



Universidade Federal de Minas Gerais  
Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação  
Proposta de Projeto Final de Curso I

## **Desenvolvimento de Sistema de Balanceamento Aplicado a uma Bancada de Análise de Vibrações Mecânicas**

Markos Viggiato de Almeida

Supervisor: Engo. Derick Henrique de Jesus Silva  
Orientador: Prof. Paulo Fernando Seixas, DELT - UFMG

06 de julho de 2015

## **1. Descrição do problema**

Uma fonte comum de esforços dinâmicos em máquinas rotativas, responsável pela geração de vibração, é o desbalanceamento provocado por alguns desequilíbrios de massa devido a causas inevitáveis como assimetrias, tolerâncias dimensionais, desvios de fora ou imperfeições de matéria prima e da montagem. Qualquer uma destas causas ou uma combinação delas irá destruir a condição de perfeita distribuição de massa em torno do eixo de rotação do rotor, gerando desbalanceamento (Soeiro, 2008).

A necessidade de aumento da velocidade de rotação nas máquinas e exigências de redução da relação peso-potência e aumento de desempenho têm como condição básica a igualdade de distribuição de massas em torno do eixo de rotação através de um perfeito balanceamento. A qualidade de balanceamento de rotores, por exemplo, é julgada pelo grau de suavidade com que este gira em regime de trabalho, através de inspeções estabelecidas pela manutenção preditiva, que tem como uma das funções detectar e corrigir o balanceamento de rotores (Silva, Silva., & Irmão, 2004). Para que o balanceamento possa ser feito é necessário, por meio das informações obtidas a partir da instrumentação da bancada, obter a função de transferência do sistema (disco rotativo e massas), o que mostra a relação deste trabalho com a área de sistemas dinâmicos.

O foco deste Projeto Final de Curso (PFC) está no desenvolvimento de um sistema automático de balanceamento dinâmico aplicado em uma bancada de análise de vibrações mecânicas. Este trabalho está inserido no projeto P&D GT338, uma parceria do Departamento de Engenharia Eletrônica da UFMG com a CEMIG, portanto os resultados obtidos podem contribuir com o projeto mencionado.

## **2. Apresentação do projeto P&D GT338 CEMIG/DELT - UFMG**

Como mencionado acima, este PFC encontra-se no contexto do projeto P&D “GT338 – Desenvolvimento de sistema integrado para supervisão e orientação à operação remota segura de usinas hidrelétricas”, resultado de uma parceria entre a UFMG e a CEMIG.

Este projeto concentra-se no desenvolvimento de um sistema inteligente remoto de monitoramento de vibração nas usinas hidrelétricas e já conta com uma bancada de análise de vibrações mecânicas localizada na Escola de Engenharia da UFMG.

O PFC será desenvolvido principalmente no Laboratório de Validação de Sistemas (LVAS), localizado na Escola de Engenharia da UFMG, e será supervisionado pelo engenheiro Derick Henrique de Jesus Silva, que trabalha no mesmo projeto.

### 3. Objetivos do projeto

Analisar a necessidade de um balanceamento dinâmico em um disco rotativo e implementá-lo de forma automática; verificar os diferentes métodos disponíveis; identificar o valor da massa e a posição em que a mesma deve ser localizada para que se obtenha o balanceamento.

### 4. Atividades

- 1 – Identificar o desbalanceamento em um disco rotativo por meio da análise das informações provenientes da instrumentação da bancada.
- 2 – Verificar o método de balanceamento mais adequado.
- 3 – Obter a função de transferência do sistema e realizar o balanceamento a partir dela.
- 4 – Verificar os resultados obtidos (valor da massa a ser posicionada e sua localização) por meio de validação na bancada de análise de vibrações.

### 5. Cronograma

Na Figura 1 é possível ver o cronograma definido para a elaboração do PFC.

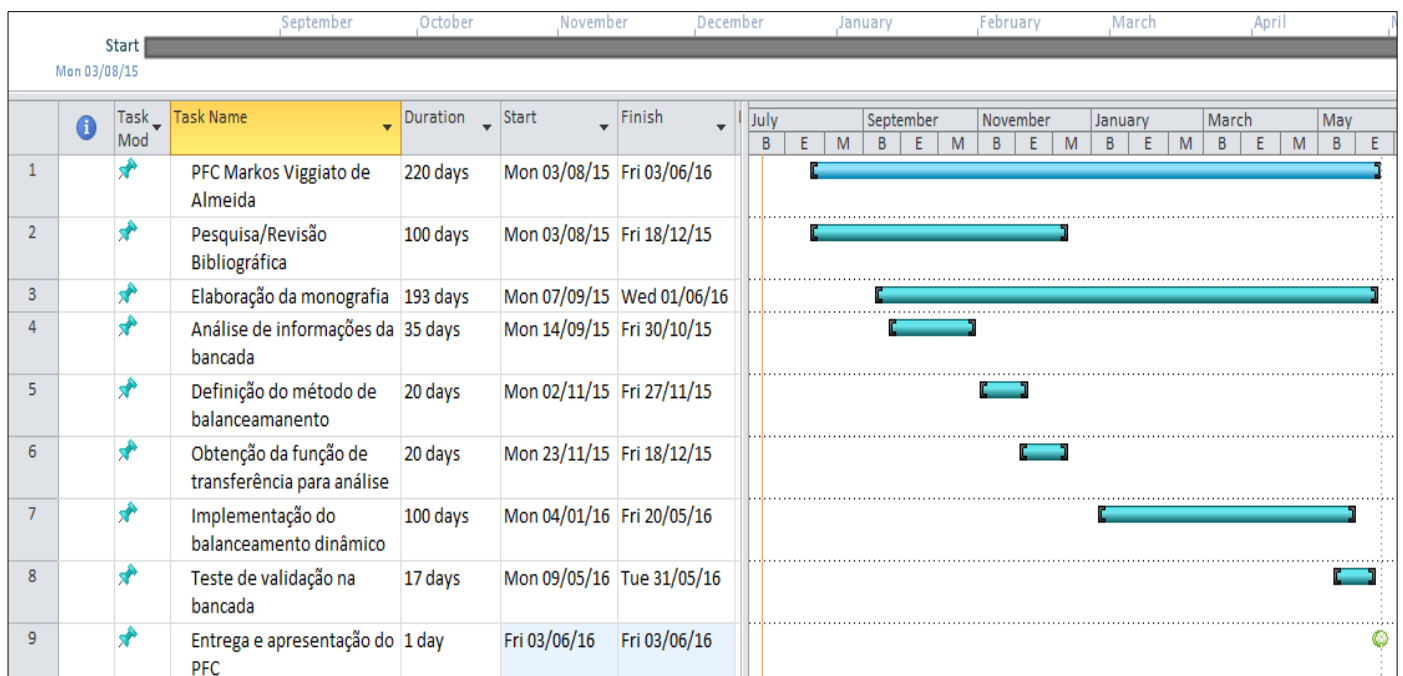


Figura 1: Cronograma para elaboração do PFC

## 6. Recursos necessários

Será necessário utilizar materiais bibliográficos que apresentem os conceitos de vibração mecânica e de desbalanceamento, além dos métodos disponíveis para realizar-se o balanceamento dinâmico. A bancada de análise de vibrações também será utilizada, tanto para obtenção de informações iniciais quanto para a validação dos resultados. O acesso ao Laboratório de Validação de Sistemas (LVS) bem como a softwares para processamento de sinais (*Labview*, por exemplo) terá que ser disponibilizado.

## 7. Referências

- Silva, S. E., Silva, A. A., & Irmão, M. A. (2004). *Análise teórico-experimental de Bancada Didática para Balanceamento Estático e Dinâmico de Rotores*. Fonte: [http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2004/artigos/01\\_172.pdf](http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2004/artigos/01_172.pdf).
- Soeiro, P. D. (agosto de 2008). *Curso de Fundamentos de Vibração e Balanceamento de Rotores*. Fonte: <http://www.ufpa.br/gva/Apostilas/Fundamentos%20de%20%20Vibricao.pdf>.

#### 8. Assinaturas

Declaramos estar cientes dos compromissos assumidos pelo aluno Markos Vigiato de Almeida no desenvolvimento do trabalho proposto.

*Markos Vigiato de Almeida*

Markos Vigiato de Almeida

*Paulo Fernando Seixas*

Orientador: Prof. Paulo Fernando Seixas, DELT- UFMG

*Derick Henrique de Jesus Silva*

Supervisor: Engo. Derick Henrique de Jesus Silva

Belo Horizonte, 06 de julho de 2015

Ao Prof. Igor Amariz Pires

Coordenador do Colegiado do Curso de Engenharia de Controle e Automação

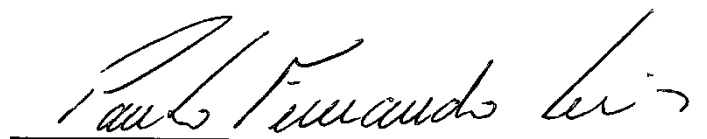
Universidade Federal de Minas Gerais.

Prezado professor,

Eu, Paulo Fernando Seixas, professor do Departamento de Engenharia Eletrônica da UFMG, comprometo-me, perante este Colegiado, a assumir a **orientação acadêmica** do aluno Markos Viggiato de Almeida, matrícula 2011018239, no Projeto de Final de Curso intitulado “Desenvolvimento de Sistema de Balanceamento Aplicado a uma Bancada de Análise de vibrações Mecânicas”, a ser desenvolvido na empresa UFMG, em Belo Horizonte, durante o segundo semestre de 2015 e primeiro semestre de 2016, conforme definido com o aluno e descrito na Proposta de Projeto de Final de Curso anexa.

Sem mais, coloco-me à disposição, para prestar quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, reading "Paulo Fernando Seixas", written over a horizontal line.

Prof. Paulo Fernando Seixas

Departamento de Engenharia Eletrônica da UFMG

ANEXO II

Belo Horizonte, 06 de julho de 2015

Ao Prof. Igor Amariz Pires

Coordenador do Colegiado do Curso de Engenharia de Controle e Automação

Universidade Federal de Minas Gerais.

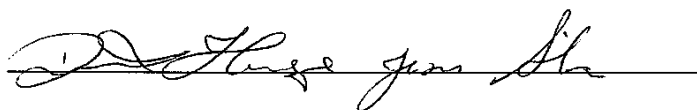
Prezado professor,

Eu, Derick Henrique de Jesus Silva, Engenheiro no Projeto GT338 - CEMIG, comprometo-me, perante este Colegiado, a assumir a **supervisão do trabalho** do aluno Markos Vigiato de Almeida, matrícula 2011018239, no Projeto de Final de Curso intitulado “Desenvolvimento de Sistema de Balanceamento Aplicado a uma Bancada de Análise de vibrações Mecânicas”, a ser desenvolvido na UFMG durante o segundo semestre de 2015 e primeiro semestre de 2016, conforme definido com o aluno e descrito na Proposta de Projeto de Final de Curso anexa.

Declaro ainda que o referido aluno terá acesso ao local e aos equipamentos de propriedade da empresa/instituição necessários à execução do trabalho.

Sem mais, coloco-me à disposição, para prestar quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente,



Engo. Derick Henrique de Jesus Silva

## **Projeto de Final de Curso**

### ***Formulário de Submissão de Proposta***

#### **Equipe**

- Nome do aluno: Markos Viggiato de Almeida
- Número de matrícula: 2011018239
- Email: markos\_viggiato@hotmail.com
- Tel: (31) 92971512
  
- Professor Orientador: Paulo Fernando Seixas
- Departamento: Engenharia Eletrônica
- Email: paulos@cpdee.ufmg.br
- Tel: (31)3409-3455
  
- Professor Supervisor: Engo. Derick Henrique de Jesus Silva
- Empresa/Instituição: UFMG/Projeto GT338 – CEMIG/DELT
- Função/Cargo: Engenheiro
- Email: [derick\\_saga@yahoo.com.br](mailto:derick_saga@yahoo.com.br)
- [Tel:\(31\)3409-3468](tel:(31)3409-3468) (Laboratório de Validação de Sistemas)

#### **Trabalho**

- Título: Desenvolvimento de Sistema de Balanceamento Aplicado a uma Bancada de Análise de Vibrações Mecânicas
  
- Marque a área na qual a parte principal (o cerne) de seu projeto pode ser melhor enquadrada (excepcionalmente podem ser marcadas 2 áreas simultaneamente):

<i>Sensores e Atuadores (Instrumentação)</i>	
<i>Controle e Otimização de Processos</i>	
<i>Sistemas de Automação</i>	
<i>Outros (especifique abaixo)</i>	X



### **Avaliação da Proposta de PFC**

(Para uso exclusivo da Comissão de Avaliação designada pelo Colegiado)

<b><i>Item de Avaliação</i></b>	<b><i>S</i></b>	<b><i>N</i></b>	<b><i>Obs.</i></b>
Carta de compromisso - Orientador			
Carta de compromisso - Supervisor			
Pertinência da proposta de projeto à área de Engenharia de Controle e Automação			
Viabilidade de execução da proposta no prazo de 10 meses, correspondente ao intervalo de tempo contendo as disciplinas Projeto de Final de Curso I (PFC I) e Projeto de Final de Curso II (PFC II)			
Clareza no estabelecimento dos objetivos do PFC			
Consistência do cronograma em relação aos objetivos estabelecidos, incluindo atividades de elaboração de texto para ambas as disciplinas PFC I e PFC II			

Obs.: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_