



RADAR DE BAIXA PROBABILIDADE DE INTERCEPTAÇÃO

A ARTE DE "VER E NÃO SER VISTO" NA GUERRA ELETRÔNICA

FOTO: U.S. Navy

Capitão-Tenente QC-CA **MAXIMILIANO BARBOSA DA SILVA**

Encarregado da Divisão Oscar 2 - NDCC Alte Saboia
Aperfeiçoado em Eletrônica

INTRODUÇÃO

Na guerra naval, descobrir a posição da força inimiga no mar é ter a chance de atacar primeiro e, talvez, incapacitar definitivamente a força inimiga. Na contrapartida, não ser descoberto pelo inimigo é ganhar tempo para o cumprimento da missão, a qual nem sempre aponta para o engajamento direto entre forças. A solução para esse dilema é uma busca constante da tecnologia no ambiente da Guerra Eletrônica. O domínio do espectro eletromagnético, na guerra naval, pode ser o fator determinante da vitória ou derrota de uma força naval.

Na última década, o ambiente de Guerra Eletrônica observou a diversidade e a complexidade do espectro de radiofrequência se tornar muito mais desafiador por causa da rápida evolução tecnológica. Os sistemas de radares contemporâneos raramente são dispositivos de frequência única, a maioria tem várias funcionalidades e características que incluem agilidade ou diversidade de frequência de repetição de pulsos (FRP), seleção da largura de pulso de operação (LP), alternância manual de polarização da onda eletromagnética, transmissão em uma faixa de frequência ou setor desejado,

entre outros subterfúgios. Cada evolução tecnológica traz consigo melhorias nos sistemas de interceptação.

Atualmente, os sistemas radares têm que lidar com ameaças muito eficazes e avançadas nos campos de batalha. Essas ameaças variam desde sistema de Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE), Mísseis Antirradiação (MAR), Receptores de Alerta de Radar (RWRs) até sistemas de Ataque Eletrônico. Todos esses equipamentos são projetados para dificultar o uso irrestrito dos radares, a fim de degradar seu desempenho, por meio de interceptação, identificação, interferência, evasão ou destruição.

Para combater as Medidas de Ataque Eletrônico (MAE), os radares precisam camuflar suas emissões de receptores hostis. O sistema radar de Baixa Probabilidade de Interceptação (*Low Probability of Intercept - LPI*) surge como novidade capaz de desempenhar este papel no âmbito da Guerra Eletrônica, permitindo “ver e não ser visto”.

ATUAÇÃO DO SISTEMA NAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA

As Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) são um conjunto de ações que visam assegurar o uso efetivo do espectro eletromagnético, a despeito do emprego de MAE por forças amigas e inimigas. Dentre os efeitos desejados, pode-se citar a redução da capacidade do inimigo em empregar equipamentos capazes de interceptar emissões, conforme ilustrado na figura 2. Nesse contexto, o radar LPI é classificado como MPE anti-MAGE.

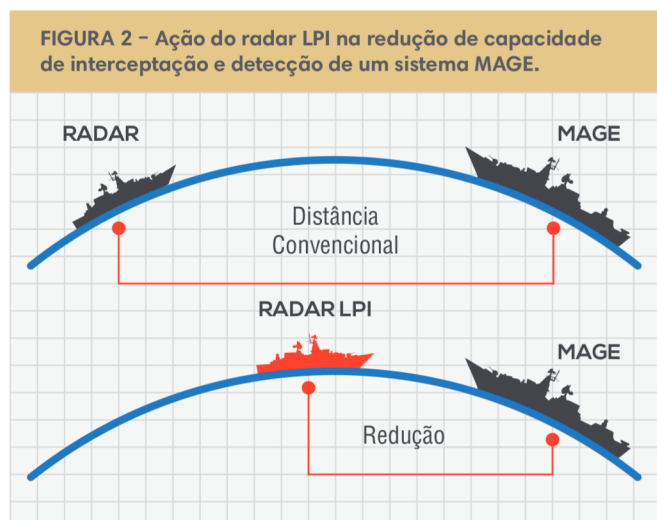


Figura 1 - Moderno radar que emprega a tecnologia LPI em um de seus submodos de operação.



RADAR DE BAIXA PROBABILIDADE DE INTERCEPTAÇÃO

Pode-se definir um radar LPI como aquele que usa uma forma especial de emissão de onda destinada a evitar que sua interceptação seja detectada. O desempenho esperado é que a distância de detecção radar do alvo seja maior que a distância de interceptação de um sistema eletrônico passivo. A fim de se alcançar este objetivo, o sistema de Baixa Probabilidade de Interceptação possui recursos que o diferenciam de um radar pulsado convencional, assim destacados:

- Antena com lóbulo secundário de irradiação muito reduzido: Uma vez que a antena esteja emitindo menos potência fora do eixo, ocorre a redução da capacidade de interceptação do sinal;
- Padrão irregular de varredura da antena: Os sistemas de interceptação podem usar o tipo de varredura e também a taxa de varredura, a fim de detectar e identificar o radar, e conseqüentemente, o meio que está emitindo. Todavia, mudando-se este padrão randomicamente, a interceptação será dificultada. Antenas com varredura eletrônica têm esta possibilidade;
- Gerenciamento eficaz de potência Irrradiada: À medida que a distância radar-alvo diminui, a potência irradiada também diminui. Isto minimiza a relação sinal-ruído e faz com que alguns receptores não amigos calculem erroneamente a distância do emissor e o categorize como uma ameaça de baixa prioridade;

- **Frequência da Portadora:** Com o uso de frequências da onda portadora do sinal, próximas às de máxima atenuação atmosférica (22, 60, 118 GHz), o sinal transmitido poderá ser mascarado, limitando assim a interceptação do sinal. Contudo, devido a alta absorção, esta técnica é limitada a apenas radar LPI de curto alcance;
- **Alta sensibilidade:** Capacidade de detectar e processar um sinal de potência baixa, proveniente do eco de um alvo;
- **Alto ganho de processamento:** Devido ao conhecimento do seu próprio sinal emitido, o radar consegue restringir e processar de forma eficaz a grande largura de banda no seu receptor;
- **Variação de frequência de operação:** Dificulta a determinação da frequência exata por parte do sistema de interceptação, e, portanto, a identificação do emissor;
- **Configurações monoestática e biestática (transmissor e receptor separados em distância):** Para um sistema monoestático, a potência espalhada do transmissor é isolada do receptor. No entanto, para minimizar o ataque MAR e aumentar a possibilidade do radar LPI detectar alvos “*stealth (invisible)*”, os modelos biestáticos são mais eficientes; e
- **Grande largura de banda:** Larga faixa da frequência de operação)/grande ciclo de trabalho ativo.

transmitida para se confundir com ruído ambiente, através da transmissão de um sinal de onda contínua (CW) modulada e codificada, que permite enviar uma potência baixa, mas de longa duração.

Tal processo é conhecido como “*Modulação Intrapulso*” e permite que o receptor do radar LPI reconheça os elementos do código, realinhe-os em instantes de tempo, adicione-os de forma correta e gere um pulso de saída caracterizado pela intensidade elevada e pela duração igual a duração do elemento do código. Isto requer que os sistemas de interceptação procurem em uma grande largura de banda na tentativa de encontrar a emissão radar, reduzindo a velocidade do ciclo de decisão do oponente.

É importante ressaltar que, apesar de sua baixa probabilidade de ter o sinal interceptado, o radar LPI possui a capacidade de detecção de alvo semelhante aos radares convencionais.

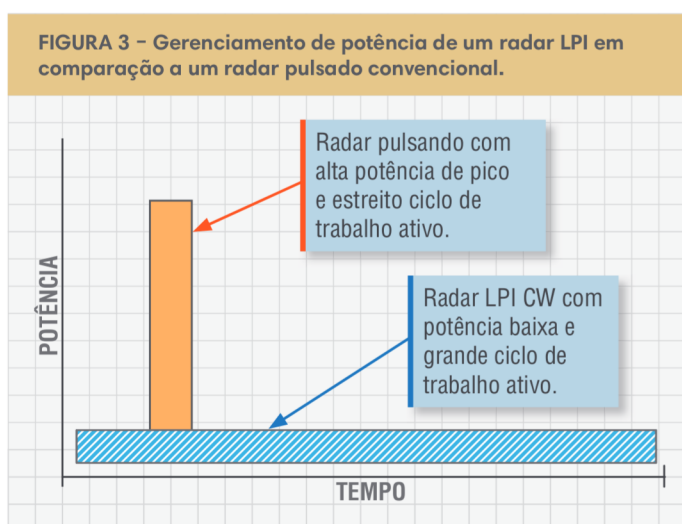
CONCLUSÃO

A utilização do sistema radar de Baixa Probabilidade de Interceptação na Guerra Eletrônica encontra-se difundida nos meios aéreos, terrestres e navais. A maioria dos radares modernos possui esta tecnologia agregada, que reduz a eficiência de equipamentos passivos como o MAGE, o que tem impulsionado a necessidade de aprimoramento operacional no ambiente de radiofrequência, em busca de sistemas de interceptação mais efetivos.

Cabe ressaltar que as características eletrônicas dos radares, que os tornam tão únicos em suas capacidades, são tratadas pelas políticas de muitos países, onde as empresas desenvolvedoras da tecnologia estão sediadas, como assunto de segurança de estado, o que pode causar restrições ao acesso completo, nos casos de aquisição dos equipamentos por outras nações, à totalidade da capacidade tecnológica do equipamento.

É importante lembrar que a detecção realizada pelos radares orienta o lançamento de mísseis e outros armamentos, ou seja, nesses casos ambas as capacidades são interligadas, a detecção e a capacidade de lançar o armamento assertivamente sobre o alvo detectado. Nota-se que a constante demanda tecnológica de melhora do poder de detecção de um radar, nesse contexto, é tão importante quanto a demanda tecnológica pela melhora dos sistemas de armas e armamentos de um navio de guerra, principalmente na era moderna da guerra dos mísseis.

De outro ponto de vista, ter a capacidade de não ser detectado por um radar aumenta substancialmente não só a probabilidade de sobrevivência numa guerra naval como



De acordo com a figura 3, observa-se a principal vantagem do radar LPI sobre os radares pulsados convencionais. O primeiro consegue escapar da detecção, espalhando a energia irradiada ao longo do tempo e do espectro de frequência, reduzindo a potência de pico. Este sistema é, portanto, capaz de explorar o produto de largura de banda e pico de potência

também as chances de cumprimento das missões. Na guerra naval “ver e não ser visto” é um fator de grande vantagem num ambiente onde não há lugares para se ocultar.

Em vista disso, no contexto da Guerra Eletrônica, é de suma importância investir em pesquisa e no desenvolvimento tecnológico, a fim de proporcionar ferramentas que contribuam para a manutenção da soberania nacional. Desenvolver tecnologia nacional de detecção é uma questão de sobrevivência na moderna guerra dos mísseis, sobretudo no que diz respeito ao poder de dissuasão das forças armadas em tempos de paz.

Referências:

BRASIL. Marinha do Brasil. Centro de Guerra Eletrônica da Marinha. *Medidas de Guerra Eletrônica (Medidas de Proteção Eletrônica)*. Niterói, 2016.

DE MARTINO, andrea. *Introduction to modern EW systems*. Segunda edição. Boston Artech House, 2018.

DENK, aytug. *Detection and jamming low probability of intercept (LPI) radar*. Master's Thesis. Monterey, California. Naval Postgraduate School. 2006. Disponível em: <https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/2541/06Sep_Denk.pdf?sequence=1&HYPERLINK "https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/2541/06Sep_Denk.pdf?sequence=1&isAllowed=y"&HYPERLINK "https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/2541/06Sep_Denk.pdf?sequence=1&isAllowed=y"&HYPERLINK

"https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/2541/06Sep_Denk.pdf?sequence=1&isAllowed=y">. Acesso em: 13 de Maio de 2019.

FULLER, K. L. 1990. *To see and not be seen*. Radar and Signal Processing IEEE Proceedings F137, (1) 1-10. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/267665>>. Acesso em: 13 de Maio de 2019.

KEERTHI,y.BHATT,td. *LPI radar signal generation and detection*. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/50cc/0761d8452d9a2edfa7509dce75a8d4259ae6.pdf>>. Acesso em 14 de Maio de 2019.

Low Probability of Intercept Radar. Disponível em: <<https://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/systems/lpir.htm>>. Acesso em: 13 de Maio de 2019.

PACE, phillip e. *Detecting and classifying low probability of intercept radar*. Segunda edição. Boston Artech House, 2009.

TABOADA,Fernando I. *Detection and Classification of LPI Radar Signals using Parallel Filter Arrays and Higher Order Statistics*. Master's Thesis. Monterey, California. Naval Postgraduate School. 2002. Disponível em: <https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/4469/02Sep_Taboada.pdf?sequence=1&HYPERLINK "https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/4469/02Sep_Taboada.pdf?sequence=1&isAllowed=y"&HYPERLINK "https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/4469/02Sep_Taboada.pdf?sequence=1&isAllowed=y">. Acesso em: 13 de Maio de 2019.

https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/2541/06Sep_Denk.pdf?sequence=1&HYPERLINK "https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/2541/06Sep_Denk.pdf?sequence=1&isAllowed=y"&HYPERLINK "https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/2541/06Sep_Denk.pdf?sequence=1&isAllowed=y">. Acesso em: 13 de Maio de 2019.

KEERTHI,y.BHATT,td. *LPI radar signal generation and detection*. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/50cc/0761d8452d9a2edfa7509dce75a8d4259ae6.pdf>>. Acesso em 14 de Maio de 2019.



Um mar de tranquilidade para você e para a Família Naval



SEGURO DE VIDA



ASSISTÊNCIA FUNERAL



SEGURO RESIDENCIAL



SEGURO AUTO



PLANO DE SAÚDE



PLANO ODONTOLÓGICO



SEGURO DE ACIDENTES PESSOAIS



SERVIÇOS DE EMERGÊNCIAS MÉDICAS DOMICILIARES

faleconosco@mapma.com.br

www.mapma.com.br/abrigo

Região metropolitana | RJ

(21) 2216-4800

(21) 2102-1312

Demais regiões

0800 025 1312

A Mapma cuida de tudo que tem valor para você!