

Síntese de Lentes para Aplicação em Antenas

CARLOS A. CARDOSO FERNANDES

Instituto Superior Técnico
Instituto de Telecomunicações

O ritmo a que a capacidade de processamento dos computadores tem evoluído em gerações consecutivas de processadores está a potenciar uma rápida expansão de aplicações multimedia sofisticadas, e de outros serviços via Internet. Existe uma apetência crescente para que estes conteúdos multimedia possam ficar acessíveis a utilizadores móveis através de terminais portáteis. No entanto, os ficheiros associados a estes conteúdos serão cada vez mais pesados, com dezenas ou mesmo centenas de megabytes (Mb). O UMTS - Universal Mobile Telecommunications System, sistema de comunicações móveis da chamada terceira geração (3G) que está em fase de pré-lançamento, vem aumentar significativamente a largura de banda em relação ao GSM, mas fica muito aquém da capacidade que vai ficando disponível na rede fixa de banda larga. Para poder estender totalmente essa capacidade a utilizadores móveis com necessidades mais exigentes, será necessário complementar o UMTS com sistemas de comunicações móveis de banda larga.

O Instituto Superior Técnico e o Instituto de Telecomunicações (IST-IT) estiveram envolvidos de 1992 a 1999 em dois Consórcios Europeus para o estudo e desenvolvimento de um sistema com essas características - o MBS (Mobile Broadband Systems) [L. Fernandes, 1995, 54], [M. Dinis, 1997, 495]. Este tipo de sistemas irá funcionar na parte milimétrica do espectro electromagnético (parte menos congestionada) estando atribuídas bandas provisórias em 40 GHz e em 60 GHz. Estas frequências extremamente elevadas apresentam novos e difíceis desafios para o desenvolvimento destes sistemas. As antenas ganham em ondas milimétricas um papel primordial no combate à forte interferência do cenário na propagação das ondas de rádio entre as estações base (BST) e os terminais móveis (MT), e um novo tipo de antenas teve de ser desenvolvido especificamente para estes sistemas.

Em ondas milimétricas as antenas devem ser capazes de discriminar a radiação reflectida pelas paredes, chão e objectos de grandes dimensões, pois estas podem contribuir para aumentar drasticamente a taxa de erros de transmissão. Por outro lado, uma vez que a potência de rádio frequência (RF) disponível em ondas milimétricas a partir de dispositivos em circuito integrado monolítico (MMIC) é pelo menos uma ordem de grandeza inferior ao que é possível obter por exemplo nas frequências do GSM, é desejável que a antena da BST seja capaz de confinar a sua radiação exclusivamente aos limites da sua região de cobertura (célula), evitando desperdícios de energia fora dessa região, e evitando a sobre-iluminação ou sub-iluminação de regiões dentro da célula (ver Figura 1). A potência radiada pela antena decai com a distância com $1/d^2$, portanto usando antenas com pouca direccionalidade o nível de sinal na recepção é em média mais elevado na zona próxima, e enfraquece à medida que a distância aumenta.

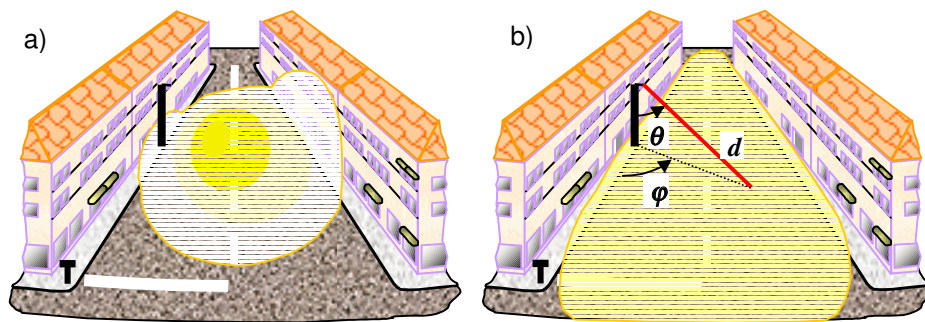


Figura 1 - Cobertura de uma rua por uma antena colocada num poste. a) Antena convencional, originando uma zona de sobre-iluminação; b) Antena com lobo de radiação conformado, produzindo iluminação uniforme, e confinada aos limites da célula.

É possível desenvolver antenas capazes de compensar dentro de certos limites o referido decaimento da potência com a distância, obtendo-se nesse caso uma iluminação uniforme da célula (Figura 1-b). Beneficiando do facto de o comprimento de onda ser pequeno em ondas milimétricas (inferior a 1 cm), é possível adoptar os conceitos da Óptica Geométrica e desenvolver antenas baseadas em lentes, para produzir o efeito desejado. Este conceito é inédito neste contexto e foi proposto no IST-IT em 1992,

tendo tido vários desenvolvimentos importantes desde essa altura [C. Fernandes, 1999, 141].

A configuração genérica adoptada para a lente está representada na Figura 2. O material da lente pode ser por exemplo Polietileno ou Poliestireno, com um índice de refração da ordem de 1.5. A geometria da superfície da lente é calculada por forma a transformar o diagrama de radiação $U(\theta',\varphi')$ da fonte de alimentação embebida na lente (radiador primário), no diagrama de radiação pretendido na zona distante $G(\theta,\varphi)$. Assim a lente pode ser vista em termos matemáticos como uma aplicação que transforma a função U na função G . A formulação analítica associada, e uma discussão detalhada sobre aspectos de natureza prática podem ser encontrados em [C. Fernandes, 2001, 15-1].

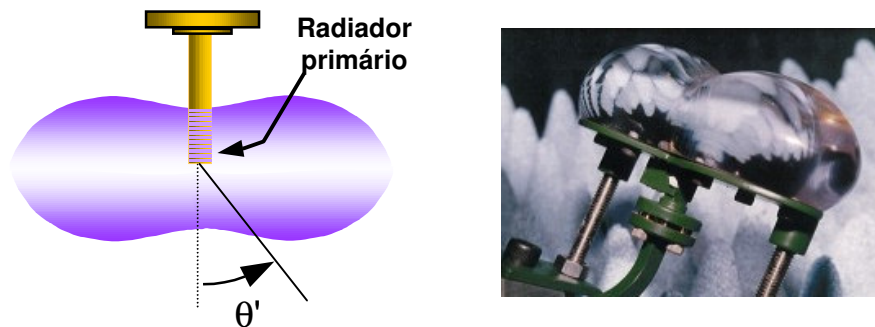


Figura 2 - Antena baseada numa lente dielétrica. a) Configuração genérica; b) Protótipo construído para operação em 60 GHz.

A Figura 2-b) mostra a fotografia do protótipo de uma lente construída para produzir iluminação uniforme num cenário do tipo da Figura 1-b), para um sistema MBS a operar em 60 GHz. A uniformidade da cobertura que se obtém com esta lente pode ser confirmada na Figura 3. A extensão da zona de cobertura pode ser aumentada sem alteração da sua forma, simplesmente aumentando a altura de instalação da antena da BST no mastro.

Foram também propostas e testadas várias outras geometrias de lentes para outros tipos de cenários, usando a mesma configuração básica da Figura 2-a) e os mesmos princípios de projecto. Existem inúmeros resultados experimentais obtidos em ambientes reais, bem como resultados de simulações que mostram que este tipo de antenas favorece ritmos de transmissão elevados que podem atingir 150 Mbit/s, excedendo claramente o que é possível obter com antenas convencionais nos mesmos cenários [C. Fernandes, J. Fernandes, 1998, 732].

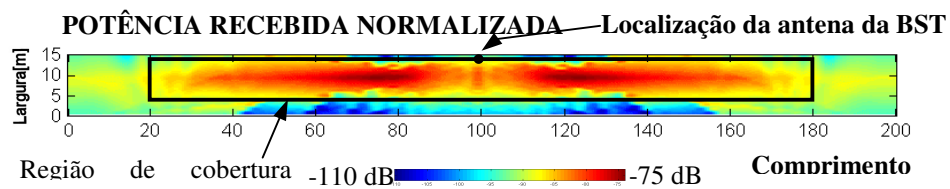


Figura 3 - Cobertura de um troço de rua produzida por lente dielétrica em 60 GHz.

O conceito de antenas baseadas em lentes para ondas milimétricas é atractivo do ponto de vista prático porque as antenas são extremamente simples e robustas, com muito baixo custo de fabricação uma vez que as tolerâncias de fabricação são compatíveis com a utilização da técnica da moldagem dos plásticos. As antenas desenvolvidas no IST-IT para o sistema MBS são utilizáveis também noutras aplicações em ondas milimétricas como no Serviço Fixo via Rádio (FWA, LMDS) e nas Redes Locais sem Fios de Banda Larga (B-WLAN).

Bibliografia

- [1] Dinis, M., et al., SAMBA - a step to bring MBS to the people, in *Proc. ACTS Mobile Communications Summit 1997*, Christiansen, C, (Ed.), Aalborg, Denmark, 1997, 495.
- [2] Fernandes, C.A., Shaped Dielectric Lenses for Wireless Millimeter-Wave Communications, *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 41, 1999, 141.

- [3] Fernandes, C. A.; "Shaped-Beam Antennas", Cap. 15, in *Handbook of Antennas in Wireless Communications*, L. Godara (Ed.), CRC Press, 2001.
- [4] Fernandes, C. A.; J. Fernandes; "Performance of Lens Antennas in Wireless Indoor Millimeter-Wave Applications", *IEEE Trans. Microwaves Theory and Techniques*, Vol. 47, No. 6, Part 1, 1999, 732.
- [5] Fernandes, L., Developing a System Concept and Technologies for Mobile Broadband Communications, *IEEE Personal Communications Magazine*, 2, 1995, 54.