

Análise dos Dados de Temperatura e Pressão Atmosférica Obtidos por um Sensor GY-87 no CubeSat Curie

Felipe Viana Andrade*, Jovan Angelo Rodrigues de Souza†, Prof. Dr. Christopher Cerqueira‡

XXIX Encontro de Iniciação Científica do ITA – XXIX ENCITA/2024

Resumo

Este estudo analisa dados de temperatura e pressão atmosférica coletados pelo CubeSat Curie, equipado com o multi-sensor GY-87 (BMP180). O CubeSat transmitiu os dados via enlace LTE para processamento e exibição em um dashboard. Os resultados mostraram que o GY-87 apresentou medições precisas e consistentes ao longo do voo, comprovando sua adequação para missões de monitoramento atmosférico em pequenos satélites. Esta pesquisa reforça a confiabilidade do sensor em condições atmosféricas adversas, contribuindo para o desenvolvimento de futuras missões, como balões estratosféricos.

Palavras-chave: CubeSat. GY-87. BMP180. Telemetria. Pressão atmosférica. Temperatura.

1 Introdução

O crescimento do uso de CubeSats em missões espaciais se deve à sua versatilidade e baixo custo, especialmente para a coleta de dados em ambientes com restrições de espaço e peso. Neste contexto, o multi-sensor GY-87, que integra um acelerômetro e giroscópio triaxial (MPU-6050), um magnetômetro triaxial (HMC5883L) e um sensor de pressão e temperatura (BMP180), destaca-se como uma solução eficaz.

Este estudo foca na análise dos dados de temperatura e pressão atmosférica obtidos pelo GY-87 a bordo do CubeSat Curie, desenvolvido pela iniciativa acadêmica ITACube. O objetivo principal é processar e analisar os dados coletados durante a missão para verificar a precisão e a consistência com os perfis atmosféricos padrão.

2 Material e Métodos

2.1 Plataforma Curie

O cubesat Curie é uma plataforma compacta e eficiente. O satélite possui três placas principais: placa de energia e dados, placa de processamento e sensores,

e a placa do experimento, que é específica para a missão e não abordada neste artigo. O GY-87 está integrado à placa de processamento e sensores, onde coleta dados de temperatura e pressão e transmite via enlace da antena LTE.

A Figura 1 mostra o satélite utilizado na pesquisa, o GY-87 também pode ser observado claramente em sua posição na placa de processamento e sensores.

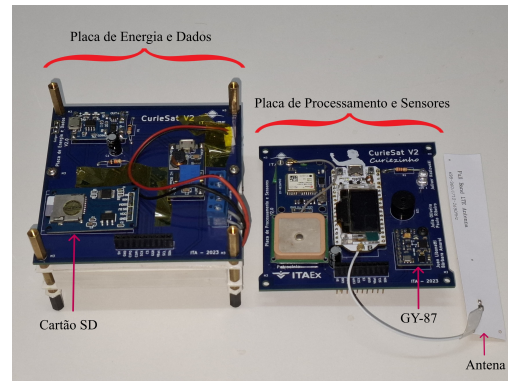


Figura 1 – Posição do multi-sensor GY-87 na placa de processamento e sensores do cubesat Curie.

2.2 Sensor GY-87 (BMP180)

O BMP180, componente do módulo GY-87, é um sensor barométrico que oferece medições precisas de pressão e temperatura. As especificações técnicas, fornecidas por [Sensortec \(2013\)](#), incluem:

- **Faixa de Pressão:** 300 a 1100 hPa, permitindo medições de altitude de até 9000 metros.
- **Precisão de Pressão Absoluta:** ± 1 hPa, adequada para cálculos precisos de altitude.
- **Faixa de Temperatura:** -40°C a $+85^{\circ}\text{C}$, com precisão de $\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- **Consumo de Energia:** 3 μA em modo normal, ideal para aplicações móveis.
- **Interface de Comunicação:** Suporte para I2C e SPI, facilitando a integração com sistemas embarcados.

A Figura 2 ilustra a localização dos componentes no módulo GY-87.

*ITA, bolsista PIBIC-CNPq, viana@ita.br.

†ITA, bolsista DT-CNPq, jovan.ars@gmail.com.

‡ITA, orientador, bolsista PIBIC-CNPq, chris@ita.br.

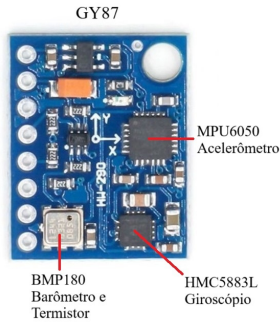


Figura 2 – Componentes do sensor GY-87: MPU-6050, HMC5883L, e BMP180.

2.3 Fluxo de Dados

Para se obter a telemetria dos dados de temperatura e pressão, o fluxo de dados inicia-se no **Segmento de Bordo**, onde o sensor GY87 (BMP180) realiza a captura dos dados de temperatura e pressão, e em sequência são registrados pelo *Gravador de Dados* (etapa 1). Em seguida, os dados gravados são transmitidos para a antena de comunicação (etapa 2) e enviados para a **Estação de Solo** (etapa 3) através de um enlace de comunicação.

No **Segmento de Solo**, os dados recebidos pela estação são convertidos do formato JSON para CSV (etapa 4) e posteriormente do formato CSV para SQL (etapa 5). Após a conversão, os dados são armazenados em um banco de dados local. Por fim, os dados são disponibilizados para consulta por meio de uma *dashboard* em Power BI (etapa 6).

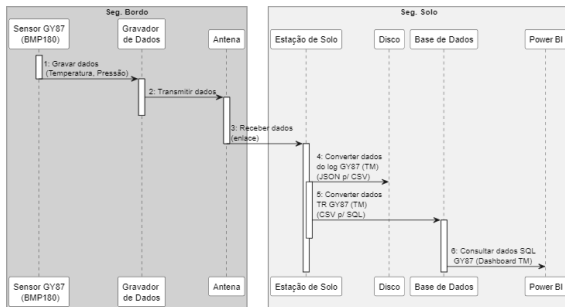


Figura 3 – Diagrama de sequência do fluxo de dados do sensor GY-87. (TM = Telemetria; TR = Tempo Real)

3 Resultados e Discussão

As Figuras 4 e 5 mostram os valores de temperatura e pressão coletados durante o voo do CubeSat Curie ao longo do tempo.

Comparando-se com estudos anteriores, como o de Alam et al. (2018), observou-se que a precisão do sensor é suficiente para aplicações de monitoramento atmosférico em pequenos satélites.

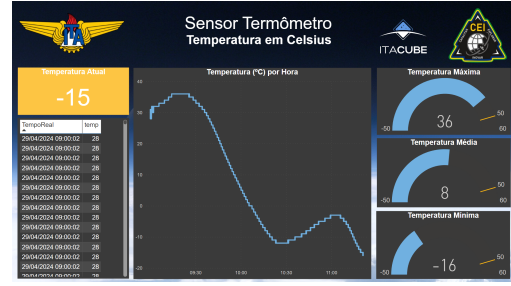


Figura 4 – Variação da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) ao longo do tempo.

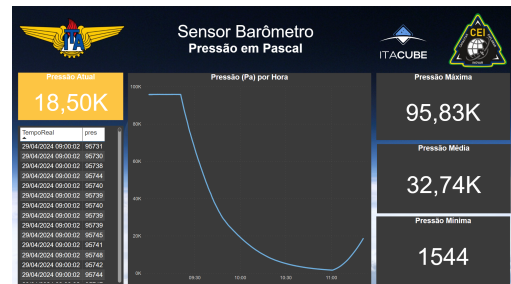


Figura 5 – Variação da pressão (Pa) ao longo do tempo.

4 Conclusão

Os dashboards forneceram uma visão clara e detalhada dos dados de temperatura e pressão, contribuindo significativamente para a avaliação do desempenho do sensor GY-87 em condições atmosféricas variadas. Esses insights são valiosos para futuras missões, especialmente em balões atmosféricos, onde a precisão e a confiabilidade dos sensores são essenciais para o sucesso das operações.

5 Agradecimentos

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio com uma bolsa de Iniciação Científica durante a realização deste projeto. Agradeço ao time da ITACube pela dedicação no desenvolvimento do Curie. Agradeço ao Centro Espacial ITA (CEI) pelo suporte técnico e logístico necessário. Agradeço, também, à associação de ex-alunos apoiando o ITA (ITAEx) pelo apoio contínuo à nossa iniciativa.

Referências

- ALAM, S. S. et al. Design and implementation of an embedded system to observe the atmospheric condition using a helium balloon. In: *2018 International Conference on Innovations in Science, Engineering and Technology (ICISSET)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 242–246.
- SENSORTEC, B. *BMP180 Digital Pressure Sensor: Data Sheet*. [S.l.], 2013. <<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP180-DS000-09.pdf>>.