

**ASISTENCIA A LA DOCENCIA EN LA ELABORACIÓN DE NOTAS
DE CLASE PARA EL CURSO DE CONTROL LINEAL**

DANIEL ANTONIO CARDONA MORALES

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN**

2013

**ASISTENCIA A LA DOCENCIA EN LA ELABORACIÓN DE NOTAS
DE CLASE PARA EL CURSO DE CONTROL LINEAL**

DANIEL ANTONIO CARDONA MORALES

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Director

RAFAEL ESTEBAN VÁSQUEZ MONCAYO
Doctor of Philosophy (Mechanical Engineering)

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN

2013

Nota de aceptación

Firma

Nombre:

Presidente del jurado

Firma

Nombre:

Jurado

Firma

Nombre:

Jurado

Medellín, Mayo 9 de 2013

Quiero dedicar este trabajo a mi Mamá que siempre me acompaña en el corazón y a mi Papá y al resto de mi familia por el apoyo y el acompañamiento en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al director de la facultad, ingeniero mecánico M.Sc. Diego Andrés Flórez Londoño por el gran apoyo que me brindó durante toda la carrera. Al ingeniero mecánico Ph.D. Rafael Vásquez y al Grupo de Automática y Diseño A+D en general por la paciencia, colaboración y apoyo que me prestaron durante mi estadía en la Universidad.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. SOFTWARE \LaTeX	19
2. ASISTENCIA A LA DOCENCIA	21
2.1. ELABORACIÓN DE NOTAS DE CLASE PARA EL CURSO DE CONTROL LINEAL	21
CONCLUSIONES	29
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	33
A. DIARIO DE CAMPO	35
B. ANTEPROYECTO DE TRABAJO DE GRADO	67

GLOSARIO

\LaTeX : Procesador tipográfico para preparación de documentos científicos y académicos de alta calidad.

RESUMEN

Este trabajo consiste en el recuento y explicación de las actividades desarrolladas durante el trabajo como asistente que el autor adelantó en el Grupo de Automática y Diseño A+D.

Inicialmente se presenta un breve resumen de los proyectos en los cuales se tuvo algún tipo de intervención como asistente, y de esta manera se establece el contexto en el que fueron realizadas las diferentes actividades de asistencia. En los capítulos siguientes se describen las actividades realizadas para los diferentes proyectos, así como otras actividades complementarias importantes o necesarias para el Grupo de Automática y Diseño A+D. Finalmente se presenta el diario de campo elaborado durante el trabajo, donde se hace el informe de las actividades en la correspondiente fecha y hora de ejecución.

INTRODUCCIÓN

Este informe corresponde al trabajo de grado desarrollado por el autor bajo la modalidad de asistencia a la docencia. Dicho trabajo se ejecutó en el Grupo de Automática y Diseño A+D, de la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana.

El Grupo de Automática y Diseño A+D, adelanta labores de investigación, docencia y consultoría en las líneas de Automatización, Teoría del Control, Mecatrónica, Teoría de Mecanismos y Diseño Mecánico. El Grupo A+D representa el soporte académico e investigativo para las áreas de automática y diseño mecánico en la Escuela de Ingenierías de la UPB y cuenta con un equipo humano altamente calificado compuesto por doctores y magísteres con formación en varias especialidades de la ingeniería: mecánica, electrónica, instrumentación y control, textil y química.

Dentro de sus líneas de investigación el grupo ha adelantado trabajos en diversos temas: desarrollo de vehículos no tripulados terrestres, aéreos y subacuáticos; diseño, análisis, programación y control de robots manipuladores; estudio del potencial energético del mar colombiano y el análisis de las tecnologías de medición y aprovechamiento para la generación de energía eléctrica; solución problemas de control de procesos con métodos convencionales, y no convencionales usando lógica difusa, redes neuronales, sistemas expertos, controles no lineales y observadores (soft-sensors); desarrollo de software con aplicación en las diferentes líneas de investigación; ejecución de proyectos de consultoría en evaluación de tecnologías mecatrónicas; y desarrollo de plantas de laboratorio para el estudio del control y la dinámica de sistemas.

Los servicios de consultoría que ofrece el Grupo A+D incluyen, entre otros: modelización y simulación de sistemas, capacitación teórica y práctica en control de procesos, capacitación teórica y práctica en análisis y control de manipuladores robóticos, solución de problemas en control de procesos y automatización industrial; análisis de sistemas de control, análisis de máquinas y sistemas mecatrónicos, evaluación de tecnologías, desarrollo de software para manipuladores robóticos. El Grupo cuenta con un laboratorio

de robótica conformado por un robot industrial KUKA KR6, un prototipo de robot serial con seis grados de libertad, un prototipo de manipulador paralelo espacial, un prototipo de robot cartesiano y un péndulo invertido. Algunas de las empresas para las que el Grupo A+D ha prestado servicios de investigación y consultoría son: Aguas EPM, CIEN, Colcafé, ISA.

Información detallada del A+D puede consultarse en el Gruplac de Colciencias:

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000001483>

Existen algunos proyectos de investigación, que por su complejidad o duración requieren incluir dentro de su organigrama a personal técnico auxiliar. Dependiendo del perfil específico, se puede convocar a estudiantes de último año de ingeniería para ocupar estos puestos. Esta figura es una de las modalidades de trabajo de grado establecidas en el reglamento de la Escuela de Ingenierías.

Los objetivos planteados para este trabajo de asistencia a la docencia son los siguientes:

- Realizar actividades encomendadas por el director para asistir su labor académica.
- Elaborar bitácoras con las actividades desarrolladas en la asistencia para mantener un informe detallado de las horas cumplidas.
- Elaborar textos académicos desde el software de preparación de documentos de alta calidad, L^AT_EX.

1. SOFTWARE \LaTeX

\LaTeX es un software utilizado a nivel mundial para la preparación de documentos de alta calidad. Gran cantidad de libros y artículos científicos son escritos mediante este software.

\LaTeX fue escrito inicialmente por Leslie Lamport utilizando el motor tipográfico \TeX . \TeX fue creado por Donald Knuth buscando explotar el potencial de la impresión digital que se estaba introduciendo en la industria editorial y estaba enfocado en la calidad tipográfica y en las fórmulas matemáticas. Con este motor, \LaTeX permite a los usuarios publicar sus trabajos con alta calidad tipográfica utilizando un diseño profesional [1].

Al ser un procesador avanzado de texto, requiere del aprendizaje de su lenguaje de programación, mediante el cual se da el formato al texto generado. Para esto se utilizan los manuales oficiales de \LaTeX [1] [2] y un tutorial realizado en la Universidad Pontificia Bolivariana [3].

La utilización de \LaTeX para documentos académicos representa una gran ventaja frente a la utilización de otros procesadores de texto como Microsoft Word. Además de tener una mejor calidad tipográfica, \LaTeX se encarga automáticamente del diseño del documento, conservando la estructura de los capítulos y las secciones y permitiendo generar tablas de contenidos, referencias y bibliografías fácilmente. También presenta muchas facilidades al momento de incluir tablas, matrices y ecuaciones.

Para escribir en lenguaje matemático, basta con utilizar los comandos necesarios y el software se encarga de mostrar la información de manera clara y ordenada. También permite etiquetar las figuras, tablas y ecuaciones que estén en el documento y hacer referencia a éstas cuando sea necesario, teniendo en cuenta que si el documento se mantiene en un formato digital, con sólo hacer clic sobre esta referencia, se dirige al elemento etiquetado.

Otro aspecto importante del sistema es que permite la inclusión de gráficos vectoriales.

Los gráficos vectoriales son imágenes que al momento de hacerles zoom conservan su nitidez, permitiendo apreciar detalles pequeños en las gráficas sin perder la calidad de la imagen.

Un documento en \LaTeX tiene una estructura básica. Esta comienza con el comando

```
\documentclass{...}
```

el cual especifica que tipo de documento se pretende escribir. A continuación se pueden cargar paquetes que agregan nuevas características al texto, como el reconocimiento de tildes para los idiomas que las requieran, entre otros, y se utiliza el comando

```
\usepackage{...}
```

Posteriormente se comienza la escritura del documento con el comando

```
\begin{document}
```

A continuación se pone todo el contenido que tendrá el documento y se finaliza con el comando

```
\end{document}
```

el cual da la orden a \LaTeX de finalizar.

En el cuerpo del documento, se pueden utilizar diferentes secciones para su organización. Dependiendo del tipo de documento, se pueden tener hasta 7 niveles de profundidad para definir las secciones, estas son

- Parte (`\part`)
- Capítulo (`\chapter`)
- Sección (`\section`)
- Subsección (`\subsection`)
- Subsubsección (`\subsubsection`)
- Párrafo (`\paragraph`)
- Subpárrafo (`\subparagraph`)

2. ASISTENCIA A LA DOCENCIA

2.1. ELABORACIÓN DE NOTAS DE CLASE PARA EL CURSO DE CONTROL LINEAL

Se requieren notas de clase para el curso de Control Lineal, dictado en los programas de posgrado de la Universidad Pontificia Bolivariana, a cargo del Grupo de Automática y Diseño A+D. De allí surge como actividad la transcripción de manuscritos sobre teoría de control para sistemas lineales desarrollados por el ingeniero Rafael Vásquez durante sus estudios de doctorado en la Universidad de la Florida.

Para transcribir de una manera organizada estos manuscritos, los cuales contienen teoría, ecuaciones, matrices, diagramas, figuras, entre otros, se sugiere la utilización del software \LaTeX .

Durante las 480 horas del proyecto se realizaron las transcripciones de los manuscritos de los cursos de *State Variable Methods in Linear Systems* y *Control System Theory*, comenzando el 29 de octubre de 2012 y finalizando el 21 de abril de 2013.

A continuación se puede observar la tabla de contenidos y uno de los capítulos de los manuscritos del Ingeniero Rafael Vásquez, en donde se evidencia tanto la calidad y la organización del software \LaTeX , como los temas referentes a la teoría de control que fueron abordados en esta actividad.

Contents

I	State space realizations	7
1	Implementing differential equations	9
2	The Kelvin method	11
3	Input derivatives	15
4	Parallel realizations	17
5	The transfer function	19
6	Output coupling	23
7	Non-uniqueness of realizations	25
8	Minimal realizations	27
9	The transfer function from the realization	29
10	The Cayley-Hamilton theorem	33
11	The resolvent formula	35
12	Power series expansion	37
13	The minimal polynomial	39
14	Poles and zeros	41
15	The Markov parameters	43
16	The impulse response of a realization	45
17	The time response of a realization	47
II	Observability, Controllability, Stability	51
18	Stability of continuous time realizations	53
19	The notion of observability	55
20	Observability matrix	59
21	Reachability	61

22	Controllability matrix	63
23	Duality	69
24	Discrete-time systems	71
25	The Z-Transform and shifting	73
26	Realizations of discrete-time systems	77
27	Stability of discrete-time systems	79
28	Observability of discrete-time systems	81
29	Reachability of discrete-time systems	83
30	Controllability of discrete-time systems	85
31	Observability and constructibility	89
32	Canonical realizations	97
33	The effect of a similarity transformation	101
34	Non reachable realizations	103
35	Non observable realizations	111
36	The Popov rank condition	115
III	State feedback and state observers	117
37	State feedback	119
38	Effect of the state feedback on reachability	121
39	Some determinant formulas	123
40	Pole assignment	125
41	State feedback in the controller form	129
42	The transfer function and the controller form	131
43	Stabilizable systems	135
44	Asymptotic observers	143
45	Error estimation	145
46	Non observable realizations	151
47	The observer controller configuration	155
48	The separation principle	157
49	The design process	159

<i>CONTENTS</i>	5
50 Scaling the gains with similarity transformations	161
51 Observability under state feedback	165

Chapter 2

The Kelvin method

Restriction: The differential equation includes NO derivatives on the input function.

$$y^{(n)}(t) + a_1 y^{(n-1)}(t) + \dots + a_n y(t) = b_0 u(t)$$

We demonstrate the Kelvin method on an example with $n = 3$

$$\ddot{y}(t) + a_1 \dot{y}(t) + a_2 y(t) + a_3 y(t) = b_0 u(t)$$

Step 1: Express $y^{(n)}(t)$ derivative in terms of all other quantities:

$$\ddot{y}(t) = -a_1 \dot{y}(t) - a_2 y(t) - a_3 y(t)$$

Step 2: Draw a string of integrators, and $y^{(n)}(t)$ as its input function

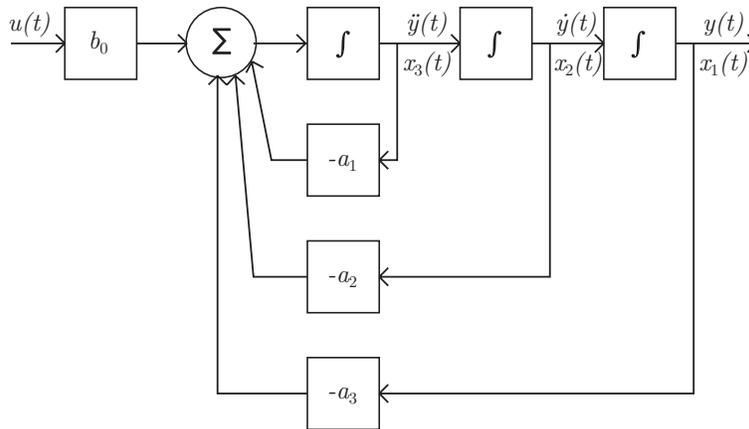


Figure 2.1: Kelvin implementation. Each integrator has its initial condition

Step 3: Name each integrator output $y(t) = x_1(t)$, $\dot{y}(t) = x_2(t)$, $\ddot{y}(t) = x_3(t)$.

Step 4: Write the equations for the \dot{x} using only x and u .

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t) &= x_2(t) \\ \dot{x}_2(t) &= x_3(t) \\ \dot{x}_3(t) &= -a_3 x_1 - a_2 x_2 - a_1 x_3 + b_0 u(t) \end{aligned} \quad \rightarrow \text{State Equations}$$

Also $y(t) = x_1(t) \rightarrow$ The output equation

We have changed a 3rd order differential equation for three 1st order differential equations.

Writing in matrix form

$$x(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \end{bmatrix} \quad \dot{x}(t) = \begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \\ \dot{x}_3(t) \end{bmatrix}$$

Now, the state equation

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -a_3 & -a_2 & -a_1 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ b_0 \end{bmatrix} u(t)$$

The output equation

$$y(t) = [1 \ 0 \ 0] x(t)$$

So we managed to rewrite our original order n equation as n order 1 equations in the form

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu & \text{where: } & A \text{ is } n \times n \\ y &= Cx & & B \text{ is } n \times 1 \rightarrow \text{For a single input } u(t) \\ & & & C \text{ is } 1 \times n \rightarrow \text{For a single output } y(t) \end{aligned}$$

The vector x is called the state vector. Now the question is: Is there a different way to implement the same equation?

Consider the equation:

$$\ddot{y} + a_1\dot{y} + a_2y + a_3y = b_3u + b_2\dot{u} + b_1\ddot{u} + b_0\ddot{u}$$

FACT: Consider a physical system described by the differential equation

$$y^{(n)}(t) + a_1y^{(n-1)}(t) + \dots + a_ny(t) = b_mu(t) + b_{m-1}\dot{u}(t) + \dots + b_0u^{(m)}(t)$$

Then, for an implementable system, always $m \leq n$

Implementation

Step 1: Express $y^{(n)}$ in terms of all other quantities

$$\ddot{y} = -a_1\dot{y} - a_2y - a_3y + b_3u + b_2\dot{u} + b_1\ddot{u} + b_0\ddot{u}$$

Step 2: Apply n consecutive integration steps to both sides of the equation

$$\iiint \ddot{y} = \iiint -a_1\dot{y} - \iiint a_2y - \iiint a_3y + \iiint b_3u + \iiint b_2\dot{u} + \iiint b_1\ddot{u} + \iiint b_0\ddot{u}$$

Step 3: Rewrite using only y and u (no derivatives)

$$y = \int -a_1y - \iint a_2y - \iiint a_3y + \iiint b_3u + \iint b_2u + \int b_1u + b_0u$$

Step 4: Draw a diagram with n integrators

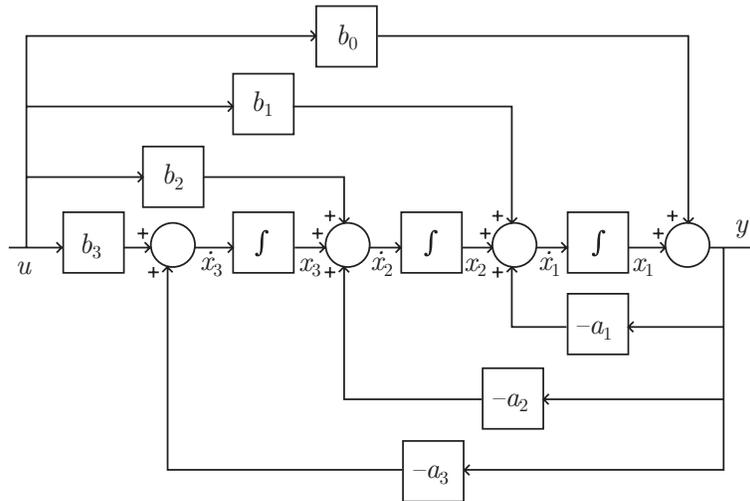


Figure 2.2: Observer canonical form

Step 5: Name the output of the integrator outputs. Write equations for \dot{x} using only x and u . Before that, write the output equation, i.e., y in terms of x and u .

$$y = x_1 + b_0 u$$

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -a_1 y + x_2 + b_1 u \\ &= -a_1 (x_1 + b_0 u) + x_2 + b_1 u \end{aligned}$$

$$\text{then: } \dot{x}_1 = -a_1 x_1 + x_2 + (b_1 - a_1 b_0) u$$

$$\begin{aligned} \dot{x}_2 &= -a_2 y + x_3 + b_2 u \\ &= -a_2 (x_1 + b_0 u) + x_3 + b_2 u \end{aligned}$$

$$\text{then: } \dot{x}_2 = -a_2 x_1 + x_3 + (b_2 - a_2 b_0) u$$

$$\begin{aligned} \dot{x}_3 &= -a_3 y + b_3 u \\ &= -a_3 (x_1 + b_0 u) + b_3 u \end{aligned}$$

$$\text{then: } \dot{x}_3 = -a_3 x_1 + (b_3 - a_3 b_0) u$$

Now the equations can be written in matrix form

The state vector: $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$ Outputs of the integrators

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -a_1 & 1 & 0 \\ -a_2 & 0 & 1 \\ -a_3 & 0 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} b_1 - a_1 b_0 \\ b_2 - a_2 b_0 \\ b_3 - a_3 b_0 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \ 0 \ 0] x + [b_0] u$$

State equations in the form:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du \end{aligned}$$

CONCLUSIONES

La realización de este trabajo permitió aprender y conocer a fondo una herramienta tan poderosa como lo es $\text{L}^{\text{T}}\text{E}^{\text{X}}$, que puede llegar a ser de gran importancia en la labor de un ingeniero mecánico que se desempeñe en entornos académicos y científicos.

Se comprobó la importancia de la organización de la información, ya que para preparar un texto guía ésta debe estar lo más clara posible con el fin de facilitar el proceso de aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] T. Oetiker, *The Not So Short Introduction to \LaTeX* , 2008.
- [2] M. Downes, *Short Math Guide for \LaTeX* . American Mathematical Society, 2002.
- [3] D. Acosta, *Tutorial para empezar a trabajar en \LaTeX* . Universidad Pontificia Bolivariana, 2013.

ANEXOS

A. DIARIO DE CAMPO

DIARIO DE ACTIVIDADES
Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	1
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Octubre 29 a noviembre 5 de 2012

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 40

Descripción de actividades por día:

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
8	8	8	8	8	0	0	40

Lunes:

08:00 - 09:00a.m.: Se lleva a cabo una reunión en las oficinas del Grupo de Automática y Diseño A+D con el director del proyecto Rafael Vásquez. En dicha reunión se hace una introducción al software \LaTeX y a las actividades que se realizarán a lo largo del proceso.

09:00a.m. - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Realización de ejercicios propuestos por el director Rafael Vásquez del software \LaTeX .

Martes:

08:00 - 09:00a.m.: Reunión con el director Rafael Vásquez con el fin de controlar y revisar los ejercicios propuestos de \LaTeX . A continuación se hace entrega de las notas de clase que se transcribirán en el software \LaTeX .

09:00a.m. - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Se comienza con la tarea asignada por el director Rafael Vásquez de transcribir en el software \LaTeX las notas de clase del curso State Variable Methods in Linear Systems.

Miércoles - Viernes:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.

Firma del director

Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES

Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	2
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Noviembre 5 al 12 de 2012

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 40

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
8	8	8	8	8	0	0	40

Descripción de actividades por día:

Lunes - Viernes:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.



Firma del director



Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES
Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	3
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Noviembre 12 al 19 de 2012

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 32

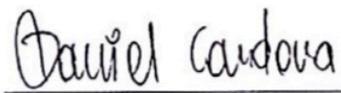
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	8	8	8	8	0	0	32

Descripción de actividades por día:

Martes - Viernes:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.


Firma del director


Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES
Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	4
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Noviembre 19 al 26 de 2012

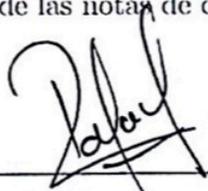
Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 40

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
8	8	8	8	8	0	0	40

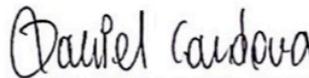
Descripción de actividades por día:

Lunes - Viernes:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software L^AT_EX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.



Firma del director



Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES
Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	5
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Noviembre 26 a diciembre 3 de 2012

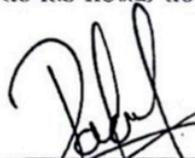
Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 40

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
8	8	8	8	8	0	0	40

Descripción de actividades por día:

Lunes - Viernes:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.



Firma del director



Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES

Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	6
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Diciembre 3 al 10 de 2012

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 40

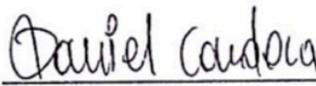
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
8	8	8	8	8	0	0	40

Descripción de actividades por día:

Lunes - Viernes:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.


Firma del director


Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES
Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	7
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Diciembre 10 al 17 de 2012

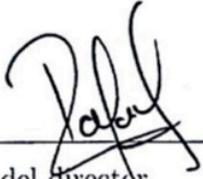
Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 40

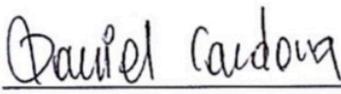
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
8	8	8	8	8	0	0	40

Descripción de actividades por día:

Lunes - Viernes:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.


Firma del director


Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES

Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	8
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Diciembre 17 al 24 de 2012

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 40

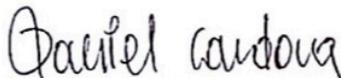
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
8	8	8	8	8	0	0	40

Descripción de actividades por día:

Lunes - Viernes:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.


Firma del director


Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES
Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	9
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Diciembre 24 al 31 de 2012

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 24

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	0	8	8	8	0	0	24

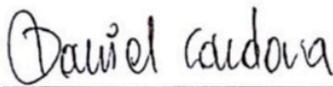
Descripción de actividades por día:

Miércoles - Viernes:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.



Firma del director



Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES

Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	10
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Diciembre 31 de 2012 a enero 7 de 2013

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 24

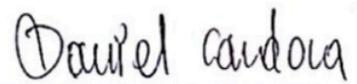
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	0	8	8	8	0	0	24

Descripción de actividades por día:

Miércoles - Viernes:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.


Firma del director


Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES
Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	11
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Enero 7 al 14 de 2013

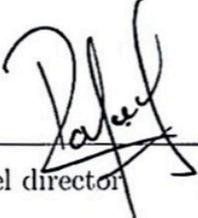
Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 32

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	8	8	8	8	0	0	32

Descripción de actividades por día:

Martes - Viernes:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.



Firma del director



Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES

Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	12
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Marzo 25 al 1ro de abril de 2013

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 44

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
8	8	8	10	10	0	0	44

Descripción de actividades por día:

Lunes - Miércoles:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.

Miércoles - Viernes:

08:00 - 1:00p.m. y 02:00 - 07:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.


Firma del director


Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES

Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	13
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Abril 1ro al 8 de 2013

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 14

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	0	0	0	0	6	8	14

Descripción de actividades por día:

Sábado:

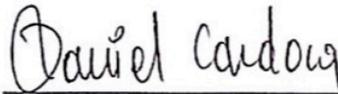
01:00 - 07:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.

Domingo:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.



Firma del director



Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES

Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	14
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Abril 8 al 15 de 2013

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 14

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	0	0	0	0	6	8	14

Descripción de actividades por día:

Sábado:

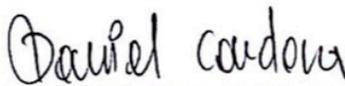
01:00 - 07:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.

Domingo:

08:00 - 12:00m y 02:00 - 06:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.



Firma del director



Firma del estudiante

DIARIO DE ACTIVIDADES
Reporte Semanal

Proyecto	Asistencia a la docencia en la elaboración de notas de clase para el curso de control lineal
Reporte número	15
Estudiante	Daniel Antonio Cardona Morales

Fecha: Abril 15 al 22 de 2013

Horas dedicadas en la semana terminada el domingo: 16

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
0	0	0	0	0	6	10	16

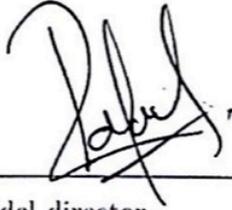
Descripción de actividades por día:

Sábado:

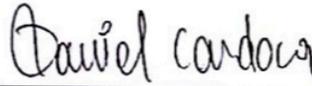
01:00 - 07:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.

Domingo:

08:00 - 1:00p.m. y 02:00 - 07:00p.m.: Continuación de la escritura en el software \LaTeX de las notas de clase del curso de State Variable Methods in Linear Systems.



Firma del director



Firma del estudiante

B. ANTEPROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

**ASISTENCIA A LA DOCENCIA EN LA ELABORACIÓN DE NOTAS
DE CLASE PARA EL CURSO DE CONTROL LINEAL**

DANIEL ANTONIO CARDONA MORALES

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN**

2013

**ASISTENCIA A LA DOCENCIA EN LA ELABORACIÓN DE NOTAS
DE CLASE PARA EL CURSO DE CONTROL LINEAL**

DANIEL ANTONIO CARDONA MORALES

Anteproyecto de trabajo de grado

Director

RAFAEL E. VÁSQUEZ

Doctor of Philosophy in Mechanical Engineering

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN**

2013

CONTENIDO

	Pág.
1. PARTICIPANTES	6
1.1. Datos de los estudiantes	6
1.2. Datos del director	6
1.3. Datos del grupo de investigación	6
2. MODALIDAD	7
3. TEMA DEL PROYECTO	8
3.1. Descripción	8
3.2. Dedicación al proyecto (en porcentajes)	8
3.3. Áreas a trabajar	8
4. OBJETIVOS	10
4.1. Objetivo general	10
4.2. Objetivos específicos	10
5. JUSTIFICACIÓN Y BENEFICIOS	11
6. ALCANCE	12
7. RECURSOS	13
7.1. Recursos humanos	13

8.	PRESUPUESTO	14
9.	CRONOGRAMA	15

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Dedicación al proyecto	8
2 Áreas de estudio	9
3 Presupuesto	14
4 Cronograma	15

1. PARTICIPANTES

1.1. DATOS DE LOS ESTUDIANTES

- **Nombre:** Daniel Antonio Cardona Morales
- **Facultad:** Ingeniería Mecánica

1.2. DATOS DEL DIRECTOR

- **Nombre:** Rafael Esteban Vásquez Moncayo
- **Facultad:** Ingeniería Mecánica
- **Título:** Ingeniero Mecánico, Ph.D.

1.3. DATOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

- **Nombre:** Grupo de Automática y Diseño A+D
- **Facultad:** Ingeniería Mecánica
- **Información General:** El Grupo de Automática y Diseño de la Universidad Pontificia Bolivariana realiza actividades de investigación, docencia y extensión dentro de los campos de la automática y el diseño mecánico. El Grupo busca la aplicación de la tecnología al servicio del hombre para contribuir al progreso de la industria y la sociedad. Todo esto está enmarcado en la excelencia académica, investigativa y de servicio, para alcanzar no sólo la formación integral de sus integrantes sino también el desarrollo tecnológico y socioeconómico de nuestro país.

2. MODALIDAD

La modalidad del proyecto de grado será de servicio al docente ya que consiste en la participación del estudiante en la asistencia para la publicación de textos guía para el curso de Control Lineal, dictado en los programas de posgrado, dentro de la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana, que son responsabilidad del Grupo de Automática y Diseño A+D.

3. TEMA DEL PROYECTO

3.1. DESCRIPCIÓN

En este proyecto se realizará la transcripción de manuscritos sobre teoría de control para sistemas lineales desarrollados por el Prof. Rafael Vásquez, usando el procesador tipográfico \LaTeX .

3.2. DEDICACIÓN AL PROYECTO (EN PORCENTAJES)

Tipo		%
Teórico	Estudio	30
Práctico	Escritura y uso del software	70

Tabla 1. Dedicación al proyecto

3.3. ÁREAS A TRABAJAR

Las áreas a trabajar durante el proyecto son propias de la Facultad de Ingeniería Mecánica. Éstas áreas son automática y programación, reforzando los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera.

Áreas	%
Automática	80
Programación	20

Tabla 2. Áreas de estudio

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Asistir al Grupo de Automática y Diseño A+D en la docencia para adecuar textos guía que servirán en los cursos que dictan los docentes del grupo, durante un tiempo de 480 horas.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar actividades encomendadas por el director para asistir su labor académica.
- Elaborar bitácoras con las actividades desarrolladas en la asistencia para mantener un informe detallado de las horas cumplidas.
- Elaborar textos académicos desde el software de preparación de documentos de alta calidad, \LaTeX .

5. JUSTIFICACIÓN Y BENEFICIOS

Las actividades realizadas servirán de apoyo para las labores académicas y docentes del Grupo de Automática y Diseño A+D impactándolas positivamente de manera directa. Una vez culminada la asistencia, se pueden generar beneficios tanto para los docentes como para los estudiantes, ya que se facilitará el proceso de enseñanza con los textos académicos que quedan como resultado de la asistencia.

6. ALCANCE

El alcance está definido por la cantidad de horas de trabajo. Se dará por concluido cuando se cumplan 480 horas de trabajo, documentadas en las bitácoras semanales y refrendadas por el director del trabajo de grado.

7. RECURSOS

7.1. RECURSOS HUMANOS

Estudiante: Daniel Antonio Cardona Morales

Cédula: 1.128.449.842

ID: 000 092208

Programa: Ingeniería Mecánica

Teléfono(s): 310 448 21 76/411 19 45

E-mail: danielantonio.cardona@alfa.upb.edu.co

Tiempo de dedicación: 480 horas

Director: Rafael E. Vásquez, Ph.D.

Cédula: 71.791.914

ID: 000 008718

Programa: Ingeniería Mecánica

Empresa: Universidad Pontificia Bolivariana

Teléfono(s): 448 83 88 Ext. 14165

E-Mail: rafael.vasquez@upb.edu.co

8. PRESUPUESTO

En la Tabla 3 se encuentra el presupuesto necesario para la realización del trabajo de grado.

Recursos	Participación (miles de pesos)		Implica desembolso	
	Estudiante	UPB	SI (Nuevo)	NO (Existente)
Bibliografía (Artículos, revistas y libros)		300		X
Papelería (Fotocopias e impresión)	400		X	
Computador e internet	150	150		X
Transporte	250		X	
Tiempo del Estudiante \$/h 2.000	960			X
Tiempo del Director \$/h 60.000		3360		X
Subtotal	1760	3810		
Imprevistos (10%)	176	381	X	
Costo total del proyecto	6127			

Tabla 3. Presupuesto

9. CRONOGRAMA

El trabajo de grado tendrá una duración de 8 meses, inicia en el mes de octubre de 2012, para finalizar en el mes de mayo de 2013. En la Tabla 4 se muestra el cronograma a seguir durante el tiempo de desarrollo.

N. Activ.	Descripción	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Horas de trabajo
1	Asistencia en publicación de texto	X	X	X	X	X	X	X	X	460
2	Apoyo labores laboratorio y docente	X								20
Horas totales para la elaboración del proyecto										480
Número de estudiantes										1
Horas de trabajo por estudiante										480

Tabla 4. Cronograma