

Análise comparativa do modo de Abertura Sintética do Radar de Busca da aeronave P-3 AM ORION

1º Tenente Aviador Luis Felipe de Moura Nohra

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias CEP 12228-900 – São José dos Campos – SP – Brasil

Resumo — Este artigo apresenta as características e capacidades do Radar de Abertura Sintética (SAR) adquirido para equipar a aeronave P-3 AM ORION, aplicados às missões atribuídas a Aviação de Patrulha. São apresentados os processos de melhoria de resolução em azimute e distância, comparativamente ao Radar AN/APS-137 da Raytheon Company. A aquisição possibilita à Aviação de Patrulha realizar com sucesso as atuais missões e aumentar a sua capacidade de operação no Teatro de Operações Marítimo.

Palavras-chaves — Radar de Abertura Sintética (SAR), Resolução em Azimute, Resolução em Distância, P-3 Orion.

I. INTRODUÇÃO

Juntamente com a Marinha do Brasil, a Força Aérea Brasileira possui “a missão de fiscalizar o cumprimento de leis e regulamentos, em Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), na Plataforma Continental (PC) e no alto-mar; respeitando os tratados, convenções e atos internacionais ratificados pelas autoridades brasileiras e de contribuir para a salvaguarda da vida humana no mar, a segurança da navegação aquaviária e a prevenção da poluição ambiental” [1].

Para cumprir esta missão e outras destinadas a Aviação de Patrulha, a Força Aérea Brasileira opera, atualmente, aeronaves P-95 Bandeirilha. Esta plataforma possui um Radar de Busca de Superfície convencional, com pouca capacidade de detecção, comparado aos modernos sensores existentes.

Visando melhorar à vigilância da imensa região submersa de nosso território, com quase 4,5 milhões de km², equivalente a mais de 50% da extensão territorial do Brasil, foram adquiridas novas plataformas e novos sensores. A aeronave escolhida foi P-3A Orion, fig 1, aeronave consagrada mundialmente pelo excelente desempenho, operando em 16 nações, num total de mais de 420 aeronaves operativas [2].



Figura 1 – Aeronave P-3 Orion fabricada pela Lockheed Martin [2]

A aquisição desta plataforma projeta a Força Aérea Brasileira entre as mais poderosas do mundo, devido à alta tecnologia embarcada, posicionando o país com uma larga vantagem estratégica na América do Sul.

O ponto alto desta tecnologia embarcada é o Radar de Busca de Superfície, que opera combinado com os outros sistemas embarcados, como o Identification Friend or Foe [IFF], sistema de Guerra Anti-Submarino, sistema de Guerra de Superfície, modo de Abertura Sintética, modo de Abertura Sintética Inversa, classificação automática de alvos, entre outros.

O presente trabalho tem o objetivo de apontar as possibilidades de emprego desta nova tecnologia, o ganho em resolução em azimute e distância; comparando o seu desempenho ao sensor mais moderno existente, o Radar de Busca de Superfície AN/APS-137, embarcado na aeronave HU-130H Hercules. E através desta comparação demonstrar ganhos operacionais as missões realizadas pela Aviação de Patrulha no Teatro de Operações Marítimo.

I. CÉLULA DE RESOLUÇÃO RADAR

Durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), novas tecnologias foram desenvolvidas para que nações conseguissem impor ou defender seus interesses. Uma delas foi o Radar, um sigla de RAdio Detection And Ranging [3]. Este importante invento capacita, independente da meteorologia, sendo dia ou noite, à detecção, localização e identificação de objetos, através dos processos de detecção, rastreamento e imageamento. [3].

O Sistema Radar consiste em uma antena transmissora de ondas eletromagnéticas, que após se propagarem, refletem no alvo e parte desta energia irradiada retorna para a antena, denunciando a sua presença [4]. Para se determinar a localização do alvo, o Radar emite a onda eletromagnética em um feixe estreito, através do tempo de ida e volta da emissão, calcula-se a sua distância; já que as ondas eletromagnéticas deslocam-se na Velocidade da Luz [4].

A detecção ou não neste sistema fica condicionada ao fator determinado de “resolução”, que é a menor valor físico avaliável entre grandezas observadas através do sensor. A resolução em distância (δ_r) determina a distância mínima entre dois pontos separados na superfície, em que o radar consegue distinguir a separação entre eles, que no caso de radares convencionais dependem de[3]:

$$\delta_r = \frac{c_0 T_p}{2} \quad (1)$$

onde c_0 é a velocidade da luz e T_p é a largura do pulso.

Como a Energia do pulso está diretamente relacionado a Potência de Pico e Largura do Pulso, para diminuir esta resolução é necessária uma potência de pico muito grande.

A resolução em azimute (δ_{az}) está relacionada ao ângulo de maior efetividade da antena (ângulo de meia potência θ_a), que está diretamente relacionado com o tamanho da antena:

$$\delta_{az} = R \cdot \theta_a \quad (2)$$

Se for necessário diminuir a resolução em azimute é obrigatório aumentar o tamanho da antena [3].

II. RESOLUÇÃO DO RADAR DE ABERTURA SINTÉTICA

Motivado por estas limitações, o engenheiro Carl Atwood Wiley, da Goodyear Aircraft Corporation, propôs, em 1951, uma alternativa para melhorar a resolução em azimute, seus estudos apontaram para um método de comparação entre diversos pulsos emitidos por um radar em movimento. [4] Este é o conceito do Radar de Abertura Sintética (SAR), possibilitando a vantagem do processamento dos sinais de transmissão e recepção apresentarem um desempenho semelhante a uma antena de milhares de pés de comprimento [5].

Os Radares de Abertura Sintética se caracterizam por serem sistemas imageadores ativos, que trabalham normalmente na faixa de Microondas, na Banda X, embarcados em aeronaves ou satélites, visando o sensoriamento remoto de superfícies [3].

Para o SAR, a resolução em azimute (d_a) depende de:

$$d_a = \frac{\lambda}{2 \theta_a} \quad (3)$$

onde λ é o comprimento de onda e θ_a é a abertura azimutal do feixe da antena. (5) Porém:

$$\theta_{3dB} = \frac{\lambda}{l} \quad (4)$$

$$d_a = \frac{\lambda}{2 \frac{\lambda}{l}} \quad (5)$$

Logo:

$$d_a = \frac{l}{2} \quad (6)$$

onde l é o comprimento da abertura azimutal da antena. A principal vantagem alcançada pelo SAR foi de obter uma resolução azimutal tão pequena quanto menor a abertura azimutal da antena e esta resolução não depender mais da distância entre o radar e o alvo [5].

A qualidade da imagem radar gerada é muito influenciada pela relação entre o tamanho do alvo de interesse e o tamanho da Célula de Resolução Radar como demonstrado na fig 2 [3].

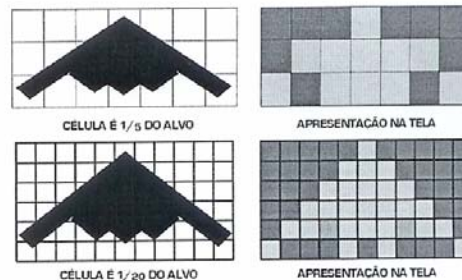


Figura 2 – Relação entre o tamanho da célula pelo tamanho do alvo, quanto menor a relação, maior a nitidez com que o alvo é projetado.

Os parâmetros de melhoria de resolução são essenciais na produção de uma imagem e sua qualidade é medida pela capacidade de distinguir características de objetos próximos na superfície iluminada. Os radares SAR conseguem resolução aproximadamente entre 3 e 30 metros.

III. APLICAÇÃO OPERACIONAL DO SAR

A Aviação de Patrulha cumpri com sucesso as cinco missões características do meio aéreo empregado, são elas: Patrulha Marítima, Cobertura, Busca e Resgate e Reconhecimento Aéreo e Posto de Comunicação no Ar [6]. Com exceção da missão de Posto de Comunicação no Ar, o sucesso está diretamente ligado às condições meteorológicas e os horários de nascer e pôr-do-sol, pois a ausência de um sensor imageador impede a execução das missões no período noturno ou com meteorologia desfavorável.

Esta ausência fica evidente quando, a exemplo das missões de Busca e Resgate, o atraso no cumprimento da missão compromete vidas humanas. Aeronaves que embarcam radares de Abertura Sintética não interrompem missões de busca a embarcações a deriva ou aeronaves acidentadas em terra devido à chegada do período noturno.

O radar embarcado na aeronave P-3 AM Orion é muito semelhante ao radar AN/APS-137, da Raytheon Company, embarcado em aeronaves HU-130H Hercules da Guarda Costeira dos Estados Unidos da América [7]. Este radar foi escolhido para compor o sistema de sensores da aeronave P-8 Multi-Mission Maritime (MMA), derivado do Boeing 737-800 (Fig 2) [8].



Figura 2 – Aeronave P-8 Multi-Mission Maritime - Boeing [8]

Suas características, parâmetros e modos de operação são muito próximos. Este radar tem a capacidade de reconhecer uma jangada para 4 pescadores melhor que a visão dos observadores embarcados.

Por exemplo: se houver buscas a uma jangada de 4 a 10 pescadores, a uma velocidade de 180 nós, com 1.500 pés de altura e o vento na superfície variando entre 5 a 10 nós, a varredura utilizada para cálculo de espaçamento entre as pernas do padrão de busca será de 8,6 milhas náuticas [9].

Se utilizarmos observadores para a localização do mesmo alvo no mesmo padrão de busca, a velocidade será reduzida para 120 nós, altura de busca será baixada para 500 pés ou menos, e a varredura permanecerá muito mais baixa, próximo a 3,4 milhas náuticas [9].

Atualmente, a Força Aérea Brasileira realiza missões de busca utilizando o limite do observador e apenas durante o período diurno. Com a chegada do novo vetor, a velocidade e altura da busca serão aumentadas, tornando o vôo mais seguro; a varredura no mínimo dobrará de tamanho, assim o tamanho da área esclarecida também poderá dobrar, sem a perda de confiabilidade na busca.

Durante as missões de Patrulha Marítima e Cobertura, as operações noturnas são muito prejudicadas pela falta de um radar imageador. Nestas missões, após a localização dos alvos navais, não há meios de distinguir qual alvo é amigo, qual alvo é inimigo e qual é desconhecido.

Os radares imageadores permitem, com clareza de detalhes, distinguir entre uma fragata inimiga e um navio mercante. Mais importante é distinguir, quando a esquadra se desloca com um grande número de navios, quais navios correspondem a uma ameaça aos navios amigos e quais são navios alvos.

Esta característica dos radares SAR permite que o operador radar, coordene um ataque contra navios alvos, sem que seja necessária a exposição dos meios navais amigos, ou seja, ou navios atacantes posicionam-se além do horizonte. Este procedimento é chamado OTHT, "Other the Horizon Target" e não pode ser realizado hoje, devido ao operador radar não conseguir uma confirmação exata, se o alvo escolhido é ou não inimigo.

Há mais de uma década o Brasil perdeu a capacidade de combater um submarino com uma aeronave de asa fixa, que possui como característica de operação, grande autonomia, capacidade de operar diversos tipos de sensores e carregar uma grande quantidade de armamento.

No ano de 1993, o *United States Naval Research Laboratory's* (NRL) desenvolveu e testou um Detector e Identificador Automático de Periscópio (*Automatic Radar Periscope detection and Discrimination - ARPDD*), este sistema foi totalmente finalizado no ano de 1998, e aguarda implementações para entrar em operação. O conceito do sistema é eliminar do display radar qualquer retorno radar diferente da onda refletida por um periscópio e apresentar no display a onda refletida pelo periscópio, conforme a fig. 4a e 4b [10], recurso semelhante também presente na futura aeronave mais moderna da Força Aérea brasileira.

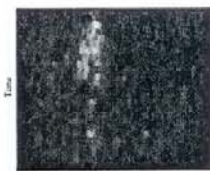


Figura 4a – Periscópio refletido sem o sistema de detecção.



Figura 4b – Periscópio refletido com o sistema de detecção.

II. OBSERVAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou as funcionalidades e modos de operação do Radar AN/APS 137 da aeronave HU-130H Hercules, destacando apenas as características e parâmetros semelhantes ao Radar de Busca de Superfície da aeronave P-3 AM Orion, que a Força Aérea Brasileira adquiriu recentemente.

A breve análise aponta para uma inovação tecnológica muito grande, pois o radar adquirido apresenta um desempenho próximo ao melhor radar da categoria, existente no mundo. A implementação deste sensor obrigará à diversas mudanças doutrinárias e operacionais, aumentando a capacidade da Força Aérea Brasileira e principalmente da Marinha do Brasil de projetar poder militar.

REFERÊNCIAS

- [1] Carta de Instrução de Patrulha Naval, Comando de Operações Navais. Rio de Janeiro, RJ, Janeiro, 2006.
- [2] *The World Standart in Maritime Patrol Aircraft P-3 Orion*, Disponível em <<http://www.lockheedmartin.com/wms/findPage.do?dsp=fec&ci=11175&rsbci=11175&fti=0&ti=0&sc=400>>. Acesso em 15 nov. 2006
- [3] George W. Stimson, "Introduction to Airborne Radar", 2nd ed., Scitech Publishing Inc., 1998, pp.403-435.
- [4] Walter G. Carrara, Ron S. Goodman, Ronald M. Majewski, "Spotlight synthetic radar: signal processing algorithms", Artech House, 1995, pp. 01-39.
- [5] United States of America, General Electric Co., Valley Forge Space Center, Philadelphia, "Tutorial Review of Synthetic-Aperture Radar (SAR) with Applications to Imaging of Ocean Surface", Kiyo Tomiyasu, 1978, Disponível em <<http://ieeexplore.ieee.org/iel5/5/31265/01455230.pdf>>. Acesso em 15 nov. 2006.
- [6] DCA 1-1 Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira, Comando da Aeronáutica, 2005.
- [7] *Airborne Surveillance, Maritime Patrol and Navigation Radar, AN/APS-137(V)* Raytheon Company, *Jane's Radar and Electronic Warfare Systems*, 09/Maio/2003
- [8] P-8 *Multi-mission Maritime Aircraft (MMA) Boeing*, Disponível em <<http://www.boeing.co/defense-space/military/mma/index.html>>. Acesso em 15 nov. 2006
- [9] U.S. Coast Guard Addendum to the United States National Search and rescue Supplement (NSS) to the International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual, 26 July 2002.
- [10] *United States Naval Research Laboratory's* (NRL) about *Automatic Radar Periscope detection and Discrimination - ARPDD*. Disponível em <<http://radarwww.nrl.navy.mil/navbar/Research%20Programs/Periscope%20Detection>>. Acesso em 15 nov. 2006.