Plataforma aérea de Relay de comunicação utilizando VANT

Rodrigo Kuntz Rangel[1,2], Henrique Costa Marques[2], Karl Heinz Kienitz[2] e Mauricio Pazini Brandão[2,3]
[1]BRVANT – Soluções Tecnológicas, [2]ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, [3]CTA – Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial

Resumo — **A disponibilização de comunicações através de enlace de dados táticos, dentro do campo de batalha, é um grande desafio. Prover uma cobertura satisfatória exige muitos recursos nem sempre disponíveis, além dos riscos associados ao emprego dos meios aéreos. A utilização de um sistema de "relay" de comunicação de dados e/ou voz utilizando veículo aéreo não tripulado poderá ser uma solução viável a curto prazo. Além da redução dos recursos necessários à aquisição de superioridade aérea, estes veículos possuem baixa assinatura radar, o que proporcionaria seu uso eficaz em várias situações dentro da área de operações. Apresentamos algumas considerações preliminares sobre o emprego de um VANT como relay de comunicações no contexto nacional (FAB).**

Palavras-chaves — **Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), Relay de Comunicação (Dados e Voz).**

I. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de comunicações através de enlaces de dados táticos tem permitido melhoria da consciência situacional no emprego dos meios de combate, ao mesmo tempo em que reduz a exposição desses meios. Em determinadas circunstâncias, onde os meios estão distribuídos em profundidade em uma área de operações, nem sempre é possível a disponibilização deste tipo de recurso técnico.

Tal fato ocorre por indisponibilidade de infra-estrutura ou por fatores de segurança operacional. Tomando-se por base a Força Aérea Brasileira (FAB), pode-se observar que a infra-estrutura de telecomunicações existente para habilitar esta capacidade é formada por antenas de comunicações baseadas em terra e por aeronaves de vigilância que permitem realizar a aquisição/disseminação dos dados/voz na região de interesse. Em consequencia, há a possibilidade de não se ter parte da infra-estrutura necessária durante as atividades.

A. DESCRIÇÃO DO CENÁRIO

Há diversas possibilidades de configurações de cenários táticos com utilização de comunicações de dados/voz. Para o presente trabalho, será considerado que a área de operações é parcialmente coberta, seja pela presença de antenas fixas no solo, seja pela utilização de aeronaves de vigilância como Postos de Comando no Ar.

Em uma área de operações terrestre, em condições de conflito armado, deve-se levar em consideração a sua extensão, o relevo e o sistema de defesa do oponente. Na Fig. 1 ilustra-se uma possível situação tática onde é necessário utilizar uma aeronave de vigilância para a condução de operações aéreas dentro da área de operações.

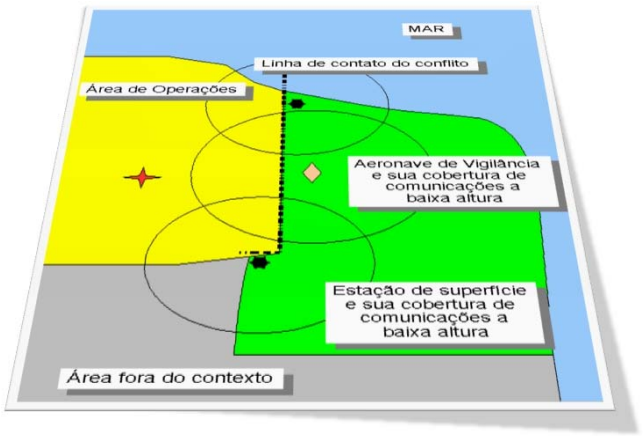

Fig. 1. Área de Operações de um cenário fictício.

Em uma situação de conflito armado, onde haja sistemas de defesa de uma força opositora, a aeronave de vigilância pode ser impedida de realizar a cobertura necessária na condução da sua atividade, pois deverá permanecer até uma distância segura da linha de contato. Neste caso, é preciso que outra solução seja provida a fim de que toda a cobertura esteja disponível e a condução das operações possa ser realizada de acordo com os requisitos de segurança necessários.

Dentre as possibilidades, há a utilização de sistemas de telecomunicações móveis (no solo ou em voo), manutenção da superioridade aérea durante o período de interesse para a condução das operações ou realização das operações mesmo com a cobertura degradada.

No caso da utilização de sistemas de telecomunicações móveis no solo, há a possibilidade de engajamento pelo oponente além de proporcionar a localização de tropas amigas. No caso da aquisição da superioridade aérea necessária para a utilização de aeronaves de vigilância, tais recursos podem ser tão onerosos que chegariam a interferir na capacidade de defesa das forças amigas ou mesmo não haver recursos suficientes para garanti-la. Prosseguir com a capacidade degradada pode ser considerado um risco alto demais para o tipo de operação a ser desenvolvida.

A utilização de um sistema de telecomunicações móvel por meio aéreo, que não necessite de superioridade aérea e que reduza a possibilidade de detecção pelo oponente passa a ser uma solução de interesse. Tal sistema é objeto de pesquisa de vários países e também do presente trabalho.

II. DESENVOLVIMENTO

Dentre as possíveis soluções investigadas para o problema definido anteriormente o uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) é o que está sendo mais pesquisado no momento. Suas características de emprego como altitudes variadas, baixa assinatura radar e a redução dos riscos inerentes a perda de vidas humanas torna esta solução bastante atrativa.

Dessa forma, pretende-se descrever uma aplicação de VANT cujo objetivo seja o de proporcionar a capacidade de extensão do alcance de antenas de telecomunicações de solo ou aéreas dentro de uma área de operações conforme descrito no cenário. Tal aplicação será chamada de "relay" de comunicações.

A. VANT

O veículo a ser utilizado neste tipo de aplicação deve possuir as seguintes capacidades:

1) Desempenho e envelope de operação: A altitude típica de operação varia entre 10.000 e 30.000 pés, com a velocidade de cruzeiro entre 180 e 300 km/h e autonomia de vôo de no mínimo 3,5 horas, considerando 1h de missão "on-station", ou seja, orbitando em determinado ponto [1].

2) Eletrônica embarcada: Basicamente, a principal missão da aeronave é manter a rota pré-estabelecida através da leitura dos sensores embarcados e consequentemente garantir a sua respectiva posição para servir de "relay" de comunicação. Para isso, o piloto eletrônico (computador de bordo) [2] deverá ler as informações de rota, previamente programadas no cartão de memória (CM) da aeronave, e as informações provenientes dos sensores (GPS e IMU) [3], a fim de fazer ou não eventuais correções**.**

B. RELAY DE COMUNICAÇÕES

Para a aplicação de "relay" de comunicações, onde seja possível habilitar esta capacidade na FAB, deverá ser embarcado no VANT um rádio tático do fabricante Rohde & Schwarz (R&S), série 6000 [4].

O R&S série 6000, é um rádio tático de uso militar empregado em diversas forças aéreas ao redor do globo. Como principal característica, permite a comunicação segura de voz e dados, entre as aeronaves e as estações de solo, pois possui sistemas próprios de segurança que garantem esse tipo de comunicação.

Para a configuração e controle automático do R&S 6000 é utilizado um servidor aeronáutico, conectado através de um barramento de dados do tipo MilBus-1553, contendo um software de computador específico, de arquitetura modular [5], denominado de software de relay de comunicação (SRC). O SRC tem a principal função de efetuar as configurações iniciais da rede de missão, controlar o mecanismo de transmissão (TX) e recepção (RX) dentre outras funcionalidades pré-definidas durante o planejamento e execução da missão, como por exemplo, enviar comandos de controle ao VANT. Por possuir uma arquitetura modular é possível adicionar ao SRC outros módulos de softwares, como por exemplo, um módulo contendo um protocolo de comunicações específico, o LinkBR2.

O tipo de rede utilizado para a missão é o TDMA (Time Division Multiple Access) cuja definição do enlace, dados ou voz, é definida pelas configurações da rede.

Todos os equipamentos embarcados podem ser observados no diagrama representado pela Fig. 2.

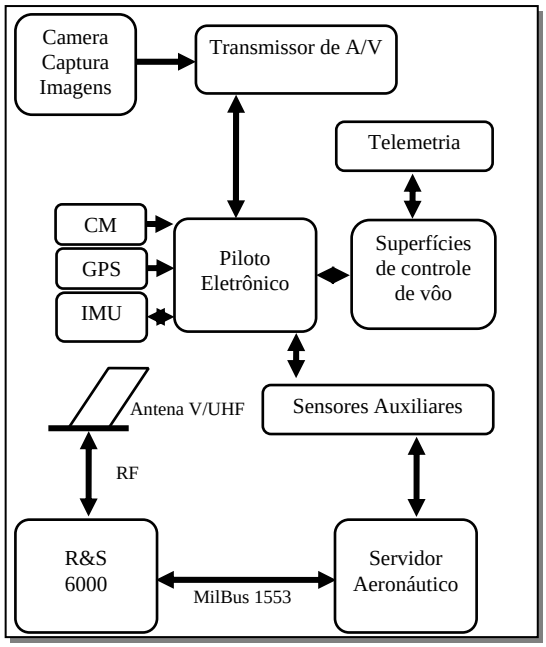

Fig. 2. Eletrônica embarcada.

C. ESTAÇÃO DE SOLO

Para suportar a missão de "relay" de comunicações utilizando um VANT, a estação de solo é um componente de extrema relevância, pois é responsável pela aquisição de todas as informações captadas pela aeronave, conforme as funcionalidades descritas nos próximos parágrafos, além de garantir a decolagem e o pouso da aeronave, caso seja feita de forma manual.

Através da estação de solo é possível controlar remotamente o VANT [6]. Em tempo real deverá ser possível gravar os dados do voo e da missão (vídeo e dados de voo). Deverá existir, também, a possibilidade de conectividade a outras estações de solo através de redes LAN, WLAN e Internet [7].

A Fig. 3 mostra o diagrama básico de funcionamento de uma estação de solo genérica.

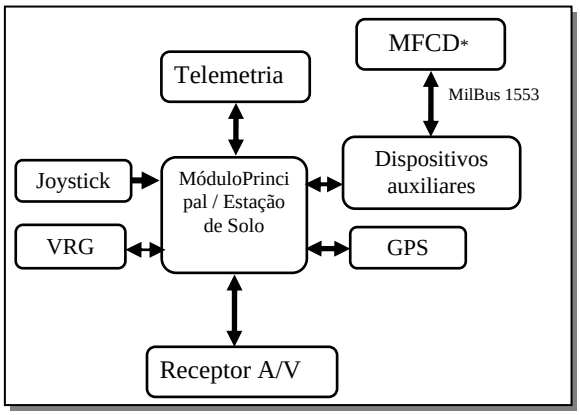

Fig. 3. Diagrama básico de funcionamento de uma estação de solo.

III. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA / APLICAÇÃO

Para demonstrar a possibilidade de integração entre os rádios R&S, série 6000 e série 400, que equipam as aeronaves E-99, A-29, F-5EM e os futuros A1-M, assim como a utilização de um VANT sendo utilizado como "relay" de comunicação, foi criado um cenário tático fictício respeitando os limites operacionais dos equipamentos de comunicação.

A aplicação proposta tem duas finalidades, sendo a primeira o estabelecimento de um enlace de voz entre uma aeronave A1-M (posição mais distante) e uma aeronave E-99. A segunda finalidade será o estabelecimento de um enlace de dados, utilizando um protocolo de comunicação específico, onde a aeronave E-99 recebe as posições geográficas de latitude, longitude e altitude, das aeronaves A1-M, F-5EM e A-29. As informações das respectivas aeronaves são recebidas pelo E-99 e posteriormente são representadas de forma gráfica no MFCD (Multi-Function Color Display) contido no rack de missão do E-99 ou na estação de controle do VANT. De acordo com a configuração da rede contida em cada aeronave é possível o chaveamento manual, feita pelos pilotos, ou de forma automática, feita pelos VANTs, alternando os enlaces para voz ou para dados de acordo com as configurações de rede pré-definidas.

A Fig. 4 mostra a disposição tática e operacional das aeronaves, assim como o respectivo tipo de rádio.

Neste caso estão sendo utilizados dois VANTs, sendo um como "*relay*" de dados e o outro como **"***relay***"** de voz.

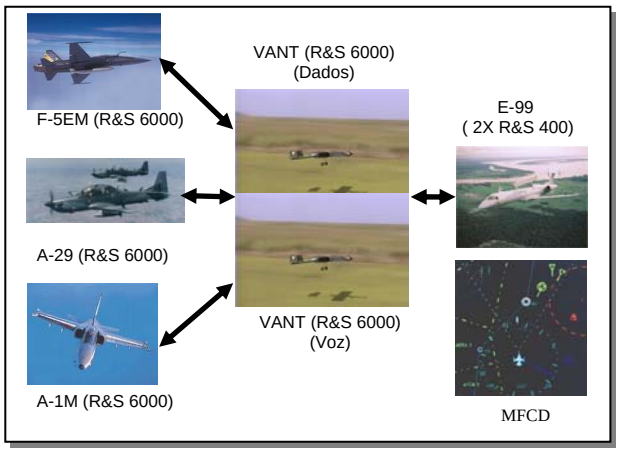

Fig. 4. Disposição tática e operacional das aeronaves.

Para que a aeronave orbite a região que representa os limitantes operacionais dos rádios, o planejamento da missão é fundamental. Ao se planejar a missão, o planejador deverá conhecer os limites operacionais dos rádios assim como a missão a ser executada pelas outras aeronaves, como por exemplo, os pontos de interseção, o tempo, o tipo de rede, dentre outros fatores que sirvam para inserir o VANT no contexto da missão. Basicamente, o VANT deverá decolar, voar autonomamente até o ponto de orbita, mantendo a rota pré-definida, orbitar a região pelo período determinado e retornar à base.

Após o planejamento da missão, a próxima etapa é a preparação para o vôo do VANT. Para isso, todos os sistemas embarcados na aeronave partem de um ponto em comum, ou seja, da rota estabelecida e gravada em um cartão de memória acoplado ao piloto eletrônico. Através de um software capaz de fazer o planejamento da rota e gravação no cartão de memória, a rota da missão é definida, gravada e carregada no piloto eletrônico [8] que, por sua vez, é responsável por toda a navegação autônoma da aeronave. Em paralelo, através de outro dispositivo específico, contendo as informações da configuração de rede da missão, as configurações são carregadas no rádio embarcado no VANT. O mesmo procedimento é adotado para as outras aeronaves que compõem a missão.

Posteriormente ao planejamento da missão e inserção dos dados na aeronave, a rota estabelecida por altitude, latitude e longitude, é carregada no software de navegação da estação de solo, a fim de se obter um sistema secundário de *backup*. O GPS é conectado ao piloto eletrônico, onde são lidas e codificadas as informações provenientes da aeronave em relação à sua rota pré-estabelecida.

Quando a missão é iniciada, durante a etapa de decolagem e pouso, a estação de solo pode receber em tempo real os dados de telemetria referentes ao estado dos sensores embarcados na aeronave, assim como a posição da aeronave em relação à rota pré-definida [9], além de outras informações provenientes dos sensores embarcados. Todas essas informações são interpretadas e unificadas num software específico, denominado de software de navegação e controle da estação de solo.

Quando a aeronave está na etapa de cruzeiro e fora dos limites operacionais da estação de solo, operando em modo automático, os dados de telemetria podem ser armazenados internamente na aeronave. Caso exista a necesidade de comunicação e controle entre as aeronaves e o VANT, a comunicação será feita a partir do enlace de dados via TDMA.

Na função de "relay" de voz ou de dados, o(s) VANT(s) deverá(ao) ficar em determinada posição tal que esteja(m) nos limites operacionais dos rádios, realizando uma "ponte" e estendendo o alcance rádio para suportar as funcionalidades requeridas para cada tipo de missão (voz/dados).

Para missões que necessitem de "relay, o(s) VANT(s) equipado(s) com um R&S 6000, realizará(ão) o serviço entre as aeronaves da missão e será(ão) programado(s) para operar nas mesmas faixas de frequências pré-definidas das aeronaves tripuladas.

Através do posicionamento tático e adequado do(s) VANT(s) é possível estabelecer um enlace de voz (ou dados) entre as aeronaves localizadas em regiões mais remotas no contexto da missão, o que em condições normais de operação não seria possível, caso o alcance operacional do E-99 não fosse suficiente para manter a cobertura.

Exemplificando, um E-99, equipado com dois rádios R&S 400 sendo um dos rádios programado para operar no modo voz e outro para dados, realizando a comunicação com um A-29, A-1M ou até mesmo um F-5EM (todos equipados com os rádios R&S 6000), posicionados bem além do alcance operacional do E-99.

Com a retransmissão sendo realizada pelo(s) VANT(s) posicionado(s) entre o E-99 e as demais aeronaves, obter-se-á um enlace de voz ou de dados, de acordo com as solicitações das aeronaves que estiverem na rede.

No caso de "relay" de dados, existem outras particularidades em termos de configurações dos rádios para que se estabeleça a comunicação entre as aeronaves da missão. Os rádios devem estar programados com as mesmas configurações de rede (utilização de uma rede do tipo TDMA), partilhar do

mesmo protocolo de comunicação (ex: LinkBR2), além de configurações adicionais pertinentes à missão.

Após a conclusão da missão, a aeronave inicia o processo de aproximação para pouso. As informações obtidas durante o voo são posteriormente analisadas por especialistas que poderão identificar ações a serem inseridas em outras missões semelhantes.

IV. CONCLUSÕES

Durante o presente trabalho foi mostrado que há a possibilidade de desenvolvimento de um sistema de telecomunicações móvel por meio aéreo, que não necessite de superioridade aérea.

Utilizando um Veículo Aéreo Não Tripulado é possível a instalação de um rádio tático embarcado que possibilite a sua utilização como um "relay" de comunicações, podendo o "relay" ser de voz ou dados.

Por possuir uma estação de solo portátil, é possível o controle do VANT e o monitoramento da missão através da estação de controle do E-99, funcionalidade obtida através da conexão da estação de solo ao painel de controle do E-99 pelo barramento MilBus 1553. O controle e o monitoramento da missão também poderão ser feitos através de tropas no solo ou veículos de combate. Neste caso, as tropas e os veículos podem obter as informações táticas do cenário de batalha em tempo real.

A aplicação em questão leva em consideração a utilização dos rádios R&S, em uso pela Força Aérea Brasileira.

Com a utilização de outros tipos de rádios táticos é possível a adequação da aplicação a necessidade operacional, pois os rádios podem ser mais compactos e com isso a plataforma móvel, o VANT, pode ser adaptada segundo a necessidade da aplicação.

Dessa forma, pretende-se aprofundar o estudo em questão para a disponibilização deste tipo de equipamento, que poderá aumentar o alcance da cobertura das telecomunicações hoje existentes no acervo das Forças Armadas Brasileiras.

REFERÊNCIAS

[1] Stinton, D., "The Design of the Aeroplane", 2nd ed, Blackwell Science, UK, 2001.
[2] Berger, A., "Embedded Systems Design: An Introduction to Processes, Tools, and Techniques", 1st ed, CMP Books, EUA, 2001.
[3] Tsui, J., "Fundamentals of Global Positioning System Receivers: A Software Approach", 1st ed, John Wiley & Sons, EUA, 2000.
[4] Rodhe & Schwarz. http://www2.rohde-schwarz.com/en/products/secure_communications/avionics_equipment/ M3AR.html. Última visita em 06 de julho de 2009.
[5] Gurewich, N. & Ori, "Visual C++ - Quick Start", E-books, Rev. 030520-01, EUA, 2003.
[6] Dorf, R. e BISHOP, R., "Sistema de Controle Moderno", 8ª ed, LTC, Rio de Janeiro, Brasil, 2001.
[7] Rangel, R. K., Kienitz, K. H. e Brandão, M. P., "Development of a Complete UAV System Using COTS Equipment", IEEE Aerospace Conference, Montana, EUA, 2009.
[8] Litzenberger, G., "World Robotics", World Robotics Press Conferece, Germany, 2007.
[9] Rangel, R. K., Guimaraes, L. N. F. e Brandão, M. P., "Development of an UAV Navigation System through a Sysnthetic Vision", Congresso SAE Brasil, São Paulo, Brasil, 2007.