

Proposta de um Computador de Bordo para o Nanosatélite Alpha Dentro do Programa CTEE

CAMARGO, L. A. P.¹,

DOS SANTOS, W. A.²

¹DAE-CEA-INPE

²DEA-ETE-INPE

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil

lazaro.camargo@inpe.br

walter.abrahamo@inpe.br

Resumo. *Vantagens na adoção de estratégias PBL (Problem-Based Learning) para fundamentação de conceitos são amplamente reconhecidas em diversas áreas do conhecimento. O corpo discente e docente da Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais (ETE) do INPE estruturou um PBL denominado CTEE (Capacitação Tecnológica em Engenharia Espacial) com o projeto incremental de série de três nanosatélites. Este trabalho discorre sobre a proposta de computador de bordo (OBC) para o primeiro nanosatélite dessa série denominado CTEE-Alpha. O OBC visa atender os requisitos mínimos desta missão utilizando métodos e recursos de Engenharia de Sistemas Espaciais e Engenharia de Requisitos.*

Palavras-chave: Nanosatélites. Cubesats. Computador de bordo. Engenharia de Sistemas. Engenharia de Requisitos.

1. Introdução

O programa CTEE é uma experiência em *PBL* [HMELO-SILVER, 2004] desenvolvida pelo alunos e professores da Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espacial, que pretende realizar uma missão constituída de três nanosatélites baseados na plataforma cubesat incrementalmente desenvolvidos e denominados de Alpha, Beta e Gama [CTEE, 2017]. Este programa visa internalizar conceitos teóricos em aspectos práticos na construção de nanosatélites que atendam objetivos de interesse ao INPE.

Computadores de bordo para aplicações espaciais, possuem alguns requisitos específicos [EICKHOFF, 2013], comparados com sistemas embarcados em Terra:

- O OBC em um veículo espacial, precisa ter performance numérica para o propósito da missão, como processamento de dados, controle, gerenciamento de dados da carga útil e outras funções;
- O OBC precisa ser mecanicamente robusto para suportar a fase de lançamento;
- Em órbita, o OBC tem que operar em condições eletromagnéticas adversas (cinturão de van Allen);

- O OBC deve suportar mudanças térmicas bruscas;
- O OBC deve suportar doses de radiação de partículas de alta energia;
- O OBC deve ser capaz de suportar substâncias químicas agressivas, por exemplo, em órbitas baixas, a presença de oxigênio atômico;
- O consumo do OBC deve ser limitado por restrições devido ao sistema de geração de energia;
- O OBC precisa ter critérios definidos contra falhas e redundância.

Este trabalho apresenta uma proposta de plataforma, mediante diretrizes listadas em [WERTZ, 2011] em hardware e software, de computador de bordo (OBC) para o nanossatélite baseado na plataforma cubesat denominado Alpha, do programa CTEE.

2. Metodologia

Após diversas reuniões de análise iniciais da primeira missão alguns requisitos foram identificados que culminaram com a seleção da plataforma STM32 da STMicroelectronics [STM32, 2017]. Esta plataforma foi adotada como base de hardware para o OBC por apresentar histórico de vôo, baixo custo e ferramentas de desenvolvimento de software gratuitas. O seguinte roteiro será realizado para o desenvolvimento de hardware:

a) Iniciar o desenvolvimento como base a placa Nucleo F746ZG, mostrada na Figura 1, que é uma placa de baixo custo, que utiliza o microcontrolador STM32F746ZG (ARM Cortex M7).

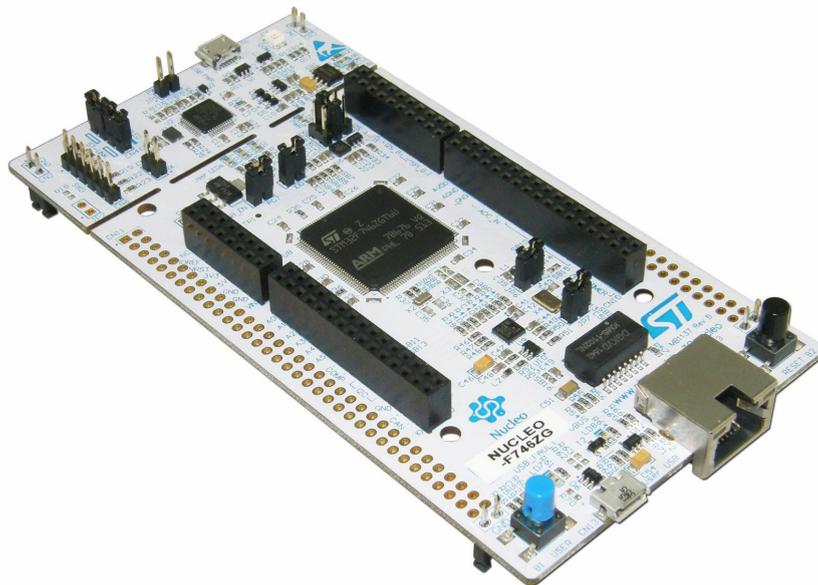


Figura 1. Placa Núcleo F746ZG

b) Desenvolver uma implementação de software para testes utilizando o ambiente Mbed [MBED, 2017] mostrado na Figura 2 para a concretização de alguns modos de operação e comunicação com cargas úteis.

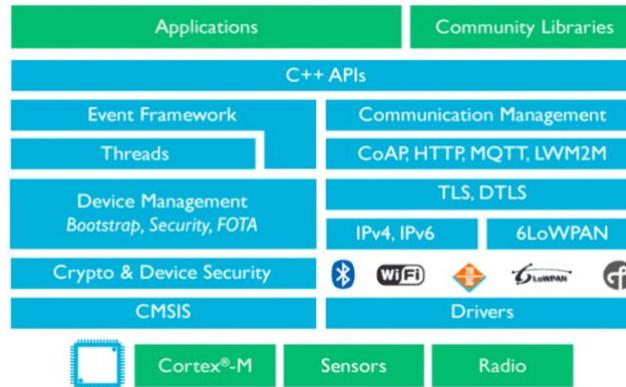


Figura 2. Ambiente Mbed

c) Para o software de teste da OBC, implementar a máquina de estado da Figura 3 que descreve o comportamento desejado.

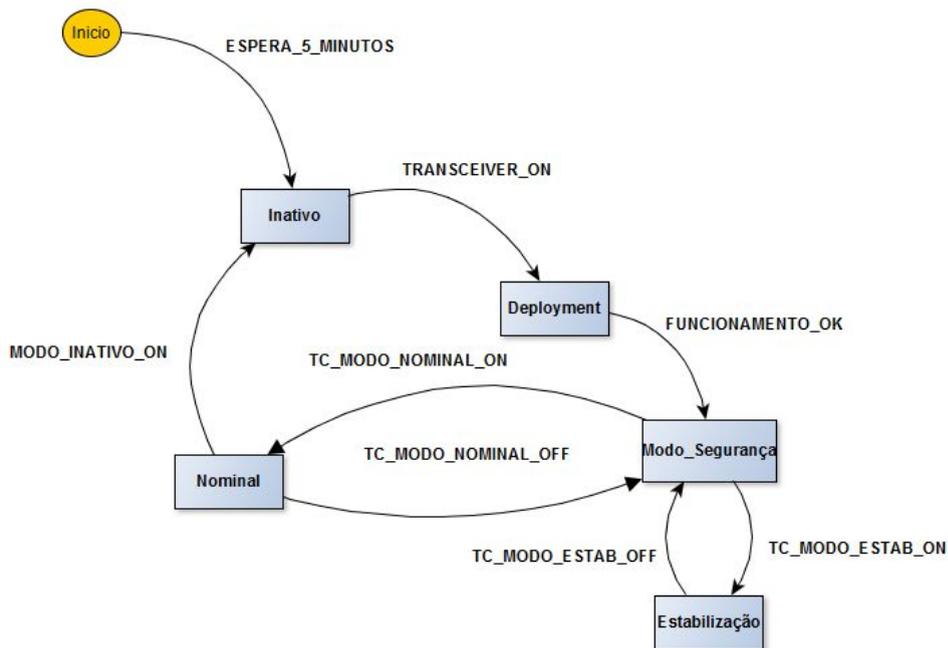


Figura 3. Comportamento desejado do software de teste da OBC

3. Conclusões

Este trabalho sumariamente propôs uma configuração de um OBC que atende aos requisitos para a primeira missão Alpha do programa CTEE, objeto de PBL pela Pós-Graduação ETE do INPE.

Como resultados principais deste trabalho, a arquitetura mínima de OBC da missão Alpha tem a seguinte configuração:

- Hardware: OBC com o microcontrolador STM32F746ZG
- Software de bordo: desenvolvimento em mbed (com RTOS)

Como trabalhos futuros em outras missões do programa CTEE, espera-se como arquiteturas mínimas de OBC as configurações:

b) Missão Beta:

- Hardware: OBC com redundância (2 microcontroladores STM)
- Software de bordo: desenvolvimento em mbed (com RTOS)

c) Missão Gama:

- Hardware : OBC com redundância (microcontrolador STM + FPGA)

Referências

CTEE, CTEE - Capacitação Técnica em Engenharia Espacial. Disponível em: <https://www.researchgate.net/project/CTEE-Capacitacao-Tecnica-em-Engenharia-Espacial>. Acesso em 28 de julho, 2017.

EICKHOFF, J. Onboard Computers, Onboard Software and Satellite Operations - An Introduction. Springer. 2012.

HMELO-SILVER, Cindy E. Problem-based learning: What and how do students learn? Educational Psychology Review, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.

MBED, The ARM mbed IoT Device Platform, Disponível em: www.mbed.org. Acesso em 28 de julho, 2017.

STM32, STM32 32-bit ARM Cortex MCUs, Disponível em: <http://www.st.com/en/microcontrollers/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus.html>. Acesso em 28 de julho, 2017.

WERTZ, J.R. EVERETT, D. F. and PUSCHELL, J.J., Space Mission Engineering: The New SMAD, Microcosm Press, 2011.