

PORTFÓLIO DE SERVIÇO	
CÓDIGO	LICSEG01
LABORATÓRIO	LICS
DIVISÃO	ACE – Divisão de Aerodinâmica, Controle e Estruturas
SUBDIRETORIA	SDEG – SUBDIRETORIA DE ENGENHARIA
DESCRIÇÃO	Simulações Hardware-In-the-Loop, para análise de estabilidade e desempenho de sistemas de controle.

I. Descrição do STE

Consiste na realização de simulações do tipo Hardware-In-the-Loop (HIL), para análise de estabilidade e desempenho de sistemas de controle no Laboratório de identificação Controle e Simulação (LICS) da Divisão de Controle Aerodinâmica Controle e Estruturas (ACE) do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE). Nesta simulação são integrados subsistemas ou componentes reais da planta (atuadores, filtros, sensores, fontes e baterias, monitores de eventos) e do Controlador (Computadores de bordo, computadores de tempo-real, fontes e baterias) em ambiente com mesas rotativas de 1, 2, 3 eixos de rotação. O Controlador, implementado no Computador de Bordo, é projetado pela equipe de Engenheiros das áreas de Sistemas de Controle, Eletrônica, Mecânica e Computação. Toda a simulação é monitorada por computadores auxiliares e os dados armazenados para análise de desempenho e estabilidade, para validação do controlador e dos protocolos de comunicação. Ao final da simulação os dados gravados do ensaio da simulação são verificados e um relatório é emitido com todas as informações obtidas.

II. Sequência ordenada de atividades e tarefas para a prestação do STE

A sequência de tarefas a serem realizadas pela ICT na área de simulação Hardware-In-the-Loop para análise de estabilidade e desempenho de sistemas de controle é descrito em detalhes a seguir através de etapas:

Etapa 1: Reunião com o solicitante e a equipe da subdivisão ACE-C para definição dos eventos e equipamentos, sendo: (i) componentes da simulação (Computadores, sensores, atuadores, alimentação elétrica e hidráulica, Linguagem de Programação), dados de entrada da simulação (estrutura do controlador e parâmetros do controlador) e dados de saída (gráfico online e gravados em memória); (ii) Definição de equipamentos auxiliares (Sistema de Medição em geral), e (iii) Definição de reuniões de acompanhamento e prazos de entregas; Reserva-se o direito à equipe da ICT de avaliar a exequibilidade e pertinência do projeto, com relação às atribuições a ICT perante aos órgãos do governo, e com relação à Lei de Inovação, concordando ou recusando o projeto.

Etapa 2: Montagem e integração dos computadores, sensores, atuadores, cablagem, protocolos de comunicação e mesas rotativas de 1, 2 ou 3 eixos;

Etapa 3: Simulações Hardware-In-the-Loop (HIL);

Etapa 4: Análise dos resultados, verificação dos dados quanto à solicitação e confecção do relatório final.

III. Pessoal envolvido para realização do STE

O pessoal da ICT necessário para a prestação da STE relacionado para as Simulações Hardware-In-the-Loop da subdivisão de Sistemas de Controle (ACE-C) é apresentado na Tabela 1. A subdivisão ACE-C, de acordo com o Regimento Interno do Instituto de Aeronáutica e Espaço, compete projetar, simular e validar algoritmos de controle, guiamento e navegação; projetar, desenvolver e validar sistemas inerciais para aplicações aeroespaciais; Especificar, elaborar e executar ensaios dinâmicos e ambientais de sistemas inerciais e sensores inerciais para aplicações aeroespaciais, e analisar os seus resultados; Especificar, elaborar e executar ensaios dinâmicos de atuadores de sistemas de controle de atitude de veículos aeroespaciais, e analisar os seus resultados; e especificar, elaborar e executar simulações Hardware-In-The-Loop de veículos aeroespaciais, e analisar os seus resultados.

A tabela 1 a seguir apresenta os profissionais servidores envolvidos na tarefa de simulações do tipo Hardware-In-the-Loop (HIL):

Tabela 1 – Número de servidores de nível superior e médio envolvidos nas etapas

Etapa 1	3 Servidores de nível superior 2 servidores de nível médio
Etapa 2	2 Servidores de nível superior 2 servidores de nível médio
Etapa 3	1 Servidor de nível superior 1 servidor de nível médio
Etapa 4	1 Servidor de nível superior

IV. Cronograma de execução do STE

A execução das etapas 1 a 4 é estimada e apresentada na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Tempos de execução estimados nas etapas 1 a 4

Etapa 1	1 semana
Etapa 2	2 semanas
Etapa 3	1 semana
Etapa 4	1 semana

As estimativas de tempo apresentadas consideram um ensaio típico, tendo como referência um sistema de controle para veículos lançadores de satélites e podem variar de acordo com demandas específicas do solicitante.

V. Estimativa de Custos

A Tabela 3 apresenta os custos de Mão de Obra de servidores civis de nível superior e de nível médio envolvidos nas Simulações Hardware-In-the-Loop, calculados pelo setor administrativo da ICT/IAE.

Tabela 3 - Custos de Mão de Obra

Etapa	Servidores	Nível servidor	Tempo (horas)	Custo por hora (R\$)	Custo total por hora (R\$)
Etapa 1	3	Superior	40	R\$ 189,81	R\$ 22.777,20
	2	Médio	40	R\$ 109,24	R\$ 8.739,20
Etapa 2	2	Superior	80	R\$ 189,81	R\$ 30.369,60
	2	Médio	80	R\$ 109,24	R\$ 17.478,40
Etapa 3	1	Superior	40	R\$ 189,81	R\$ 7.592,40
	1	Médio	40	R\$ 109,24	R\$ 4.369,60
Etapa 4	1	Superior	40	R\$ 189,81	R\$ 7.592,40
Total					R\$ 98.918,80

A Tabela 4 apresenta os custos de energia elétrica envolvidos nos ensaios.

Tabela 4 - Custo por Energia Elétrica

Etapa	Descrição	Tempo de uso (dias)	Tempo de uso (horas)	Total (h)	Custo Energia Elétrica (R\$/h)	Total
Etapa 1	Mesa de 3 eixos	0	8	0	R\$ 10,00	R\$ -
	Computadores	7	8	56	R\$ 2,00	R\$ 112,00
Etapa 2	Mesa de 3 eixos	14	8	56	R\$ 10,00	R\$ 1.120,00
	Computadores	14	8	56	R\$ 2,00	R\$ 224,00
Etapa 3	Mesa de 3 eixos	7	8	56	R\$ 10,00	R\$ 560,00
	Computadores	7	8	56	R\$ 2,00	R\$ 112,00
Etapa 4	Mesa de 3 eixos	0	8	0	R\$ 10,00	R\$ -
	Computadores	1	8	8	R\$ 2,00	R\$ 16,00
					Total	R\$ 2.144,00

A Tabela 5 apresenta os custos de depreciação dos equipamentos

Tabela 5 - Custo por Equipamento e Depreciação

Etapa	Descrição	Custo do Equipamento	Tempo de uso (dias)	Tempo de uso (horas)	Total (h)	Custo Equip. e Deprec. (R\$/h)	Total
Etapa 1	Mesa de 3 eixos	R\$ 8.000.000,00	0	8	0	R\$ 200,00	R\$ -
	Computadores	R\$ 10.000,00	7	8	56	R\$ 5,00	R\$ 280,00
Etapa 2	Mesa de 3 eixos	R\$ 8.000.000,00	14	8	112	R\$ 200,00	R\$ 22.400,00
	Computadores	R\$ 10.000,00	14	8	112	R\$ 5,00	R\$ 560,00
Etapa 3	Mesa de 3 eixos	R\$ 8.000.000,00	7	8	56	R\$ 200,00	R\$ 11.200,00
	Computadores	R\$ 10.000,00	7	8	56	R\$ 5,00	R\$ 280,00
Etapa 4	Mesa de 3 eixos	R\$ 8.000.000,00	0	8	0	R\$ 200,00	R\$ -
	Computadores	R\$ 10.000,00	1	8	8	R\$ 5,00	R\$ 40,00
Total							R\$ 34.760,00

A Tabela 6 apresenta os custos de depreciação da instalação.

Tabela 6 - Depreciação da instalação

Custo por Equipamento e Depreciação	Custo da Instalação	Tempo de uso (dias)	Tempo de uso (horas)	Total (h)	R\$/h	Total
Etapa 1 Laboratório	R\$ 50.000.000,00	1	8	8	R\$ 250,00	R\$ 2.000,00
Etapa 2 Laboratório	R\$ 50.000.000,00	14	8	112	R\$ 250,00	R\$ 28.000,00
Etapa 3 Laboratório	R\$ 50.000.000,00	7	8	56	R\$ 250,00	R\$ 14.000,00
Etapa 4 Laboratório	R\$ 50.000.000,00	7	8	56	R\$ 250,00	R\$ 14.000,00
Total						R\$ 58.000,00

O Custo Total é então R\$ 193.822,80.

De acordo com o estabelecido na Política de Inovação da ICT/IAE, a contratante deve apresentar mediante Carta ao Instituto um compêndio de informações acerca da necessidade de realização de STE e que estejam enquadrados nos objetivos da Lei de Inovação de nº 10.973/04, mais especificamente os artigos 4º, 6º, 8º, 9º e 22º, e devidamente verificados pelo Chefe da VDIR-GI/IAE. Um encaminhamento formal será enviado para a Coordenadoria de Gestão da Inovação (DCTA-CGI), para enfim serem aprovados pelo Diretor da ICT/IAE.