

SISTEMA DE RECUPERAÇÃO E RASTREIO DE CARGA ÚTIL DE BAIXO CUSTO PARA FOGUETES DE SONDAGEM - BEACON

Athos Massafera Barros Amaral¹;

¹ Bizu Space. Athos@bizu.space

O crescimento de grupos universitários e iniciativas privadas dedicadas ao desenvolvimento de foguetes de pequeno porte, drones e UAVs tem evidenciado a necessidade de sistemas de rastreo compactos, modulares e independentes. Atualmente, muitas equipes dependem de soluções internacionais cuja aquisição envolve processos burocráticos, incidência de tributos variáveis, prazos elevados de entrega e riscos associados a restrições comerciais. Além disso, diversos sistemas disponíveis no mercado exigem integração direta com a avionica principal do veículo, aumentando a complexidade do projeto e, conseqüentemente, os riscos operacionais. Nesse contexto, a Bizu Space propôs o Sistema de Recuperação e Rastreo Beacon, um dispositivo autocontido desenvolvido para garantir a localização e recuperação de foguetes de sondagem mesmo em cenários de falha dos sistemas principais do veículo. O Beacon foi concebido para operar de forma totalmente independente, transmitindo dados de localização GNSS via radiofrequência e registrando parâmetros relevantes da missão, como posição e temperatura ao longo do tempo. O desenvolvimento do sistema foi estruturado sobre três pilares fundamentais: acesso, independência e modularização. O pilar de acesso assegura que todos os componentes empregados sejam comerciais e amplamente disponíveis no mercado brasileiro, reduzindo custos e vulnerabilidades logísticas. O pilar de independência garante que o Beacon opere de forma autônoma, sem depender de qualquer interface com a eletrônica embarcada do foguete. Já o pilar de modularização orienta a arquitetura do sistema, que é composta por cinco subsistemas principais: processamento, energia, sensoriamento, memória e rádio. O circuito eletrônico possui dimensões de 60×35×20 mm, permitindo fácil integração mecânica em diferentes plataformas. O subsistema de processamento utiliza um microcontrolador responsável pelo controle geral do sistema, aquisição de dados e gerenciamento das comunicações. O estágio de energia é composto por reguladores de tensão que possibilitam alimentação tanto por célula única quanto por pack de baterias. O subsistema de sensoriamento integra um receptor GNSS para posicionamento e um leitor de termopar para monitoramento térmico do próprio sistema ou de experimentos embarcados. A memória emprega tecnologia Flash QSPI para armazenamento dos dados coletados durante a missão, viabilizando análises pós-voo. Por fim, o subsistema de rádio utiliza um transceptor LoRa para transmissão e recepção de dados de telemetria e localização. Para validação em ambiente real, o Beacon será embarcado no foguete FTL da Bizu Space, destinado a treinamento militar da Força Aérea Brasileira, com apogeu previsto de 10 km e raio de dispersão estimado em até 2 km. O sistema foi dimensionado para permitir rastreo com alcance aproximado de 5 km em linha de visada, utilizando comunicação LoRa de baixa potência, ampliando a probabilidade de recuperação mesmo em áreas de difícil acesso. Atualmente em fase de testes de software e validação operacional, espera-se que

o voo no FTL confirme a robustez do sistema frente a vibrações, acelerações e variações ambientais típicas de missões suborbitais. Ainda que os resultados experimentais estejam em obtenção, o Beacon representa uma contribuição relevante para a autonomia tecnológica nacional na recuperação de veículos aeroespaciais de pequeno porte, reduzindo dependências externas e aumentando a segurança na preservação de subsistemas e dados experimentais.

Palavras-chave: Bizu Space; Sistema Embarcado; Foguete; Operação; Nacional;