

PROPOSTA DE TEMA DE MESTRADO

## **Desenvolvimento de Projetos Integradores no Contexto do Ensino em Engenharia de Controle e Automação**

Proponentes

**Werner Kraus Junior Rodrigo C. Carlson Leandro B. Becker**

Departamento de Automação e Sistemas  
Universidade Federal de Santa Catarina  
88040-900 Florianópolis, SC

Florianópolis, 7 de julho de 2017

- **Área de concentração:** controle e automação
- **Início:** agosto/2017
- **Previsão de término:** fevereiro/2019

## **1. Introdução**

No contexto da reforma curricular do curso de Engenharia de Controle e Automação da UFSC/Fpolis implantada em 2016 [1], foi criada a disciplina de Projeto Integrador, a ser cursada na 7ª fase letiva. O objetivo da disciplina é a consolidação, por meio do desenvolvimento de um projeto de engenharia, dos conteúdos curriculares trabalhados nos três primeiros anos do curso. A inspiração dessa disciplina vem de experiências bem-sucedidas de uso de projetos no ensino da engenharia (ver, p. ex., [2–4]), inclusive no próprio curso em questão [5].

Em sua versão atual, equipes de três ou quatro estudantes devem realizar, durante um semestre letivo, etapas de projeto previamente estabelecidas sobre tema de livre escolha. O resultado final deve ser a montagem de protótipo com as funcionalidades previstas no projeto. Para refletir o escopo dos temas de formação do curso, o projeto deve ser interdisciplinar, reunindo conceitos das áreas de controle realimentado, de automação discreta e de informática, advindo daí o nome “Projeto Integrador”. A própria formação das equipes reflete essa diversidade, procurando-se combinar, em uma mesma equipe, estudantes com ênfases distintas de interesse em cada área do curso.

A experiência de implantação da disciplina revela a necessidade de estruturação de etapas bem definidas de projeto, associadas a cronograma de entrega dos produtos de cada etapa. Até aqui, têm sido aplicadas etapas com entregas mensais: concepção do projeto e requisitos; primeiro protótipo funcional; segundo protótipo funcional; protótipo final. Os resultados obtidos são mistos, indicando a necessidade de marcos mais frequentes de entregas e melhor definição sobre os produtos esperados.

Esta proposta de tema de mestrado visa aperfeiçoar a formulação dos marcos de projeto e das respectivas entregas por meio do acompanhamento das turmas ao longo de dois semestres e do desenvolvimento de um projeto de referência. A pesquisa abrange os temas de uso de projetos no ensino de engenharia e de metodologias de execução de projetos criativos, isto é, que não partem de um desenho pré-definido sobre o produto final. Visa-se aperfeiçoar roteiro de execução das etapas de projeto que permita a avaliação do cumprimento dos resultados esperados em cada etapa e a orientação na condução do projeto ao longo do semestre letivo, facilitando o êxito dos resultados finais.

Uma referência importante para a pesquisa é a disciplina DAS 5411 – Introdução à Eng. de Controle e Automação, ministrada na primeira fase do curso. Com ênfase em desenvolvimento de projetos, os resultados obtidos recentemente são significativos em termos de funcionalidades implementadas e aderência aos requisitos, ainda que sem conteúdos avançados de controle e automação devido à fase inicial em que se insere. Busca-se retomar a mesma vitalidade, porém em projeto conceitualmente rico de conteúdos de controle e automação condizente com estudantes de 4o. ano de engenharia.

## **2. Descrição do Problema a ser Pesquisado**

Propõe-se pesquisar o problema de desenvolvimento de projetos interdisciplinares no ensino de Engenharia de Controle e Automação levando-se em conta as dimensões descritas a seguir.

### **2.1 Escolha de temas**

Os temas escolhidos pelos estudantes devem ser apropriados para projetos interdisciplinares que integrem conhecimentos das áreas de controle, automação discreta e informática. Nesta dimensão, o problema consiste na elaboração de diretrizes gerais de projetos que tenham características adequadas à interdisciplinaridade da área de Eng. de Controle e Automação. Devem ser levados em conta aspectos de materiais e de tecnologias envolvidos na implementação, bem como os conceitos de modelagem, controle e de programação necessários para pleno funcionamento do sistema proposto.

### **2.2 Gestão de projetos criativos**

Na dimensão de planejamento e gestão de projetos, deve ser estabelecido método com base em etapas e cronogramas que auxiliem no acompanhamento e avaliação do avanço das atividades. Inicialmente, serão usados os métodos previstos para o semestre 2017.2, conforme apresentado no apêndice. Estes baseiam-se em modelo “queda d’água”, bastante usado em empresas de software apesar de suas limitações [7]. Na documentação das etapas, prevê-se o uso de diagramas de UML / SysML (casos de uso; diagramas de atividades e sequência; diagramas de classe e de componentes). Ao longo da pesquisa, os métodos empregados podem ser aperfeiçoados ou mesmo substituídos por alternativas que se mostrem mais adequadas.

### **2.3 Aplicação em ensino de engenharia com equipes multidisciplinares**

A aplicação do método em ensino de engenharia deve considerar o contexto de disciplina com duração de um semestre letivo e do trabalho em equipe com interesses multidisciplinares. Neste contexto, busca-se conciliar as características inerentes a projetos criativos (incertezas em relação a tempo de execução, recursos materiais e conhecimentos necessários) com as restrições impostas pela duração de um semestre letivo (18 semanas). Esta restrição representará, ao longo da pesquisa, uma baliza para avaliação das propostas consideradas nas dimensões 2.1 e 2.2. Também devem ser considerados critérios para formação das equipes buscando a multidisciplinaridade dos interesses individuais de cada membro.

Propõe-se, ainda, que seja realizado um projeto completo para servir de modelo de referência (“gabarito”) aos estudantes. Esse projeto poderá ser obtido a partir do aprimoramento de projeto bem sucedido dos semestres 17.2 e 18.1, ajustando-o aos métodos que forem apontados ao longo da pesquisa. Alternativamente, o projeto modelo poderá ser proposto pelo pesquisador e desenvolvido com apoio dos orientadores e técnicos laboratoristas do DAS/UFSC.

### 3. Resultados esperados

Com este trabalho de pesquisa em nível de mestrado, objetiva-se consolidar método para a formação em gestão de projetos criativos em engenharia, dotando os estudantes de sistemática de referência para o exercício profissional. Para tanto, espera-se obter os resultados a seguir:

- Roteiro detalhado com etapas e cronograma para orientação sobre as atividades do projeto.
- Especificação de documentos e protótipos entregues ao fim de cada etapa.
- Projeto-modelo que sirva de referência aos estudantes sobre o que se espera em cada etapa e no protótipo final.
- Método de avaliação das equipes com sugestão de ponderação das notas obtidas em cada etapa.
- Avaliação pedagógica da aplicação do método, preferencialmente ao longo do semestre 18.2, visando publicação dos resultados em literatura técnica especializada.
- Publicação dos resultados em congressos e periódicos especializados. No país: COBENGE (Congresso Brasileiro de Ensino da Engenharia), Revista de Ensino de Engenharia. No exterior: IEEE EDUCON, IEEE Transactions on Education.

### 4. Metodologia

A proposta de pesquisa contém elementos metodológicos variados. Salienta-se que o método de pesquisa prevê a realização do trabalho em equipe, com permanente interação com os professores das disciplinas do currículo com ênfase em projetos: DAS 5104 – Projeto Integrador (7ª fase) e DAS 5411 – Introdução à Eng. de Controle e Automação (1ª fase), além de demais professores interessados no tema da pesquisa e de técnicos de laboratório.

Inicialmente, destaca-se o aspecto empírico em ambiente de ensino/aprendizagem. Considera-se importante o acompanhamento, pelo pesquisador, das atividades de sala de aula ao longo de todo o trabalho de pesquisa. Neste particular, as etapas do método consistem de:

1. observação e avaliação das atividades da disciplina ao longo do semestre 17.2, considerando o roteiro apresentado no apêndice;
2. proposição de alterações e ajustes, tanto de tempos como de entregas, para o semestre 18.1;
3. acompanhamento das atividades no semestre 18.1 e formulação, em paralelo, de projeto-modelo para referência;
4. idem etapa 2, para semestre 18.1;
5. consolidação de método e aplicação no semestre 18.2;
6. Idem etapas 2 e 4, para semestre 18.2.

Um segundo aspecto de método é a pesquisa de referenciais teóricos nas áreas seguintes:

- conceitos de controle, automação e informática estudados nos três primeiros anos de Engenharia de Controle e Automação na UFSC/Fpolis;



## 4.2. Acompanhamento do trabalho

O desenvolvimento da pesquisa será orientado pelos professores da disciplina de projeto integrador. Conforme destacado acima, prevê-se interações frequentes com professores de Introdução à Eng. de Controle e Automação e demais professores interessados no tema da pesquisa e de técnicos de laboratório.

O acompanhamento das atividades da pesquisa terá como base:

- reuniões semanais com os orientadores;
- elaboração de relatórios técnicos descrevendo os resultados das pesquisas;
- redação e submissão de artigos científicos a conferências e periódicos especializados.

## Bibliografia

- [1] COORDENAÇÃO ECA. Proposta de Reforma Curricular para implantação em 2016.1. **Curso de Eng. de Controle e Automação**. UFSC, 2015.
- [2] DUTSON, Alan J. et al. A Review of Literature on Teaching Engineering Design Through Project-Oriented Capstone Courses. **Journal of Engineering Education**, v. 86, n. 1, p. 17-28, 1997.
- [3] BEHRENS, Alexander et al. MATLAB meets LEGO Mindstorms—A freshman introduction course into practical engineering. **IEEE Transactions on Education**, v. 53, n. 2, p. 306-317, 2010.
- [4] UGURLU, Yucel; NAGANO, Tatsuro. Project-based learning using LabVIEW and embedded hardware. In: **System Integration (SII), 2011 IEEE/SICE International Symposium on**. IEEE, 2011. p. 561-566.
- [5] VALLIM, Marcos B. R.; FARINES, J.-M.; CURY, José E. R. Practicing engineering in a freshman introductory course. **IEEE Transactions on Education**, v. 49, n. 1, p. 74-79, 2006.
- [6] HOLT, Jon; PERRY, Simon A.; BROWNSWORD, Mike. **Model-based requirements engineering**. IET, 2012.
- [7] PETERSEN, Kai; WOHLIN, Claes; BACA, Dejan. The Waterfall Model in Large-Scale Development. In: **PROFES**. 2009. p. 386-400.

# Apêndice

Projeto Integrador - Etapas e cronograma para semestre 2017.2

## 1. Escolha do projeto (entrega: 3a. semana):

- listar várias opções
- prós e contras
- justificar decisão por uma das opções
- Considerações:
  - prever conteúdos teóricos em Controle, Automação e Informática
  - viabilidade técnica e de custos
  - criatividade

## 2. Levantamento de requisitos do projeto (entrega: 5a. semana):

- Pesquisa bibliográfica
- Entrevistas com possíveis interessados ("stakeholders"):
  - especialistas na área
  - clientes
  - pesquisa de opinião (cidadãos, usuários)
- Documentação de requisitos:
  - resumo das entrevistas com avaliação do potencial de sucesso do projeto
  - especificação informal (requisitos em linguagem natural)
  - especificação via casos de uso
  - descrição dos conteúdos teóricos do projeto em relação às áreas do curso

## 3. Protótipo conceitual (concepção geral do sistema) (entrega: 6a. semana):

- conceito do sistema
- layout detalhado (e preliminar) com os elementos previstos
- ideação de alternativas de solução da implementação (listar possíveis versões para os elementos do sistema)

## 4. Plano de desenvolvimento (entrega: 7a. semana):

- Plano de trabalho (com atividades e cronograma)
- Prever:
  - definição das funções a serem implementadas e testadas em cada uma das entregas
  - simulação de elementos do sistema

- protótipo funcional inicial (primeiro protótipo com funções implementadas, talvez virtual---simulação)
- protótipo funcional intermediário (segundo protótipo com funções implementadas)
- entrega final (sistema completo)
- Descrição dos conteúdos teóricos a empregar
- Usar ferramenta de gestão de tarefas (Trello, p. ex.)

#### **5. Protótipo 1 (entrega: 9a. semana):**

- Apresentar bases teórico/conceituais (generalizar a partir do problema específico sob estudo)
- Documentação:
  - descrição geral do sistema (concepção do problema---iteração sobre item 2)
  - apresentar funções implementadas:
    - descritivos de funcionamento
    - simulações, memoriais de cálculo, avaliações quantitativas
  - desenho técnico (croquis/esboços do ambiente de operação ou dos equipamentos construídos)
  - diagramas esquemáticos
  - diagramas SysML / UML: casos de uso (revisado), atividade, sequência

#### **6. Protótipo 2 (entrega: 13a. semana):**

- Idem anterior, revisado e aprofundado. Na documentação do software:
  - acrescentar diagramas de classes e de componentes ("implementação")
  - considerar as várias plataformas (smartphone, PCs, kits, etc.)
- Simulação de funcionalidades, com aspectos teórico/conceituais demonstrando funcionamento geral
- Análise do desempenho a partir dos resultados de simulação. Exemplo de indicadores:
  - consumo de energia
  - potência necessária para controle (discutir saturações de sensores e atuadores)
  - tempo de resposta
  - robustez a perturbações

#### **6. Entrega final (17a. semana)**

#### **7. Ajustes e apresentação final (18a. semana)**