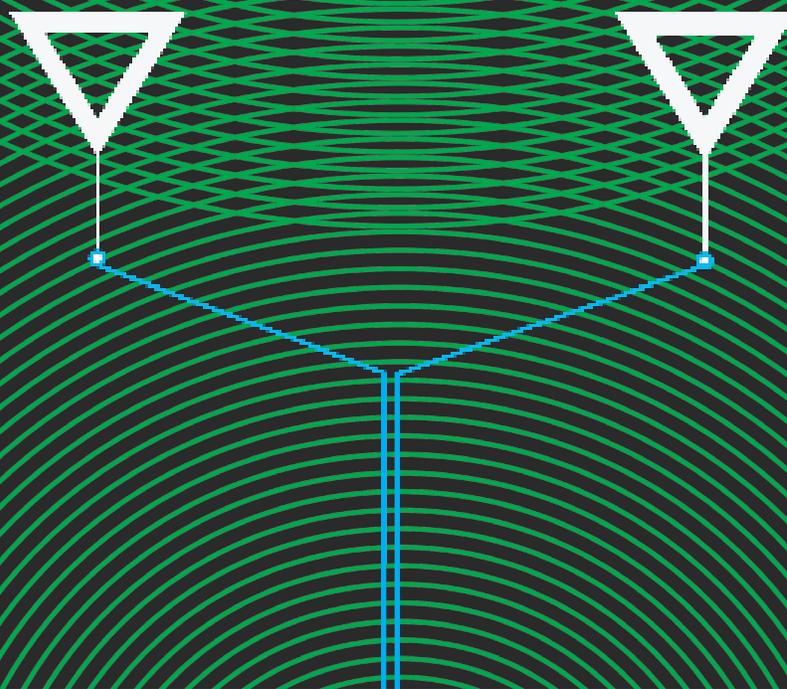


Notas de Aplicação

A Antena Diversity Fin e a Diversidade de Polarização



Por Henry Cohen
Projetista Senior de RF/Gerente de Projetos
CP Communications

Mike Benonis
Engenheiro Chefe
WMAL-WRQX, Washington, DC

Apresentado por RF Venue Inc.
www.RFvenue.com

Distribuído por CV AUDIO
www.cvaudio.com.br



Introdução

Na maioria das aplicações de microfones sem fio, mesmo as pequenas interrupções de sinal são inaceitáveis. As perdas por múltiplas trajetórias tipicamente causam interrupções, de certa forma semelhantes às que ocorrem devido a baixa potência do sinal causada por uma distância de operação grande demais. Um método para reduzir a probabilidade das interrupções é usar um receptor de diversidade com duas antenas. Embora seja uma prática comum se conectar duas antenas independentes separadamente a estas entradas, existem outros projetos de antenas que atingem os mesmos objetivos para reduzir as interrupções.

A RF Venue Diversity Fin™ é um projeto de antena exclusivo e inovador para produções sem fio que estatisticamente elimina a principal causa de interferências em aplicações com sistemas de baixa potência-interferências por múltiplas trajetórias. Incorporando elementos ortogonais (perpendiculares) opostos, uma única antena pode agora oferecer a sensibilidade da polarização cruzada e duas linhas de captação para receptores de microfones sem fio com diversidade sem a necessidade de se posicionar duas antenas independentes a uma distância estimada ou calculada.

Fundamentos

As perdas de sinais ao usar transmissores de baixa potência em ambientes fechados são causadas geralmente tanto por perda de alcance quanto por interferências por múltiplas trajetórias.

Como os microfones sem fio UHF tipicamente operam a poucas centenas de metros dos receptores, a perdas de alcance geralmente não são problema mesmo com transmissores de baixa potência. Isto torna as interferências de múltiplas trajetórias a principal causa das perdas de sinal. As múltiplas trajetórias são resultado das ondas de rádio refletindo em um ambiente, assim como em uma câmara de eco. Estes “ecos” criam padrões de cancelamento (que mudam constantemente conforme o microfone transmissor muda de lugar), e caso a antena do receptor fique em um destes cancelamentos, o sinal é perdido. Enquanto quedas de sinal ocasionais podem ser toleradas em sistemas de telefonia celular, quaisquer quedas são inaceitáveis durante shows, apresentações, transmissões, ou atividades religiosas pois distraem o público e podem até resultar em demissões da equipe técnica. Os receptores com diversidade minimizam essas interrupções usando duas antenas para reduzir o risco de uma perda total de sinal.



Estes receptores geralmente possuem duas entradas de antenas e um circuito que compara o sinal de cada entrada. O receptor então seleciona a melhor entrada (normalmente a mais potente) ou combina os dois sinais com o objetivo de tornar as quedas de sinal e outros sons indesejáveis inaudíveis.

Uma técnica de diversidade muito comum em sistemas sem fio é a diversidade chaveada ou seletiva. Nestes sistemas, um circuito sensor determina a potência do sinal de cada antena e passa os melhores sinais para o circuito receptor. Uma versão diferente deste sistema força um chaveamento quando o nível de sinal de uma antena cai abaixo de um nível pré-estabelecido, porém o assim chamando “chaveamento oculto” pode tomar decisões infelizes de chaveamento que podem resultar em quedas de sinal.

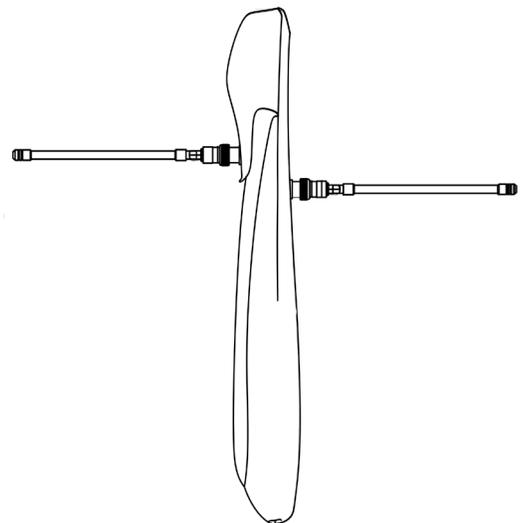
Uma técnica de diversidade de antena mais complexa é chamada Combinação de Relação Máxima, ou MRC. Em sistemas MRC, ambas antenas estão ativas ao mesmo tempo, porém a relação dos dois sinais é variada em função da relação sinal/ruído. No melhor dos casos, isto resulta em um reforço de 3dB na potência de sinal efetiva de um sistema de duas antenas. Esta técnica é usada geralmente em receptores de alto-nível. Existem também sistemas de diversidade mais exóticos, incluindo sistemas que usam dois transmissores independentes em frequências diferentes, mas estes sistemas são tipicamente destinados a situações e aplicações muito críticas e são definitivamente mais caros.

Todas as técnicas de diversidade são baseadas no princípio que usar múltiplas trajetórias de sinais de RF das antenas ao receptor minimizam o risco de uma perda total de sinal. Quando as trajetórias se tornarem correlacionadas, onde elas não variam independentemente, a probabilidade de uma queda total de sinal aumenta significativamente. Um método típico para garantir que existam trajetórias independentes é afastar duas ou mais antenas umas das outras em distâncias maiores que alguns comprimentos de onda, e é geralmente mais efetivo para se obter canais não correlacionados, porém pode ser difícil se posicionar as antenas apropriadamente em muitas situações.

Como a Diversity Fin Funciona

A antena Diversity Fin usa uma abordagem diferente para o problema. Invés de afastar as antenas, ela tira proveito do fato que as ondas de rádio são polarizadas - ou seja, elas possuem uma orientação específica em relação ao planeta Terra. A Diversity Fin usa a diversidade de polarização através de duas antenas em uma unidade para atingir os mesmos resultados de duas antenas posicionadas em posições independentes, simplificando tremendamente a instalação e configuração do sistema sem fio.

Para entender como isto é possível, é necessário entender como a polarização se comporta em ambientes de múltiplas trajetórias. A maioria dos dispositivos sem fio compactos, como microfones sem fio, geram ondas



de rádio polarizadas de modo linear, que consistem em um campo elétrico e um campo magnético ortogonal oposto. O campo elétrico está sempre no mesmo plano da antena. A antena receptora deve geralmente ser apontada no mesmo plano, ou uma parte da potência pode ser perdida. Enquanto é mais simples garantir isso para antenas de transmissores fixos, isto é um problema para transmissores em constante movimento como os transmissores de mão (handheld) ou de corpo (bodypack).

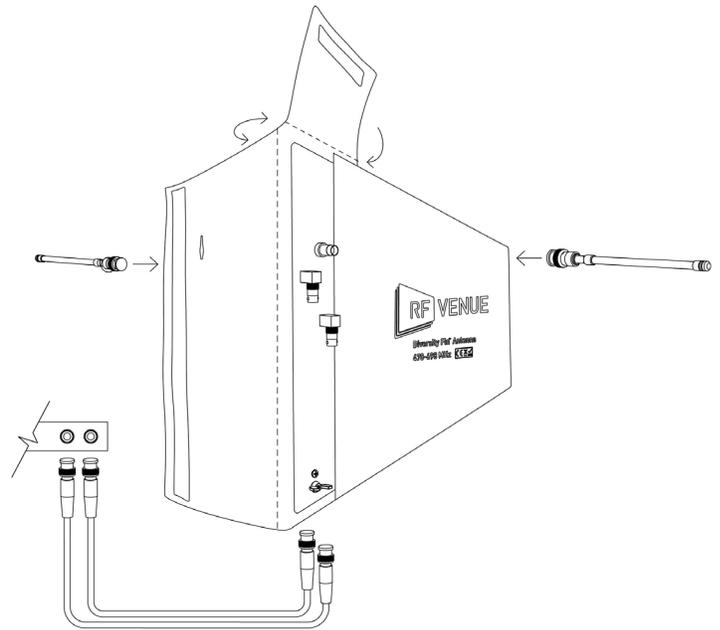
Transmissores móveis criam e amplificam o que é conhecido como condições de “perda de intensidade” especialmente as perdas lentas versus as perdas rápidas. A perda de intensidade é necessária para se compreender como a polarização se comporta em ambientes com múltiplas trajetórias e a eliminação das suas interferências.

Sistemas de telefonia celular foram o maior impulso na pesquisa sobre como as ondas de rádio UHF se propagavam em ambientes com múltiplas trajetórias onde o transmissor está em constante movimento. A Bell Labs realizou uma ampla pesquisa nesta área(1) e descobriu duas coisas importantes: A primeira é que um transmissor polarizado verticalmente movendo-se em um ambiente com múltiplas trajetórias também gera uma significativa energia polarizada horizontalmente, na ordem de um quarto da potência do componente vertical, devido as múltiplas reflexões que alteram a polarização do sinal. Isto é significativamente diferente do resultado teórico esperado onde uma antena de receptor com polarização cruzada não deveria captar nenhum sinal.

A segunda descoberta mais importante foi que um par de antenas com polarização cruzada na mesma posição nunca apresentaram perda de intensidade de mais de 1 dB em média.

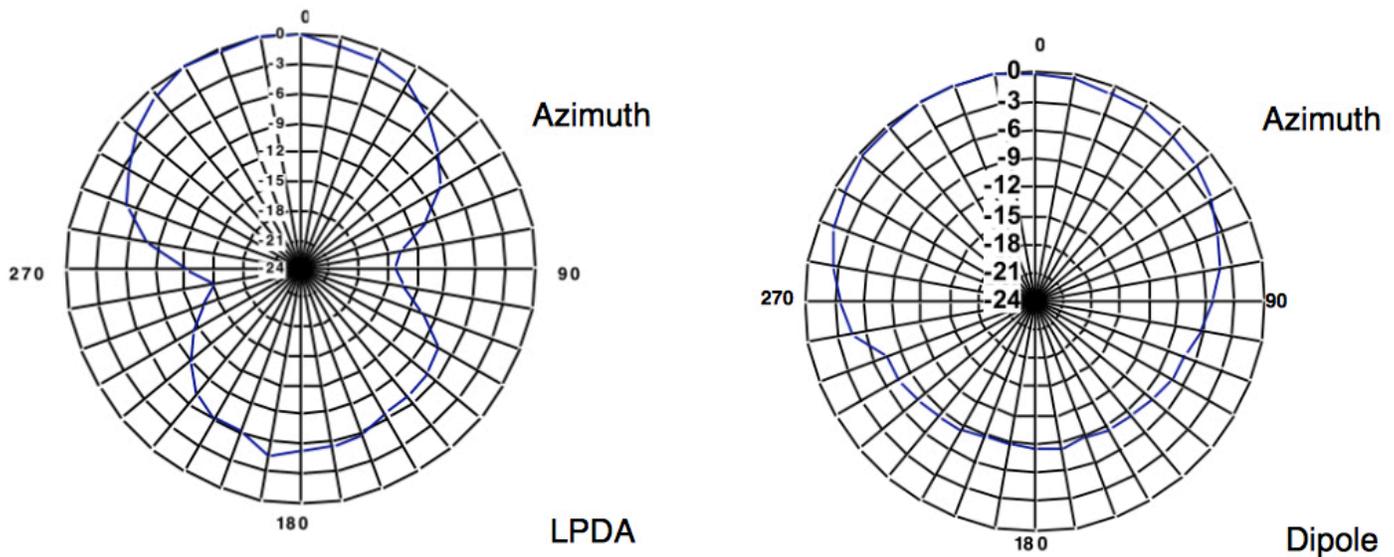
O leitor pode querer saber porque o sinal não perde intensidade em ambas as polarizações se as antenas estão na mesma posição. A razão é porque a potência das reflexões depende significativamente do ângulo de direção da onda em relação à superfície.(2) Para uma parede vertical, isto significa que uma onda polarizada verticalmente irá refletir de modo diferente que uma onda polarizada horizontalmente, e que o padrão dos cancelamentos em uma sala é diferente para as ondas de rádio polarizadas horizontalmente das polarizadas verticalmente.

Uma vez que os transmissores sem fio transmitem polarizações lineares aleatórias, o resultado é uma mudança constante no padrão dos cancelamentos em uma sala que é diferente para ondas verticais e horizontais. Uma antena com polarização horizontal e outra vertical no mesmo ponto no espaço são estatisticamente independentes - a principal exigência para um sistema de diversidade funcionar com eficiência. Em modo mais simples, praticamente nunca haverá um momento onde ambos planos vertical e horizontal irão perder intensidade em ma mesma posição. Portanto uma antena com ambos elementos horizontal e vertical reduzem tremendamente as chances de uma perda.



Este é exatamente o princípio por trás da antena Diversity Fin.(3) A Diversity Fin combina um Arranjo Dipolo Log Periodic, ou LPDA, com uma antena dipolo montada perpendicularmente. A antena LPDA é uma antena de ganho médio que capta a polarização linear. A imagem abaixo mostra um gráfico do padrão de ganho da antena, que mostra que ela é mais sensível à radiação frontal. Além disso, ela atenua ondas de rádio vindas de trás e isto ajuda a diminuir a quantidade de reflexões de múltiplas trajetórias captadas pela antena o que pode ajudar a reduzir as perdas.

A antena dipolo é montada perpendicularmente à LPDA, e responde bem à radiação de polarização oposta a da LPDA. Se a LPDA for montada verticalmente, então o dipolo responderá bem à radiação horizontal. A posição de montagem do dipolo na LPDA também proporciona um ganho adiantado. Isto também ajuda a reduzir a captação das reflexões pela antena.



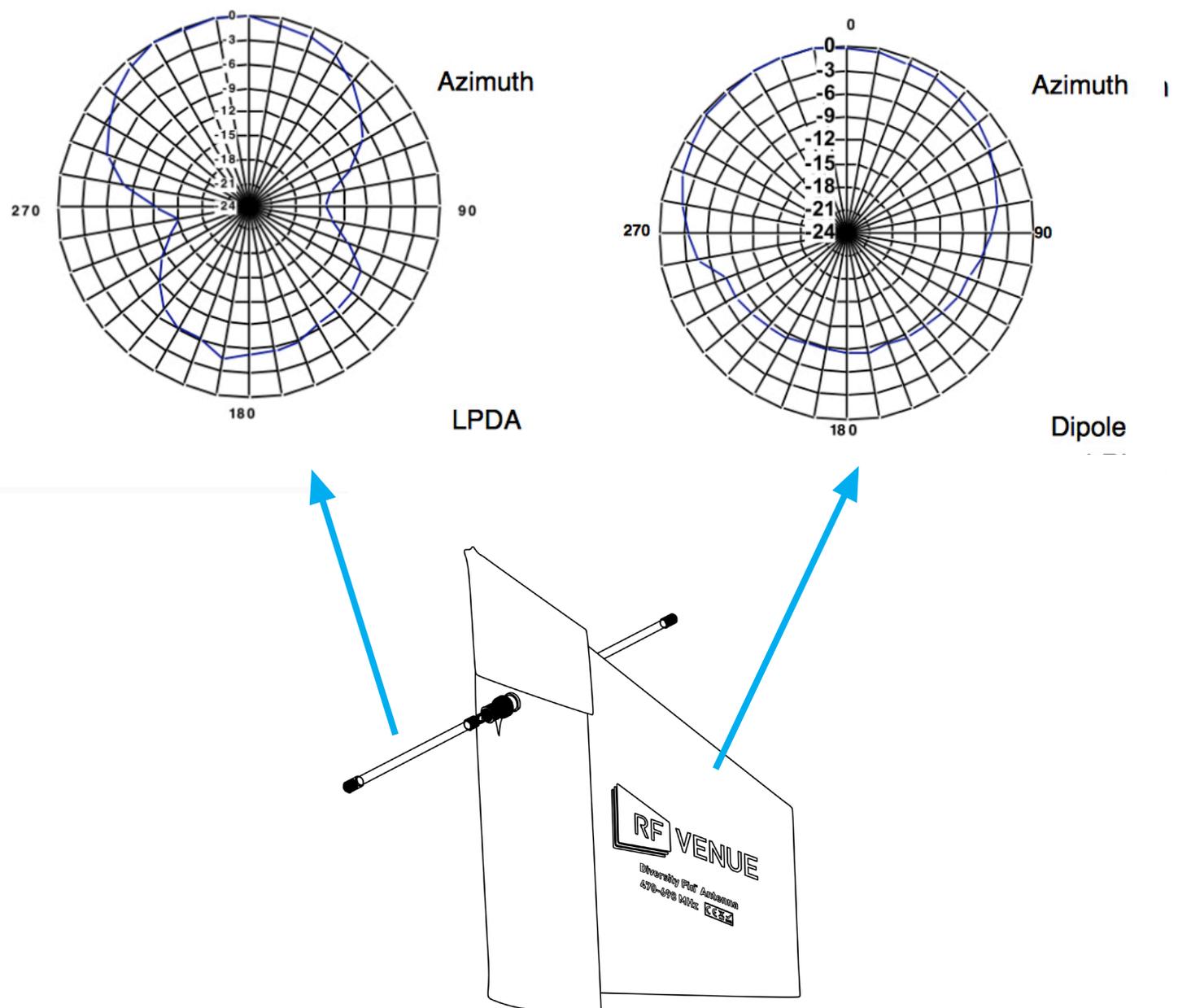
Como as trajetórias vertical e horizontal no ambiente são essencialmente não correlatas, é altamente provável que tanto a LPDA como a dipolo terão potência de sinal aceitável em um dado momento. A Diversity Fin possui saídas de RF independentes para os componentes LPDA e dipolo, e estas duas saídas são conectadas às duas entradas de antenas de um receptor de diversidade para uma diversas recepções. O receptor pode então usar as técnicas de diversidade com um único sistema de antenas, ao contrário de duas antenas afastadas.

A Inovação da Antena Diversity Fin Em Detalhes

A base do projeto da Diversity Fin é um arranjo dipolo log periodic (LPDA, conhecido como “barbatana de tubarão” ou “remo” sintonizada para a faixa Norte Americana de TV UHF de 470-698MHz com uma largura de captação horizontal de meia potência de 100-110graus, 5-6dB de ganho avançado, 12-15dB de relação frontal/traseira, e impedância nominal de 50 Ohms. Este é o primeiro elemento de radiação/recepção terminando em um conector fêmea BNC montado em uma placa de circuito impresso, compondo a estrutura da antena.

A inovação foi colocar um segundo elemento dipolar ortogonal (perpendicularmente) em relação ao LPDA diretamente na placa de circuito na posição de seu cancelamento traseiro. Este elemento termina em um segundo conector fêmea BNC adjacente ao LPDA. De uma perspectiva da performance de RF em relação a um receptor de mic sem fio de diversidade, os elementos ortogonais opostos possuem o mesmo isolamento elétrico entre as antenas que o de duas antenas separadas fisicamente o suficiente para o isolamento reativo de campo próximo (pouco mais de um comprimento de onda) enquanto são sensíveis a todas as polarizações de onda com não menos que 3dB de perda por polarização cruzada, independente de onde estiver posicionada.

O ganho avançado da LPDA proporciona uma maior sensibilidade para os transmissores distantes sem se tornar excessivamente susceptível à energia de RF vinda de trás. De modo oposto, os elementos polarizados horizontalmente oferecem uma melhor resposta quando o transmissor estiver a mais de 45 graus da vertical, e portanto reduzindo enormemente quedas de sinal devido à polarização cruzada.

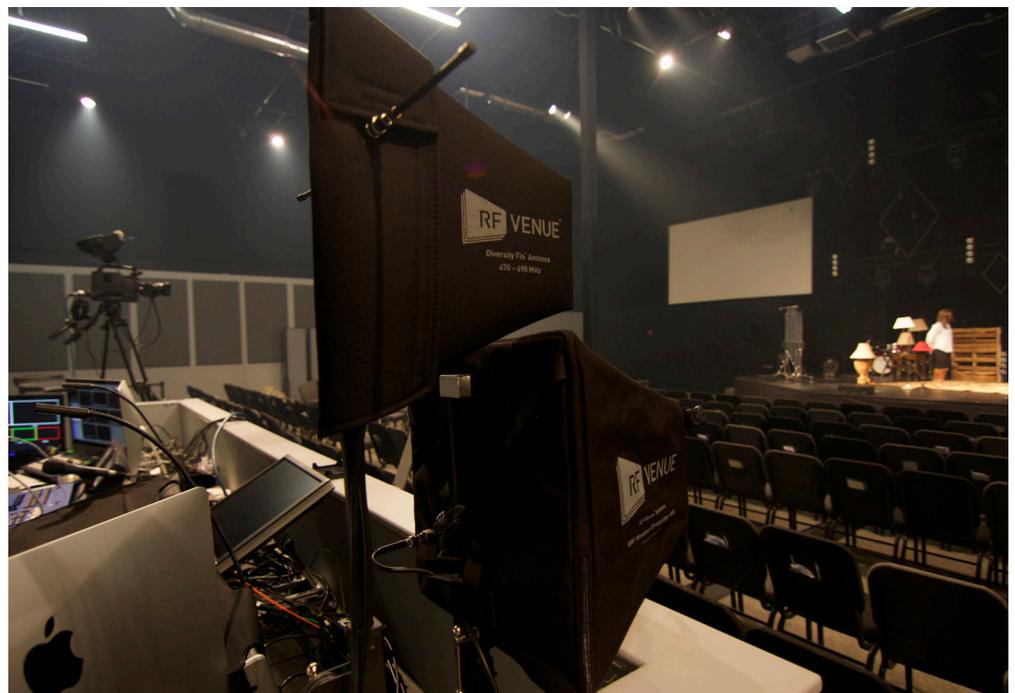


Uso no Campo

Então qual é a implicação prática e aplicação de tal design, uma vez que ele foi projetado para microfones sem fio para produções? A primeira consideração com qualquer posicionamento de antenas é determinar qual(is) a(s) área(s) de cobertura, obstruções no caminho das propagações (ex. cenografia, outros apresentadores/artistas) estética (sair do ângulo de captação de câmeras, ou simplesmente desconforto visual dos organizadores) e caminhos do cabeamento coaxial.

Em algumas situações, como em locações para TV/cinema e salas de conferências, os tempos de montagem e desmontagem também são um cuidado importante. Pares de antenas de diversidade sem a suficiente “visibilidade” da área de cobertura, separação física insuficiente, superfícies refletivas dentro do campo próximo de captação, ou com cabeamento coaxial muito comprido e com muita perda, tudo contribui para resultar em níveis de sinal abaixo do aceitável no(s) receptor(es) durante o evento.

Cabos coaxiais compridos também correm o risco de sofrer danos ou de causarem tropeções e outros acidentes. Com um design de antenas em uma única unidade, uma única posição e caminho para cabeamento são necessários, o posicionamento e remoção podem ser realizados com menos da metade do tempo que para duas antenas, e uma única unidade também apresenta menores preocupações estéticas.



Em todos os projetos de engenharia e instalações, o compromisso com diversos fatores sempre estará presente. A chave para o funcionamento com sucesso é selecionar a melhor ferramenta para a aplicação baseada nestes fatores, e a Diversity Fin é uma ferramenta moderna e original para se ter entre as suas opções de antenas.

Conclusão

Microfones sem fio operam em ambientes ricos em interferências de múltiplas trajetórias que podem resultar em profundas perdas de sinais devido à movimentação constante dos transmissores. É imperativo que os sistemas de microfones sem fio usem receptores de diversidade para evitar quedas de sinal que são resultados das perdas. Os receptores de diversidade são baseados no conceito fundamental que hajam múltiplas e independentes antenas dentro do ambiente. Tradicionalmente este critério é satisfeito com duas antenas montadas afastadas por múltiplos comprimentos de

onda. Entretanto, a antena Diversity Fin usa esta abordagem original de ter elementos montados perpendicularmente em uma relação fixa para atingir os mesmos benefícios das duas antenas separadas.

- Sobre os Autores -

Michael Benonis: é um Engenheiro Elétrico com especialização em RF e projetos analógicos. Ele trabalha como Engenheiro Chefe na WMAL e WRQX em Washigton, DC, tendo trabalhado anteriormente na WUVT-FM em Blacksburg, VA após quase uma década de experiência em sistemas de sonorização. O Sr. Benonis é graduado pela Universidade da Virgínia.

Henry Cohen: é Projetista Senior de RF/Gerente de Projetos da CP Communications, e um Mestre na Radio Active Designs. Ele está também entre os mais experientes e mencionados coordenadores de RF do mundo. Seus créditos incluem a visita do Papa à cidade de Nova Iorque, os debates presidenciais americanos de 2008, 2012 e 2016. o festival CMT, NBA, NBC e Top Rank Boxing, e projetista de RF e coordenador de inúmeros eventos corporativos para empresas Fortune 500 como a Apple, General Motors, Microsoft, Samsung e SAP.

- Referências -

[1] Lee, W. C. Y., and Yeh, Y. S. "Polarization Diversity System for Mobile Radio" IEEE Transactions on Communications, vol. 20, no. 5, pp. 912-923, October 1972.

[2] Harrington, R. F. "Time-harmonic electromagnetic fields" New York: McGraw Hill, 1961.

[3] Crowley, R. J., and Flyer, D. L. "Diversity fin antenna" United States Patent Application 2012/0032861, August 2011.

Brennan, D. G. "Linear Diversity Combining Techniques" Proceedings of the IRE, vol. 47, no. 6, pp. 1075-1102, June 1959.

Vear, T. "Selection and Operation of Wireless Microphone Systems" Available http://www.shure.com/idc/groups/public/documents/webcontent/us_pro_wirelessmicrophonesy_ea.pdf

Balanis, C. A. "Antenna theory: analysis and design, 3rd ed." Hoboken: Wiley-Interscience, 2005.

- Informações Adicionais -

Página oficial da RF Venue Diversity Fin:

- <http://www.rfvenue.com/rf-venue-diversity-fin-antenna>

Distribuído no Brasil por:

- CV AUDIO Com. Imp. Exp. Ltda. - cvaudio@cvaudio.com.br / (11) 2206-0008
- <http://www.cvaudio.com.br/portal/produto/diversity-fin>