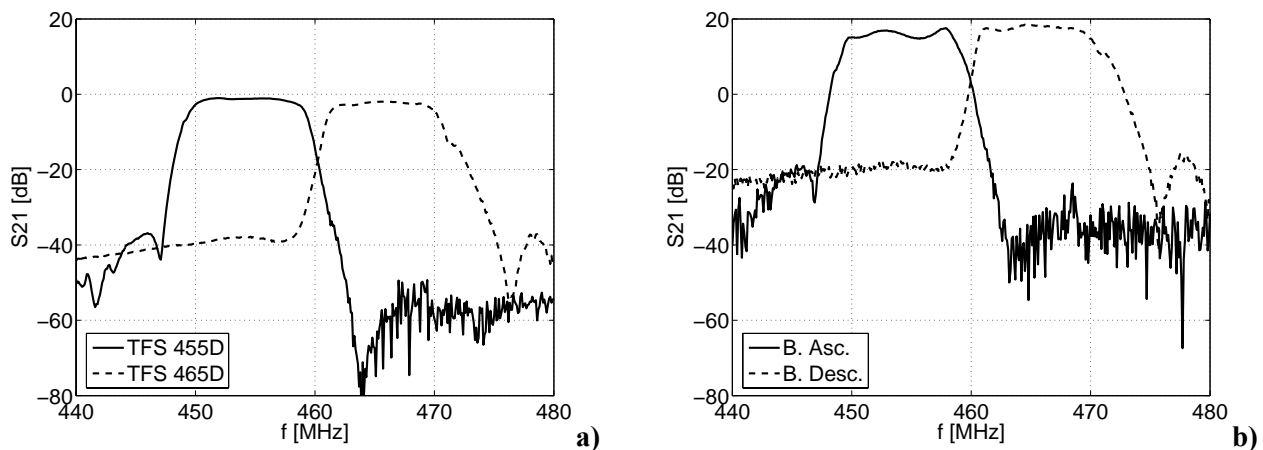


Figura 3 Medidas de ganho: a) Resposta dos filtros SAW; b) Resposta do repetidor

Antenas

Concretizaram-se duas antenas, uma para exterior (Figura 4-a) e outra para interior (Figura 4-b). A antena exterior terá por objectivo assegurar a ligação entre o equipamento repetidor e a estação base, pelo que deverá ser o mais directiva possível, garantindo assim um elevado ganho. A antena interior assegurará a cobertura rádio no ambiente interior, não devendo por isso ser muito directiva, existindo ainda o constrangimento do impacto visual da estrutura no ambiente de implantação. Em seguida descrevem-se as principais características das antenas projectadas e construídas.

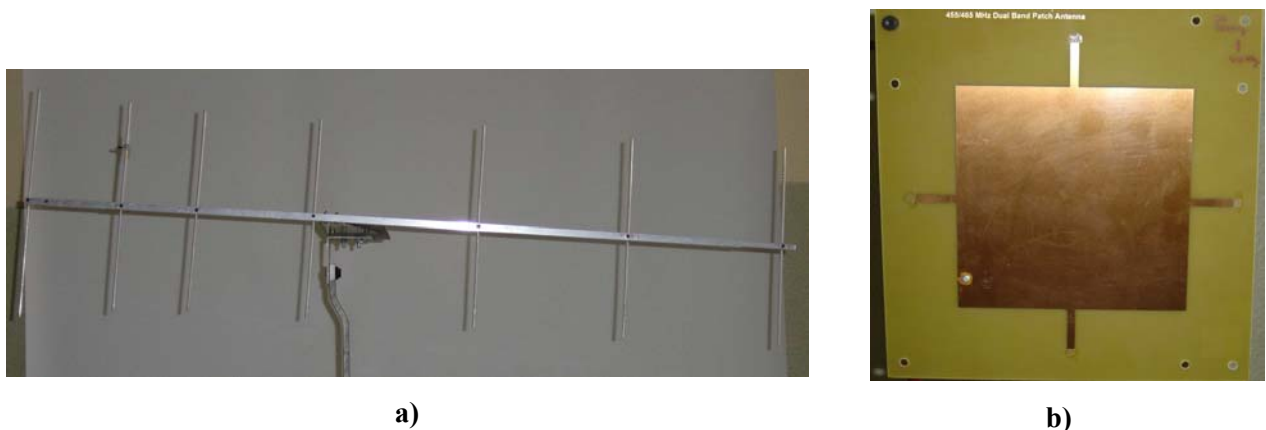


Figura 4 Fotografias das antenas: a) Yagi; b) impressa

Antena exterior

A antena exterior é do tipo *Yagi*, com 7 elementos e com a qual se obteve 11 dBi de ganho.

As medidas obtidas permitem constatar que a antena está bem adaptada em toda a banda de trabalho (Figura 5-a) com um factor de reflexão inferior a -12 dB. Relativamente ao diagrama de radiação (Figura 5-b) conclui-se que a abertura é 40°, o que a torna ideal para colocar no exterior na direcção em que o sinal da rede for máximo.

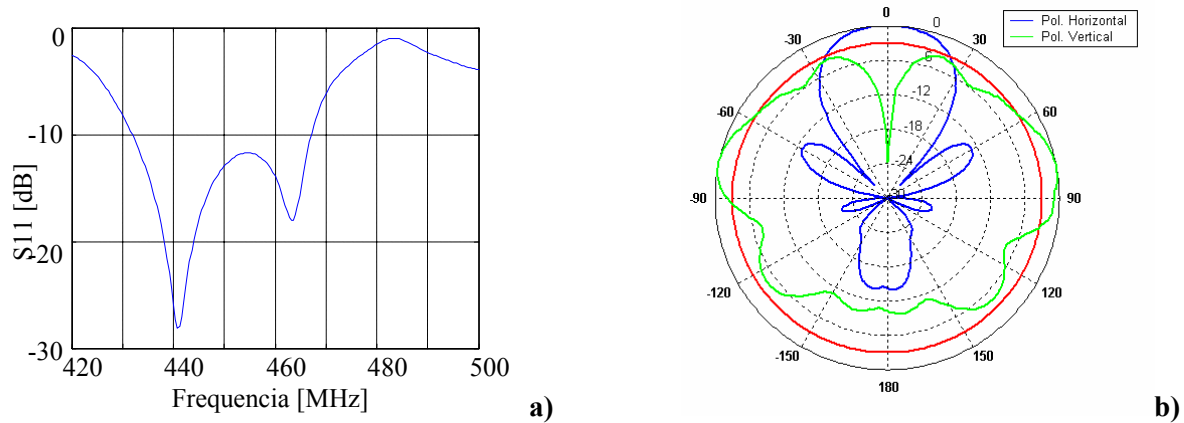


Figura 5 Medidas da antena *Yagi*: a) Factor de reflexão; b) Diagrama de radiação no plano E a 455 MHz

Antena interior

Devido aos constrangimentos identificados anteriormente, optou-se por utilizar uma antena impressa para a cobertura rádio interior. Uma vez que estas antenas possuem larguras de banda muito estreitas, recorreu-se a uma solução que permite dupla sintonia na mesma antena com base nas dimensões geométricas dos lados da superfície radiante. Esta solução traduz-se na obtenção de duas polarizações ortogonais entre si, uma para cada banda de frequências.

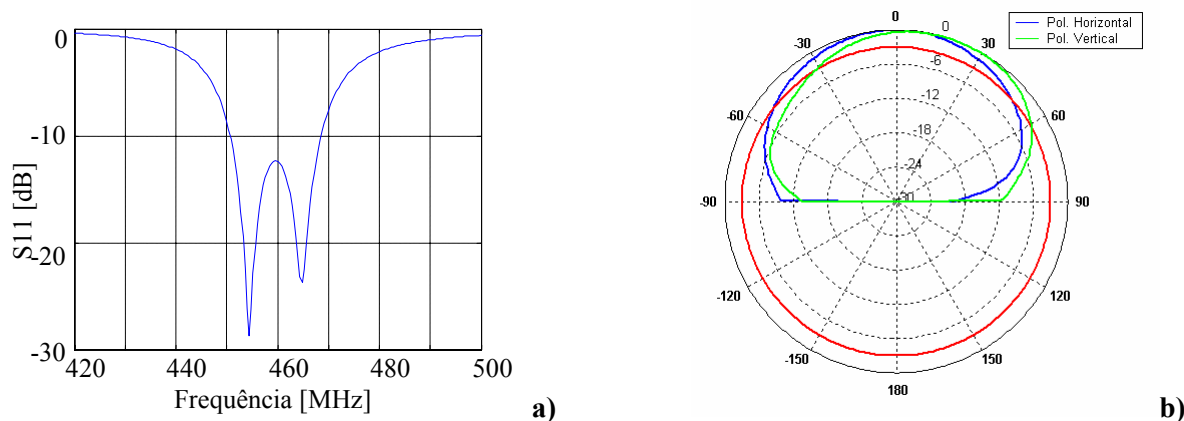


Figura 6 Medidas da antena impressa: a) Factor de reflexão; b) Diagrama de radiação no plano E a 455 MHz

O ponto de alimentação foi escolhido com base em simulação de modo a apresentar uma impedância de 50 Ω . O ganho obtido foi 2,13 dBi @ 455 MHz e 1,84 dBi @ 465 MHz, pouco acima do ganho de um dipolo (1,64dBi) o que se deve ao facto de o substrato usado apresentar perdas elevadas. O ângulo de abertura varia

entre 100° @ 455 MHz e 90° @ 465 MHz. Pode igualmente observar-se que foi conseguida uma boa adaptação ($S_{11} < -12$ dB) em toda a banda de trabalho.

III. Medidas de Campo

Os resultados que aqui se apresentam dizem respeito a medidas num ambiente que não proporcionava inicialmente cobertura rádio capaz de assegurar qualquer estabelecimento de comunicação.

A instalação da antena exterior foi feita a 2 m de altura do nível do solo, e em linha de vista com uma estação do operador. A primeira campanha de medidas foi realizada sem o repetidor como se mostra na Figura 7-b num espaço interior, tendo-se registado o nível de sinal presente com base em dois terminais CDMA2000 com software de teste. As medidas realizadas mostraram que E_c/I_o era inferior a -7 dB em quase todo o espaço da divisão, não possibilitando a realização de chamadas.

Com a utilização de uma antena monopolo colocada na posição indicada na Figura 7-c verificou-se o aumento do sinal presente em toda a sala, possibilitando a realização de chamadas de voz nos locais em que E_c/I_o apresentava valores superiores a -7 dB.

Os testes com a antena impressa foram realizados com a antena colocada no mesmo local que a anterior, apontando para 3 direcções distintas tal como indicado na Figura 8.

Tal como se constatou na câmara anecóica, a antena impressa, apesar de mais directiva, tem um ganho baixo (semelhante a um dipolo). No entanto as figuras de cobertura obtidas permitem verificar que a antena impressa pode ser útil em situações em que seja necessário realizar a cobertura a partir de uma antena colocada numa parede. É no entanto desejável que a antena seja modificada de modo a apresentar mais ganho.

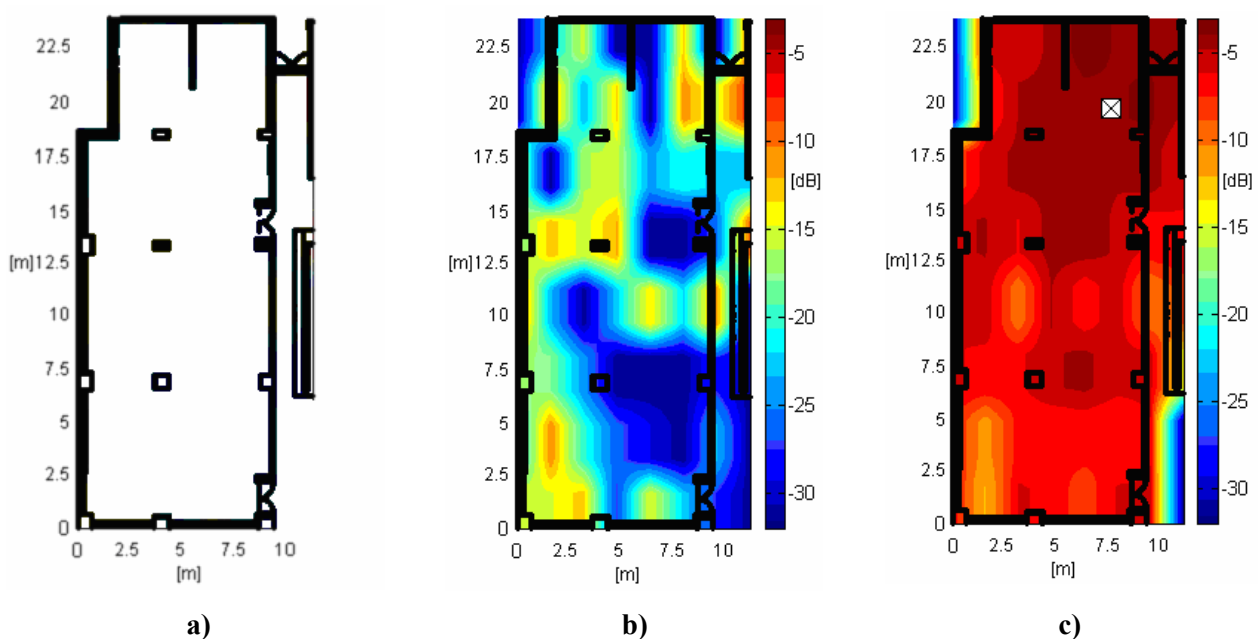


Figura 7. a) Planta da sala; Nível de E_c/I_o : b) Sem repetidor; c) Com repetidor e antena monopolo

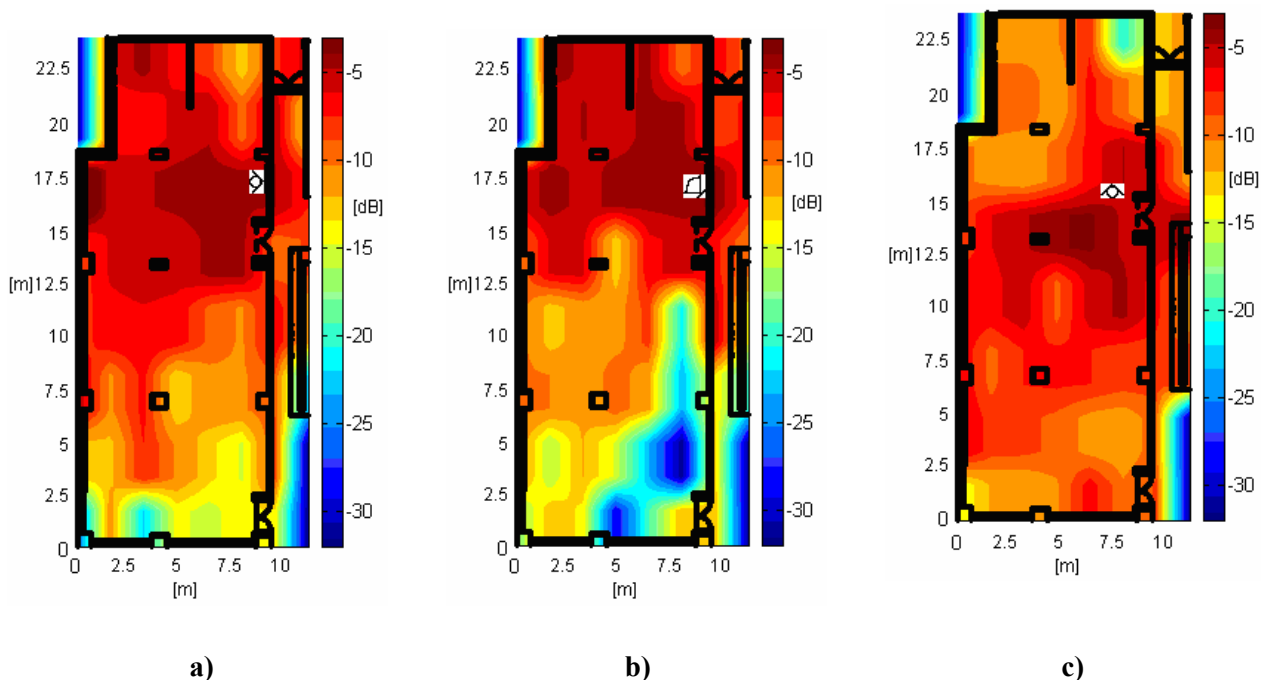


Figura 8. Nível de E_c/I_o com repetidor, usando a antena impressa na posições: a) 1; b)2; c) 3

IV. Conclusões

O repetidor mostrou-se capaz de realizar cobertura interior, proporcionando serviço num espaço onde anteriormente essa cobertura não existia. De modo a validar o seu uso comercial, é ainda necessário identificar casos reais junto do operador, bem como realizar medidas sobre a figura de ruído, facto que não foi ainda possível devido a não ter havido oportunidade de aceder à instrumentação de medida necessária.

Existem alguns aspectos que ainda precisam ser melhorados. No que se refere ao repetidor, é necessário estudar e conceber filtros de canal que permitam uma melhor separação das bandas. Deste modo será possível aumentar o ganho do repetidor sem que este oscile. Em relação à antena impressa é necessário projectá-la usando um substrato com menos perdas, de modo a atingir ganhos superiores aos atingidos.

Agradecimentos

Agradece-se à operadora Zapp pelo seu envolvimento neste projecto, tanto na disponibilização dos terminais móveis para realização das medidas de campo, como na disponibilização de informações técnicas relativas à tecnologia CDMA2000.

Referências

- [1] 3GPP2 C.S0002-C, *Physical Layer Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems*, Version 2.0 Revision C, 3GPP2, 23 Jul.2004, p. 2-19.
- [2] 3GPP2 C.S0002-C, *Physical Layer Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems*, Version 2.0 Revision C, 3GPP2, 23 Jul.2004, p. 2-73.