

Radiocomunicações Táticas Acima do LOS (*Line-Of-Sight*)

Mariano Gonçalves¹



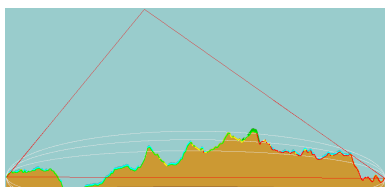
As radiocomunicações táticas exigem a aplicação de tecnologias, que permitam estabelecer e manter ligações radioelétricas para distâncias determinadas, com exploração segura, suscetíveis de não serem nem identificadas, nem interferidas por forças hostis (*jamming*).

No moderno TO (teatro de operações) das Missões de Paz em que Portugal participa inserido em organismos internacionais como ONU, NATO e EUFOR, as forças militares portuguesas empregam sistemas de rádio desenvolvidos e fabricados pela indústria portuguesa, pela EID, SA, tratam-se de sistemas radioelétricos dotados da transmissão e receção com *waveforms* que lhes permitem simultaneamente explorar ligações dentro e fora da linha de vista, consequentemente podem estabelecer por meios de rádio ligações com reflexão ionosférica, operacionalizadas por via da integração das tecnologias da comunicação digital segura (*comsec*) e da transmissão segura (*transec*), quer em frequência fixa, quer através das tecnologias de transmissão por salto de frequência (*frequency hopping*) com transmissão de voz e dados dentro de um espectro de frequências configurável (*hope set*).

Um dos fatores essenciais é o controlo da ligação por rádio, em termos da sua cobertura no terreno, sejam ligações em linha de vista, nas faixas de frequência de VHF e UHF ou por reflexão na ionosfera nas faixas de frequência de HF entre os 2 e 12 MHz.

As radiocomunicações táticas, não envolvem a instalação de sistemas de retransmissão. Estas radiocomunicações são empregues por forças especiais em missões autónomas, ocasionalmente poderão recorrer a ligações de apoio feitas através de aeronaves ou via satélite.

Uma força especial autónoma dependerá exclusivamente quer de si, quer dos meios radioelétricos que lhe estão atribuídos para a missão, e que são previamente planeados.

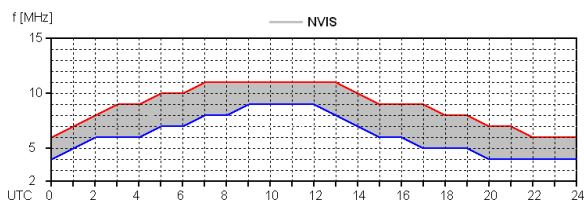


Link ionosférico, ângulo > 80°

As suas ligações táticas com a retaguarda de apoio, deverão ter uma cobertura objetiva, que lhe permita estabelecer e manter serviço por rádio,

dentro e acima da linha de vista,

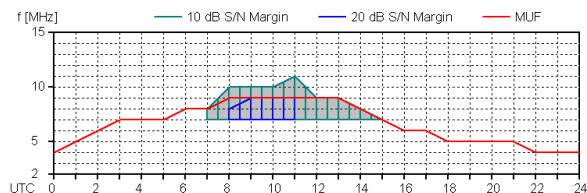
dependendo das condições de orografia do terreno, cobrindo distâncias por ligação ionosférica acima do LOS, entre 15 a 50, 100 ou 200 quilómetros de distância, através da interposição de cadeias de montanhas ou densas florestas e sem recurso a nenhum outro meio ativo de retransmissão.



Neste tipo de ligação radioelétrica, um dos dois fatores determinantes a BW da reflexão ionosférica, ângulos de 70 a 90°, TX 20W

saber controlar são: controlo dos ângulos de radiação das antenas empregues nos meios de rádio em ambas as direções da ligação, em segundo lugar, determinar qual a frequência crítica de reflexão (*foF2*) na camada ionosférica em função 1) da atividade solar e 2) do meridiano do lugar, sendo que a *foF2* varia com o tipo e intensidade da radiação cósmica e solar, com a latitude e o meridiano do lugar (hora solar).

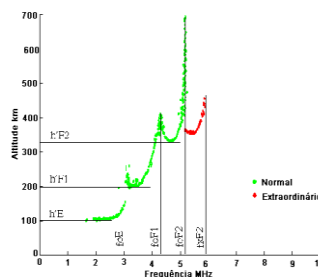
Uma das grandes vantagens neste modelo de radiocomunicações decorre do facto de que as perdas *path-loss* serem baixas, significa que as ligações podem ser sustentadas com baixos níveis de potência radiada.



Ligação ionosférica, ângulos abaixo 50°, TX de 1KW

Só as ondas radiadas dentro do espectro limite da frequência crítica de reflexão, onde determinadas frequências, são refletidas pela ionosfera, o que em geral ocorre entre 2 e 12 MHz, podem surgir janelas de reflexão com larguras de banda com apenas 500 kHz ou outras com 2 a 5 MHz de largura, são consequentemente, as frequências situadas dentro deste espectro, aquelas em que se pode explorar o efeito de reflexão ionosférica obtido a partir de ondas eletromagnéticas radiadas com elevados ângulos de incidência perpendicular à ionosfera, o chamado efeito de NVIS (*Near Vertical Incidence Skywave*), esta camada de reflexão ionosférica está variavelmente localizada entre 100 e 300 km de altitude, e deve ser explorada nas frequências situadas entre 90 a 85% da frequência crítica *FoF2*.

O emprego do sistema ALE (*Automatic Link Establishment*) permite substituir o recurso a radares ou sondas ionosféricas, são os sistemas que podem determinar a cada momento qual é a frequência crítica de reflexão *foF2* (a camada mais baixa da camada F), assim como a altitude de reflexão fora da atmosfera terrestre.



As camadas referidas no gráfico da sonda, demonstram como a curva é separada na frequência crítica dessa camada. Onde são visíveis as linhas de reflexão ascendentes que no começo de cada camada se curvam, em virtude do sinal emitido ser retardado sem ser refletido. Isto ocorre

quando a ionização subjacente tem uma frequência de plasma próxima, que não deixa refletir o sinal da frequência emitida pela sonda.

As ligações estabelecidas por onda de superfície e de solo, sofrem mais perdas por inserção que estas ligações ionosféricas, que se podem estabelecer com baixas potências de emissão, e permitem a penetração para além dos obstáculos naturais e artificiais.

Um *link* tático de HF na frequência de 5 MHz, capaz de cobrir uma ligação de 50 km, entre duas regiões montanhosas, necessitaria em primeira instância de dois sistemas radiantes que suportem um link bidirecional, capaz de radiar com ângulos de radiação ou incidência vertical na ionosfera acima dos 85° de elevação.

Os modernos recetores para comunicações de HF suportam sinais de -120dBm com uma relação sinal/ruído acima de 12 dB. O *path-loss* de uma ligação de HF com reflexão a 300 km de altitude, sem atenuação da camada D, é cerca de 100 a 120 dB, um sistema radiante para as faixas de frequência entre 2 e 12 MHz, tem de ser uma antena de polaridade horizontal (nunca vertical), seja uma antena filar tática ou uma antena de *loop* magnético, oferecem ganhos diversos entre 2,6 a -8 dBi, logo as potências mínimas de saída do transmissor, deverão dispor apenas de níveis de potência na entrada de 30 dBm (1W), para uma ligação com uma relação S/N acima de 29 dB.



Mariano Gonçalves

Sócio Fundador da AMRAD.

Titular de CAN CEPT, indicativo CT1XI (ex. CR6XI)

Perito em Telecomunicações, Feixes Hertzianos, Rádio e Comunicações Táticas, assessor técnico nas missões da ONU, NATO e EUFOR (Angola UNAVEM, Moçambique ONUMOZ, Bósnia-Herzegovina IFOR e SFOR, Congo EUFOR, Kosovo KFOR e Afeganistão ISAF).

Formador para a Defesa Nacional na Escola Prática de Transmissões EPTm e Escola de Tecnologias Navais da Armada ETNA.

Faz investigação e desenvolvimento, integração e engenharia de sistemas nas áreas da Rádio, Comunicações Táticas e Sistemas Radiantes para a indústria nacional e forças armadas desde 1973.

Contacto: ct1xi@amrad.pt