

# Modelo de Setup Experimental para Avaliação Operacional de Radar Warning Receiver (RWR) em Unidades Aéreas

Elói Fonseca

Felipe Ivo

Wagner Chiepa Cunha

Instituto Tecnológico da Aeronáutica. ITA-CTA, Praça Mal. Eduardo Gomes, 50 – 12228-900, São José dos Campos, SP

**Resumo** — Proposta de *setup* experimental para emprego em avaliação operacional de *radar warning receivers* (RWR), empregando equipamentos disponíveis em laboratórios de manutenção de radares embarcados nos esquadrões de suprimento e manutenção de apoio a unidades operacionais.

**Palavras-chave** — *Setup* Experimental, RWR, Avaliação Operacional.

## I. INTRODUÇÃO

O emprego operacional de dispositivos de detecção e análise de sinais radar no espectro de ambiente eletromagnético gera a necessidade de utilização de instrumentos adequados para a verificação de coerência e assertividade da resposta apresentada pelos RWR ou dispositivos de análise de sinais radar.

A avaliação operacional realizada com equipamentos especializados como simulador de ameaças apresenta um custo e complexidade elevados, inclusive para a logística de deslocamento destes equipamentos para as unidades aéreas, além de que sua indisponibilidade temporária pode acarretar prejuízos à realização das avaliações e testes funcionais.

A proposta deste trabalho consiste de um *setup* experimental que viabilize a realização de avaliações operacionais, nas faixas de frequência, largura de pulso e FRP (frequência de repetição de pulsos) previstas nas especificações dos RWR, empregando equipamentos usualmente disponíveis nos esquadrões de suprimento e manutenção com laboratórios de manutenção de radares embarcados, viabilizando seu emprego inclusive após procedimentos de manutenção dos sistemas embarcados ou durante revisões de manutenção programadas.

## II. DESCRIÇÃO:

A plataforma proposta para esta aplicação baseia-se no conceito de emprego de equipamentos como geradores de sinal com capacidade de modulação de sinal em amplitude a partir de entrada externa, em conjunto com geradores de pulso com largura de pulso e frequência de repetição programáveis.

O diagrama bloco do modelo proposto é apresentado na figura 1.

Elói Fonseca, eloif@ita.cta.br, Tel. +55-12-3947-6885, Instituto Tecnológico da Aeronáutica - Divisão de Eletrônica, Felipe Ivo Tel. +55-12-3947-6894, Instituto Tecnológico da Aeronáutica - Divisão de Eletrônica, Wagner Chiepa Cunha Ph. D., chiepa@ita.br, Tel. +55-12-3947-5994, Instituto Tecnológico da Aeronáutica - Divisão de Eletrônica.

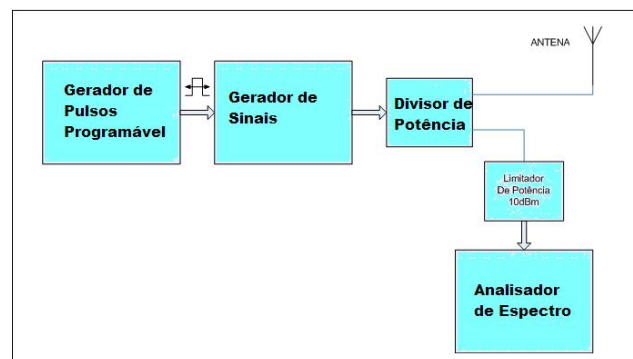


Fig. 1: Diagrama bloco do simulador de pulsos de radar

O gerador de pulsos permite modular o gerador de sinais de forma a gerar pulsos com a largura de pulso (LP) e frequência de repetição de pulsos (FRP) compatíveis com o padrão desejado de simulação de sinal radar. O gerador de sinais permite selecionar a frequência de transmissão da portadora, inclusive se possuir capacidade de salto em frequência ou modulação em frequência permite gerar simulação de capacidade de agilidade de frequência nos pulso de sinal radar gerado, o controle da potência do sinal na saída do gerador permite verificar o limiar de sensibilidade do receptor em avaliação.

O emprego de um gerador de pulsos programável adicional permite gerar condições de simulação da varredura da antena do radar, habilitando a modulação de pulsos em janelas temporais programadas, conforme ilustrado na figura 2.

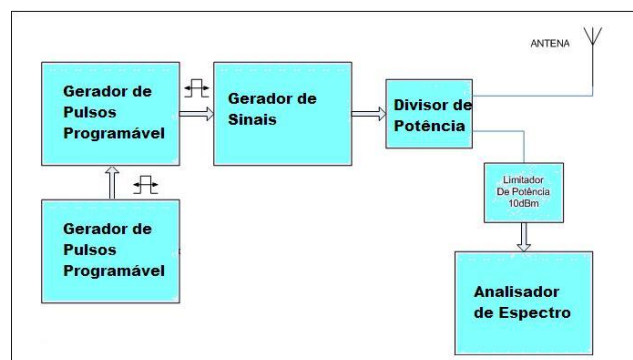


Fig. 2: Estrutura com simulação de varredura de antena

Os conceitos empregados desta forma são os mesmos de um sistema básico de radar, onde um sistema gerador de pulsos realiza a modulação em uma portadora

de frequência gerada pela etapa de RF do sistema de potência.

## II. EXPERIMENTOS:

Para emprego nos testes iniciais desta proposta de *setup* experimental foram elaborados dois *setups* empregando equipamentos disponíveis nos esquadrões 2º/6º GAv e ESM da BAAN, o primeiro *setup* é apresentado em blocos funcionais na figura 3 e a montagem física na figura 4.

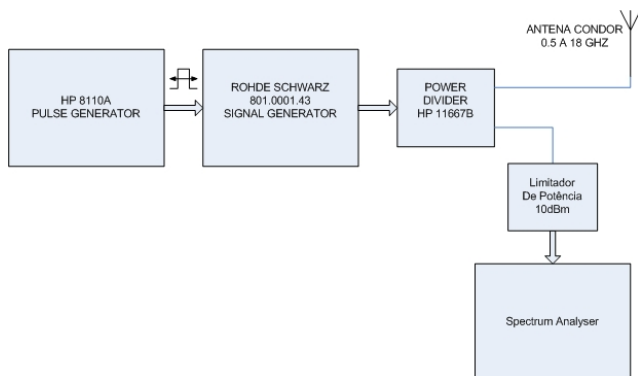


Fig. 3: Setup 1 empregado em testes

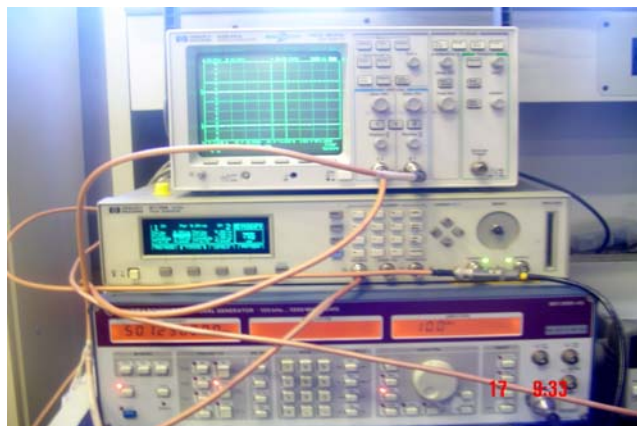


Fig. 4 Estrutura física do Setup 1.

O *setup* 1 foi elaborado a partir dos seguintes equipamentos:

- Gerador de sinais Rodhe Schwarz modelo 801.0001.43.
- Gerador de pulsos: Hewlett-Packard modelo HP8110A.
- Divisor de potência: Hewlett-Packard modelo HP 11667B.
- Analisador de Espectro: Hewlett-Packard modelo E4407B.
- Antena Log Periódica: Condor.
- Limitador de potência: Agilent.

O gerador de sinais é responsável pelo fornecimento da portadora e realizar a modulação em amplitude de pulsos, a partir dos sinais provenientes do gerador de pulsos. Neste *setup* não foi

possível implementar variação de frequência ou recursos de salto em frequência, por restrições funcionais do gerador de sinais.

Os pulsos gerados são monitorados através da coleta de amostra do sinal através do divisor de potência, empregando um analisador de espectro, sendo limitada a entrada de sinal limitada em 10 dBm, através de um limitador de potência.

O acoplamento através de antena log periódica possibilita a verificação de determinação de direção da fonte pelo RWR.

As características principais do *setup* 1 de testes pode ser vista na tabela 1.

Tabela 1: Características do *setup* 1.

Informação	Valor Mínimo	Valor Máximo
Largura de Pulso	10ns	100ms
Frequência de Repetição de Pulso	50MHz	10Hz
Frequência Radar	3MHz	20GHz
Potência Sinal	-150dBm	20dBm

Foram realizados testes com o *setup* 1 nos valores limites apresentados na tabela 1, sendo os resultados compatíveis com as características necessárias de estabilidade e confiabilidade para operação em avaliações operacionais ou funcionais de sistemas RWR.

Como continuidade da pesquisa foi elaborado um segundo *setup*, empregando outro modelo de gerador de sinais, sendo denominado *setup* 2, apresentado nas figuras 5 e 6.

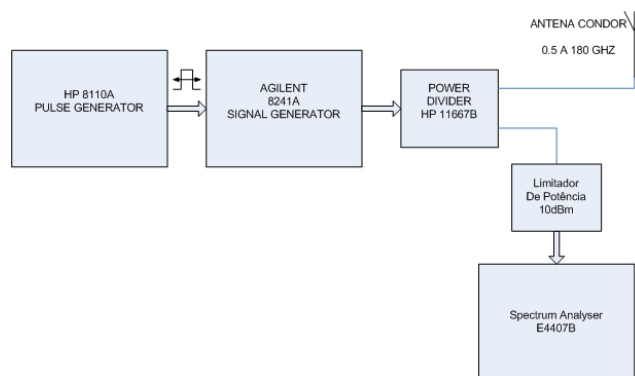


Fig. 5: Setup 2 empregado em testes



Fig. 6: Aspecto físico *setup* 2.

O *setup* 2 foi elaborado a partir dos seguintes equipamentos:

- Gerador de sinais Agilent modelo E8241A.

- Gerador de pulsos: Hewlett-Packard modelo HP8110A.
- Divisor de potência: Hewlett-Packard modelo HP 11667B.
- Analisador de Espectro: Hewlett-Packard modelo E4407B.
- Antena Log Periódica: Condor.
- Limitador de potência: Agilent.

Como no *setup 1*, no *setup 2* o gerador de sinais é responsável pelo fornecimento da portadora e realizar a modulação em amplitude de pulsos, a partir dos sinais provenientes do gerador de pulsos. Neste *setup* foi possível implementar variação de frequência e recursos de salto em frequência, em função da disponibilidade de modulação em frequência e variação de frequência de forma programada no gerador Agilent E8241A.

Os pulsos gerados neste *setup 2* são monitorados como no *setup 1*, através da coleta de amostra do sinal através do divisor de potência, empregando um analisador de espectro, sendo limitada a entrada de sinal limitada em 10 dBm, através de um limitador de potência.

De modo similar ao empregado no *setup 1*, o acoplamento através de antena log periódica possibilita a verificação de determinação de direção da fonte pelo RWR.

As características principais do *setup 2* de testes pode ser vista na tabela 2.

Tabela 2: Características do *setup 2*.

Informação	Valor Mínimo	Valor Máximo
Largura de Pulso	10ns	100ms
Frequência de Repetição de Pulso	50MHz	10Hz
Frequência Radar	20MHz	20GHz
Potência Sinal	-180dBm	20dBm

### III. ENSAIOS REALIZADOS

Foram realizados ensaios dentro dos limites estabelecidos nos requisitos, visando verificar a integridade dos sinais gerados, nos quesitos de deformação de pulsos e desvio de frequência dos sinais gerados por deficiências no processo de modulação em amplitude e frequência.

A seguir foram elaborados testes para verificar a detecção de largura de pulsos, frequência da portadora e frequência de repetição de pulsos por um equipamento receptor com elevada capacidade de discriminação de sinais, sendo os resultados obtidos compatíveis com as características programadas no *setup* empregado em cada teste.

Após a aprovação da aplicação deste *setup* experimental em avaliações operacionais, foram realizados ensaios em laboratório e implementadas configurações mais elaboradas, empregando a disponibilidade de recursos no Laboratório de Guerra Eletrônica do ITA, como a emulação de varredura da antena com gerador de pulsos adicional, modulando o gerador de pulsos principal além da implementação com o emprego de amplificadores de potência na saída do sinal gerado, permitindo acoplar à

antena emissora sinal de magnitude mais elevada, ampliando a potência e conseqüentemente o alcance.

### IV. RESULTADOS

A avaliação dos sinais gerados a partir de cada *setup*, em testes compreendendo toda a faixa dos parâmetros apresentados nas tabelas 1 e 2 foi coerente e concisa.

A determinação de direção da fonte (função DF) foi efetiva nos testes realizados, comprovando a eficácia do emprego destes *setups* de teste.

O *setup* experimental foi empregado com sucesso em avaliações na aeronave R-99B e posteriormente em avaliações de aeronaves F-2000 e C-105.

### V. CONCLUSÃO.

A partir dos resultados obtidos, a elaboração de *setup* experimental para aplicação em testes e avaliações operacionais de sistemas RWR, mostra-se como alternativa viável e coerente com os objetivos operacionais.

Os resultados obtidos a partir de equipamentos disponíveis dentro dos laboratórios próprios de esquadrões de manutenção em unidade operacional demonstraram ser a utilização alternativa de recursos existentes, uma ferramenta útil no aprimoramento técnico de pessoal explorando o emprego de recursos e adequação de equipamentos a um melhor emprego técnico operacional.

A disponibilidade local dos equipamentos permite assim como proposto neste trabalho, a implantação de procedimentos de verificação funcional em revisões ou procedimentos de manutenção, fornecendo aos usuários dos sistemas MAGE, como RWR ou sistemas NCOM, informação atualizada sobre o desempenho operacional dos equipamentos e aos mantenedores controle de possível degradação dos sistemas em análise.

### REFERÊNCIAS

- [1] Filippo Neri, "On Introduction to Electronic Defense Systems", 2<sup>nd</sup> ed Artech House, Outubro 2001.
- [2] Consulta ao site <http://www.agilent.com>, em julho de 2009.
- [3] Consulta ao site <http://www.rohde-schwarz.com> em julho de 2009.
- [4] Labvolt Systems, "Principles of Radar Systems" ISBN 2-89289-186-8, 1990.
- [5] NPS, "Navy Electricity and Electronics Training Series Module 18—Radar Principles", NAVAL EDUCATION AND TRAINING PROFESSIONAL DEVELOPMENT AND TECHNOLOGY CENTER, setembro de 1998.