

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Divisão de Ciência da Computação
Graduação em Engenharia de Computação

Relatório do Trabalho Final

Douglas Yamashita de Moura

Dr. Adilson Marques da Cunha

CES – 63 – Sistemas Embarcados

3º Ano Profissional – COMP07

São José dos Campos, 26 de Novembro de 2007

1 Introdução

1.1 Motivação

A Amazônia possui as maiores floresta e bacia de água doce do mundo, sendo considerada um dos mais diversificados nichos ecológicos do planeta. E, para realizar o controle dela, visando a sua preservação, está em fase de desenvolvimento o projeto VANT-EC-SAME.

O projeto VANT-EC-SAME é um sistema composto de três plataformas: a VANT – Veículo Aéreo Não-Tripulado, a EC – Estação de Controle e a SAME – Satélite de Monitoramento Ecológico.

O VANT é constituído de diversos CSCs – Componentes de Software de Computador, sendo que aquele responsável por todas as funcionalidades de suporte é o CSC V-SUP – Suporte do VANT, cujas atribuições abrangem o monitoramento do sistema elétrico e do barramento de dados e o controle da central de alarme e da caixa preta.

Dentro do V-SUP, existem quatro USCs – Unidades de Software de Computador, que são: Sistema Elétrico, Barramento de Dados, Caixa Preta e Central de Alarmes. A USC em que trabalhei ao longo do semestre é a USC V-SEL – Sistema Elétrico do VANT.

1.2 Contextualização

A USC V-SEL Sistema Elétrico do VANT é componente da CSC V-SUP Suporte do VANT, que por sua vez é componente da ICSC – Item de Configuração de Software de Computador VANT, juntamente com os dois outros CSCs com os quais será integrado: o CSC V-CTR e V-CNS_ATM.

O CSC V-SUP é composto pelas seguintes USCs: V-BAD – Barramento de Dados; V-SEL – Sistema Elétrico; V-CXP – Caixa Preta; e, V-CAL – Central de Alarmes.

O ICSC VANT terá um papel importante no monitoramento da Bacia Amazônica, uma vez que poderá adquirir e enviar diversos dados, em tempo-real, auxiliando no processo de controle e gerenciamento da região.

1.3 Objetivação do Protótipo de Sistema de Software de Computador

O objetivo do projeto VANT-EC-SAME é dotar o país de um protótipo para o sistema embarcado do VANT, com sistema de controle, suporte e navegação do Veículo Aéreo Não-Tripulado, consistindo em uma ferramenta de monitoramento da Bacia Amazônica visando à preservação da lei e das reservas naturais do Brasil, até o final do segundo semestre de 2007.

1.4 Redução de Escopo

Este Relatório de Projeto Final tem por objetivo demonstrar o desenvolvimento das USCs - Unidades de Software de Computador V-SEL, V-BAD, V-CXP e V-CAL, que compõem o CSC - Componente de Software de Computador V-SUP, que por sua vez faz parte do ICSC - Item de Configuração de Software de Computador VANT, que PE parte do SSC – Sistema de Software de Computador VANT-EC-SAME.

A abordagem acerca da demonstração do desenvolvimento se dará através da USC V-SEL – Sistema Elétrico, no que se refere às funcionalidades do sistema elétrico dentro do contexto do CSC - Componente de Software de Computador V-SUP.

1.5 Especificação de Requisitos

O CSC V-SUP deverá ser capaz de atender aos seguintes requisitos:

- 1.5.1 Controlar o sistema elétrico;
- 1.5.2 Operar a caixa preta;
- 1.5.3 Monitorar o barramento de dados; e,
- 1.5.4 Controlar a central de alarmes..

1.6 Ordem de Apresentação do Projeto Final

A ordem de apresentação deste trabalho ocorre da seguinte maneira:

- 1.6.1 No Capítulo 1, tem-se a Introdução, a qual é composta pela Motivação, o Contexto, a Objetivação, o Enunciado do Problema e da Alternativa de Solução Escolhida, a Redução do Escopo e a Especificação de Requisitos;
- 1.6.2 No Capítulo 2, tem-se o Desenvolvimento, o qual é composto pela Descrição do Desenvolvimento, a Descrição da Linha Base Funcional, a Descrição da Linha Base Alocada e a Descrição da Linha Base de Produto; e,
- 1.6.3 No Capítulo 3, tem-se as conclusões do trabalho e as recomendações para trabalhos futuros.

2 Conteúdo

2.1 Descrição do desenvolvimento

O processo de desenvolvimento do protótipo segue as quatro fases do RUP – Rational Unified Process, conforme está ilustrado na figura abaixo.

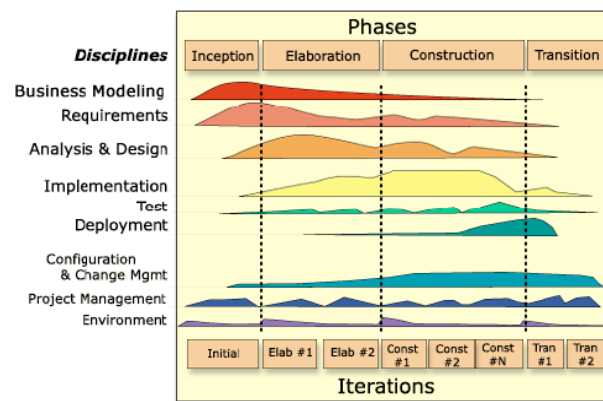


Figura 1 - Fases do Rational Unified Process.

2.2 Descrição da linha base funcional

Na primeira fase do processo unificado, foram desenvolvidos os seguintes artefatos para cada uma das USCs - Unidades de Software de Computador, possibilitando a posterior integração de primeiro nível.

- (01) Caso de Desenvolvimento (CDD);
- (02) Plano de Desenvolvimento de Software (PDS);
- (03) Visão (VIS);
- (04) Solicitações dos Principais Envolvidos (SPE);
- (05) Especificações Suplementares (ESU);
- (06) Glossário (GLO);
- (07) Lista de Riscos (LDR);
- (08) Plano de Iteração (PDI);
- (09) Modelo de Casos de Uso (MCU);
- (10) Plano de Gerenciamento de Requisitos (PGR);

Estes artefatos podem ser obtidos em

<http://www.geocities.com/douglasym/cursos/ces63.html>.

2.3 Descrição da Linha Base Alocada

2.3.1 Compilação dos seguintes Diagramas

2.3.1.1 Casos de Uso

A seguir, são mostrados os casos de uso das devidas USCs componentes da CSC V-SUP antes da integração.

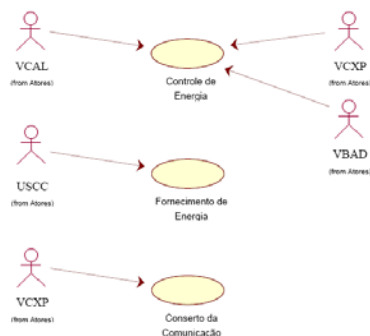


Figura 2 - Casos de uso do V-SEL.

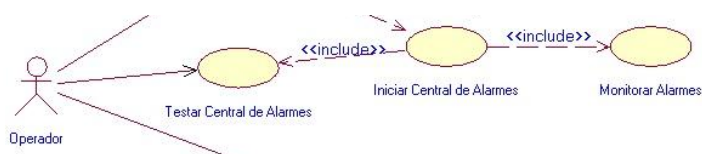


Figura 3 - Casos de uso do V-CAL.

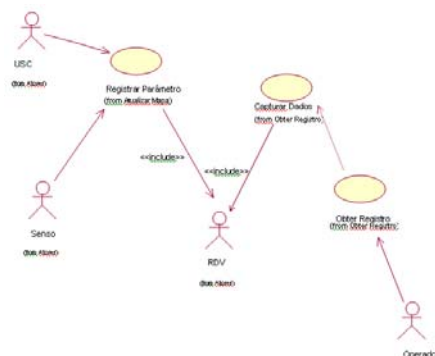


Figura 4 - Casos de uso do V-CXP.

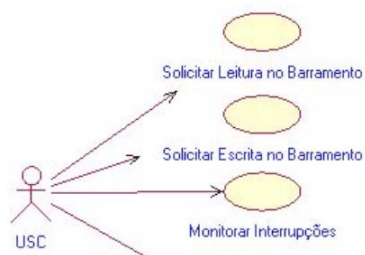


Figura 5 - Casos de uso do V-BAD.

Após a integração, o diagrama de casos de uso é definido pela figura abaixo.

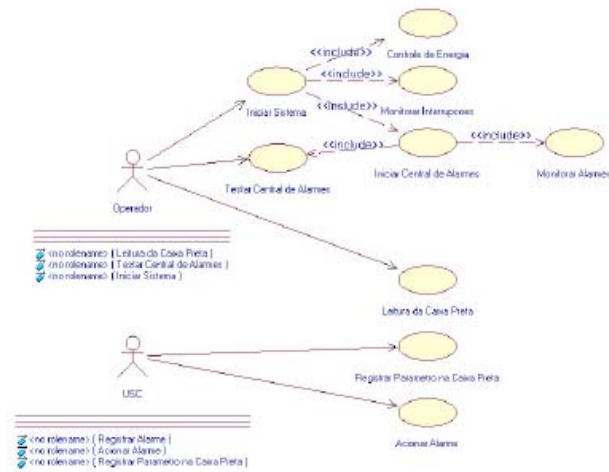


Figura 6 - Casos de uso do V-SUP.

2.3.1.2 Seqüência

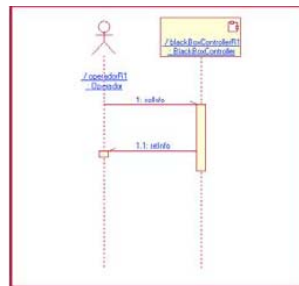


Figura 7 – Diagrama de Seqüência da Leitura de Caixa Preta.

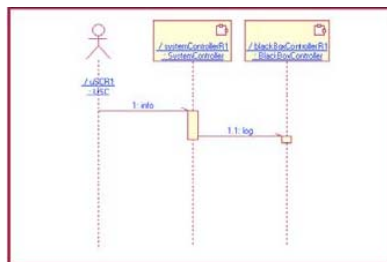


Figura 8 - Diagrama de Seqüência de Registro de Parâmetro na Caixa Preta.

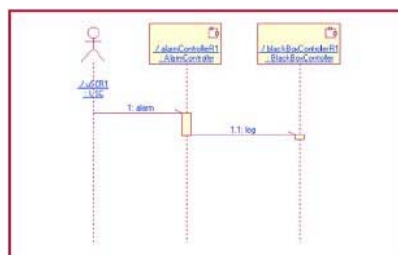


Figura 9 - Diagrama de Seqüência de Acionar Alarme.

2.3.1.3 Classe

O diagrama de classes do V-SUP está representado na figura abaixo, relacionando suas três cápsulas contidas. Temos que a Central de Alarmes é representada pela classe **AlarmController**, a Caixa Preta é representada pela classe **BlackBoxController** e o Sistema Elétrico e o Barramento de Dados foram integrados na cápsula **SystemController**.

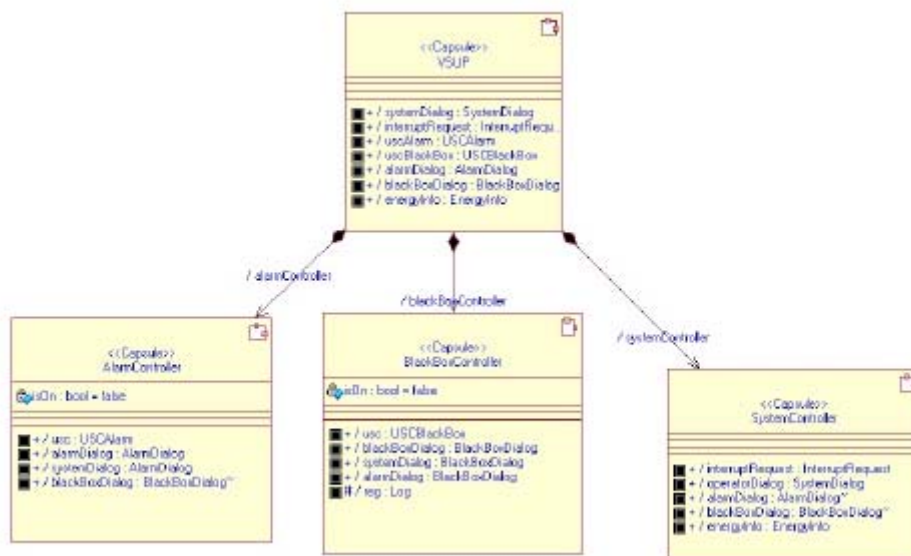


Figura 10 - Diagrama de Classes do V-SUP.

2.3.1.4 Estrutura

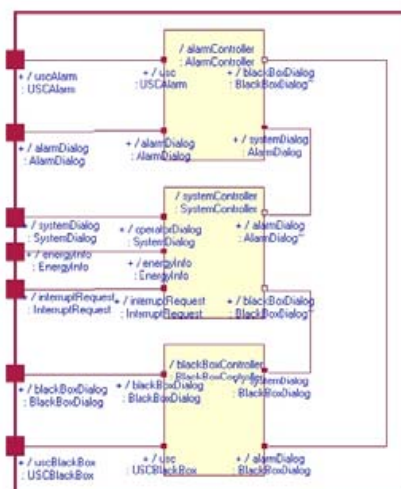


Figura 11 - Diagrama de Estrutura do V-SUP.

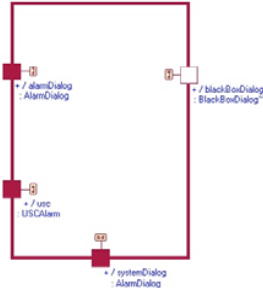


Figura 12 - Diagrama de Estrutura do V-SUP.

2.3.1.5 Estados

O diagrama de estados inicial do **SystemController**, que sintetiza as funções do sistema elétrico e do sistema de barramentos, está representado na Figura 13. Por sua vez, está em detalhes o diagrama de estados dos estado “on” do **SystemController**, que especificamente inicializa a central de alarmes, na Figura 14. Já na figura 15 temos o diagrama de estados do **AlarmController**.

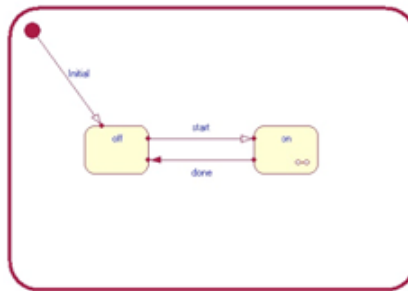


Figura 13 - Diagrama de Estados do SystemController.

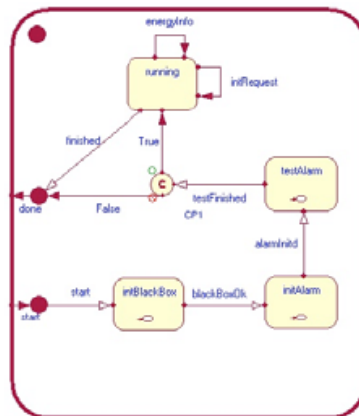


Figura 14 - Diagrama de Estados do estado On do System Controller.

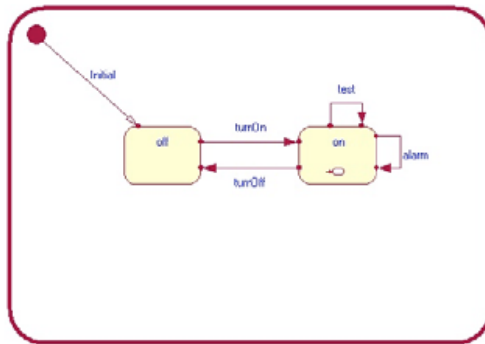


Figura 15 - Diagrama de Estados do AlarmController.

2.3.2 Geração de Relatórios

2.3.2.1 Requisitos Funcionais e Suplementares

A traçabilidade dos requisitos do RequisitePro, baseados nos artefatos gerados pelas USCs V-SEL, V-BAD, V-CAL e V-CXP na fase inicial, foi realizada e resultou no seguinte:

Relationships: - direct only	STREQ 1 - Registo de eventos	STREQ 2 - Inicia o Sistema	STREQ 3 - Monitora os alarmes	STREQ 4 - Monitora as interrupções
FEAT1: Registo de eventos	✓			
FEAT2: Fornecer informações sobre os eventos	✓			
FEAT3: Suporte ao acionamento dos alarmes		✓		
FEAT4: Controle dos alarmes			✓	
FEAT5: Monitoramento das interrupções				✓
FEAT6: Monitoramento do sistema elétrico				

Figura 16 – Traçabilidade do V-SUP no Requisite Pro.

2.3.2.2 Diagramas Gerados na Ferramenta de Modelagem

Foi realizada a integração das quatro USCs no CSC V-SUP, utilizando-se o software Rational Rose Real Time. Nas figuras abaixo, temos o diagrama de casos de uso, o diagrama de classes e o diagrama de estrutura resultantes da integração.

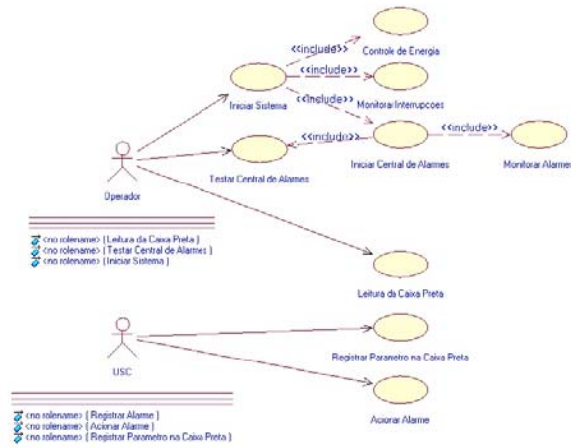


Figura 17 - Casos de Uso do V-SUP.

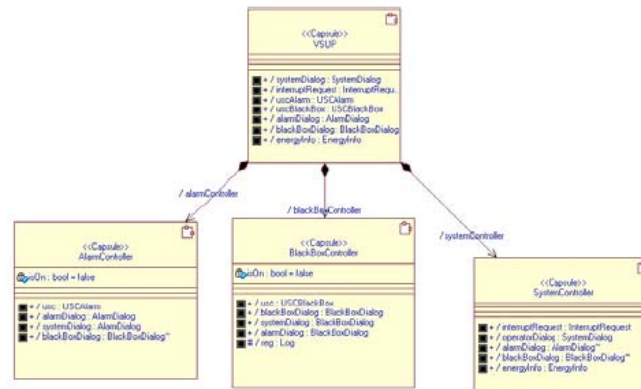


Figura 18 - Diagrama de Classes do V-SUP.

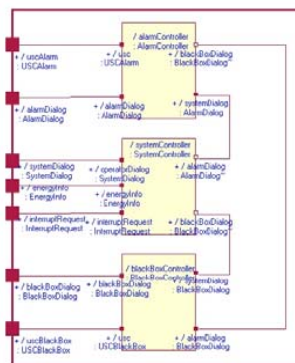


Figura 19 - Diagrama de Estrutura do V-SUP.

2.3.3 Geração de Código a Partir dos Diagramas Gerados

Com o modelo desenvolvido na ferramenta Case, foram adicionados códigos nas respectivas transições cabíveis e foi gerado e compilado o código C++

2.4.2 – Criação de pelo menos 5 métodos para o CSC V-SUP

Os métodos criados são exatamente os protocolos de comunicação entre as cápsulas, sendo que alguns deles recebem parâmetros. O diagrama de classes do V-SUP, contendo todas as cápsulas com seus respectivos métodos, está representado na figura a seguir.

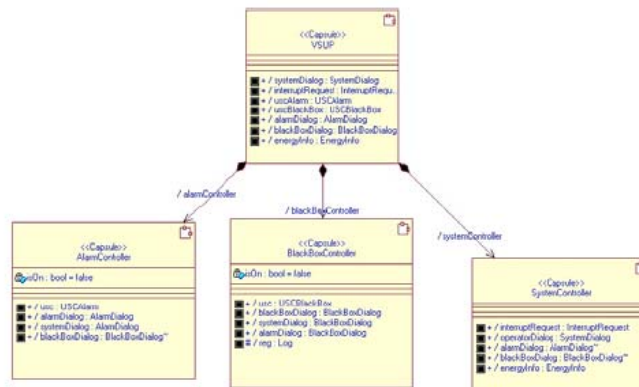


Figura 22 - Métodos implementados no V-SUP.

2.4.3 – Demonstração de pelo menos 05 chamadas de Métodos ou Passagem de Parâmetros Criação de pelo menos 5 métodos para o CSC V-SUP

Os métodos implementados foram feitos em transições de estados ou entradas em estados nos diagramas de estados do V-SUP. Nas figuras abaixo, temos a demonstração de 3 métodos e a demonstração de um método cada nas duas últimas.

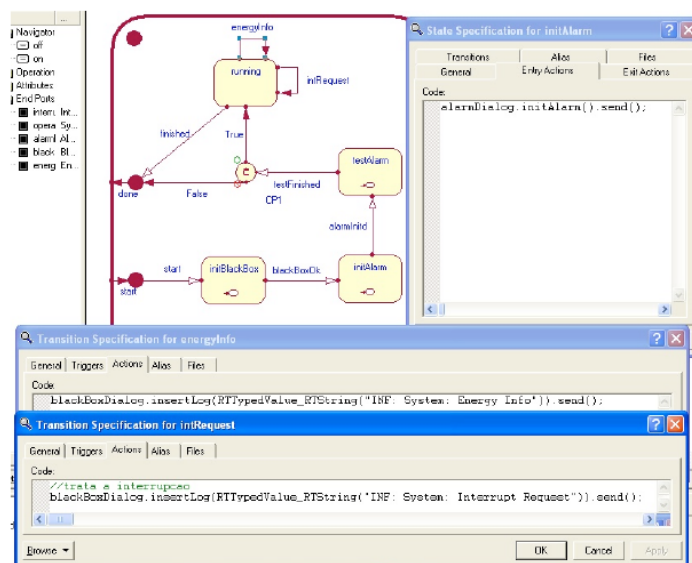


Figura 23 - Demonstração de 3 métodos utilizados.

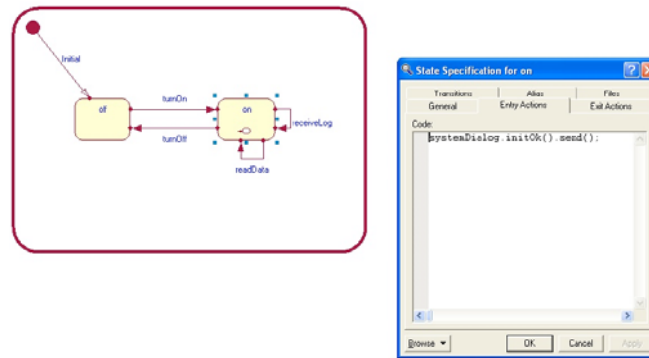


Figura 24 - Métodos implementados no V-SUP.

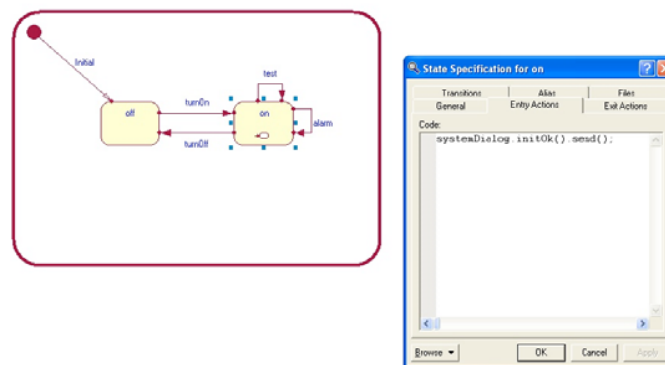


Figura 24 - Métodos implementados no V-SUP.

2.4.4 – Apresentação de pelo menos um ciclo de Engenharia de Software

Em todas as fases de integração (CSC, ICSC e final) foram realizadas etapas de reengenharia de software, realizando a integração dos artefatos e dos modelos gerados no RRRT. Para observar estes ciclos basta consultar as ListEx disponíveis em <http://www.geocities.com/douglasym/cursos/ces63.html>.

2.5 – Terceiro Nível de Integração e simulação de uma missão simples

Como o CSC V-SUP não participa diretamente da integração em terceiro nível, o que acontece é a conexão das três portas de Vigilância, Navegação e Comunicação do CSC VCNS do ICSC VANT com as três portas do CSC ECNS do ICSC EC, conforme mostrado na figura abaixo..

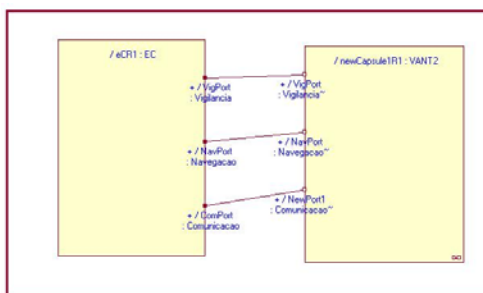


Figura 25 - Integração de Nível 3 entre as ICSCs VANT e EC.

Desse modo, realizamos uma possível simulação de uma missão em que um PCD fixo nota a existência de um aumento de temperatura inesperado e comunica via satélite uma EC (Estação de Controle), que por sua vez usará das portas de Navegação para indicar ao CSC VNCS do VANT da necessidade de mudança de rota para a fotografia de uma possível queimada na mata. Esta mensagem recebida pela CSC VNCS será transmitida por sua vez para a CSC VCTR do VANT que executará a mudança nos atuadores de navegação e por sua vez comunicará a nossa CSC VSUP da ação realizada de que tal ação deve ser registrada na caixa preta. Como a CSC VSUP já está preparada para tratar e armazenar na caixa preta mensagens vindas do CSC VCTR não haverá nenhuma modificação na modelagem do nosso CSC para o terceiro nível de integração. O fluxo de transmissão de mensagens desta missão fictícia dentro do ICSC VANT pode ser melhor visualizado na figura a seguir.

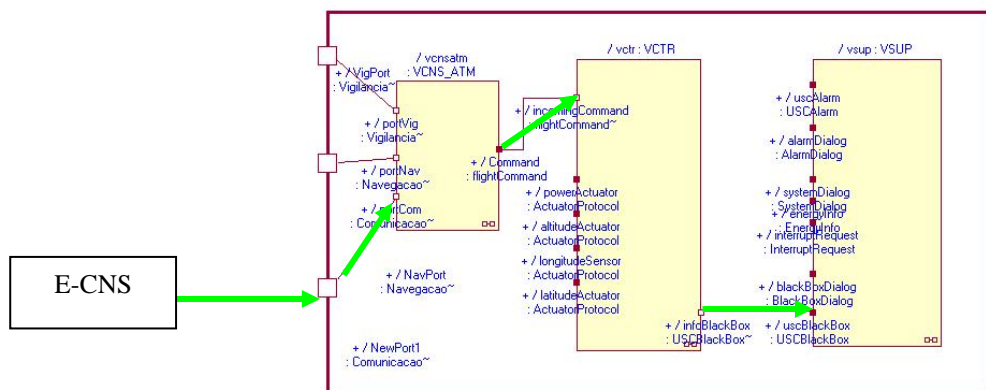


Figura 26 - Integração de Nível 3 até a CSC V-SUP.

3 – Conclusão

3.1 – Conclusões

Após a realização de todas as etapas deste projeto de protótipos, pudemos verificar que os requisitos propostos foram atendidos completamente, resultando em um sistema embarcado de tempo real de complexidade relativamente alta.

Os arquivos, bem como os modelos gerados com a utilização das ferramentas, estão disponíveis e documentados, facilitando, assim, a reusabilidade ou continuação do projeto.

Este trabalho proporcionou aos alunos um aprendizado muito valioso na área de engenharia de software, mais precisamente em relação a sistemas embarcados, agregando muito conhecimento aos futuros engenheiros do ITA.

3.2 – Recomendações e Sugestões

Durante o decorrer do curso, foi notado um pouco de falta de integração dos grupos em algumas etapas. Dessa forma, seria aconselhável que houvesse uma maior integração desses desde o início do curso.

Uma possível alternativa de abordagem do projeto seria o desenvolvimento da modelagem do protótipo da forma Top Down, ou seja, a partir do projeto final, em alto nível, fossem realizadas as etapas de desenvolvimento, descendo de nível e aprofundando mais a cada nova fase.

Por fim, uma explanação melhor dos requisitos solicitados em cada Lista de Exercícios auxiliaria bastante o entendimento entre o corpo docente e discente, de modo a minimizar possíveis atritos devido à correção das listas.