

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA


PROYECTO CURRICULAR TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA

FORMATO PRESENTACIÓN PROYECTOS DE GRADO


Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES:

Ejecutor 1:

Nombre (s):	Miller Javier	
Apellido (s):	Florez Silva	
Código:	20111275011	
e-mail:	millerudistrital@gmail.com	
Teléfono:	7815003-5783078	
Celular:	3168041107	

Ejecutor 2:

Nombre (s):	Brayan Nicolas	
Apellido (s):	Buitrago Montenegro	
Código:	20111275004	
e-mail:	brayannicolas7@hotmail.com	
Teléfono:	3678442	
Celular:	3135253316	

INFORMACIÓN DEL PROYECTO:		
Título del Proyecto:	Desarrollo de una interfaz de usuario para el control de movimientos de un avión	
Duración (estimada):	6 meses	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	x
	Prestación y Servicios Tecnológicos	
	Intervención Comunitaria	
Modalidad del Trabajo de Grado: (Marqué con una "x")	Pasantía	
	Proyectos Científicos y Comunitarios	x
Línea de Investigación de la Facultad: (Marqué con una "x")	Apoyo Tecnológico Empresarial	
	Optimización de Procesos	x
	Desarrollo Tecnológico Local e Institucional	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular: (Marqué con una "x")	Energías Alternativas	
	Materiales y Procesos	
	Diseño Mecánico	
	Automatización Industrial	x
	Educación Tecnológica	
	Otra (Cuál):	
Grupo de Investigación: (Marqué con una "x"):	GIDEAUD	
	DISING	
	Otro (Cuál):	
Proyecto de Investigación:		
Semillero de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Sistemas dinámicos de control, Modelamiento matemático de sistemas, mecánica computacional, automatización industrial.	

INFORMACIÓN PASANTÍA:

Nombre de la Empresa:

Domicilio:

Teléfonos:

Correo_eletrónico:

Página Web:

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:

Director:

Luini Hurtado

Vo. Bo.:

Coordinador del Proyecto en
la empresa (Pasantía):

Vo. Bo.:

Formulación Proyecto de
Grado:**Mirna Jirón**

Vo. Bo.:

**DESARROLLO DE UNA INTERFAZ DE USUARIO PARA EL CONTROL DE
MOVIMIENTOS DE UN AVIÓN**

**CONSEJO CURRICULAR
PROPUESTA DE TESIS DE GRADO**

**BRAYAN NICOLAS BUITRAGO MONTENEGRO
MILLER JAVIER FLOREZ SILVA**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA MECÁNICA
FACULTAD TECNOLÓGICA
BOGOTÁ D.C.
2012**

TABLA DE CONTENIDO

1. Identificación	2
1.1. Título	2
1.2. Introducción	2
2. Aspectos científico-técnicos.....	2
2.1. El problema y objetivos de la investigación	2
2.2. Antecedentes y revisión del conocimiento disponible.....	3
2.3. Justificación. Conveniencia social o económica de la investigación.....	5
2.4. Formulación clara y precisa del problema de la investigación.....	6
2.5. Tipo de investigación y limitaciones que se tendrán.....	6
2.6. Objetivos generales y específicos que se persiguen con la investigación...	6
2.7. Resultados esperados de la investigación	7
3. Metodología general	7
4. Marco teórico dentro del cual se concibe y adelantará la investigación.....	9
5. Definición de los diferentes conceptos y variables que se emplearan	11
6. Hipótesis o pautas que guiaran la investigación	13
7. Indicación del universo, la población y la muestra con los cuales se trabajara.....	13
8. Procedimientos y técnicas para la recolección de la información	13
9. Aspectos de la administración y control.....	13
9.1. Cronograma de actividades.....	14
9.2. Presupuesto de la investigación	15
10. Aspectos informativos sobre la infraestructura disponible	15
10.1. Hoja de vida del asesor.....	15
10.2. Información general sobre la institución o empresa donde se realizará la investigación	15
11. Anexos	
11.1. Bibliografía consultada	16
11.2. Bibliografía Referenciada	16

DESARROLLO DE UNA INTERFAZ DE USUARIO PARA EL CONTROL DE MOVIMIENTOS DE UN AVIÓN

1. Identificación

1.1 Título

Desarrollo de una interfaz de usuario para el control de movimientos de un avión.

1.2 Introducción

Para lograr controlar sistemas dinámicos es importante conocer que cuando se trata con grandes sistemas como el vuelo de un avión, existen perturbaciones impredecibles que afectan el valor de las variables controladas, generando una señal de error.

Este proyecto busca generar una herramienta computacional interactiva que a partir del diseño del control del sistema, simule las condiciones de operación del vuelo de un avión y corrija dicha señal de error.

Para desarrollar este proyecto se hará uso de dos plataformas, una de simulación y otra de programación, para así brindar una interfaz de usuario que presente la cabina de mando de un avión y controle los movimientos básicos de la aeronave y la animación virtual.

Teniendo en cuenta la bibliografía de varios autores referente a la dinámica de vuelo, modelamiento y diseño de control automático de sistemas y los documentos de ayuda que contienen los programas de diseño se elaborara esta aplicación.

2. Aspectos científico-técnicos

2.1 El problema y los objetivos de la investigación

Al intentar controlar sistemas como el del vuelo de un avión, a menudo nos encontramos con que en las variables controladas existe una diferencia entre la señal deseada y la señal real, a esto se le denomina señal de error, para ello es importante crear sistemas de control que se retroalimenten y se adapten a las condiciones impredecibles y corrijan dicho error.

Como objeto de esta investigación se busca integrar una plataforma de control y simulación como lo es Simulink con un software matemático que permita una programación orientada a objetos para así crear una aplicación para el control automático y simulación del vuelo de un avión.

2.2 Antecedentes y revisión del conocimiento disponible

En un principio para entender el comportamiento de los sistemas físicos era imprescindible observarlos y medirlos, pero con la ayuda de la mecánica computacional resulta muy práctico recrear estos sistemas virtualmente. Esta rama de la investigación tiene como objetivo la solución de problemas de tecnología e ingeniería mediante la aplicación de métodos numéricos y la informática. El proyecto planteado pretende simular y controlar el comportamiento del vuelo de un avión mediante un lenguaje de programación. Algunos proyectos relacionados son los siguientes:

Para controlar uno de los movimientos básicos de un avión Héctor Arrieta y otros¹ utilizaron un modelo simplificado de dinámicas del avión computado en Simulink, que permite establecer un sistema de control que mantiene al ángulo de balanceo del avión lo más cerca posible de cero grados y mantiene la orientación del nivel de las alas en presencia de perturbaciones externas no predecibles. Consta de un modelo de control esquemático del sistema en el cual se insertan los valores del actuador del alerón y el valor de la ganancia en los bloques correspondientes, luego al iniciar la simulación se obtiene el ángulo de balanceo reflejado en un diagrama.

Esta aplicación esquemática resulta muy útil ya que permite controlar el balanceo del avión, lo más destacado es que el usuario tiene la oportunidad de visualizar la estabilización del sistema según la variación de la ganancia insertada mediante un gráfico. La simulación se queda corta en cuanto a la dinámica real de un avión ya que no es posible controlar un avión solo esta variable, para tener un resultado más acercado a la realidad se deben tener en cuenta por lo menos los tres sistemas básicos de movimiento del avión.

Otro proyecto destacable es el de Sergio Ros² en el cual se trabaja en el simulador de vuelo de la Escola Politècnica Superior de Castelldefels, iniciando pequeños nuevos proyectos del simulador así como complementando algunos ya comenzados. Se estudia qué Joystick puede servir, para de él poder utilizar tanto la placa principal como los potenciómetros. Una vez seleccionado, se extraen los potenciómetros para aplicarlos a los mandos del simulador, para esto se buscan los puntos en los cuales se podrá aprovechar la parte mecánica de la clásica aeronave y poder obtener los movimientos de Alabeo, Cabeceo, Guiñada y también el sistema de control y potencia. En el trabajo se analizan los controles que un avión debe tener para su buen funcionamiento y la manera de implementarlos en un simulador, para asemejarse lo máximo posible a la realidad de vuelo, que, al fin y al cabo, es lo que un simulador quiere conseguir. Se

¹ Arrieta, H., López, M. (2011). *Control de balanceo de un avión utilizando simulink*. Disponible en: <http://ra-hector.blogspot.com>

² Ros, S. (2009). *Implementación de sistema de mando del simulador CESSNA*. España, Cataluña. Escola Politècnica Superior de Castelldefels.

realizarán otros trabajos en el simulador como la posibilidad de tener un segundo mando de control, en este caso un Joystick fijado a la Cessna.

Este es un trabajo muy importante ya que se basa en tratar de mejorar el control del simulador mediante la adaptación de palancas de mando al sistema ya implementado. Hay que tener en cuenta que la comunicación entre el usuario y la computadora es uno de los aspectos más importantes, ya que mediante este se logra una buena interacción.

Otro ejemplo práctico es el proyecto de Mario Chueca y otros³, que consiste en un simulador de helicóptero desarrollado en los entornos de programación Matlab y Simulink. Un simulador con opciones para controlar con el teclado, con un joystick virtual o con un joystick analógico. Asimismo cuenta con control de colisiones para dar un mayor realismo al proyecto, mundo infinito para no tener restricciones de terreno y varias posibles visualizaciones de los resultados como pueden ser los diales. Tiene capacidad para control manual y para varios tipos de pilotos automáticos con la posibilidad de ir cambiando de uno a otro de forma inmediata. También cuenta con diferentes escenarios, los cuales se pueden intercambiar, para hacer más entretenida la parte visual de la aplicación y dentro de los cuales se encuentran los diferentes objetivos a donde llegar con el helicóptero, haciendo que el simulador sea realmente entretenido.

Es un proyecto muy interesante ya que además de poder tomar el mando del helicóptero, permite que el usuario pueda apreciar de manera gráfica el movimiento de este y su interacción con el ambiente virtual. La parte visual es importante ya que orienta al usuario y le permite referenciarse, pero también es muy importante poder controlar un vehículo de este tipo como lo sería realmente. Es por esto que se deben tener en cuenta las ecuaciones características del movimiento del vehículo, así como el control del sistema, para ver realmente la interacción del helicóptero con el ambiente.

Otro antecedente es el trabajo de Angel Abusleme⁴ en donde el objetivo de su trabajo es controlar la dinámica longitudinal del avión de aerodelismo Kadet Senior, específicamente la altitud y la rapidez del avión, utilizando sensores especialmente diseñados y mecanismos de control basados en sistemas difusos. El producto final consiste en una plataforma experimental, orientada al desarrollo de estrategias de control avanzado. Los sensores utilizan circuitos electrónicos de última tecnología, y consisten en un sensor de presión diferencial para captar la rapidez del avión, un sensor de presión absoluta para obtener la altitud del avión, y un sonar ultrasónico para obtener la distancia a tierra. La información de los sensores se procesa con circuitos lineales y microprocesadores especialmente

³ Chueca, M., López, J., Rebollo, I. (2005). *Modelación de un sistema no lineal de vuelo*. España, Madrid, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Informática.

⁴ Abusleme, A. (2000). *Control difuso de vehículo volador no tripulado*. Chile, Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería.

programados, y la salida se envía en forma digital mediante ondas de radio a un computador en tierra. El sistema de control analiza la información proveniente de los sensores y las restricciones impuestas por las necesidades del vuelo, para generar las variables manipuladas que corresponden a la potencia del motor y la deflexión de los elevadores, cuyos valores se transmiten al avión utilizando su radiocontrol.

El sistema de control considera tres estrategias alternativas: control PID, control difuso y control híbrido, una combinación entre PID y difuso. El comportamiento obtenido con las tres estrategias se comparará por simulación, empleando un modelo matemático del avión desarrollado para diferentes condiciones de vuelo, y haciendo volar el avión en forma experimental bajo diferentes condiciones.

Este es un trabajo muy completo ya que además de modelar las variables y obtener un sistema de control, se pueden observar los resultados de manera física. El poder apreciar los resultados de forma real es importante y aunque el control esta orientado a un avión de aerodelismo, se acerca mucho a la realidad ya que los principios aerodinámicos aplican de igual manera en cualquier cuerpo. Desafortunadamente no todas las personas pueden tener acceso a un avión real e incluso a un aerodelo, es por esto que resulta importante crear medios gráficos de simulación computarizada teniendo en cuenta el control del sistema para así acercarse a la realidad.

2.3 Justificación. Conveniencia social o económica de la investigación

En la teoría de control podemos observar un sin número de ecuaciones que representan los sistemas de control, asimilar estas ecuaciones y saber si realmente cumplen las expectativas es algo complejo si no se utiliza algún método gráfico, es por esto que se busca crear una herramienta computacional que permita apreciar de manera gráfica el sistema de control de un avión.

En el mercado existen varias aplicaciones que permiten observar la dinámica de aeronaves, es por esto que esta aplicación no solo permitirá apreciar este aspecto sino que usara las ecuaciones de control para así simular virtualmente el manejo y control automático del avión.

La generación de una aplicación que permita la simulación virtual del sistema de control automático de un avión, dirigido específicamente a estudiantes de tecnología e ingeniería, tendrá un impacto educativo en la medida en que el estudiante se interese en las aplicaciones de estos sistemas de control y tendrá un impacto social en cuanto el docente incentive al alumno a usar esta herramienta computacional como método de solución de un problema.

Además no todas las personas pueden acceder a un simulador de vuelo convencional ya que resultan ser costosos, esta interfaz esta planteada para ser usada en el ámbito académico y por lo tanto no tendrá costo alguno su adquisición.

También es importante resaltar que a diferencia de otras herramientas similares que sólo tratan de simular la parte gráfica, esta aplicación integrará el diseño interactivo con el sistema de control del sistema, lo cual es una ventaja representativa de este proyecto.

2.4 Formulación clara y precisa del problema de la investigación

Cuando se trata de controlar un sistema físico es importante conocer que debido a perturbaciones internas y externas existe una diferencia entre la señal de salida deseada y la señal de salida real, es importante corregir esta diferencia teniendo en cuenta que se deben rechazar las perturbaciones, los tiempos de respuesta y estabilización deben ser breves sin aumentar demasiado el sobrepaso máximo, eliminar el error y así alcanzar el estado estable, especialmente en sistemas en donde la vida del ser humano esta implicada, como en el caso de un avión.

Para ello se requiere diseñar un control automático que se retroalimente y genere una acción correctora en respuesta a una desestabilización y una manera de apreciarlo gráficamente ya que un sistema de control se presenta como una serie de ecuaciones y diagramas que interactúan entre sí, tratar de asimilar dichas igualdades y esquemas es algo complejo, además es difícil imaginar el funcionamiento del sistema de control.

2.5 Tipo de investigación y limitaciones que se tendrán.

El desarrollo del proyecto pretende usar un software matemático para generar a partir de unas ecuaciones una simulación virtual de un avión, de esta manera, se ubica en el ámbito correlacional, ya que ésta buscará una solución teórica a un sistema que no necesariamente es un modelo físico.

En la investigación se tendrá en cuenta que los software Matlab y Simulink no son programas especializados en modelado 3d, por este motivo la simulación virtual del sistema será algo rústica, cabe aclarar que este programa es un programa numérico que permite simular la parte matemática de manera muy exacta.

Esta interfaz de usuario y sus aplicaciones pretenden auxiliar principalmente a la comunidad estudiantil de tecnología e ingeniería que este en proceso de aprendizaje.

2.6 Objetivos generales y específicos que se persiguen con la investigación

Objetivo general:

Desarrollar un controlador automático y una interfaz de usuario que permitan controlar y simular las variables que intervienen en el vuelo de un avión.

Objetivos específicos:

- Caracterizar un avión, definir sus parámetros y las variables a controlar.
- Reconocer las ecuaciones de movimiento del avión y plantearlo en el espacio de estado teniendo en cuenta parámetros reales.
- Diseñar el sistema de control multivariable para el avión.
- Simular el sistema de control de cabeceo, alabeo y guiñada, usando un entorno de programación visual.
- Desarrollar una interfaz de usuario que permita integrar control de variables con la simulación del sistema.
- Validar la aplicación mediante datos teóricos y otras herramientas similares.

2.7 Resultados esperados de la investigación

El resultado final de este proyecto será una aplicación que mediante un lenguaje de programación y sistema de control generará una interfaz de usuario en la cual se mostrara la cabina de mando de un avión y su vista panorámica. El usuario podrá hacer uso de los tres sistemas de movimiento de la aeronave conociendo el valor de cada una de ellas con respecto al tiempo mediante indicadores y la simulación virtual que permite la aplicación.

3. Metodología general

El primer paso será caracterizar un avión, definir sus parámetros y las variables a controlar.

- Reconocer los mandos de vuelo que controlan el vuelo de un avión.
- Identificar las variables que intervienen el vuelo de un avión.
- Determinar los parámetros físicos a los cuales estará sometido el avión.

El segundo paso será reconocer las ecuaciones de movimiento del avión y plantearlo en el espacio de estado teniendo en cuenta parámetros reales.

- Planteamiento de las ecuaciones que se usaran para el control y simulación del avión.

- Obtener un esquema aproximado de acuerdo con los posibles componentes (variables y parámetros).
- Extraer un modelo matemático expresado por ecuaciones diferenciales.
- Transformar el modelo al dominio de Laplace y representar el sistema por medio de una función de transferencia.
- Obtener la representación del sistema en el espacio de estado.
- Establecer los requerimientos de diseño como las especificaciones de desempeño y estabilidad.
- Obtener la representación del sistema en lazo abierto y determinar cuales características necesitan mejorarse.

El paso siguiente será diseñar el controlador multivariable del sistema.

- Verificar la controlabilidad y observabilidad del sistema.
- Seleccionar la ubicación de los polos en lazo cerrado deseados teniendo en cuenta los requerimientos del sistema.
- Determinar la matriz de ganancias de realimentación del estado.
- Obtener la ecuación de control y examinar el desempeño del sistema mediante la simulación por computador.
- Verificar que el controlador cumpla con las especificaciones de estabilidad y desempeño establecidas.

Como cuarto paso se usará el software Simulink.

- Diseñar el diagrama de bloques para el controlador.
- Diseñar los bloques de entrada y salida del sistema.
- Simular el sistema de control de cabeceo, alabeo y guiñada.

En el quinto paso se usará la herramienta computacional de programación.

- Crear una interfaz de usuario que facilite la comunicación entre el usuario y el software.

- Crear la programación orientada a objetos con el software Matlab.
- Diseñar la realidad virtual de operación del avión.
- Crear los objetos de interacción entre el usuario y la aplicación.
- Establecer la programación correspondiente que permita vincular el diseño del control con la interfaz de usuario.
- Relacionar los algoritmos planteados junto con el modelo matemático.

Como último paso se finalizará el desarrollo de la herramienta computacional.

- Revisar y evaluar el contenido del programa.
- Elaborar un tutorial que guie al usuario de la forma correcta en el uso de la interfaz de usuario.
- Validar el programa con la participación de docentes y estudiantes que aporten su punto de vista acerca de este proyecto.

4. Marco teórico dentro del cual se concibe y adelantará la investigación

Modelado matemático de sistemas dinámicos⁵

Un modelo matemático de un sistema dinámico se define como un conjunto de ecuaciones que representan la dinámica del sistema con precisión o, al menos, bastante bien. Un modelo matemático no es único para un sistema determinado. Un sistema puede representarse en muchas formas diferentes, por lo que puede tener muchos modelos matemáticos, dependiendo de cada perspectiva.

La dinámica de muchos sistemas, ya sean mecánicos, eléctricos, térmicos, económicos, biológicos, etc., se describe en términos de ecuaciones diferenciales. Dichas ecuaciones diferenciales se obtienen a partir de leyes físicas que gobiernan un sistema determinado, como las leyes de Newton para sistemas mecánicos y las leyes de Kirchhoff para sistemas eléctricos. Debemos siempre recordar que obtener un modelo matemático razonable es la parte más importante de todo el análisis.

Los modelos matemáticos pueden adoptar muchas formas distintas. Dependiendo del sistema del que se trate y de las circunstancias específicas, un modelo matemático puede ser más conveniente que otros. Por ejemplo, en problemas de

⁵ Ogata, K. (1998). Ingeniería de control moderna. Capítulo tres: modelado matemático de sistemas dinámicos, página 57.

control óptimo, es provechoso usar representaciones en el espacio de estados. En cambio, para los análisis de la respuesta transitoria o de la respuesta en frecuencia de sistemas lineales con una entrada y una salida invariantes con el tiempo, la representación mediante la función de transferencia puede ser más conveniente que cualquier otra. Una vez obtenido un modelo matemático de un sistema, se usan diversos recursos analíticos, así como computadoras, para estudiarlo y sintetizarlo.

Sistemas de control moderno⁶

Un sistema de control moderno complejo posee muchas entradas y muchas salidas que se relacionan entre sí en una forma complicada. Para analizar un sistema de este tipo, es esencial reducir la complejidad de las expresiones matemáticas, además de recurrir a una computadora que realice gran parte de los tediosos cálculos necesarios en el análisis. El enfoque en el espacio de estados para los análisis de sistemas es el más conveniente desde este punto de vista.

En tanto que la teoría de control convencional se basa en la relación entrada-salida, o función de transferencia, la teoría de control moderna se basa en la descripción de las ecuaciones de un sistema en términos de n ecuaciones diferenciales de primer orden, que se combinan en una ecuación diferencial matricial de primer orden. El uso de la notación matricial simplifica enormemente la representación matemática de los sistemas de ecuaciones.

El incremento en la cantidad de variables de estado, de entradas o de salidas no aumenta la complejidad de las ecuaciones. De hecho, el análisis de los sistemas complicados con entradas y salidas múltiples se realiza mediante procedimientos sólo ligeramente más complicados que los requeridos para el análisis de sistemas de ecuaciones diferenciales escalares de primer orden.

Programación orientada a objetos⁷

Actualmente una de las áreas más candentes en la industria y en el ámbito académico es la orientación a objetos. La orientación a objetos promete mejoras de amplio alcance en la forma de diseño, desarrollo y mantenimiento del software ofreciendo una solución a largo plazo a los problemas y preocupaciones que han existido desde el comienzo en el desarrollo de software: la falta de portabilidad del código y reusabilidad, código que es difícil de modificar, ciclos de desarrollo largos y técnicas de codificación no intuitivas. Un lenguaje orientado a objetos ataca estos problemas. Tiene tres características básicas: debe estar basado en objetos, basado en clases y capaz de tener herencia de clases. Muchos lenguajes cumplen uno o dos de estos puntos; muchos menos cumplen los tres. La barrera más difícil de sortear es usualmente la herencia.

⁶ Ibíd., Capítulo once: Análisis de sistemas de control en el espacio de estados, página 710.

⁷ Programación orientada a Objetos. Extraído el 11 de Enero de 2012. <http://www.monografias.com/trabajos/objetos/objetos.shtml>

El concepto de programación orientada a objetos (OOP) no es nuevo, lenguajes clásicos como SmallTalk se basan en ella. Dado que la OOP se basa en la idea natural de la existencia de un mundo lleno de objetos y que la resolución del problema se realiza en términos de objetos, un lenguaje se dice que está basado en objetos si soporta objetos como una característica fundamental del mismo.

El elemento fundamental de la OOP es, como su nombre lo indica, el objeto. Podemos definir un objeto como un conjunto complejo de datos y programas que poseen estructura y forman parte de una organización. Esta definición especifica varias propiedades importantes de los objetos. En primer lugar, un objeto no es un dato simple, sino que contiene en su interior cierto número de componentes bien estructurados. En segundo lugar, cada objeto no es un ente aislado, sino que forma parte de una organización jerárquica o de otro tipo.

Realidad virtual⁸

La realidad virtual es por lo general un mundo virtual generado por ordenador (o sistemas informáticos) en el que el usuario tiene la sensación de estar en el interior de este mundo, y dependiendo del nivel de inmersión este puede interactuar con este mundo y los objetos del mismo en un grado u otro.

No obstante el termino realidad virtual también puede aplicarse a otros mundos virtuales generados por otros medios, como por ejemplo a través de la imaginación (sueños, libros, cine, etc...)

La realidad virtual ideal seria la que desde una inmersión total nos permita una interacción sin límites con el mundo virtual, además de aportarnos como mínimo los mismos sentidos que tenemos en el mundo real (vista, oído, tacto, gusto, olfato). Sin embargo, la mayoría de los sistemas actuales se centran en únicamente dos sentidos (vista y oído), debido a las dificultades y costes de simular los otros sentidos.

5. Definición de los diferentes conceptos y variables que se emplearan

Para el desarrollo del proyecto se debe tener en cuenta una amplia gama de conceptos, aquí se mencionan los principales que se relacionan con el control automático y la programación.

- **Sistemas.** Un sistema es una combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado. Un sistema no necesariamente es físico.

⁸ Realidad virtual. Extraído el 10 de Enero del 2012. <http://www.realidadvirtual.com/que-es-la-realidad-virtual.htm>

- Variable controlada y variable manipulada: La variable controlada es la cantidad o condición que se mide y controla. La, variable manipulada es la cantidad o condición que el controlador modifica para afectar el valor de la variable controlada. Por lo común, la variable controlada es la salida (el resultado) del sistema. Controlar significa medir el valor de la variable controlada del sistema y aplicar la variable manipulada al sistema para corregir o limitar una desviación del valor medido a partir de un valor deseado.
- Sistemas lineales: Un sistema se denomina lineal si se aplica el principio de superposición. Este principio establece que la respuesta producida por la aplicación simultánea de dos funciones de entradas diferentes es la suma de las dos respuestas individuales. Por tanto, para el sistema lineal, la respuesta a varias entradas se calcula tratando una entrada a la vez y sumando los resultados. Este principio permite desarrollar soluciones complicadas para la ecuación diferencial lineal a partir de soluciones simples.
- Sistemas no lineales: Un sistema es no lineal si no se aplica el principio de superposición. Por tanto, para un sistema no lineal la respuesta a dos entradas no puede calcularse tratando cada una a la vez y sumando los resultados.
- Perturbaciones. Una perturbación es una señal que tiende a afectar negativamente el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se denomina interna, en tanto que una perturbación externa se produce fuera del sistema y es una entrada.
- Control realimentado. El control realimentado se refiere a una operación que, en presencia de perturbaciones, tiende a reducir la diferencia entre la salida de un sistema y alguna entrada de referencia y lo continúa haciendo con base en esta diferencia.
- Estado: El estado de un sistema dinámico es el conjunto más pequeño de variables (denominadas variables de estado) de modo que el conocimiento de estas variables junto con el conocimiento de la entrada, determina por completo el comportamiento del sistema para cualquier tiempo.
- Respuesta transitoria y respuesta en estado estable: La respuesta en el tiempo de un sistema de control consta de dos partes: la respuesta transitoria y la respuesta en estado estable. Por respuesta transitoria nos referimos a la que va del estado inicial al estado final. Por respuesta en estado estable, nos referimos a la manera en la cual se comporta la salida del sistema conforme t tiende a infinito.

- Interfaz de usuario: es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo, normalmente suelen ser fáciles de entender y fáciles de accionar.
- CAE: Ingeniería asistida por computador, es el conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería realizados con el ordenador, o creados de otro modo e introducidos en el ordenador, para valorar sus características, propiedades, viabilidad y rentabilidad. Su finalidad es optimizar su desarrollo y consecuentes costos de fabricación y reducir al máximo las pruebas para la obtención del producto deseado.

6. Hipótesis o pautas que guiaran la investigación

- Si se crea una interfaz integrada que abarque tanto simulación como control automático de una aeronave se podría generar una interacción de usuario más apropiada comparándola con la interacción teórica y esquemática que se brinda convencionalmente.
- Al diseñar un control automático el usuario notará que el sistema podrá estabilizarse apropiadamente en presencia de perturbaciones.
- Al crear una interfaz entre dos plataformas de control y programación se podrá obtener una herramienta capaz de cumplir los objetivos planteados en este proyecto.

7. Indicación del universo, la población y la muestra con los cuales se trabajara

Para realizar este proyecto se trabajara con el universo de la Automatización industrial, la población será la ingeniería de control y la muestra será el control automático de vuelo.

8. Procedimientos y técnicas para la recolección de la información

La información será recolectada de la bibliografía de varios autores que se especializan en el modelamiento matemático de sistemas y el control automático de vuelo, así como, las herramientas de ayuda que brinda el software Matlab, además de la asesoría del tutor.

9. Aspectos de la administración y control

9.1 Cronograma de actividades

Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas
Reconocimiento del problema	■	■				
Revisión del software de simulación		■	■			
Revisión del software de programación			■			
Caracterización de un avión			■	■		
Modelamiento matemático de los sistemas independientes			■	■		
Integración de los modelos matemáticos				■	■	
Diseño del control automático del sistema				■	■	■
Verificación y simulación del controlador					■	■
Revisión del tutor					■	■
Desarrollo de la programación.					■	■
Revisión de la animación 3d						■
Relación del control automático con la animación 3d						■
Diseño de los objetos de control						■
Integración del controlador con los objetos de control						■
Revisión y corrección de errores						■
Revisión del tutor						■
Demarcación de la interfaz de usuario						■
Revisión general de la aplicación						■
Elaboración de un tutorial guía para el usuario						■
Validación de la aplicación						■

9.2 Presupuesto de la investigación

Para el desarrollo de esta aplicación se estima el siguiente presupuesto

RECURSOS HUMANOS			
Participante	Valor Hora	# de unidades	Valor total
Estudiante 1	\$20.000	240	\$4'800.000
Estudiante 2	\$20.000	240	\$4'800.000
Asesor	\$50.000	25	\$1'250.000
		Subtotal	\$10'850.000

GASTOS GENERALES			
Insumos	Unidades	Valor unidad	Valor total
Software	2	\$900.000	\$1'800.000
Fotocopias	500	\$50	\$25.000
Impresiones	400	\$100	\$40.000
Internet	240 Horas	\$1000	\$240.000
		Subtotal	\$2'105.000
		Total	\$12'995.000

10. Aspectos informativos sobre la infraestructura disponible

10.1 Hoja de vida del asesor

Se sugiere que el tutor sugerido para la realización de la investigación sea el ingeniero Luini Hurtado.

10.2 Información general sobre la institución o empresa donde se realizara la investigación

El proyecto se realizará en la infraestructura de la Universidad Distrital "Francisco José de Caldas".

11. Anexos

11.1 Bibliografía referenciada

Arrieta, H., López, M. (2011). Control de balanceo de un avión utilizando simulink. Disponible en: <http://ra-hector.blogspot.com>

Ros, S. (2009). Implementación de sistema de mando del simulador CESSNA. España, Cataluña. Escola Politècnica Superior de Castelldefels.

Chueca, M., López, J., Rebollo, I. (2005). Modelación de un sistema no lineal de vuelo. España, Madrid, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Informática.

Abusleme, A. (2000). Control difuso de vehículo volador no tripulado. Chile, Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería.

11.2 Bibliografía consultada

Ogata, K. (1998). Ingeniería de control moderna. Capítulo tres: modelado matemático de sistemas dinámicos, página 57.

Ibíd., Capítulo once: Análisis de sistemas de control en el espacio de estados, página 710.

Programación orientada a Objetos. Extraído el 11 de Enero de 2012. <http://www.monografias.com/trabajos/objetos/objetos.shtml>

Realidad virtual. Extraído el 10 de Enero del 2012. <http://www.realidadvirtual.com/que-es-la-realidad-virtual.htm>