



A GUERRA ELETRÔNICA CONTRA AS COMUNICAÇÕES TÁTICAS (II)

Humberto José Corrêa de Oliveira

Após examinar, na edição março/abril de A Defesa Nacional, a Guerra Eletrônica, o autor, neste artigo, trata das Contramedidas Eletrônicas, concluindo o ensaio a que se propôs.

CONTRAMEDIDAS ELETRÔNICAS - (CME)

Serão abordadas, aqui, as atividades de CME, consideradas como medidas ativas para reduzir ou degradar o emprego do espectro eletromagnético por parte do inimigo.

As CME incluem duas atividades: a interferência e a dissimulação.

A interferência intencional, interferência deliberada ou simplesmente interferência - não devemos confundi-la com a in-

terferência de outras origens - é uma atividade de GE destinada a influir negativamente sobre a eficiência das comunicações rádio inimigas, degradando o desempenho do receptor-alvo.

A interferência é uma arma de dois gumes e seu emprego descontrolado poderá criar condições para conflitar com as atividades amigas de MAE, com as comunicações e, em algumas situações, com os sistemas de radar.

Os recursos de interferência à disposição do Cmt de GU ou

de GCmdo são normalmente empregados para desorganizar o comando avançado e o controle das comunicações inimigas; reduzir a eficácia dos sistemas de apoio de fogo hostil, desorganizando suas comunicações específicas de apoio de fogo; e pôr em desordem a habilidade inimiga para reagir no campo de batalha.

O plano de interferência deve estar integrado com o plano de combate tático. Deve haver plena coordenação detalhada com a unidade de GE, por meio de elementos de controle de GE e com as forças amigas vizinhas.

A interferência intencional tem a seguinte prioridade: localizar e destruir (conjuntos-rádio das redes de comando e controle, sistemas de vigilância); e interferir (redes de artilharia e de vigilância).

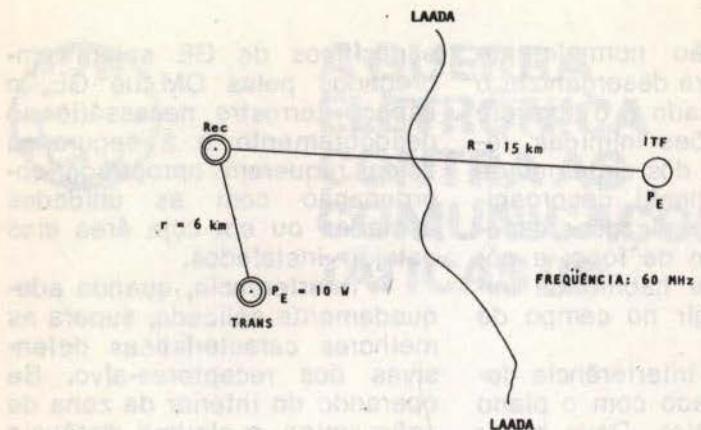
Os conjuntos de interferência são alvos devido à grande quantidade de energia e calor que geram, fatores que facilitam a identificação e localização por parte das forças inimigas. Se têm que sobreviver e ser utilizados, devem ser protegidos e altamente móveis.

O terreno é um fator muito importante para o adequado emprego, com pleno êxito, de um sistema de GE. Tanto os meios de busca como os de interferência, normalmente necessitam de visão direta sobre os alvos, e a instalação sobre terreno elevado exige cobertura apropriada. Ainda que os meios

específicos de GE sejam empregados pelas OM de GE, o espaço terrestre necessário ao desdobramento e à segurança física requerem apropriada coordenação com as unidades apoiadas ou em cuja área eles estejam instalados.

A interferência, quando adequadamente aplicada, supera as melhores características defensivas dos receptores-alvo. Se operando do interior da zona de ação amiga, a alguma distância do alvo, exige o emprego de um transmissor de grande potência e, normalmente, de dimensões e geometria de instalação muito peculiar, que o torna sujeito às ações da GE inimiga e dos seus sistemas de armas. Um método para reduzir esses problemas é o emprego de dois conjuntos de interferência, que operam como um par, porém são desdobrados em locais diferentes. Eles irradiam alternadamente, em horários escolhidos ao acaso, e mudam de posição freqüentemente, para tornarem-se menos suscetíveis à localização por parte dos meios de MAE inimigos. A luta entre o sinal desejado e a intensidade do sinal indesejado produzido pela interferência são preocupação permanente no campo de batalha da GE contra as comunicações.

A Figura 5 ilustra um exemplo de interferência, enfatizando a importância do alcance na potência do conjunto de interferência. Os alcances e potências são dados conhecidos no exemplo exposto, supondo-se que



- Comprimento da onda em metros: $\lambda = \frac{c}{f}$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{60 \times 10^6} = 5 \text{ m}$$

- Potência desejada do sinal no receptor = $\frac{P_t}{PEL}$

como $PEL = \left(\frac{4 \pi r}{\lambda} \right)^2$ teremos que a potência desejada do

sinal receptor é igual a

$$P_t \left(\frac{\lambda}{4 \pi r} \right)^2 = 8 \left(\frac{5}{4 \times 3,1416 \times 6} \right)^2 = 0,0044 \text{ W}$$

- Para obtenção da potência do sinal do conjunto de interferência teremos: $0,044 = P_i \left(\frac{\lambda}{4 \pi r} \right)^2 = P_i \left(\frac{5}{4 \times 3,1416 \times 15} \right)^2$ donde

$$P_i = \left(\frac{0,044}{\frac{5}{4 \times 3,1416 \times 15}} \right)^2 = 0,044 \times 1421,2296 = 62,53 \text{ W}$$

$$P_i = 62,53 \text{ W}$$

Figura 5 – Exemplo de Interferência

não há efeitos do terreno e perda do espaço livre.

A propagação em VHF e freqüências maiores ocorre por ondas constituídas de uma onda direta e uma onda refletida no solo. A componente direta penetra a troposfera e é refletida ligeiramente para o solo devido a refração atmosférica. A atenuação de tal onda é conhecida como perda no espaço livre (PEL) e é expressa pela fórmula:

$$PEL = \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2$$

onde r é a distância entre o transmissor e o receptor e λ é o comprimento de onda, e $\lambda = \frac{c}{f}$.

Nesta fórmula $c = 3 \times 10^8$ m/s e f é a freqüência operacional em Hz.

Se as antenas estiverem muito próximas ao solo, haverá uma acentuada onda terrestre refletida. O fato de uma onda refletida reforçar ou diminuir a onda direta depende da diferença no comprimento dos dois caminhos percorridos. É usualmente aceitável, para o cálculo prático de um enlace, que as perdas devido à onda refletida pode ser ignorada, se não houver prováveis superfícies refletores no âmbito da primeira zona de Fresnel, conforme ilustra a Figura 6.

Considerando que o sinal interferidor deve se propagar sobre uma distância maior do que

o sinal desejado no receptor, a potência do conjunto de interferência deve ser maior. Levando-se em consideração que a antena do conjunto de interferência está situada freqüentemente próxima do solo, por razões táticas, e a perda de propagação cresce muito mais rapidamente do que no espaço livre, no exemplo ilustrado na Figura 5, a potência do sinal interferidor deverá ser da ordem de 390W, em face de os efeitos do terreno atenuarem o sinal em proporção para $(\text{alcance})^4$ do que para $(\text{alcance})^2$.

Esse cálculo assume que as antenas são isotrópicas, porém, na prática, o conjunto de interferência deve ter, indubitavelmente, um ganho de antena moderado de 4 pelo menos, o qual reduzirá a potência do conjunto de interferência para cerca de 100W. É possível chegar praticamente a mesmo resultado, utilizando-se a fórmula prática do triângulo de interferência. Vejamos:

$$Pr = Pt \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2$$

desenvolvendo com os dados conhecidos teremos:

$$Pt \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2 = Pt \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2$$

$$\frac{P_t \cdot \lambda^2}{4^2 \cdot \pi^2 \cdot r^2} = \frac{P_i \cdot \lambda^2}{4^2 \cdot \pi^2 \cdot R^2}$$

$$4^2 \cdot \pi^2 \cdot R^2 \cdot P_t \cdot \lambda^2 = \\ = 4^2 \cdot \pi^2 \cdot r^2 \cdot P_i \cdot \lambda^2$$

$$R^2 P_t = r^2 P_i \text{ donde}$$

$$P_i = \frac{R^2 P_t}{r^2} = \left(\frac{R}{r} \right)^2 P_t$$

Considerando os fatores já expostos, podemos apresentar como fórmula do Triângulo de Interferência:

$$P_i \geq P_t \left(\frac{R}{r} \right)^2 . \text{ Aplicando os}$$

dados do exemplo * ilustrado na Figura 5, teremos:

$$P_i \geq 10 \frac{15^2}{6} \text{ donde}$$

$$P_i \geq 62,5 \text{ W}$$

A instalação de um conjunto de interferência de alta potência em local muito próximo de seu alvo é uma prática freqüentemente difícil, devido às flutuações normais das ações no campo de batalha. Contudo, é possível instalarem-se conjuntos de interferência descartáveis próximos dos receptores-alvo. Esses interferidores emitem com baixa potência, têm pouco

peso, possuem dimensões restritas, têm baixo custo e podem ser lançados pela tropa antes de um movimento retrógrado ou de uma retirada.

Com o constante progresso tecnológico foi possível desenvolver dispositivos de elevada complexidade, como, por exemplo, dispositivos pré-programados, que podem ser ativados para funcionar nas freqüências das redes inimigas, quando estas iniciarem suas transmissões. Esses dispositivos, algumas vezes denominados de *smart jammers*, também podem ser acionados remotamente, por ação das emissões amigas.

Os conjuntos de interferência descartáveis, além das características já enunciadas, são suficientemente robustos para serem lançados por meio de um projétil de canhão, obuseiro, lança-foguetes, ou por meio de uma bomba lançada de uma aeronave.

Embora apresentem características que os tornam práticos quanto ao seu emprego e lançamento, eles são alimentados por meio de baterias, normalmente pequenas e com uma vida útil limitada, que é, sem dúvida, uma grande desvantagem.

Como alternativa, os conjuntos de interferência podem ser instalados em aeronaves, especialmente em helicópteros, ou em plataformas elevadas, cuja fonte de alimentação fica insta-

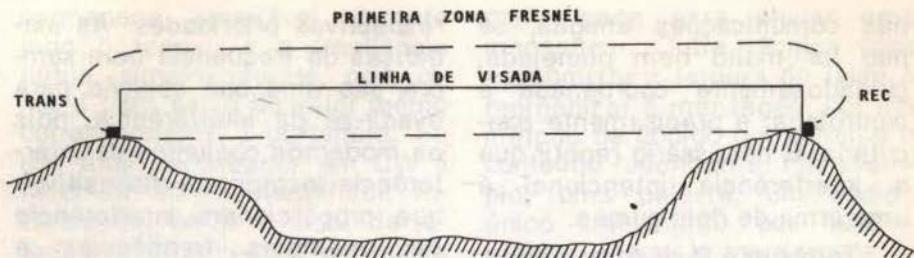


Figura 6 – Primeira Zona Fresnel

lada no solo ou na própria viatura que transporta o dispositivo, e é ligada por meio de um cabo umbilical. Os conjuntos de interferência assim instalados ampliam o desempenho de suas características operacionais no ataque aos receptores alvo.

FORMAS E EFEITOS DA INTERFERÊNCIA

As três formas mais comuns de interferência nas comunicações são a interferência pontual ou de freqüência; a de barragem ou de faixa; e a de varredura.

A interferência pontual ou de freqüência, também conhecida como interferência de onda contínua (CW = *continuous wave*), é realizada sobre um canal ou freqüência específica. É a forma mais comum, porque ela causa uma mínima interferência sobre as emissões amigas. Além disso, ela permite a otimização de toda a potência útil do

conjunto de interferência, porque concentra toda ela sobre uma estreita largura de faixa.

A interferência de barragem ou de faixa, também conhecida como interferência de faixa larga, afeta um grande número de canais ou freqüências do espectro rádio. Para uma determinada potência de saída ela é menos eficaz do que a interferência pontual, porque ela aplica a potência útil do conjunto de interferência sobre uma largura de faixa muito ampla.

Na interferência de varredura, o sinal varre rapidamente, para cima e para baixo, uma determinada porção da freqüência do espectro rádio. Em determinado instante, somente uma freqüência está sendo atacada, porém o efeito sobre os receptores sintonizados nas freqüências da faixa varrida pode parecer contínuo.

É interessante ficar bem explícito que a interferência intencional pode causar perturbações

nas comunicações amigas, se não for muito bem planejada, cuidadosamente coordenada e controlada, e precisamente executada. É necessário repetir que a interferência intencional é uma arma de dois gumes.

Também é fácil compreender que as emissões produzidas pelos conjuntos de interferência são realizadas com potências muito elevadas e obviamente irradiações espúrias, arniúde em freqüências outras que as consideradas alvo, e podem causar problemas muito sérios às atividades de MAE.

Todas as atividades de interferência devem ser verificadas para avaliação dos resultados e consequente eficácia. Para tal, é necessário monitorar continuadamente as redes rádio alvo, enquanto elas estão sendo interferidas. Para isso os conjuntos de interferência devem possuir a possibilidade de *look through*. O transmissor do conjunto de interferência é desligado momentaneamente, quando o receptor de monitoração associado examina a faixa de freqüência. O receptor realiza a verificação, com a finalidade de comprovar se as comunicações inimigas estão continuando na mesma freqüência, ou se há novas para atacar. Caso haja, o transmissor do conjunto de interferência pode receber novas freqüências para atacar e as

respectivas prioridades. As mudanças de freqüência nem sempre são uma boa solução para evadir-se da interferência, pois os modernos conjuntos de interferência incorporam dispositivos que proporcionam interferência em múltiplas freqüências e estão dotadas de *look through*.

Quanto aos efeitos da interferência, há diferenças, conforme o tipo de modulação. Dessa forma, o sinal da interferência deve ser adaptado para ajustar-se ao tipo de modulação sob ataque. Em rápidas considerações, procuraremos expor os efeitos da interferência sobre os conjuntos-rádio modulados em amplitude (AM), em freqüência (FM) e modulação digital (DM).

Em AM, a informação está contida na variação de amplitude de onda portadora. Por conseguinte, o CW não modulado não é uma interferência eficaz. Para obter-se sucesso interferindo sobre alvos em AM, o conjunto de interferência deve emitir sinais em AM. Os efeitos de interferência obtidos sobre os receptores em AM são mais eficazes do que sobre os de FM, na presença de um apropriado sinal perturbador. Conseqüentemente, as redes em AM podem absorver considerável intensidade de interferência, com uma gradual degradação da qualidade do sinal recebido, antes da total ruptura das comunicações.

Em um sistema de FM, a amplitude da onda portadora

permanece invariável durante todo o tempo, e a freqüência flutua, simetricamente, para cima e para baixo do valor médio correspondente à portadora. Se um sinal perturbador em CW é recebido com determinada intensidade, então o sinal da interferência torna-se o centro da freqüência e faz modificar as variações da freqüência. Desse modo, o receptor é capturado pelo sinal interferente. Isso é chamado de interferência silenciosa (*silent jamming*), pois haverá muito pouca saída por parte do receptor-alvo. Para uma saída a ser reproduzida pelo receptor-alvo, é necessário um sinal perturbador em FM. Os sinais típicos usualmente adotados são os tons seqüenciais, a música, vozes pré-gravadas ou tráfego de dados.

Se um sinal é digitalizado, então a largura da faixa empregada é aumentada. A teoria da informação trata com algum fluxo de informação. Suas aplicações aos sistemas de comunicação fornece-nos uma explanação de relacionamento entre sinais, ruído e largura de faixa. Ainda que a teoria seja qualquer coisa idealizada, ela tem colocado as comunicações sobre um firme pedestal e, indiretamente, inspirado a arquitetura de equipamentos muito melhores. Um resultado fundamental é que o produto da largura da faixa pelo tempo é uma constante. Dessa forma, a largura de faixa exigida pode ser dividida em duas partes pela tomada duas vezes

mais longa para enviar uma mensagem. Outra técnica para economizar a largura de faixa é reorganizar a mensagem por um método de código que elimine o conteúdo redundante. Por exemplo, uma palavra, um código único transmitido por teleimpressor, requer menor largura de faixa e tempo para transmitir do que seu equivalente em texto claro transmitido em fonia. Embora a redundância de informação seja vista como um desperdício de capacidade do canal, propicia alguma segurança contra erros devidos ao ruído perturbador. A capacidade de um canal é a velocidade, em dígitos binários por segundo, que a informação pode ser transmitida. A fórmula de SHANNON refere-se à capacidade de uso livre C de um canal, para sua largura de faixa W , para a potência do ruído perturbador N e a potência P do sinal. Assim:

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{P}{N} \right) \text{ bits/s}$$

A fórmula de SHANNON é um guia usual no desenho do sistema. Por exemplo, se a largura de faixa de um conjunto-rádio W e o nível de ruído N são fixados, alguma capacidade C pode ser obtida aumentando a potência do sinal P . Alternadamente C pode ser mantido constante no maior ruído N , condição para aumentar o valor de W . Este é o princípio empregado em

nas comunicações amigas, se não for muito bem planejada, cuidadosamente coordenada e controlada, e precisamente executada. É necessário repetir que a interferência intencional é uma arma de dois gumes.

Também é fácil compreender que as emissões produzidas pelos conjuntos de interferência são realizadas com potências muito elevadas e obviamente irradiações espúrias, arniúde em freqüências outras que as consideradas alvo, e podem causar problemas muito sérios às atividades de MAE.

Todas as atividades de interferência devem ser verificadas para avaliação dos resultados e consequente eficácia. Para tal, é necessário monitorar continuadamente as redes rádio alvo, enquanto elas estão sendo interferidas. Para isso os conjuntos de interferência devem possuir a possibilidade de *look through*. O transmissor do conjunto de interferência é desligado momentaneamente, quando o receptor de monitoração associado examina a faixa de freqüência. O receptor realiza a verificação, com a finalidade de comprovar se as comunicações inimigas estão continuando na mesma freqüência, ou se há novas para atacar. Caso haja, o transmissor do conjunto de interferência pode receber novas freqüências para atacar e as

respectivas prioridades. As mudanças de freqüência nem sempre são uma boa solução para evadir-se da interferência, pois os modernos conjuntos de interferência incorporam dispositivos que proporcionam interferência em múltiplas freqüências e estão dotadas de *look through*.

Quanto aos efeitos da interferência, há diferenças, conforme o tipo de modulação. Dessa forma, o sinal da interferência deve ser adaptado para ajustar-se ao tipo de modulação sob ataque. Em rápidas considerações, procuraremos expor os efeitos da interferência sobre os conjuntos-rádio modulados em amplitude (AM), em freqüência (FM) e modulação digital (DM).

Em AM, a informação está contida na variação de amplitude de onda portadora. Por conseguinte, o CW não modulado não é uma interferência eficaz. Para obter-se sucesso interferindo sobre alvos em AM, o conjunto de interferência deve emitir sinais em AM. Os efeitos de interferência obtidos sobre os receptores em AM são mais eficazes do que sobre os de FM, na presença de um apropriado sinal perturbador. Consequentemente, as redes em AM podem absorver considerável intensidade de interferência, com uma gradual degradação da qualidade do sinal recebido, antes da total ruptura das comunicações.

Em um sistema de FM, a amplitude da onda portadora

permanece invariável durante todo o tempo, e a freqüência flutua, simetricamente, para cima e para baixo do valor médio correspondente à portadora. Se um sinal perturbador em CW é recebido com determinada intensidade, então o sinal da interferência torna-se o centro da freqüência e faz modificar as variações da freqüência. Desse modo, o receptor é capturado pelo sinal interferente. Isso é chamado de interferência silenciosa (*silent jamming*), pois haverá muito pouca saída por parte do receptor-alvo. Para uma saída a ser reproduzida pelo receptor-alvo, é necessário um sinal perturbador em FM. Os sinais típicos usualmente adotados são os tons seqüenciais, a música, vozes pré-gravadas ou tráfego de dados.

Se um sinal é digitalizado, então a largura da faixa empregada é aumentada. A teoria da informação trata com algum fluxo de informação. Suas aplicações aos sistemas de comunicação fornece-nos uma explanação de relacionamento entre sinais, ruído e largura de faixa. Ainda que a teoria seja qualquer coisa idealizada, ela tem colocado as comunicações sobre um firme pedestal e, indiretamente, inspirado a arquitetura de equipamentos muito melhores. Um resultado fundamental é que o produto da largura da faixa pelo tempo é uma constante. Dessa forma, a largura de faixa exigida pode ser dividida em duas partes pela tomada duas vezes

mais longa para enviar uma mensagem. Outra técnica para economizar a largura de faixa é reorganizar a mensagem por um método de código que elimine o conteúdo redundante. Por exemplo, uma palavra, um código único transmitido por teleimpressor, requer menor largura de faixa e tempo para transmitir do que seu equivalente em texto claro transmitido em fonia. Embora a redundância de informação seja vista como um desperdício de capacidade do canal, propicia alguma segurança contra erros devidos ao ruído perturbador. A capacidade de um canal é a velocidade, em dígitos binários por segundo, que a informação pode ser transmitida. A fórmula de SHANNON refere-se à capacidade de uso livre C de um canal, para sua largura de faixa W , para a potência do ruído perturbador N e a potência P do sinal. Assim:

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{P}{N} \right) \text{ bits/s}$$

A fórmula de SHANNON é um guia usual no desenho do sistema. Por exemplo, se a largura de faixa de um conjunto-rádio W e o nível de ruído N são fixados, alguma capacidade C pode ser obtida aumentando a potência do sinal P . Alternadamente C pode ser mantido constante no maior ruído N , condição para aumentar o valor de W . Este é o princípio empregado em

sistemas de modulação em faixa larga, tanto para FM, como para várias tecnologias destinadas a vencer interferências.

DISSIMULAÇÃO ELETRÔNICA (DElt)

A DElt sobre os sistemas de comunicação rádio é outra atividade de interrupção utilizada pela GE. Enquanto a interferência reduz, degrada e, até mesmo, interrompe as comunicações rádio inimigas, tornando-as ineficientes, a dissimulação é empregada para confundir o adversário, levando-o a interpretar erradamente os sinais recebidos.. Ela pode ser encarada sob três aspectos: dissimulação eletrônica simulativa (DES); dissimulação eletrônica manipulativa (DEM); e dissimulação eletrônica imitativa (DEI).

A DES é a produção de emissões eletromagnéticas para representar possibilidades imaginárias ou reais, com a finalidade de confundir as forças hostis.

A DEM é a alteração das características das emissões eletromagnéticas amigas, padrões ou procedimentos, com a finalidade de fornecer falsas informações ao inimigo ou revelar indicadores que possam ser usados pela força adversária, como sendo verdadei-

ras, em consequência induzindo-as ao erro. A DEM faz parte dos planos de contra-informações ou de operações de segurança e somente é desencadeada mediante ordem do comandante, empregando meios e as redes-rádio sob o seu controle e coordenação para evitar a confusão entre os radiooperadores amigos. Os escalões superior e vizinhos deverão ser informados do início da operação de DEM. Este procedimento também inclui as outras forças circulares que estejam na área, suscetíveis de serem afetadas pela operação de DELt.

A DEI comprehende a introdução de emissões nos canais de comunicações do inimigo, com a finalidade de iludi-lo, usando seus indicativos de chamada, suas regras de exploração e instruções para o emprego das comunicações (IECom), de modo a simular seu tráfego-rádio, com a finalidade de obter uma reação em benefício da manobra tática amiga. A DEI é uma operação detalhadamente planejada e sua execução deve seguir o fator oportunidade. Por exemplo, uma operação de DEI deve ser posta em prática quando for observado o estado de esgotamento das forças inimigas, freqüentemente evidenciado pela diminuição das me-

didas de alerta utilizadas pelos seus radiooperadores. Na preparação da missão de dissimulação, além dos requisitos materiais e técnicos indispensáveis, é necessário employar recursos humanos habilitados no idioma (linguagem corrente), nas normas de emprego e exploração do rádio e nos modismos do inimigo.

Não é difícil desencadear operações de DEIt, quando o adversário apresenta baixo padrão de instrução e é normalmente descuidado, por temperamento ou falta de disciplina.

A DEI deve ser rigorosamente controlada pelos canais de operações. Se as comunicações rádio inimigas forem iludidas, é possível obter-se uma grande quantidade de informes, porém a fonte de informes ficará automaticamente comprometida, caso ela reconheça que está sendo lograda, por meio de postos-rádio infiltrados em suas redes. Algumas operações de DEI podem ser facilmente detectadas, quando o intruso comete pequenos erros no emprego das regras de exploração, repete pedidos de esclarecimento ou não autentica corretamente.

A intromissão mais difícil de ser detectada é aquela que é utilizada na transmissão de

tráfego pré-gravado. Esse é o método que, por um lado, produz informações e, por outro, tem um grande potencial para criar confusão. A presença do intruso torna-se mais fácil de employar quando as comunicações estão difíceis, pois é possível a transmissão de mensagens falsas, propositadamente truncadas pela interferência, dessa forma cancelando parte do texto, da autenticação ou dos sinais de chamada. Outra tática employada é chamar uma unidade como auxílio das direções fornecidas pela radiogoniometria utilizando sinais pré-gravados. Os radiooperadores que estão na linha de frente, bem próximos ao inimigo, devem estar suficientemente em alerta para essas práticas. Do mesmo modo que a interferência, a dissimulação eletrônica é uma arma de dois gumes e pode causar, quando exercitada erradamente, sérios prejuízos para as forças amigas. Logo, todas as fases da DEIt (planejamento, coordenação, controle, execução...) devem ser levadas a efeito com o máximo de precisão e rigor.

CONTRA CONTRAMEDIDAS ELETRÔNICAS (CCME)

As CCME são medidas de proteção aplicadas pelos

operadores, planejadores e projetistas dos sistemas de comunicação, com a finalidade de reduzir a eficiência das atividades de GE inimigas. Todas as CCME têm por finalidade a sobrevivência dos usuários do espectro eletromagnético, dependendo da aplicação metódica de ações defensivas de GE, destinadas à proteção das emissões eletromagnéticas amigas. Entre outras, essas ações têm, por finalidade, evitar que o inimigo tenha a possibilidade de interceptar as comunicações amigas; localizar as unidades amigas, especialmente seus PC ou QG, por meio da radiogoniometria; obter informações das comunicações interceptadas; interromper ou degradar as comunicações amigas, por meio da interferência rádio; causar confusão nos vários escalões de comando, pelo emprego da DElt; e criar um clima psicológico sobre o êxito das atividades de GE.

A chave do sucesso da CCME é evitar que o inimigo intercepte as emissões amigas, desencadeando atividades de interrupção inicial bem sucedidas. Por conseguinte, a finalidade básica das CCME é obter a baixa probabilidade de interceptação (BPI) de todos os sinais amigos transmitidos. Dentro de um raciocínio simplista, seria não transmitir, isto é, manter o silêncio-rádio. Entretanto, é raramente prático por curtos períodos, a não

ser que se tenha necessidade de acionar as redes de comando e controle em proveito da situação tática. Há duas soluções bem diferentes para este dilema. A primeira é o aspecto tático, onde o BPI é visto por um disciplinado e econômico uso do rádio, que é exercitado por operadores hábeis e muito bem instruídos quanto a operação, exploração e técnica de instalação (inclusive o emprego de antenas de emergência). Para algumas FT, o silêncio-rádio é o emprego ideal, porém, mesmo sob severa ação disciplinar, é uma prática muito longe de ser executada. Entregar um conjunto-rádio a um soldado é ato que somente deve ser feito quando ele estiver certo de com^r empregar o material e ciente da sua finalidade. Tão logo o silêncio-rádio é interrompido, os locais onde estão instalados se tornam comprometidos e os tornam vulneráveis às atividades da GE inimiga, inclusive à destruição pelos vários sistemas de armas disponíveis hostis.

Em certas situações o aumento do tráfego-rádio, em determinadas áreas do campo de batalha, é indício ou confirmação de que eventos de especial interesse estão ocorrendo, embora uma situação como essa possa ser uma operação de dissimulação adversária.

O emprego do rádio nas operações táticas, em boas

condições e por operadores cônscios dos perigos impostos pela GE inimiga são, naturalmente, de vital importância para o êxito das operações. Muito pode ser alcançado pelo emprego de boas táticas e procedimentos. A segunda solução é o emprego de tecnologias no qual o BPI é conseguido por projetos especiais na produção de conjuntos-rádio e sistemas de antenas para emprego em campanha.

TÉCNICAS DE CCME

O cerne de qualquer plano de comunicações de boa qualidade é uma sólida política de controle das emissões (CtE). Essa política é formulada por um comandante, para adequá-la à situação tática corrente. Ele controla como e quando o silêncio rádio deve ser imposto e suspensos, os níveis de potência máxima, o comprimento das antenas e suas localizações. Uma das premissas básicas para a formação da política de CtE é, sem dúvida, que qualquer emissão-rádio pode ser uma excelente fonte de informações para o inimigo. É uma boa prática supor que algumas transmissões rádio poderão ser interceptadas, e é um dever tornar as atividades de GE inimigas o mais difícil quanto possível.

Aqui será exposto um conjunto de técnicas englobando as que se destinam fundamentalmente a contrariar ou, pelo menos, minimizar as atividades de

MAE utilizadas pelo inimigo. É evidente que a aplicação prática de todas as medidas que serão expostas não é apenas da responsabilidade das unidades de GE. Obrigatoriamente, todos os elementos que utilizam as comunicações-rádio devem compreender que ações bem concretas, por parte de radiooperadores e usuários, devem ser colocadas em prática, pois são consideradas fatores imprescindíveis de sobrevivência.

Essas medidas subdividem-se em dois grandes grupos: as Anti-MAE; e as Anti-CME.

Ações Anti-MAE

Essas ações têm por finalidade a Segurança das Emissões ou Segurança Eletrônica e a Segurança das Comunicações (SCom), procurando reduzir as informações obtidas pelas atividades de MAE inimigas, especialmente por meio da busca, interceptação e radiogoniometria. As medidas anti-MAE passam, portanto, pela política de emissão e, ainda, pela elaboração do Plano de Controle de Emissões. Três aspectos devem ser particularmente considerados: o controle de freqüências; a segurança das comunicações; e a instrução dos usuários.

O controle de freqüência é uma exigência que se faz crescente, diante da grande variedade e número de conjuntos-rádio empregados no

moderno campo de batalha, tornando cada vez mais complexa a administração de freqüências que, na realidade, consta genericamente da repartição e utilização de freqüências. Ao mais alto escalão de comando cabe a responsabilidade de promulgar Listas de Atribuição de Freqüências, para que o controle seja na verdade efetivo, porque, sem ele, ou com ele mal planejado, ou não respeitado, cairemos em verdadeiro caos eletromagnético, cujas graves consequências serão de imediato sentidas na conduta das operações e no sucesso da GE inimiga.

O controle de emissão diz respeito à potência efetivamente irradiada pelo transmissor e, assim, devem-se considerar a potência efetivamente irradiada; a sensibilidade dos receptores; e o silêncio-rádio.

Vejamos cada um dos fatores de per si. Quanto à potência efetivamente irradiada, só se deve utilizar a necessária à ligação pretendida. Isso se obtém reduzindo a potência do amplificador de RF, nos conjuntos-rádio que permitem a aludida diminuição; reduzindo a dimensão do sistema de antenas; e utilizando os obstáculos naturais às direções indesejáveis (as antenas dos transmissores devem ser instaladas cuidadosamente, de modo a evitar uma linha de visada que facilite a interceptação dos sinais e a conse-

quente localização dos emissores pela radiogoniometria inimiga).

A sensibilidade dos receptores deve ser considerada, pois se, por um lado, um receptor sensível pode ser interferido por emissões amigas a curta distância, por outro, se sua sensibilidade for baixa, eles operam com sinais que tenham potências elevadas, o que também nem sempre é desejável, porque os sinais dos transmissores provavelmente também seriam recebidos pelos meios de MAE inimigos.

O silêncio-rádio resulta fundamentalmente de uma decisão do comando, baseada na situação tática, e caracterize-se, positivamente, pela negação, ao inimigo, de informações que serão obtidas por meio de suas atividades de MAE e, negativamente, aos comandos amigos, por impedir a utilização do rádio, meio de comunicação rápido e flexível. O silêncio-rádio é uma atitude que ainda pode indicar, ao inimigo, uma possível alteração de planos (ataque iminente, retirada etc.). Desse modo, essa medida tomada pelo comandante deve ser elaborada com muito cuidado, para que se constitua, de fato, uma CCME.

As comunicações rádio, mesmo quando sob a prescrição de rádio livre, devem ser efetuadas por um período de tempo muito curto e quando

absolutamente necessárias. É interessante ressaltar que uma pequena verificação de funcionamento realizada em um conjunto rádio pode ser interceptada, revelando sua freqüência e criando a possibilidade de localização.

O sistema de modulação ideal é aquele que transmite a máxima informação com o mínimo de potência e largura de faixa. Embora essa afirmação se prenda mais à concepção dos conjuntos-rádio, a verdade é que no campo de batalha, a seleção dos sistemas de modulação depende, fundamentalmente, das necessidades de comunicações e do tipo de conjunto-rádio utilizado. Atualmente, ainda são mais utilizados os seguintes modos de transmissão-rádio:

- CW (onda contínua = *continuous wave*), nos sistemas que operam na faixa de HF, podendo constituir um sistema alternativo para outros mais desenvolvidos, quando não estiverem operacionais;
- AM (amplitude modulada = *amplitude modulation*)/SSB (*single-side band* = banda lateral singela), empregado em HF, para enlaces ponto a ponto ou em redes, onde os sistemas em VHF não podem operar; é muito vulnerável e suscetível à interferência intencional, possui

a largura de faixa muito estreita e, atualmente, a variante SSB é a solução referida para as redes-rádio que operam na faixa de HF;

- FM (freqüência modulada = *frequency modulation*) empregada nas redes-rádio de combate ou táticas e sistemas multicanais rádio (MCR); normalmente mais difícil de interferir, possui maior largura de faixa.

A decisão do comandante não desce, normalmente, ao pormenor da escolha do tipo de modulação. Contudo, se pensarmos que as diferentes fases do combate poderão exigir diferentes tipos de meios de comunicação, teremos, então, que planejar, por forma a assegurar determinada disponibilidade em meios. Isso quer dizer que devem ser empregados, ao máximo, meios alternativos de comunicação e agentes de ligação. Com isso deve preocupar-se o EM do comandante e, principalmente, seu oficial de comunicações (OCom) ou oficial de comunicações eletrônicas (denominação atualmente dada por várias FT).

Sob o ponto de vista da GE, as características dos conjuntos-rádio podem ser essenciais ou indesejadas. Essenciais são as que constituem as características técnicas dos conjunto-rádio, tais como gama de freqüências,

potência de saída, tipo de modulação, e largura da faixa.

As indesejadas são aquelas que possibilitam a identificação de determinado tipo de conjunto-rádio, apresentando, portanto, uma assinatura eletromagnética bem definida por más características de modulação (interferências indesejáveis em canais adjacentes), instabilidade e freqüência (originando recepções difíceis), regulagem deficiente da fonte de alimentação (produção de ruídos), ou irradiação em outras freqüências (produção de interferência sobre usuários amigos).

A todos os defeitos provenientes da fabricação dos conjuntos-rádio, acrescentam-se outros originados pela má manutenção ou por avarias não detectadas. A identificação do tipo de determinado conjunto-rádio, pode dar indícios bastante seguros, quanto ao escalão e à atitude da unidade usuária. A concepção dos conjuntos-rádio é um dos aspectos de muito elevada importância a ser considerado hodiernamente no processo de aquisição do material, pois atendendo ao grande número de freqüências e à consequente saturação do espectro eletromagnético, é cada vez mais imperioso que os técnicos e engenheiros, que elaboraram o projeto e o desenvolvimento dos conjuntos-rádio, sensibilizem-se, de modo a responder aos anseios da FT, especialmente quanto à diminuição da largura de faixa por canal.

Poderemos lembrar que já foi sugerido o estudo de um protótipo para a proteção criptofônica adaptável aos conjuntos-rádio dos grupos 2 e 3, produzidos para o Exército Brasileiro, no Brasil, pela SITELTRA S/A. Além de satisfazer os anseios das comunicações táticas e à GE, poderia criar condições para uma maior consideração pelos problemas peculiares à GE.

Durante o projeto inicial de um sistema ou de um conjunto-rádio, poderão ser incluídas determinadas tecnologias de CCME, capazes de reduzir a suscetibilidade de GE do equipamento, especialmente quando submetido às atividades de MAE inimigas, dificultando-lhe a capacidade de detecção e de identificação do sinal emitido.

Essas tecnologias podem ser aplicadas ao sinal e ao próprio hardware do equipamento, acontecendo, também, que algumas características são afetadas pela inclusão de freqüentes progressos, que ocorrem nos domínios das comunicações e da eletrônica de um modo mais abrangente. Por isso deve ser previsto, na fase de concepção dos conjuntos-rádio, os objetivos a que eles, ou o sistema, se destinam, com vistas à obtenção de maior rentabilidade funcional dos sistemas de comunicações, aumentando-lhes a vida útil pela capacidade de absorver novos circuitos.

Quanto à Segurança das Comunicações (Seg Com), o binômio operadores e usuários deve

estar suficientemente instruído, cônscio e disciplinado, para uma eficaz aplicação das regras de Seg Com e de todas as demais instruções de comunicações. A ameaça da GE sob seus múltiplos aspectos ou atividades deve estar sempre presente no pensamento de todos os combatentes, e em todos os escalões do comando.

No que concerne à Seg Com podemos comentar o uso de procedimentos, a proteção criptofônica e criptográfica, e o controle do tráfego.

Todos os procedimentos ou regras de exploração das comunicações devem ser simples, lógicos e de fácil aplicação por parte dos radiooperadores e usuários que tiverem de operar um conjunto rádio. Não deve ser necessário um curso para aplicar tais regras. Logo, sua produção deve ser bem planejada, por forma a poder representar, para o operador (qualificado ou não), uma maneira simplificada de comunicar por meio do rádio (ou qualquer outro meio de comunicações). Uma boa disciplina de rede deverá ser mantida a qualquer custo, pois somente com o adequado uso de procedimentos padronizados e linguagem cifrada ou codificada, evitando-se maneirismos identificáveis e indicativos de chamada dedutíveis, é possível defender-se de atividades de GE inimigas, com um bom grau de eficácia.

A criptoproteção inclui sistemas **on line** e **off-line** que, conjugados com outras medidas,

dificultarão determinadas atividades de MAE inimigas, embora não nos protejam contra a radiogoniometria e a interferência.

Com o aumento da criptoproteção pelo emprego de dispositivos **on-line**, há uma pequena oportunidade para que o inimigo seja capaz de explorar adequadamente, e com sucesso, o tráfego-rádio em nível tático. Entretanto, um bom controle da emissão é necessário para que ele, por intermédio do estudo da densidade do tráfego, possa identificar importantes PC ou QG.

O controle do tráfego-rádio deve ser usado e diferentes meios de comunicação alternativos devem ser acionados, para dar pleno escoamento às mensagens, evitando o congestionamento das comunicações.

No estágio atual da GE, acreditamos que a instrução dos usuários do rádio (qualificado ou não) é básica e imprescindível, e será o aspecto mais importante a considerar. Será por meio da melhor compreensão e contribuição dos usuários para a implementação das CCME que poderemos dificultar, e até impedir, que o inimigo obtenha sucesso nas suas atividades de GE.

Com a utilização direta dos conjuntos-rádio por parte dos comandantes e oficiais dos EM, todos os assuntos relacionados com as atividades do GE e Seg Com devem ser obrigatoriamente ensinados e praticados, inclusive nos mais altos escalões de

comando que, freqüentemente, não percebem as condicionantes relativas à utilização dos meios, da ameaça inimiga crescente, por meio das suas atividades de GE e, ainda, da nem sempre fácil ligação em determinadas fases do combate.

Durante a instrução dos usuários do rádio, devem ser enfatizadas, entre outras idéias, as seguintes:

- o rádio deve ter seu emprego minimizado, somente usado quando for estritamente necessário, quando não houver outro meio ao alcance, que permita adequada segurança e quando a situação tática assim exigir;
- todas as transmissões devem ser muito curtas, para dificultar as atividades de MAE inimigas, e os indicativos da chamada e mensagens devem ser breves, claros e precisos;
- somente deve ser empregada a mínima potência de transmissão, necessária e suficiente para que a ligação se concretize sem dificuldades, e para tal deve ser:
 - reduzida a potência de transmissão;
 - utilizado um sistema com antena de dimensão reduzida, para diminuir a potência irradiada;
 - empregado um sistema de antena direcional, para obter o máximo ganho, apenas na direção almejada;
 - escolhido um sítio, que
- as freqüências operacionais devem ser substituídas freqüentemente, em intervalos irregulares, com muita rapidez e eficiência, para evitar as atividades de MAE inimigas, podendo ser complementadas com a mudança de radiooperadores e indicativos de chamada;
- o inimigo deve ser freqüentemente enganado, levando-o a pensar que se trata de uma nova rede, por meio de mudanças de freqüência, radiooperadores, potência de transmissão, modo de operação e localização dos postos-rádio (todas as substituições que forem efetuadas, devem ser em intervalos irregulares, escolhidos pseudo-aleatoriamente);
- os conjuntos-rádio e os operadores devem estar em boas condições, pois o nível de manutenção do material e a saúde dos radiooperadores são fatores básicos no sucesso do emprego do rádio em campanha;
- o emprego adequado das regras de exploração-rádio (fonia, CW ou teleimpressor), estabelecidas nas publicações oficiais, a correta aplicação das instruções das IECom ou IEcomElT (especialmente quanto às tabelas de autenti-

permita a interposição de obstáculos naturais, ou não, entre o posto-rádio e o inimigo.

cação) e a disciplina da rede estabelecida nas NGACom são de grande utilidade e valia, para suprimir a "personalização" e os "maneirismos", fatores de especial atenção do inimigo no reconhecimento das redes rádio amigas; e

os radiooperadores devem continuar operando quando estiverem sob a ação da interferência inimiga, evitando qualquer insinuação sobre o fato, de modo a fazê-lo acreditar que a interferência não está surtindo o efeito pretendido.

Ações Anti-CME

Compreendem todas as medidas que anulem ou reduzam o efeito das CME inimigas, principalmente pelo emprego de providências anti-interferência e antidissimulação.

Diante de uma situação de interferência, a solução não é tão fácil como, simplesmente, mudar de freqüência. Todo radiooperador ou usuário deve estar permanentemente preparado para enfrentar uma situação de interferência e, após identificá-la, manter as comunicações através dela e esperar pelas soluções que foram encontradas pelo comando para as superar.

As ações anti-CME podem ser estudadas sob dois títulos: técnicas e tecnologias.

O desenvolvimento desse assunto é muito longo, o que

nos leva apenas a mostrar, em rápidas palavras, algumas técnicas e tecnologias que poderão conter ações de GE inimigas contra os sistemas de comunicações táticas. Quanto às técnicas empregadas, entre outras podemos citar o uso da baixa potência operacional; de antenas portáteis; de antenas direcionais; da operação remota dos conjuntos-rádio; da retransmissão por meio de um conjunto-rádio instalado em sítio afastado da área do PC, QG ou ponto crítico; de falsas antenas, fabricadas com materiais padronizados, iguais às reais; de mensagens curtas; do mascaramento da antena; da operação em CW; da autenticação em todas as circunstâncias; da mudança freqüente de freqüências operacionais, indicativos de chamada e escola de radiooperadores.

Os Quadros I e II mostram técnicas de CCME afetando as famílias cujos conjuntos-rádio básicos são o AN/PRC-77 e AN/VRC-12. Os dados apresentados podem servir de referência para um estudo a ser efetuado com os conjuntos-rádio dos Grupos 2 e 3, produzidos pela SITELTRA S/A, para o Exército Brasileiro, compatíveis com as famílias citadas, fabricados no exterior.

Para as comunicações militares, é fundamental obter a segurança e a privacidade contra a interferência inimiga. Quanto à

QUADRO I
TÉCNICAS DE CCME AFETANDO A FAMÍLIA AN/PRC-77

SITUAÇÃO	POTÊNCIA DO TRANSMISSOR	FREQÜÊNCIA EM MHz	ALTURA APROXIMADA DA ANTENA	POLARIZAÇÃO DA ANTENA	PROBABILIDADE DE:	
					INTERCEPTAÇÃO	LOCALIZAÇÃO EM ECP
SITUAÇÃO INICIAL	Alta Potência 2W	47,0	1m (AT 892)	Vertical Onidirecional	61%	1,3km
1	2W	47,0	3m (AT 271 A)	Vertical Onidirecional	61%	1,3km
2	2W	47,0	10m (RC-292, Vertical com Plano de Terra Elevado)	Vertical Onidirecional	73%	0,9km (1)
3	2W	47,0	3m (AT 984 A/G, Fio longo ou dipolo de construção em campanha)	Horizonte direcional	8%	O Sistema de radiogoniometria não pode obter direções com este sinal (1)
4	Baixa Potência 1W	47,0	1m (AT 892)	Vertical Onidirecional	19%	5,6km
5	2W	31,0	1m (AT 892)	Vertical Onidirecional	71%	1,0km
6	2W	72,0	1m (AT 892)	Vertical Onidirecional	15%	1,9km (2)
DADOS AMIGOS		DADOS INIMIGOS		OBSERVAÇÕES		
<ul style="list-style-type: none"> - Terreno europeu, montanhoso - Hora local: 1200 - Estação: Primavera e chuvas - Solo: Boa condutividade - Ganho da antena: 2dB 		<ul style="list-style-type: none"> - Posição de interceptação: ideal - Posição da radiogoniometria: ideal - Sistema de radiogoniometria funcionando com 1% de precisão média de 10 leituras. 		<p>(1) Uma boa CCME pode ser obtida usando baixa potência ou antenas polarizadas horizontalmente ou direcionais.</p> <p>(2) As freqüências mais altas são perigosas ECP: Erro circular provável.</p>		

Obs.: Estes dados podem servir de referência para um estudo com o Conjunto Rádio

EB 11-ERC 110 e -ERC 201 (usam o transceptor RY-20/ERC, fabricado pela SITELTRA S/A – São compatíveis com as famílias AN/PRC-77 e AN/VRC-12).

QUADRO II
TÉCNICAS DE CCME AFETANDO A FAMÍLIA AN/VRC-12

SITUAÇÃO	POTÊNCIA DO TRANSMISSOR	FREQÜÊNCIA EM MHz	ALTURA APROXIMADA DA ANTENA	POLARIZAÇÃO DA ANTENA	PROBABILIDADE DE:	
					INTERCEPTAÇÃO	LOCALIZAÇÃO EM ECP
SITUAÇÃO INICIAL	Alta Potência 35W	47,0	3m (AT 912 ou AS 1729)	Vertical Onidirecional	99%	750m
1	35W	47,0	10m (RC-292, Vertical com Plano de Terra Elevado)	Vertical Onidirecional	99%	500 a 750m
2	Baixa Potência 8W	47,0	3m (AT 912 ou AS 1729)	Vertical Onidirecional	83%	750m
3	Baixa ou alta Potência	47,0	3m (AT 984 A/G, fio longo ou antena de construção em campanha)	Horizontal Direcional	15%	O sistema de radiogoniometria não pode obter direções com este sinal, 85% do tempo.

O Erro Circular Provável: \sqrt{AB} computado empregou a fórmula para raio círculo uniforme (\sqrt{AB}), onde A e B são o maior e o menor semi-eixo do erro elíptico.

Nos conjuntos-rádio da família AN/PRC-77 não há comutador para baixa potência.

- Estes dados podem servir como referência para um estudo com os conjuntos-rádio EB 11-ERC 202, -ERC 203 e -ERC 204 (que usam o transceptor RY-20/ERC e amplificador de RF de 30W) fabricados pela SITELTRA S/A.
- São compatíveis com as famílias AN/PRC-77 e AN/VRC-12.

Seg Com, o problema se reveste de especial atenção, pois as soluções encontradas vão progredindo e acompanhando o desenvolvimento da ciência e da tecnologia no campo da eletrônica, sob os múltiplos aspectos aplicados às comunicações. Temos apreciado, nesses últimos anos, o grau desse desenvolvimento, no sentido de minimizar as ações das MAE e das CME inimigas.

Muitas tecnologias têm sido incorporadas aos materiais de comunicação no correr desta década, entre os quais têm vindo à público, entre outras, os cripto-sistemas, a privacidade, o salto de freqüência, antenas de nulo dirigido, transmissão por salva, retransmissão por freqüência única e transmissão por ondas milimétricas.

A exposição mais detalhada dessas tecnologias será motivo de um estudo e futuro trabalho, porém condensaremos em um quadro suas possibilidades e deficiências, fornecendo, ao leitor, uma visão abrangente do desempenho das tecnologias apresentadas. (Ver Quadro III.)

COMENTÁRIOS FINAIS

Parece que chegamos ao fim desta despretensiosa exposição, cuja finalidade foi dar aos interessados pela GE um quadro geral e, sob uma forma até certo

ponto didática, colocar novas idéias para meditação.

Não é difícil admitir, sem a menor sombra de dúvida, que a GE adicionou uma nova dimensão ao campo de batalha. Ela participa com algumas metas, como na batalha física, e é, em muitos aspectos, governada pelos mesmos princípios militares. A dominação do espectro eletromagnético e a crescente dependência dos comandantes ao sistema C3 demonstram que são aspectos tão importantes quanto conquistar e manter uma área do terreno. Obter ou alcançar comunicações táticas é um objetivo permanente a ser procurado por todos os comandantes. Está claro que um pré-requisito de sobrevivência contra um inimigo tecnicamente desenvolvido é uma apreciação por todos os usuários das comunicações, quanto ao valor da potencial ameaça e suas possibilidades em GE. Se forem avaliadas as consequências táticas que a ameaça possa nos causar, antes de pressionarmos a tecla de um microfone ou combinado, muitos problemas seriam evitados.

Um grande escudo protetor pode ser obtido, se fizermos uso dos mais recentes avanços da tecnologia eletrônica. Se o C3 está para continuar a ser um potencial multiplicador de força, então nossos sistemas de comunicação devem usar cada vantagem oferecida pelo nosso desenvolvimento. É importante apreciar que alguma vantagem

QUADRO III
TECNOLOGIAS DE CCME

TECNOLOGIAS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
CRIPTO-SISTEMAS	<ul style="list-style-type: none"> - Total segurança da informação 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento na largura da faixa. - Possui uma característica distinta ou peculiar. - Os sinais podem ser interferidos ou sua fonte localizada pela radiogoniometria. - Identificam uma rede rádio importante.
PRIVACIDADE	<ul style="list-style-type: none"> - Equipamentos de dimensões reduzidas e de baixo custo - Pequeno aumento na largura de faixa 	<ul style="list-style-type: none"> - Empregado para a segurança de pequenos escalões de comando. - Apresenta característica peculiar. - Alguma perda da qualidade na modalidade fonia.
SALTO DE FREQUÊNCIA	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta dificuldades para interceptação, localização pela radiogoniometria e interferência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Emprega larga abertura de faixa. - Dificuldades para MAE, especialmente quando o conjunto rádio está instalado em viatura, onde existe outro operando em rede diferente. - Rede única tem característica peculiar. - Acarreta poluição do espectro rádio. - Falta de padronização entre os fabricantes. - Complexos sistemas de sincronização. - Materiais de custo muito elevado. - Poucos dados concretos do seu emprego em combate. - Exige radiooperadores habilitados.

ganha, seja pela adoção de uma determinada linha de ação ou pelo uso de novas tecnologias, é apenas temporária. A experiência nos tem demonstrado que todas as técnicas e tecnologias têm vulnerabilidades e vantagens, e é improvável que alguma técnica ou tecnologia possa dominar. Baseado nessas idéias, sugerimos muita atenção quando forem selecionados os materiais de GE e de comunicações. Os modernos equipamentos desses campos de materiais militares devem ser construídos em forma modular, com o máximo uso de processadores de sinal e microcomputadores.

Outra preocupação com os materiais é quanto à varredura das faixas de freqüência consideradas importantes e sinais detectados de interesse. Esse aspecto das Info Sin tornou-se de muito elevada importância, desde que as Info Com têm diminuído de importância, a partir do momento em que o emprego de tecnologias de codificação tende a tornar os sinais de comunicações incompreensíveis para a escuta secreta de uma conversação privada. As tarefas de Info Com e Info Sin poderão tornar-se mais difíceis de realizar, se as tecnologias de CCME rádio, tais como salto de freqüência, espectro ampliado e transmissão por salva, continuarem a ser empregadas sobre uma base de maior largura de faixa.

Sugere-se, quanto aos equipamentos que compõem as MAE, em especial os receptores

de interceptação empregados nas atividades gerais de GE, que eles devem possuir elevadíssima sensibilidade e que a busca do sinal e o processamento deve ser tratado com muita rapidez, para que os dados obtidos tenham real valor.

Com o desenvolvimento crescente dos meios de interceptação, tem-se procurado empregar sistemas altamente direcionais nas comunicações de campanha, de modo a suprimir, em grande parte, as possibilidades de detecção e de radiogoniometria inimigas. Os sinais captados nas faixas de potencial interesse devem ser processados ou examinados o mais rápido possível, antes mesmo de eles deixarem de existir.

Portanto, é fácil compreender que os investimentos na tecnologia avançada que envolve os materiais de GE são evidentemente muito pesados para as FT, porém, dentro da avaliação custo-benefício, são altamente compensadores.

A tendência atual é para utilizar a automação, considerando-se que o operador humano não tem condições estruturais para sintonizar um sinal em uma freqüência, no âmbito de uma faixa de interesse, e/ou examinar-lhe as características tão eficientemente quanto um equipamento de análise controlado a computar. Porém é necessário ficar claro que, por mais automatizado que seja, os sistemas de GE não poderão prescindir

da intervenção humana, isto é, dos operadores.

Os materiais que compõem os atuais sistemas de GE tendem a ser móveis, instalados sobre viaturas (em *shelter* ou não), usualmente operados por uma turma de três ou mais especialistas, incluindo o motorista. Essas turmas, de acordo com sua atividade, são controladas por uma estação ou posto diretor. Os elementos que constituem os sistemas estão normalmente equipados com seus conjuntos-rádio, formando redes específicas, de modo a permitir a interligação em fonia e dados. Além disso, podem estar dotados com amplos equipamentos de processamento de dados.

O modo de trabalhar das unidades de GE sofre a influência do tipo e/ou geração dos materiais empregados.

Porém é certo que as freqüências de interesse são varridas de modo sincronizado, em especial quando um sinal de potencial interesse é interceptado por todas as unidades de escuta, pois os dados assim obtidos devem ser passados imediatamente para os elementos de radiogoniometria, para que seja processada a localização da emissão.

É necessário lembrar que os postos de radiogoniometria estão separados por distâncias consideráveis e que as direções

obtidas são informadas para um posto diretor, onde são processadas, para a determinação da área provável onde se encontra a fonte de emissão. Hodiernamente, as direções podem ser obtidas com uma surpreendente precisão, que lhes dá um elevado grau de credibilidade. Porém há sempre a probabilidade de algum erro ou engano, propiciado por reflexões ou caminhos múltiplos seguidos pelo sinal emitido. Os atuais radiogoniômetros empregam antenas de alto nível de precisão direcional.

A cobertura de todas as freqüências possíveis em toda a área da zona de combate é obviamente difícil, para justificar o emprego massificado de conjuntos de interceptação. O que interessa, para a FT, é obter o maior número de dados possíveis, com suas dotações adequadas de meios de GE, inteligentemente desdobrados na área de operações. Com isso, economizará meios e pessoal altamente especializado, diminuindo custos de toda ordem, fatos preocupantes para a operacionalidade das forças singulares, em especial da FT.

A GE contra as comunicações táticas é um objetivo a ser alcançado pelas FT modernas pois, se for possível alcançá-lo, abalará o C3 inimigo e atingirá fatores psicológicos, que influenciarão na vontade de combater das forças hostis ou da ameaça potencial.

ganharia, seja pela adoção de uma determinada linha de ação ou pelo uso de novas tecnologias, é apenas temporária. A experiência nos tem demonstrado que todas as técnicas e tecnologias têm vulnerabilidades e vantagens, e é improvável que alguma técnica ou tecnologia possa dominar. Baseado nessas idéias, sugerimos muita atenção quando forem selecionados os materiais de GE e de comunicações. Os modernos equipamentos desses campos de materiais militares devem ser construídos em forma modular, com o máximo uso de processadores de sinal e microcomputadores.

Outra preocupação com os materiais é quanto à varredura das faixas de freqüência consideradas importantes e sinais detectados de interesse. Esse aspecto das Info Sin tornou-se de muito elevada importância, desde que as Info Com têm diminuído de importância, a partir do momento em que o emprego de tecnologias de codificação tende a tornar os sinais de comunicações incompreensíveis para a escuta secreta de uma conversação privada. As tarefas de Info Com e Info Sin poderão tornar-se mais difíceis de realizar, se as tecnologias de CCME rádio, tais como salto de freqüência, espectro ampliado e transmissão por salva, continuarem a ser empregadas sobre uma base de maior largura de faixa.

Sugere-se, quanto aos equipamentos que compõem as MAE, em especial os receptores

de interceptação empregados nas atividades gerais de GE, que eles devem possuir elevadíssima sensibilidade e que a busca do sinal e o processamento deve ser tratado com muita rapidez, para que os dados obtidos tenham real valor.

Com o desenvolvimento crescente dos meios de interceptação, tem-se procurado empregar sistemas altamente direcionais nas comunicações de campanha, de modo a suprimir, em grande parte, as possibilidades de detecção e de radiogoniometria inimigas. Os sinais captados nas faixas de potencial interesse devem ser processados ou examinados o mais rápido possível, antes mesmo de eles deixarem de existir.

Portanto, é fácil compreender que os investimentos na tecnologia avançada que envolve os materiais de GE são evidentemente muito pesados para as FT, porém, dentro da avaliação custo-benefício, são altamente compensadores.

A tendência atual é para utilizar a automação, considerando-se que o operador humano não tem condições estruturais para sintonizar um sinal em uma freqüência, no âmbito de uma faixa de interesse, e/ou examinar-lhe as características tão eficientemente quanto um equipamento de análise controlado a computar. Porém é necessário ficar claro que, por mais automatizado que seja, os sistemas de GE não poderão prescindir

da intervenção humana, isto é, dos operadores.

Os materiais que compõem os atuais sistemas de GE tendem a ser móveis, instalados sobre viaturas (em *shelter* ou não), usualmente operados por uma turma de três ou mais especialistas, incluindo o motorista. Essas turmas, de acordo com sua atividade, são controladas por uma estação ou posto diretor. Os elementos que constituem os sistemas estão normalmente equipados com seus conjuntos-rádio, formando redes específicas, de modo a permitir a interligação em fonia e dados. Além disso, podem estar dotados com amplos equipamentos de processamento de dados.

O modo de trabalhar das unidades de GE sofre a influência do tipo e/ou geração dos materiais empregados.

Porém é certo que as freqüências de interesse são varridas de modo sincronizado, em especial quando um sinal de potencial interesse é interceptado por todas as unidades de escuta, pois os dados assim obtidos devem ser passados imediatamente para os elementos de radiogoniometria, para que seja processada a localização da emissão.

É necessário lembrar que os postos de radiogoniometria estão separados por distâncias consideráveis e que as direções

obtidas são informadas para um posto diretor, onde são processadas, para a determinação da área provável onde se encontra a fonte de emissão. Hodiernamente, as direções podem ser obtidas com uma surpreendente precisão, que lhes dá um elevado grau de credibilidade. Porém há sempre a probabilidade de algum erro ou engano, propiciado por reflexões ou caminhos múltiplos seguidos pelo sinal emitido. Os atuais radiogoniômetros empregam antenas de alto nível de precisão direcional.

A cobertura de todas as freqüências possíveis em toda a área da zona de combate é obviamente difícil, para justificar o emprego massificado de conjuntos de interceptação. O que interessa, para a FT, é obter o maior número de dados possíveis, com suas dotações adequadas de meios de GE, inteligentemente desdobrados na área de operações. Com isso, economizará meios e pessoal altamente especializado, diminuindo custos de toda ordem, fatos preocupantes para a operacionalidade das forças singulares, em especial da FT.

A GE contra as comunicações táticas é um objetivo a ser alcançado pelas FT modernas pois, se for possível alcançá-lo, abalará o C3 inimigo e atingirá fatores psicológicos, que influenciarão na vontade de combater das forças hostis ou da ameaça potencial.



O CEL HUMBERTO JOSÉ CORRÊA DE OLIVEIRA é autor de muitos trabalhos sobre Comunicações e Guerra Eletrônica (GE). É considerado pioneiro da GE no Exército Brasileiro. Possui os cursos da AMAN (Tu 1952); EsCom; EsAO (Tu 1962); ECEME (Tu 1967); ESG (1973). Além desses, possui o Curso de Navegação Espacial (Escola Naval), Comunicações por Satélites (USASCS) e da ESG da França (1977 e 1978). Foi Instrutor de Comunicação na EsSA (1956 a 1959), do CCom/AMAN (1960, 1961, 1963 e 1964), e Instrutor-Chefe de Emprego Tático das Comunicações e Subcomandante da EsCom, nos anos de 1969 a 1972. Comandou o 4º BCom Ex nos anos de 1974 a 1976. Foi Chefe do Gabinete da extinta DCom e da DMCE. Como oficial do EME, serviu na 2ª Subchefia e na 3ª Subchefia, onde exerceu as funções de Chefe do NICIGE (Núcleo de Instalação do Centro de Instrução de GE), e Executivo da CCCAGE (Comissão de Coordenação e Controle das Atividades de GE). Reformado por motivo de saúde em setembro de 1986, ainda se dedica a pesquisa e produção de trabalhos sobre GE.