

RDF ou triangulação de antenas

Como se faz uma triangulação de antenas ?

Para identificarmos a origem de um sinal de radio frequência, utilizamos uma técnica chamada RDF (*radio direction finder*), também conhecida como “triangulação de antenas”.

A técnica é bem simples, mas no entanto, é necessário ter conhecimentos elementares em radio eletricidade e radio propagação.

Com o a origem do sinal investigado é originada por radio frequência, inicialmente temos que identificar *qual é* esta frequência.

Quando a frequência a ser identificada já é conhecida, o trabalho é muito mais fácil, sendo necessário apenas ir a campo fazer a triangulação para identificar a origem. Mas quando não sabemos qual é essa frequência, temos que “varrer” todo o espectro de radiofrequência com um receptor de boa seletividade e alta sensibilidade, e com a ajuda de antenas direcionais e atenuadores, encontramos o sinal, identificando assim a frequência, podendo ser ela então monitorada.

Quando se conhece o local de onde partem os sinais de radiofrequência, mas não se sabe qual é esta, podemos usar a física para identificar a faixa aproximada onde esta ocorre. Em regra, as antenas omnidirecionais são verticais, e medem aproximadamente $\frac{1}{4}$ do comprimento da onda elétrica da frequência.

Calcular esse comprimento da onda de radiofrequência é relativamente simples, usando-se a seguinte fórmula:

$$\lambda \quad (\text{lambdas}) = 300 / F$$

Onde:

λ = comprimento da onda em metros

300 = velocidade da luz (300.000 km/s)

F = frequência em MHz

Levando-se em conta de que a maior parte das antenas verticais e direcionais utilizam o comprimento aproximado de $\frac{1}{4}$ de onda para cada elemento, fica fácil identificar para qual faixa de frequências estão especificadas.

Exemplo: quando temos uma antena como uma “varetinha” de aproximadamente 50 centímetros, e se a antena aparenta ser uma omnidirecional de $\frac{1}{4}$ de onda, a frequência estará próxima a 150 MHz, ou seja, na faixa de 2 metros, em VHF. Quando a “varetinha” tiver aproximadamente 16 centímetros, saberemos que está na faixa de UHF.

Com a identificação da faixa do espectro de radiofrequência, fica mais fácil identificar a transmissão com um receptor ou *scanner*, pois não haverá necessidade de perder tempo com outros segmentos.

Identificada a frequência, o próximo passo será identificar (ou comprovar) a origem da mesma. Para isso usaremos a triangulação de antenas, ou RDF.

Para esta tarefa, serão necessários alguns equipamentos:

- receptor de boa seletividade e alta sensibilidade
- Antena direcional Yagi
- atenuadores
- bússola
- GPS (para delimitar corretamente a área)
- mapa do local (ou melhor ainda, se possível num *notebook*, projeção do *Google Earth*)

Com o receptor alocado na frequência exata, nos dirigiremos até as proximidades do local investigado, apontando a antena Yagi, que é altamente direcional, para a fonte de origem do sinal. A identificação se dará pela escala do próprio receptor, chamada “S meter”.

Identificada a direção, passaremos a utilizar o atenuador, atenuando gradativamente o sinal, diminuindo assim sua intensidade no “S meter” do aparelho, para termos a certeza de que o sinal parte daquela direção.

Com essa direção anotada e plotada num mapa, nos descolaremos até outro ponto, repetindo os procedimentos anteriores, anotando essa nova direção no mapa.

Ao cruzarmos as duas linhas traçadas, teremos o local de onde partem os sinais de radio frequência.

Uma nova verificação deverá ser feita nas proximidades deste local, dessa vez utilizando a atenuação máxima para melhor exatidão. Com o atenuador na antena, o sinal indicado será o máximo, onde em regra será possível a identificação visual da antena.

Uma forma simples de se “improvisar” um atenuador é utilizar um conector BNC com terminador com um resistor de 50 Ohms. Esses conectores eram utilizados na década de 1990 como terminadores de redes de computadores que utilizavam cabos coaxiais de 50 Ohms, e ainda são encontrados no comércio de eletrônica ou de informática, custando muito pouco.

Embora simples, a triangulação de antenas é um exercício que requer conhecimentos básicos em assuntos ligados a radio eletricidade e física, além de certos “macetes” para não se deixar enganar por sinais originados por outras fontes ou até mesmo por originados pela refração de ondas de radio frequência. Suas técnicas foram criadas por radioamadores para serem utilizadas como exercício para desenvolvimento e pesquisa em técnicas de orientação de antenas, numa brincadeira conhecida como “caça a raposa” (*fox hunt*).

A triangulação de antenas é muito utilizada por zoólogos, veterinários e pesquisadores para rastrear e monitorar pequenos transmissores acoplados a animais, permitindo assim sua localização. Também diversas empresas já oferecem este tipo de rastreamento como dispositivo anti-furto para veículos.

O procedimento de triangulação de antenas não é novo, sendo algo já utilizado na década de 1920, principalmente por militares e por navios mercantes.

Aqui no Brasil a triangulação de antenas foi largamente utilizada pelo Exército, com a colaboração de radioamadores e técnicos do DCT (Departamento de Correios e Telégrafos) no início da década de 1940 durante a segunda guerra mundial para identificar transmissores de espiões alemães, que já naquela época reportavam via radio a movimentação de navios brasileiros ao 3º reich (descrito no livro “Suástica Sobre o Brasil”, publicado em 1977, de autoria de Stanley Hilton, brasileiro que pesquisou o assunto em documentos do tribunal de segurança nacional e do departamento de estado norte-americano).

Na área policial, a primeira prisão de um criminoso realizada no Brasil com a ajuda de triangulação de antenas ocorreu em 1992, ocasião em que conseguimos ocultar um pequeno transmissor de VHF no veículo da amásia de um famoso estelionatário procurado (W.R.S.C.), conseguindo graças a isso localizá-lo na cidade de Indaiatuba-SP. O fato foi amplamente noticiado pela imprensa.

Também no final de 1992, um piloto norte-americano que havia sido abatido na Servia foi resgatado a partir do rastreamento de um pequeno radio que portava.

Existem diversas páginas na internet com assuntos voltados ao RDF, em especial na utilização de “caça a raposa” por radioamadores, e relaciono aqui algumas das mais interessantes. Valem a pena serem vistas:

<http://www.homingin.com/> página do Joe Moell, K0OV, grande entusiasta do Fox Hunt

<http://www.homingin.com/latest.html> principais artigos do K0OV na revista 73

<http://www.homingin.com/hmgindx.html> índice dos artigos do K0OV na revista 73

<http://www.homingin.com/equipment.html> orientação sobre equipamentos para RDF

<http://www.homingin.com/THRDFSinfo.html> livro sobre RDF

Antenas:

http://home.att.net/~jleggio/projects/rdf/tape_bm.htm

http://home.att.net/~jleggio/projects/rdf/snif_bm.htm

<http://www.west.net/~marvin/wb2hol.html>

<http://www.open-circuit.co.uk/tape.php>

<http://home.casema.nl/nvrecording/antenne/ant2m/ant2m.html>

<http://home.earthlink.net/~w9xl/page6.html>

<http://www.qsl.net/nz0i/projects/quad/quad.html> (quadra cúbicas)

<http://www.west.net/~jay/turnstile.html> (omnidirecional, apenas para o TX !)

<http://www.open-circuit.co.uk/turns.php> (omnidirecional, apenas para o TX !)

<http://www.open-circuit.co.uk/whip.php> (omnidirecional para TX em 80 metros)

<http://www.darc.de/ardf/contest/technik/fpe80e.htm> (dicas de antenas para RDF em 80 m)

Atenuadores:

http://home.att.net/~jleggio/projects/rdf/p_atten.htm

http://home.att.net/~jleggio/projects/rdf/a_atten.htm

<http://www.homingin.com/joek0ov/offatten.html>

<http://www.nerg.asn.au/foxhunt/mixerbox.htm>

<http://www.qsl.net/nz0i/projects/attenuator/attenuator.html> (atenuador com *offset*)

Transmissores para a faixa de VHF:

http://home.att.net/~jleggio/projects/rdf/40mw_tx.htm

http://home.att.net/~jleggio/projects/rdf/750mw_tx.htm

<http://www.open-circuit.co.uk/tro2.php>

<http://www.jbgizmo.com/page4.html> (micro-transmissor para animais)

http://www.mbrocketry.com/info/docs/rocket_docs/Radio%20Direction%20Finding.doc

<http://www.dl4cu.de/ardf.html> (ARDF TX 2M, do DL4CU, em alemão)

Transmissores para a faixa de 80 metros:

<http://www.open-circuit.co.uk/atx80.php>

<http://www.open-circuit.co.uk/atx80.php>

<http://home.casema.nl/nvrecording/ardf/tx80/tx80EN.htm>

<http://www.dl4cu.de/ardf.html> (ARDF TX 80M, do DL4CU, em alemão)

Receptores para a faixa de VHF:

<http://www.open-circuit.co.uk/rox1.php> (ROX 1)

<http://www.open-circuit.co.uk/rox2t.php> (ROX 2)

<http://www.open-circuit.co.uk/rox2a.php> (ROX 2-A)

<http://www.open-circuit.co.uk/rox2tn-mods.htm> (modificações no ROX 2)

<http://www.qsl.net/n6qab/sniff6.htm> (RFX-1)

<http://www.ardf.no/teknikk/2mrk/index.htm>

<http://home.casema.nl/nvrecording/ardf/compact2/compact2.html> (em holandês)

Receptores para a faixa de 80 metros:

<http://www.open-circuit.co.uk/pj80.php>

http://home.casema.nl/nvrecording/ardf/rx80/rx80_eng.htm

<http://www.g-grp-dl.de/Projekte/80mset/80mset.html> (do DL2AVH, em alemão)

<http://www.dl4cu.de/ardf.html> (do DL4CU, em alemão)

<http://www.darc.de/ardf/technik/junior80/junior80.html> (Junior 80, em alemão)

http://guenther-fromhagen.homepage.t-online.de/80m_peilempfaenger.htm (em alemão)

<http://guenther-fromhagen.homepage.t-online.de/80mpll.htm> (com PLL, em alemão)

<http://www.mucl.de/~hharm/peiler/peiler.htm> (do DL9FX, em alemão)

<http://www.mucl.de/~hharm/peiler/peiler.pdf> (o mesmo artigo do DL9FX, em PDF)

Temporizadores e controladores para transmissores:

<http://home.att.net/~jleggio/projects/rdf/tbox1.htm>

<http://home.att.net/~jleggio/projects/rdf/foxbox1.htm>

<http://www.qsl.net/nz0i/projects/foxbox/foxbox.htm> (*fox controller*)

http://www.qsl.net/ve2emm/pic-projects/mtfoxctr/mtl_fox.html

<http://www.dl4cu.de/ardf.html> (ARDF Timer, do DL4CU, em alemão)

<http://www.homingin.com/joek0ov/mfcupdate.html> (comentários sobre o circuito anterior)

Unidades T.D.O.A. (*time difference off arrival*) de RDF e unidades *Doppler* :

<http://home.att.net/~jleggio/projects/rdf/tdoa1.htm>

<http://home.att.net/~jleggio/projects/rdf/tdoa2.htm>

<http://home.earthlink.net/~w9xl/page2.html>

http://ka7oei.com/mtdop2-e_1.pdf

<http://ka7oei.com/emm2a.html>

<http://www.qsl.net/vk3zpf/vectorfox.htm> (Vector Fox, do VK3ZPF)

<http://www.qsl.net/vk3zpf/tdoapage1.htm> (TDOA do VK3ZPF)

<http://www.qsl.net/vk3zpf/vk3zpf1.htm> (rotor para RDF em veículos)

<http://www.byonics.com/dsp-rdf/> (commercial)

Outras páginas sobre o assunto:

<http://w1npp.org/ares/foxhunt/DFI-compendium.pdf> (coletânea de projetos de RDF)

<http://www.arrl.org/cce/sample-lesson/VHF-UHF-beyond-the-repeater.pdf> (dicas)

<http://www.qsl.net/nz0i/projects/graphics/compassrose.htm> (dicas sobre bússola)

<http://www.qsl.net/nz0i/projects/fsm/fsm.html> (medidor de campo audível)

<http://www.open-circuit.co.uk/home.php>

<http://webhome.idirect.com/~griffith/rdf.htm>

<http://www.silcom.com/~pelican2/>

<http://webhome.idirect.com/~griffith/tdoa.htm>

<http://www.qsl.net/vk3zpf/projects.htm> (projetos do VK3ZPF)

<http://hugo.webzdarma.cz/jm/indexe.html> (equipamentos comerciais)

<http://www.handi-finder.com/> (handy finder)

<http://www.homingin.com/hfinderfix.html> (comentários sobre o handy finder)

<http://www.homingin.com/joemoell/squegg.html>

<http://members.aol.com/homingin/SCalStyle.html> (dicas para iniciantes)

http://www.eoss.org/rdf/coop_rdf_prep.htm (dicas de operação)

<http://members.aol.com/bmgenginc/Triangul.html> (dicas de triangulação)

<http://members.aol.com/bmgenginc/Safety.html> (dicas de segurança pessoal em RDF)

<http://www.astrosol.ch/thisandthat/5379039a840e79e07/index.html> (informações gerais)

http://forums.flyesl.com/topic.asp?TOPIC_ID=34 (dicas sobre RDF)

<http://www.sqdn902.org/DirectionFinding.doc> (informações sobre sistemas *Doppler*)

<http://www.qsl.net/n6bg/thunt/index.html> (dicas e fotos de equipamentos para RDF)

http://www.dl7vdb.de/ARDF_PUB6.HTM (relação de publicações em alemão sobre RDF)