

# APLICAÇÃO DO SOFTWARE SIGREC EM TREINAMENTO DE OPERADORES MAGE

BRUNO MICHEL MARCONDES ALVES (1ºTENENTE AVIADOR)

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA – Pça. Mal. Eduardo Gomes, nº50 – Vila das Acácias, São José dos Campos. SP

**Resumo** — Este artigo demonstra a aplicabilidade do software SIGREC (*Signal Recognition Trainer*) como instrumento de auxílio na formação e treinamento de operadores de sistemas de Medidas de Apoio a Guerra Eletrônica (MAGE).

O levantamento de informações acerca dos emissores inimigos constitui o objetivo básico nas ações de MAGE. Entretanto, para o cumprimento eficiente destas missões, independente da capacidade dos equipamentos, a habilidade dos operadores é fundamental, visto que o ser humano ainda é a peça chave no processo decisório. Dessa forma, a aplicação deste ou de outro software similar no treinamento dos tripulantes torna-se uma ferramenta apropriada e de baixo custo, ou seja, adequada ao contexto de uma Força Aérea moderna.

**Palavras-chaves** — formação e treinamento de operadores de sistemas MAGE.

## I. INTRODUÇÃO

No contexto de um Teatro de Operações moderno a Guerra da Informação tem alcançado um papel de grande importância. Guerra da Informação é definida como as ações que, além de impedir ou reduzir o uso efetivo da informação pelo inimigo, assegura, ao mesmo tempo, às nossas forças a utilização e a proteção de informações e sistemas correlatos. Quando essas ações ocorrem empregando-se energia eletromagnética, denomina-se Guerra Eletrônica (GE). Basicamente, define-se GE como as atividades que envolvem o uso de radiação eletromagnética para delimitar, explorar, reduzir ou evitar o uso hostil do espectro eletromagnético, bem como garantir a sua utilização de maneira eficaz em proveito próprio. [1]

Este conceito ganha magnitude quando analisado à sombra dos conflitos contemporâneos, os quais apontam claramente a importância dos avanços tecnológicos no campo militar, estabelecendo assimetria e conseqüente desequilíbrio no cenário tático. A implementação destes sistemas age como catalisador para novos desenvolvimentos, pondo à disposição dos comandos um arsenal de aplicações e auxílios à decisão, adicionando nova dimensão ao campo de batalha. Estes avanços geram produtos em diversas áreas, como: sistemas de armas, comunicação, detecção, simulação e outros. Neste caso, ressaltam-se a importância das engenharias eletrônica e computação, as quais têm experimentado avanços significativos nas Forças Armadas Brasileiras. [2] [3]

Devido às restrições orçamentárias, comuns às forças armadas de todo o mundo, e a crescente complexidade dos equipamentos utilizados, a simulação torna-se um caminho atraente para aperfeiçoar o adestramento de pessoal. O emprego de simuladores permite manter o aprestamento mesmo quando em períodos de baixa disponibilidade dos meios envolvidos. Valendo-se destes sistemas, é possível acompanhar e avaliar o desempenho dos instruídos, além de

aplicar os treinamentos de maneira gradual até os níveis mais complexos. [4]

Conforme objetivos estipulados em documentação pertinente, a estratégia de recursos humanos da Força Aérea prevê o aprimoramento constante dos recursos humanos aplicados em atividades de GE, em todos os níveis de instrução e manutenção operacional.

Neste contexto, este artigo objetiva incentivar o uso de simulador para treinamento dos operadores de equipamentos MAGE. Especificamente no adestramento quanto à interpretação dos sinais de áudio provenientes do processo realizado por equipamentos passivos, de forma a garantir adequada formação e manutenção operacional dos tripulantes.

## II. MAGE E INDICADORES DE ÁUDIO

Basicamente, a concepção atual da Guerra Eletrônica consiste em explorar as emissões eletromagnéticas do oponente em todas as faixas do espectro eletromagnético, a fim de identificar suas intenções e potencialidades, produzir informações para a respectiva Ordem de Batalha Eletrônica (OBE). Além de utilizar medidas e tecnologias adequadas para impedir o uso eficaz de sistemas de comunicação e defesa, além de assegurar o uso eficaz de espectro eletromagnético pelas Forças amigas. [1]

As ações de busca de interceptação, monitoração, localização eletrônica, análise, registro e difusão de informações sobre fontes de radiação eletromagnética são ações inerentes às MAGE. Os dados são obtidos com o propósito de imediato reconhecimento de uma ameaça ou a posterior utilização para atividades de inteligência. [5]

Evidentemente, ocorre forte interação entre as MAGE e a atividade de Inteligência. Os dados provenientes de ações de reconhecimento eletrônico alimentam os bancos de dados de inteligência nos níveis estratégicos, operacionais e táticos. Da mesma forma, as MAGE fazem uso de informações oriundas das diversas fontes de inteligência para subsidiar seu planejamento, validar seu levantamento e aperfeiçoar seu processamento.

Na Fig.1 são apresentadas as etapas de processamento das MAGE, sendo ressaltadas as que se valem dos indicadores de áudio para complementar o processamento do sinal:

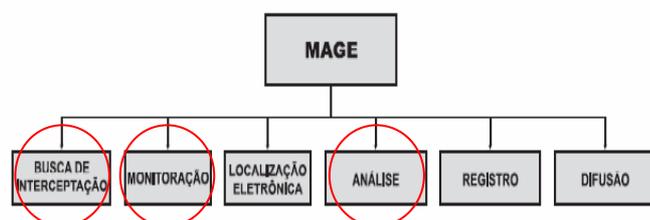


Fig.1 Ações de MAGE

A busca de interceptação permite que seja realizada uma análise inicial do sinal, a partir da qual se determinam suas características principais que posteriormente serão correlacionadas com o banco de dados disponível. Dessa análise poderá resultar uma decisão tática, como por exemplo, uma manobra evasiva ou o emprego de proteção ou ataque eletrônico. Depois de interceptado o sinal, caso seja o propósito da missão, procura-se manter contato MAGE, de forma a manter atualizado a condição do emissor e obter maior número de direções de chegada do sinal para estimar sua posição.

A análise é o estudo dos dados com a finalidade de obtenção de conhecimento para uso imediato ou posterior, além de ser parte fundamental na atribuição de graduação de confiabilidade dos dados obtidos. [6]

Nestas fases os indicadores de áudio são de extrema importância, pois auxiliam na identificação dos sinais interceptados. Um operador experiente pode identificar o tipo de modulação e de varredura pelo tom de áudio do sinal recebido e, conseqüentemente, determinar o grau de ameaça que o emissor representa, mesmo em caso de falha de processamento em algum elemento parte do conjunto. [5] [6] Apesar da existência de métodos automáticos, a complexidade dos algoritmos e equipamentos necessários, além da quantidade de dados a serem armazenados para tal, inviabiliza a sua utilização. Mesmo porque os equipamentos atualmente empregados demandariam gastos em modernização, energia elétrica e espaço da plataforma, o que nem sempre está disponível, principalmente em aeronaves.

Os indicadores de áudio são encontrados na maioria dos equipamentos de MAGE e são utilizados para a monitoração do sinal interceptado em tempo real. São importantes tanto para interceptação de comunicações quanto para radares.

No caso dos equipamentos destinados à faixa radar (microondas), estes indicadores geram um sinal de áudio a cada pulso do emissor interceptado. O som resultante do "trem" de pulsos recebido é disponível em uma tomada de fones ou alto-falante. Dessa forma, cada emissor produzirá uma saída de áudio típica, que, com alguma prática do operador, poderá revelar características importantes, auxiliando a análise. Por exemplo, a frequência do tom de áudio varia proporcionalmente com a FRP do sinal recebido. Assim, um tom agudo indicará uma alta FRP, enquanto um tom grave indicará uma baixa FRP, como apresentado na Fig.2. [7]

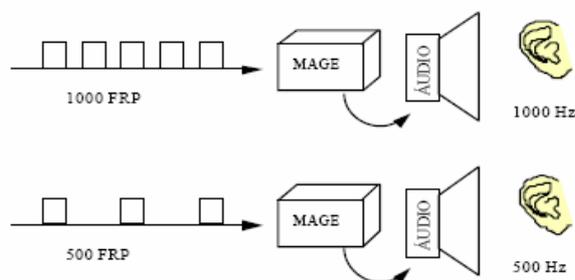


Fig. 2 Tom de áudio proporcional à FRP recebida

O intervalo entre as repetições do tom de áudio indicará o tipo de varredura empregada e o intervalo entre as varreduras. Assim, sinais que se repetem a intervalos constantes indicam uma varredura circular e um sinal constante, entretanto

variando em intensidades pode indicar o processo de aquisição de um radar empregando varredura cônica.

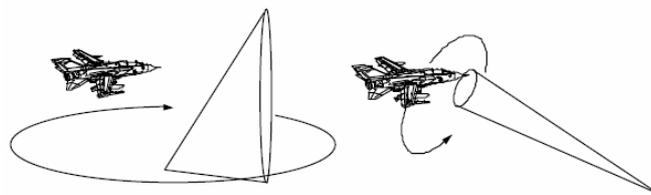


Fig. 3 A forma como varia o sinal de áudio indica o tipo de varredura

### III. O PROGRAMA SIGREC

Ressalta-se que o objetivo deste artigo não é apontar este software como necessário para a Força, e sim ressaltar o uso de ferramentas simples que agregam valor à formação e treinamento de pessoal, visto que, por restrições de ordens variadas, nem sempre é possível prover o adestramento adequado.

O sistema analisado é o software SigRec. Este programa é uma ferramenta para instrução básica e treinamento de operadores no reconhecimento e análise de sinais de áudio provenientes de emissões da faixa radar. Seu modelo foi desenvolvido para computadores comuns, baseado nos padrões da plataforma Microsoft Windows®, sendo seus comandos simples e intuitivos.

Este software permite criar, editar e executar sinais, valendo-se do tom de áudio e sinal de vídeo gerado de acordo com as características da emissão simulada. O sinal de vídeo consiste de um osciloscópio digital integrado ao programa, que apresenta um diagrama, no domínio do tempo, do sinal recebido.

Os sinais podem ser criados em pastas separadas de acordo com critérios previamente estabelecidos. Cada sinal gerado constitui arquivo exclusivo e com nome próprio, sendo todos os parâmetros passivos de edição. Pode-se, inclusive, determinar a distância do emissor ocasionando queda na intensidade do sinal de áudio, o que possibilita representar diferentes situações táticas. Vale ressaltar que o programa não disponibiliza o algoritmo com o qual caracteriza a variação do sinal de áudio com a alteração da distância. Entretanto, vários são os fatores que influenciam a propagação da onda na atmosfera e que, conseqüentemente, afetam diretamente na atenuação da emissão. Dessa forma, a alteração da distância do emissor deve ser usada apenas didaticamente, com o intuito de ensino e treinamento, ou seja, desconsiderando os valores numéricos.

As seguintes características constituem a configuração da emissão simulada: frequência, largura do feixe, largura de pulso, potência radiada estimada (ERP), nível de potência dos lóbulos secundários (em relação ao lóbulo principal), padrão de frequência de repetição de pulsos (PRF), frequência de repetição de pulsos, configurações de "jitter" e tipo de varredura. Os tipos de varreduras mais empregados fazem parte do menu, assim como as opções de configuração das particularidades de seus padrões, sendo possíveis simular os seguintes tipos de varredura: Circular, Setor bidirecional e unidirecional, Chaveamento de Lóbulos, Espiral, Conical, Raster bidirecional e unidirecional, Palmer Raster, Palmer

Circular, Helicoidal, Circular Raster - Circular com setor vertical -, Palmer bidirecional e unidirecional.

Ainda com o osciloscópio digital é possível modificar a escala de tempo, em segundos e submúltiplos (ms e  $\mu$ s) e de amplitude em Volts e submúltiplos (mV e  $\mu$ V). Assim é possível obter a apresentação do sinal recebido em várias escalas facilitando a compreensão do aluno e a memorização das características da emissão associada ao tom de áudio característico. [8]

Na Fig.4 é apresentada a tela principal de operação do programa:

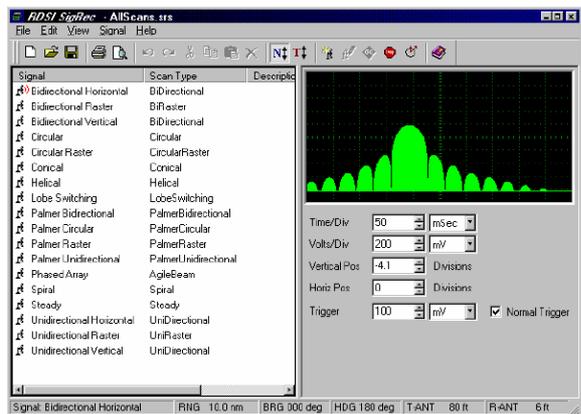


Fig. 4 Tela principal de operação

Nesta tela é apresentada uma lista de sinais, entre os quais é apontado o que está ativo no momento. É possível perceber nesta tela o detalhe do osciloscópio com o diagrama sinal do sinal ativo, bem como o menu para modificações nas escalas de tempo e amplitude.

A versão "trial" utilizada para a elaboração deste artigo foi a 1.42 de 1997, com validade de sessenta dias.

#### IV. CONCLUSÃO

Neste trabalho pretendeu-se demonstrar a aplicabilidade do programa SIGREC, como instrumento de auxílio na formação e treinamento de operadores de sistemas MAGE.

Apresenta-se inicialmente a contextualização da Guerra Eletrônica nos conflitos atuais, além da importância do avanço tecnológico na área militar e o impacto causado no cenário tático. Foi ressaltada a importante interação entre as Medidas de Apoio de GE e as atividades de inteligência, apresentando o valor das ações de MAGE na busca da informação. Posteriormente foi ressaltada a forma como as novas tecnologias influenciam as várias atividades do campo de defesa.

Como visto, a Força Aérea estimula o aprimoramento constante dos recursos humanos envolvidos nas tarefas referentes à GE. Aliando este fato às restrições orçamentárias concluímos que a simulação torna-se um interessante caminho para o treinamento de pessoal.

Entretanto, a implementação, implantação e validação de simuladores envolve procedimentos de elevada complexidade. Apesar de se tentar reproduzir o cenário o mais próximo da realidade, deve-se considerar qual a real necessidade do treinamento simulado, pois o treinamento neste equipamento deve minimizar a perplexidade diante da situação real.

O indicador de áudio é parte importante de um sistema MAGE, dado o auxílio que presta no processamento das características dos sinais, principalmente na determinação do tipo de varredura. Portanto, sem a presença de um operador capacitado as indicações fornecidas podem não ser percebidas ou serem mal interpretadas. E esta experiência demandaria muitas horas de voo que seriam economizadas com o uso de software para treinamento.

Por meio deste artigo, pretende-se contribuir para as possíveis tomadas de decisão dos comandos superiores, pois o processo de desenvolvimento ou aquisição de softwares ou sistemas de simulação deve ser profundamente estudado para maximizar seu uso. Avalendo-se destes auxílios conhecimento das condições de propagação eletromagnética, gerado a partir dos gráficos, os quais contribuem na determinação da melhor forma de emprego do equipamento radar em cada situação tática.

Este trabalho não esgota a possibilidade de outros estudos quanto à necessidade de sistemas de simuladores de sinais de áudio, visto a necessidade de maior detalhamento pelos usuários e mantenedores, além de todo o processo de elaboração de necessidades operacionais previstos em documentação específica da Força Aérea.

Por fim, visando o emprego eficaz dos recursos de GE, o autor sugere que seja confeccionada uma proposta de necessidade operacional por parte dos esquadrões que empregam plataformas MAGE ou mesmo pelas próprias FAE. Pois, o correto reconhecimento e interpretação dos sinais provenientes dos indicadores de áudio são fundamentais para a análise de emissões.

#### REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Ministério da Aeronáutica. DMA 500-1: Política de Guerra Eletrônica da Aeronáutica. 1996.
- [2] BRASIL. Ministério da Aeronáutica. MMA 500-1: Manual Básico de Guerra Eletrônica. 1997.
- [3] BRASIL. Comando da Aeronáutica. Apostila da ECEMAR: Fundamentos de Guerra Eletrônica. 2006.
- [4] OSWALDO PEÇANHA CANINAS – Capitão-de-Corveta. O uso de simuladores: idéias para Marinhas em evolução. Revista O Passadiço, 2005.
- [5] BRASIL. Ministério da Aeronáutica. MMA 500-2: Aplicações de Guerra Eletrônica. 1996.
- [6] JOÃO LÚCIO VEIGA DE ASSIS – Capitão Aviador. Trabalho Individual, CEAAE 2001. ITA. CTA. São José dos Campos.
- [7] BRASIL. COMANDO DA AERONÁUTICA. APOSTILA DO CURSO OPERACIONAL DE GE: MEDIDAS DE APOIO DE GUERRA ELETRÔNICA. 2007.
- [8] RDSI. Research and Development Solutions, Inc. SigRec: Signal Recognition Trainer. User's Manual. United States of America, Virginia, 1997.