

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

TG: Relatório Parcial



UNICAMP

Autor:

Henrique de Abreu Amitay

Orientador:

André Ricardo Fioravanti

16 de Setembro de 2017

Índice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Objetivo | 2 |
| 2 | Método | 2 |
| 3 | Cronograma | 3 |
| 4 | Escopo do Engenheiro de Controle e Automação | 4 |
| 4.1 | Definição de Engenharia de Controle e Automação | 4 |
| 4.2 | Levantamento das competências de um Engenheiro | 5 |
| 5 | Análise do currículo atual | 6 |
| 6 | Próximos passos | 13 |

1 Objetivo

O trabalho aqui descrito tem como objetivo propor uma reformulação do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Estadual de Campinas, de forma a se ter um curso mais alinhado com as competências esperadas de um engenheiro pleno. Este trabalho foi motivado pela observação do autor de que um número considerável de alunos, ao se aproximar do fim de seus cursos, não demonstravam conhecimento prático básico esperados de um engenheiro, além de terem tido pouquíssimas experiências com desenvolvimento e gerenciamento de projetos. Existe também um Grupo de Trabalho (GT) na Faculdade de Engenharia Mecânica responsável por discutir e formular mudanças no currículo atual dos cursos oferecidos pela faculdade. Espera-se que este trabalho seja agregador ao que é desenvolvido nesse GT.

Planeja-se que esta reformulação, inicialmente se dê pela criação de disciplinas de projeto, onde os alunos deverão desenvolver projetos práticos a partir de conhecimento adquirido no curso, periodicamente.

2 Método

Inicialmente, antes de qualquer proposta, espera-se fazer estudos preliminares de forma a se definir exatamente o que será proposto, logo em um momento inicial planeja-se:

- Definir exatamente o escopo e as competências esperadas de um engenheiro recém formado.
- Analisar a grade do curso de Engenharia de Controle e Automação da Unicamp e apontar as competências desenvolvidas em cada uma das disciplinas.
- Estudar outras instituições de ensino, tanto no Brasil quanto no exterior, que desenvolveram projetos parecidos de ensino.

Tendo definido estes pontos, a segunda etapa do trabalho consistirá em propor diferentes projetos, ou modelos de projetos que explorem todas as competências apontadas. Além disso será necessário analisar a viabilidade destes projetos, tendo

como base a infraestrutura da universidade e o impacto que isto pode causar no currículo academico. Em suma, planeja-se:

- Agrupar as competências apontadas nos estudos preliminares em grupos, baseados em qual período o aluno estará.
- Propor projetos ou modelos de projetos que englobem estas competencias.
- Analisar a viabilidade destes projetos e caso não seja viável, propor alguma alternativa.

3 Cronograma

Espera-se que este trabalho seja feito durante o período de um ano, entre julho de 2017 até junho de 2018. A primeira etapa do trabalho será feita durante o segundo semestre de 2017 e a segunda etapa será feita no primeiro semestre de 2018. Estipulou-se o seguinte cronograma:

| Período | Etapa |
|----------------|--|
| Julho/2017 | Finalização do planejamento do trabalho |
| Agosto/2017 | Definição do escopo e competências de um engenheiro |
| Setembro/2017 | Analisar a grade do curso de Engenharia de Controle e Automação e apontar competências |
| Outubro/2017 | Estudar outras instuições de ensino |
| Novembro/2017 | Compilação e escrita das informações apontadas nas etapas passadas e revisão bibliográfica |
| Dezembro/2017 | Revisão do trabalho desenvolvido até então |
| Janeiro/2018 | Agrupar as competências apontadas em grupos |
| Fevereiro/2018 | Propor projetos ou modelos de projetos |
| Março/2018 | Compilação e escrita dos projetos propostos |
| Abril/2018 | Analisar a viabilidade destes projetos e caso não seja viavel propor alguma alternativa. |
| Maiio/2018 | Revisão do trabalho desenvolvido até então |
| Junho/2018 | Finalização da escrita do trabalho. |

4 Escopo do Engenheiro de Controle e Automação

4.1 Definição de Engenharia de Controle e Automação

Engenharia de Controle e Automação, ou Mecatrônica, é um campo relativamente jovem da engenharia. O avanço nas áreas de computação, semicondutores, sistemas embarcados e controle no último século criaram solo fértil para um campo novo e cheio de possibilidades. Porém, como é uma área nova ainda não existe consenso no escopo esperado de um engenheiro de Controle e Automação.

A definição de Mecatrônica vem sendo alterada com os anos. Sua definição original foi feita pela *Yasakawa Electric Company*, que a definiu como:

"A palavra, mecatrônica, é composta de "meca"de mecanismo e "trônica"de eletrônica. Em outras palavras, tecnologias e produtos desenvolvidos irão incorporar sistemas eletrônicos em mecanismos cada vez mais, de maneira orgânica e íntima, fazendo com que seja impossível dizer onde um começa e outro termina."

Está definição vem evoluindo conforme mais estudos são desenvolvidos na área. Uma das definições mais atuais foi definida por W.Bolton:

"Um sistema mecatrônico não é apenas o casamento de sistemas elétricos e mecânicos e é mais que apenas um sistema de controle; é a integração completa de todos eles."

As muitas definições existentes mostram o quanto o campo de Controle e Automação é novo e o quanto ele tem evoluído com os avanços tecnológicos, porém o que fica mais evidenciado é que independente da definição o campo exige que o engenheiro tenha um rol vasto e variado de competências.

É necessário então que estas competências sejam levantadas e analisadas de forma a entender melhor como o curso oferecido pela UNICAMP desenvolve tais habilidades.

4.2 Levantamento das competências de um Engenheiro

Para este estudo, a Engenharia de Controle e Automação pode ser dividida nos seguintes pontos chave:

- Modelagem de sistemas físicos

Para este estudo, este item será dividido em Sistemas Mecânicos e Sistemas Elétricos.

- Sensores e Atuadores
- Sinais e Sistemas
- Computadores e Sistemas Lógicos
- Software e Aquisição de Dados

Os itens acima descrevem os campos que, teoricamente, definem o campo de Engenharia de Controle e Automação, porém, é preciso também apontar as competências esperadas de um engenheiro, seja ele de Controle e Automação ou não.

O estudo feito por Male em 2012, aponta as seguintes competências esperadas de um engenheiro:

- Comunicação
- Trabalho em Equipe
- Profissionalismo
- Autonomia
- Ingenuidade
- Liderança e Gestão
- Engenharia voltada à negócios
- Empreendedorismo
- Engenharia prática
- Responsabilidades profissionais
- Aplicação de teoria técnica

Por questões de simplicidade estas competências serão agrupadas e referidas como: *Competências não técnicas*, já que se referem à competências voltadas mais à postura do que conhecimentos acadêmicos.

OBS: Alguns desses pontos podem parecer mais alinhados com o mercado e indústria e divergente da realidade acadêmica. É importante frisar que este estudo busca um perfil de engenheiro pleno, que possa atuar tanto em ambientes acadêmicos quanto ambientes da indústria.

Por fim, as competências que serão usadas como base neste estudo são:

- Modelagem de Sistemas Mecânicos
- Modelagem de Sistemas Elétricos
- Sensores e Atuadores
- Sinais e Sistemas
- Computação e Sistemas Lógicos
- Software e Aquisição de Dados
- Competências não técnicas

5 Análise do currículo atual

O catálogo atual do curso de Engenharia de Controle e Automação apresenta, na sua versão mais recente, 246 hora-aula/semana (créditos), divididos em uma grade de 12 semestres. As disciplinas oferecidas podem ser cursadas em qualquer ordem, dado que respeitem uma sequência de pré-requisitos estabelecidos, porém para esta análise irá ser considerada a integralização sugerida pela faculdade. Dentro destes 246 créditos, 12 são de disciplinas eletivas.

O currículo pleno, com seus respectivos semestres indicados:

| Semestre | Disciplina | Créditos |
|----------|--|----------|
| 1o | Cálculo I | 6 |
| | Química | 4 |
| | Introdução à Engenharia de Controle e Automação | 2 |
| | Geometria Analítica e Vetores | 4 |
| | Física Geral I | 4 |
| 2o | Cálculo II | 6 |
| | Física Geral III | 4 |
| | Desenho Técnico Assistido por Computador | 4 |
| | Oficinas - Mecatrônica | 4 |
| | Algoritmos e Programação de Computadores | 6 |
| 3o | Cálculo III | 6 |
| | Estruturas de Dados | 6 |
| | Física Experimental I | 2 |
| | Circuitos Elétricos | 4 |
| | Materiais de Engenharia | 2 |
| 4o | Cálculo Numérico | 4 |
| | Álgebra Linear | 4 |
| | Programação Orientada a Objetos | 4 |
| | Termodinâmica I | 4 |
| | Estática | 4 |
| 5o | Mecânica dos Fluidos I | 4 |
| | Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem | 4 |
| | Dinâmica | 4 |
| | Eletrônica Aplicada | 4 |
| | Estatística para Experimentalistas | 4 |
| 6o | Laboratório de Eletrônica Aplicada | 2 |
| | Circuitos II | 4 |
| | Análise Linear de Sistemas | 4 |
| | Engenharia de Fabricação | 2 |
| | Transferência de Calor I | 4 |
| | Circuitos Lógicos | 4 |
| 7o | Fabricação Mecânica e Metalúrgica | 2 |
| | Laboratório de Circuitos Lógicos | 2 |
| | Sistemas Fluidotérmicos I | 4 |
| | Resistência dos Materiais I ⁷ | 4 |
| | Projeto de Sistemas Computacionais | 4 |
| | Vibrações de Sistemas Mecânicos | 4 |

Tabela 1: Catálogo atual do curso - Parte 1

| Semestre | Disciplina | Créditos |
|----------|---|----------|
| 8o | Controle de Sistemas Mecânicos | 4 |
| | Resistência dos Materiais II | 4 |
| | Princípios de Conversão de Energia | 4 |
| | Instrumentação Básica | 2 |
| | Laboratório de Ensaio dos Materiais | 2 |
| | Sistemas de Aquisição de Dados | 4 |
| 9o | Projeto de Sistemas Embarcados | 4 |
| | Eletrônica para Automação Industrial | 4 |
| | Laboratório de Dispositivos Eletromecânicos | 2 |
| | Planejamento e Controle da Produção I | 4 |
| | Modelagem de Dispositivos Eletromecânicos | 2 |
| | Robótica Industrial | 4 |
| 10o | Sistemas Mecânicos | 4 |
| | Laboratório de Eletrônica para Automação Industrial | 2 |
| | Automação Industrial | 4 |
| | Controle Avançado de Sistemas | 4 |
| | Laboratório de Sistemas Embarcados | 2 |
| 11o | Ciências do Ambiente | 2 |
| | Laboratório de Controle de Sistemas | 2 |
| | Laboratório de Automação Industrial | 2 |
| | Trabalho de Graduação I | 2 |
| 12o | Direito | 2 |
| | Economia para Engenharia | 4 |
| | Estágio Supervisionado | 12 |
| | Trabalho de Graduação II | 4 |
| | Projeto de Sistemas Mecatrônicos | 4 |

Tabela 2: Catálogo atual do curso - Parte 2

Para este estudo é necessário destacar as disciplinas que tem como ementa o desenvolvimento de conhecimentos práticos e de projeto. As experiências do autor com o curso puderam mostrar que muitas disciplinas que não possuem este escopo na ementa também trouxeram experiências práticas pela iniciativa do próprio docente, porém estes casos não serão analisados pois não há maneira de quantificá-los dado que dependem de um fator subjetivo. São elas:

- **Laboratórios e Oficinas:**

- Laboratório de Eletrônica Aplicada
- Laboratório de Circuitos Lógicos
- Laboratório de Dispositivos Eletromecânicos
- Laboratório de Eletrônica para Automação Industrial
- Laboratório de Sistemas Embarcados
- Laboratório de Controle de Sistemas
- Laboratório de Automação Industrial
- Laboratório de Ensaio dos Materiais
- Oficinas - Mecatrônica
- Física Experimental I
- Química (2 créditos apenas)

- **Computação:**

- Algoritmos e Programação de Computadores
- Estruturas de Dados
- Programação Orientada a Objetos
- Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

- **Projetos e Sistemas:**

- Projeto de Sistemas Embarcados
- Projeto de Sistemas Mecatrônicos
- Sistemas de Aquisição de Dados

- **Trabalhos de Graduação:**

Trabalho de Graduação I

Trabalho de Graduação II

As disciplinas desta lista correspondem à 62 créditos, ou seja, uma parcela de 25.2% da totalidade do curso. Porém, é necessário avaliar com quais competências estes 62 créditos se relacionam e em qual momento do curso serão cursados pelos alunos.

Para esta análise, todas as disciplinas foram mapeadas em grupos. Estes grupos visam condensar as disciplinas em competências desenvolvidas e serão a base das análises subsequentes. São eles:

- **Matemática e Ciências Básicas:** noções básicas de matemática, física e química que servirão como base de outras disciplinas.
- **Mecânica:** consiste no estudo de mecânica dos sólidos e fluidos, estudo de calor e energia e materiais.
- **Elétrica:** consiste no estudo de circuitos elétricos e magnéticos e sistemas de conversão de energia.
- **Fabricação:** consiste no projeto de sistemas mecânicos e sua produção.
- **Automação:** consiste no estudo de sensores e atuadores usados na automação de processos, assim como o projeto de sistemas automatizados e modelagem de dispositivos.
- **Sinais e Sistemas:** consiste no estudo de sinais de tempo contínuo e discreto, aquisição de dados e controle.
- **Sistemas Embarcados:** estudo de arquitetura e projetos de sistemas embarcados bem como suas aplicações.
- **Computação:** noções básicas de algoritmos, estrutura de dados, paradigmas de programação, linguagem de montagem e arquitetura de computadores.
- **Projetos de Engenharia:** desenvolvimento de projetos que consistem na integração de uma ou mais áreas estudadas em engenharia.

- **Estudos complementares:** se refere a campos que não competem necessariamente ao escopo de um Engenheiro de Controle e Automação porém se adequam à realidade de um profissional no ambiente brasileiro.

O mapeamento das disciplinas, além de facilitar as análises subsequentes também servirão para relacionar os grupos às competências levantadas na sessão anterior. A tabela a seguir visa então:

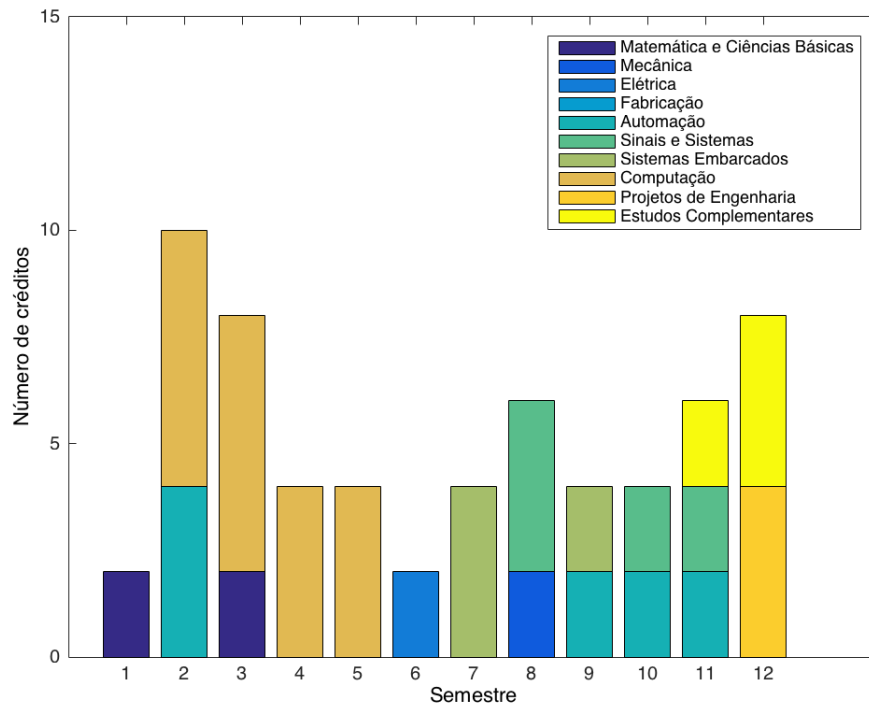
- Relacionar disciplinas à grandes grupos.
- Relacionar o número de créditos investidos em cada grupo.
- Relacionar o número de créditos práticos investidos em cada grupo.

| Grupo | Disciplinas | Créditos | Créditos Práticos | Porcentagem do Curso | Porcentagem dentro da parte prática |
|-------------------------------|--|----------|-------------------|----------------------|-------------------------------------|
| Matemática e Ciências Básicas | Física Geral I, Física Experimental I, Física Geral III, Química, Cálculo I, Geometria Analítica e Vetores, Cálculo II, Cálculo III, Álgebra Linear, Estatística para Experimentalistas, Cálculo Numérico | 52 | 4 | 21.1% | 6.5% |
| Mecânica | Estática, Termodinâmica I, Dinâmica, Resistência dos Materiais I, Mecânica dos Fluidos I, Resistência dos Materiais II, Transferência de Calor I, Vibrações de Sistemas Mecânicos, Materiais de Engenharia, Laboratório de Ensaio dos Materiais, Sistemas Fluidotérmicos I | 40 | 2 | 16.3% | 3.3% |
| Elétrica | Circuitos Elétricos, Circuitos II, Eletrônica Aplicada, Laboratório de Eletrônica Aplicada, Princípios de Conversão de Energia | 16 | 2 | 6.5% | 3.4% |
| Fabricação | Desenho Técnico Assistido por Computador, Engenharia de Fabricação, Fabricação Mecânica e Metalúrgica, Sistemas Mecânicos, Planejamento e Controle da Produção I | 15 | 0 | 6.1% | 0% |

Tabela 3: Divisão das disciplinas em grandes grupos - Parte 1

| Grupo | Disciplinas | Créditos | Créditos Práticos | Porcentagem do Curso | Porcentagem dentro da parte prática |
|------------------------|--|----------|-------------------|----------------------|-------------------------------------|
| Automação | Oficinas - Mecatrônica, Eletrônica para Automação Industrial, Laboratório de Eletrônica para Automação Industrial, Robótica Industrial, Instrumentação Básica, Laboratório de Automação Industrial, Automação Industrial, Modelagem de Dispositivos Eletromecânicos, Laboratório de Dispositivos Eletromecânicos | 20 | 10 | 8.13% | 16.1% |
| Sinais e Sistemas | Análise Linear de Sistemas, Sistemas de Aquisição de Dados, Controle de Sistemas Mecânicos, Controle Avançado de Sistemas, Laboratório de Controle de Sistemas | 18 | 6 | 7.3% | 9.7% |
| Sistemas Embarcados | Circuitos Lógicos, Laboratório de Circuitos Lógicos, Projeto de Sistemas Embarcados, Laboratório de Sistemas Embarcados | 12 | 8 | 4.9% | 12.9% |
| Computação | Algoritmos e Programação de Computadores, Estruturas de Dados, Programação Orientada a Objetos, Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem, Projeto de Sistemas Computacionais | 24 | 20 | 9.76% | 32.3% |
| Projetos de Engenharia | Introdução à Engenharia de Controle e Automação, Projeto de Sistemas Mecatrônicos, Trabalho de Graduação I, Trabalho de Graduação II | 16 | 14 | 6.5% | 22.6% |
| Estudos Complementares | Ciências do Ambiente, Direito, Economia para Engenharia, Estágio Supervisionado | 20 | 0 | 8.13% | 0% |

Tabela 4: Divisão das disciplinas em grandes grupos - Parte 2



O gráfico acima mostra a distribuição de matérias práticas ao longo do período de 12 semestres do curso. Pode-se observar uma concentração de matérias de computação no início do curso e uma de outras matérias no fim, porém o meio do curso (do quarto ao sétimo mestre) apresenta poucas matérias práticas.

6 Próximos passos

Tendo compilado as informações do curso de Engenharia de Controle e Automação da Unicamp, o próximo passo do estudo é analisar os cursos de outras instituições de ensino superior sob as mesmas métricas. Planeja-se entrar em contato com universidades de renome internacional, analisar o currículo proposto e também entender as propostas para matérias de desenvolvimento de projeto.

Com as informações de outras instituições de ensinos, será possível comparar ambas as realidades (Unicamp e outras universidades) e entender quais as mu-

danças necessárias para que o problema de falta de contato técnico seja sanado, também procura-se alinhar o curso da Unicamp aos cursos de outras instituições de prestígio internacional, porém sem perder de vista a realidade brasileira.