

Interceptação e interferência em sinais de RF com modulação digital aplicadas ao enlace de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas

Emerson Ricardo Mauro, Olympio Lucchini Coutinho
 Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Resumo — Este trabalho propõe uma configuração de equipamentos e técnicas para análise de ambiente eletromagnético, com o objetivo de interceptar e interferir em sinais de radiofrequência (RF) com modulação digital, os quais são usualmente utilizados por Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) no seu enlace entre estação de solo e aeronave. Para tanto aborda como é realizada a transmissão de dados entre os componentes de um SARP e algumas de suas características. Na sequência apresenta a metodologia proposta para realizar a interceptação e interferência neste tipo de sinal. Por fim são apresentados os equipamentos a serem empregados para a execução do método proposto.

I. INTRODUÇÃO

Aeronaves Remotamente Pilotadas já são realidade na Força Aérea desde 2011. Desde então tem-se evoluído no sentido de aperfeiçoar a doutrina de emprego e as técnicas de utilização deste vetor, o qual, conforme declarado na Estratégia Nacional de Defesa, “poderão vir a ser meios centrais, não meramente acessórios, do combate aéreo” [1].

Apesar de suas vantagens como grande autonomia, baixo risco à tripulação, possibilidade de transmitir dados em tempo real e diminuição de dependência às limitações fisiológicas humanas, além de menor custo quando comparado com vetores convencionais, um Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP) possui suas limitações. Uma delas é a dependência de um enlace de dados entre a estação de controle e a aeronave, que constitui uma importante vulnerabilidade, pois caso fique sob influência de uma ação de bloqueio de canal (*jamming*), poderá ser perdido o controle da aeronave [2].

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo propor uma configuração que seja capaz de interceptar e interferir no enlace de um SARP, com o propósito de verificar tal capacidade e criar uma metodologia que possibilite que tal configuração seja utilizada para inteligência de sinais, além de, adicionalmente, identificar possíveis vulnerabilidades no rádio enlace dos sistemas operados pela Força Aérea Brasileira (FAB).

II. RÁDIO ENLACE DE SARP

Um Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP) é constituído basicamente por um vetor aéreo e uma estação de solo de onde se realiza o comando e o monitoramento da aeronave, além de receber os dados coletados por esta.

Para realizar a comunicação entre estes componentes é necessário um rádio enlace, conforme ilustrado na Figura 1.

Atualmente a maioria dos sistemas utiliza a faixa de microondas com modulação digital para este propósito.

A fim de proteger tal enlace, os sistemas podem incluir técnicas de proteção como espalhamento em frequência. No entanto, este trabalho foca apenas nas transmissões em aberto, sem técnicas de proteção.



Fig. 1 - Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada

III. INTERCEPTAÇÃO E INTERFERÊNCIA EM RÁDIO ENLACE DE SARP

Para se identificar um sinal de rádio frequência (RF) com modulação digital é necessário definir alguns de seus parâmetros, tais como frequência da portadora, largura de banda, tipo de modulação, desvio de frequência e taxa de sinalização.

A partir da identificação destes parâmetros e com o equipamento adequado é possível demodular um sinal, mesmo que não se tenha nenhum dado relativo a ele.

Na configuração sugerida utiliza-se uma antena para captar o sinal de enlace de um SARP. Este sinal é enviado a um receptor digital no qual é possível realizar sua análise a fim de identificar os parâmetros necessários para identificação. Após identificadas as características do sinal é feita a sua demodulação, de modo que se possa confirmar que os parâmetros identificados estão corretos.

Terminada a interceptação, na fase de interferência, primeiramente um sinal é programado no Gerador arbitrário, utilizando-se os parâmetros identificados do sinal interceptado, porém com conteúdo aleatório. Este sinal é então trasladado para a mesma frequência do enlace do SARP, a qual foi identificada na fase de interceptação e, após ser amplificado, é transmitido por uma antena.

Desta forma, o sinal resultante, recebido pelo sistema sob interferência, será diferente daquele enviado pela antena transmissora deste sistema.

A Figura 2 apresenta um diagrama de blocos com a sequência dos processos de interferência e interceptação dos sinais.

Tal configuração será utilizada, inicialmente, em testes conduzidos a fim de validar sua eficácia para, posteriormente, ser empregada em testes radiados com sinais reais de SARP.

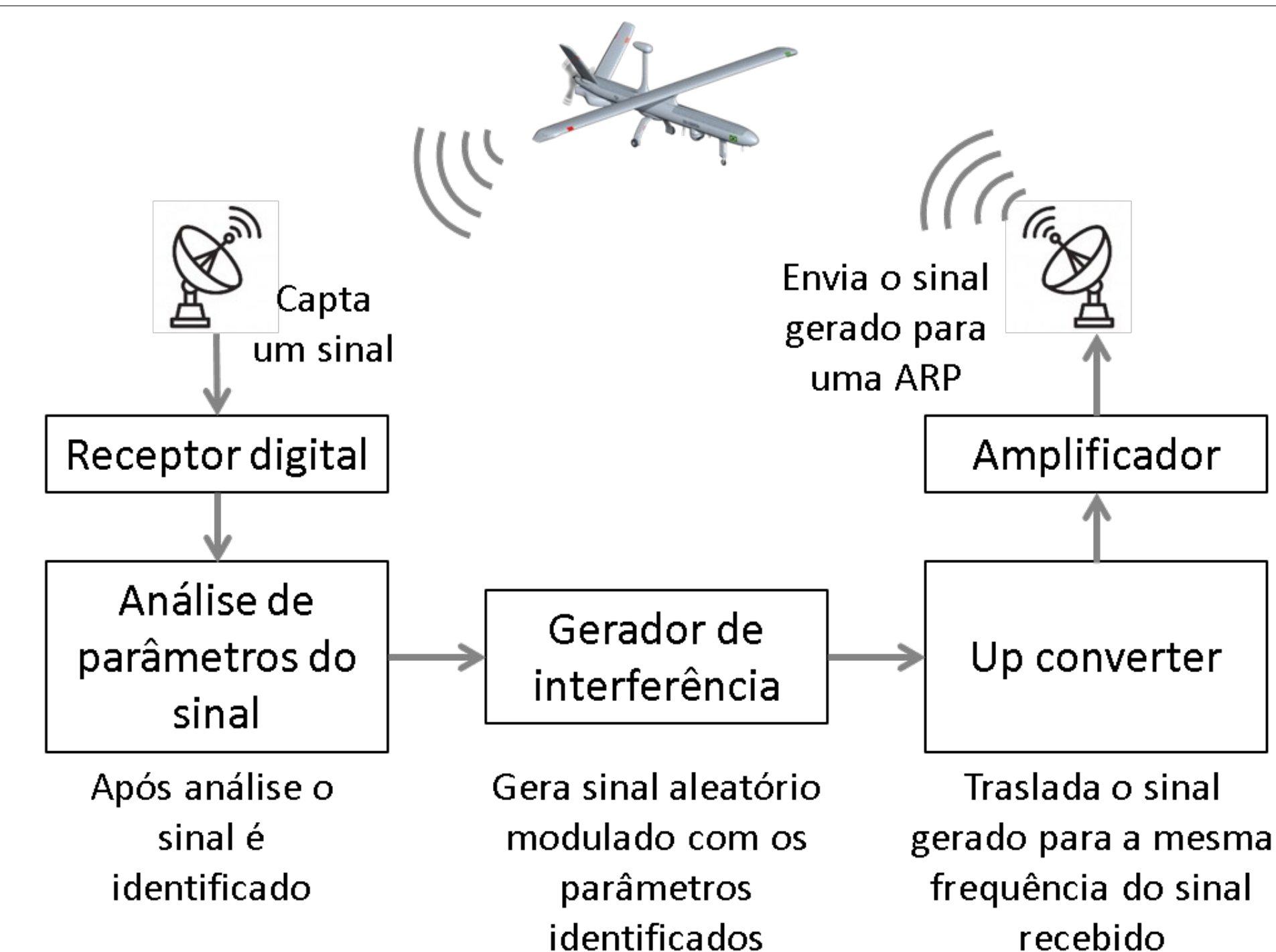


Fig. 2 – Diagrama de blocos do processo de interceptação e interferência

IV. EQUIPAMENTOS DE INTERCEPTAÇÃO E INTERFERÊNCIA EM SINAIS DE RF

Além de outros dispositivos que farão a captação do sinal como antena, *up converter* e amplificador, os elementos principais da configuração serão o Analisador Vetorial de Sinais VSA, instalado no Osciloscópio Digital DSO-X 92004A, e o Gerador de formas de onda M8190A, ilustrados na Figura 3, todos desenvolvidos pela Keysight Technologies.

O DSO é capaz de captar os sinais e gravá-los e cumpre o papel de receptor digital.

O VSA permite a análise de um sinal nos domínios do tempo e da frequência e tem a capacidade de medir sinais complexos permitindo a análise da amplitude e da fase destes. Além disso o programa possibilita a demodulação de um sinal cujas características são conhecidas, disponibilizando ao operador uma análise vetorial do sinal. Na configuração proposta, permite a análise do sinal captado [4], [5].

O Gerador de formas de onda possibilita a geração de sinais complexos em banda base e a modulação destes de acordo com os parâmetros definidos pelo operador. É o gerador de interferência e o *up converter* no esquema proposto [6].

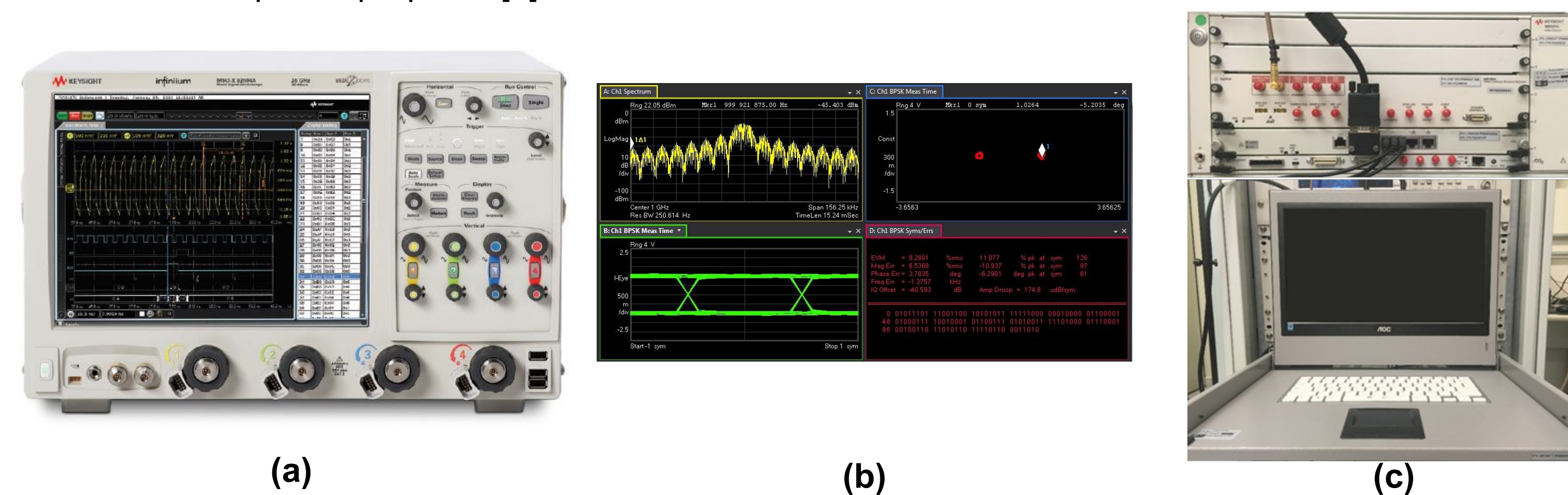


Fig. 3 – (a) DSO-X 92004A; (b) VSA; (c) Gerador arbitrário de sinais

V. CONCLUSÃO

Este pôster apresentou os parâmetros básicos envolvidos no rádio enlace de um sistema de aeronaves remotamente pilotadas, bem como uma proposta de configuração de equipamentos e método que possibilite a interceptação e identificação de um sinal convencional deste tipo de enlace, além de permitir a programação de uma interferência neste.

Este trabalho ainda está em fase de implementação, de modo que o pôster objetiva a apresentação da proposta e do conceito como ponto de partida e metodologia a ser adotada para a abordagem do tema.

REFERÊNCIAS

- Brasil. Ministério da Defesa. “Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa”. Brasília, 2012.
- C. Batalha. “Veículos Aéreos Não Tripulados como agentes fundamentais no teatro de operações do futuro—requisitos e implicações”, 2011. 54f. Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior da Força Aérea Portuguesa – Instituto De Estudos Superiores Militares, Pedrouços.
- E. Mauro. “Caracterização de sinais de radiofrequência com modulação digital aplicada ao rádio enlace do sistema RQ-450”, Trabalho de conclusão do Curso de Especialização em Análise de Ambiente eletromagnético, 2019.
- Keysight Technologies. Vector Signal Analysis Basics. Application Note. Estados Unidos da América. 2014.
- Keysight Technologies. Ininiium Oscilloscopes with 89600 VSA software. Application Note. Estados Unidos da América. 2017.
- Keysight Technologies. Keysight M8190A Arbitrary Waveform Generator. User's Guide. Estados Unidos da América. 2017.