

Guía para preparar la Propuesta de Investigación

La propuesta de investigación (anteproyecto) es la vía de comunicación del investigador con su director de tesis y sus evaluadores, para la aceptación del proyecto. También será una herramienta para la evaluación final del proyecto de investigación.

En el reglamento interno, el estudiante de maestría (doctorado) debe enviar tres copias al comité del Programa (consejo de doctorado) con el visto bueno de su Director antes de la finalización del segundo semestre de estudios (antes de Investigación III); la propuesta se aprueba con dos conceptos positivos; en caso contrario se devuelve al estudiante para su reformulación.

Con la propuesta, el estudiante debe demostrar que su objeto de investigación es novedoso (original), está bien definido, que domina la bibliografía básica y que su plan de trabajo y sus garantías de éxito son realistas. Esta guía busca orientar al estudiante para lograr este propósito. Se recomienda que el tamaño de la propuesta no exceda de 15 páginas, en su parte central, excluyendo, cuadros de presupuestos, hojas de vida, anexos, etc.

Las secciones de una propuesta pueden variar dependiendo del organismo evaluador o el tipo de investigación, pero en general lo que busca la propuesta es responder a las preguntas:

- ¿Qué problema resuelve?
- ¿Con base en qué?
- ¿Qué pretende obtener?
- ¿Para qué?
- ¿Cómo lo hará?
- ¿Con qué recursos?

Para el PPIEE, las propuestas deben contener al menos los siguientes elementos:

Presentación:

- 1. Título del Proyecto**
- 2. Introducción, Antecedentes generales**

¿A partir de que bases y resultados?

- 3. Marco teórico**

¿Qué problema resuelve la investigación?

- 4. Formulación del problema.**
- 5. Objetivos de la investigación.**

¿Qué pretende obtener con el proyecto?

- 6. Resultados esperados, alcance.**
- 7. Innovación y desarrollo tecnológico de la propuesta**

¿Para qué servirán estos resultados? ¿Por qué es importante el proyecto?

- 8. Pertinencia, impacto**

¿Cómo hará para llegar al resultado?

- 9. Metodología.**
- 10. Plan de desarrollo, Cronograma de Actividades**

¿Con qué recursos desarrollará el proyecto?

- 11. Recursos disponibles.**
- 12. Presupuesto.**

Ejercicio.

Elaborar en 15 minutos, los puntos 1 a 5 de un miniproyecto para automatizar el auditorio del PPIEE.

1. Título del Proyecto

El título de la investigación a realizar, es la frase corta más importante de la propuesta; es el primer contacto del lector con el proyecto; debe ser claro, preciso y completo.

Un título como: ‘Control de Calderas’ dice muy poco sobre el contenido de la investigación; el título es una etiqueta y debe indicar en forma clara y sucinta en dónde, qué, cómo, etc..

El título: ‘Evaluación experimental del Control óptimo del proceso de combustión en una caldera acuatubular del Ingenio Pichichí’, sería un título más aconsejable. Nótese que es un **título descriptivo**: presenta el contenido de la investigación sin dar los resultados; es el tipo de título que mejor se ajusta a las propuestas de investigación.

Para el informe final o en artículos de publicación de los resultados, podría ser mejor un **título informativo**, que presente el resultado principal de la investigación; por ejemplo: ‘Aumento de eficiencia del 10% vía el control óptimo de la combustión para una caldera acuatubular del Ingenio Pichichí’.

No hay una longitud ideal aceptada para un título; alrededor de 15 +/- 5 palabras es aceptable.

No deben usarse siglas ni abreviaturas que no sean ampliamente conocidas en el área.

Se debe evitar comenzar el título con frases inocuas tales como: comentarios sobre..., aspectos de... Estudio preliminar sobre....; ellas se pueden eliminar sin pérdida de información en el título.

2. Introducción, Antecedentes generales

En forma breve (máximo dos páginas), presente antecedentes generales y el problema a resolver, así como un panorama de las diferentes secciones de la propuesta de investigación.

3. Marco teórico

Es una breve síntesis del contexto general dentro del cual se ubica la propuesta, a niveles regional, nacional e internacional; indica el conocimiento básico del problema, sus **fundamentos teóricos**, los aportes previos a su solución (**antecedentes**), las **hipótesis** consideradas, las variables y modelos a utilizar (ver formulación del problema), los vacíos existentes y que se pretenden llenar con la propuesta; debe indicar porqué la propuesta hará aportes nuevos, bien diferenciados de los existentes, a la solución o comprensión del problema.

Los **Fundamentos teóricos** indican las herramientas teóricas a utilizar en la solución del problema; en general en ingeniería, son importantes el modelado, análisis (matemático, estadístico) y diseño. Se requiere que el estudiante pueda manejar las herramientas teóricas asociadas al tema para a partir de ellas, formalizar conceptos, sistematizar los aportes, relacionar los fenómenos observados, modelarlos, plantear problemas y aportar soluciones.

En los **antecedentes** se sintetiza lo publicado sobre el tema de la investigación; es la base desde donde se parte, bien sea para ampliarla, profundizarla, criticarla o negarla.

Las **hipótesis de trabajo** se formulan para seguir de guía en la investigación, no tienen como fin elaborar una teoría¹; en ingeniería, se usan muchas hipótesis sobre las relaciones entre dos

¹ “ Una teoría es un conjunto de conceptos, definiciones y proposiciones relacionados entre sí, que presentan un punto de vista sistemático de fenómenos, especificando relaciones entre variables, con el propósito de explicar y predecir los fenómenos”

o más variables. Estas surgen normalmente del planteamiento del problema, la revisión de la literatura, de las teorías, o bien de una situación real; las hipótesis deben estar asociadas con técnicas que permitan su verificación.

El marco teórico condensa la literatura disponible sobre el tema a investigar; esta debe ser detallada y concreta donde el tema tenga soporte teórico; para su búsqueda ver la ***Guía para la búsqueda de la Información***. Para citarla, ver Literatura Citada, en ***Redacción Científica***.

El marco teórico orienta sobre los conocimientos necesarios para la investigación, establece hipótesis y muestra diferentes líneas de acción para el desarrollo de la Investigación.

Ejemplo.

El motor de inducción de corriente alterna representa una planta difícil de controlar, por lo que ha llamado la atención a la ingeniería de control desde hace ya largo tiempo; en efecto, es una planta multivariable, no lineal, de parámetros variables (las resistencias varían con la temperatura y las inductancias con la saturación), de estados difíciles de medir por lo que se pueden requerir observadores de estado.

Asumiendo las hipótesis de Park, la estructura del modelo equivalente bifásico [1] del motor de inducción es:

$$\dot{X} = A(w)X + Bu$$

Donde x es la variable correspondiente a los estados eléctricos de la máquina (dos corrientes y dos flujos), u son las dos tensiones de alimentación, A es una matriz que depende del estado w y cuyos elementos dependen de los parámetros de la máquina (resistencias, inductancias), w representa la velocidad del rotor, que a su vez puede representarse como:

$$\dot{w} = aw + by$$

Donde:

w : velocidad, $w = \frac{d\theta}{dt}$, θ : posición

y : par motor, que es función no lineal $f(x)$ del estado x .

El problema de control será entonces determinar la entrada u , que permita obtener un comportamiento dinámico deseado con una alta eficiencia (véase figura No.1).

El problema de maximizar la eficiencia del motor, consiste en obtener la tensión de alimentación óptima para un intervalo de tiempo dado, que minimice la energía total consumida (función no cuadrática del estado).

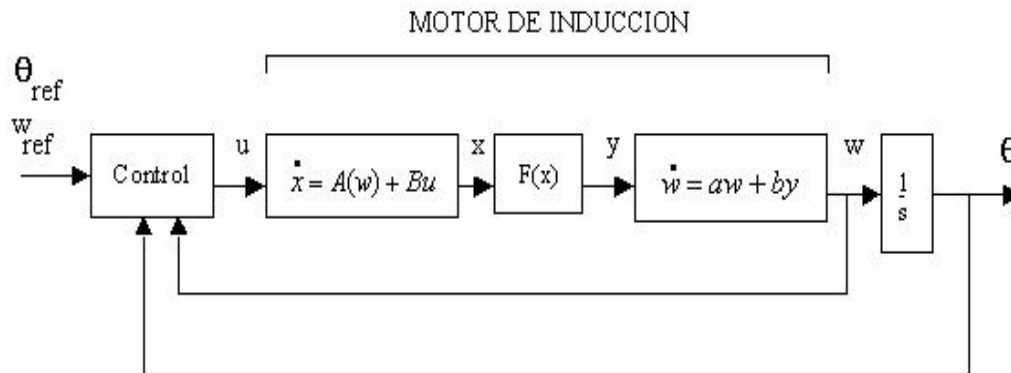


FIGURA No.1 Diagrama de Bloques del Control del Motor de Inducción

Las técnicas de control para motores de inducción encontradas en el mercado son: la técnica Voltios/Hertz, el Control Vectorial y el Control Directo de Par.

La primera se concibe a partir del modelo de régimen permanente del motor suponiendo una alimentación con tensión completamente sinusoidal; de esta forma, no resulta difícil deducir las leyes de variación de la tensión aplicada para mantener un nivel de flujo constante apropiado [2]; esto lleva a mantener la relación U/f constante, de donde se deriva su nombre. Sin embargo, esta técnica presenta inconvenientes a bajas velocidades, debido a la necesidad de compensar la caída de tensión en la resistencia estatórica [3],[4]; la técnica posee características dinámicas muy pobres debido a que se basa en supuestos de funcionamiento en régimen permanente. Cuando se requiere una regulación con respuesta dinámica más rápida, es necesario garantizar la constancia del flujo tanto en régimen permanente como en los transitorios. En tal caso se requiere del conocimiento más amplio del comportamiento de la máquina en régimen dinámico alimentado con tensiones y corrientes no sinusoidales.

Para aplicaciones que requieran alto desempeño dinámico, el método de control a campo orientado mediante vectores espaciales, también conocido como "control vectorial", se mostró como una solución efectiva industrial; el método fue propuesto por primera vez por Blaschke en Alemania [5].....

4. Formulación del problema

El problema sintetiza la cuestión a investigar a cuya solución contribuirá el proyecto.

Formular el problema es definirlo, establecer unos elementos de base, adoptar una representación, es decir, **estructurarlo formalmente**.

Se debe describir el problema de manera clara, explícita, completa y concreta; de esta manera podrá investigarse la solución mediante un procedimiento o técnica.

En investigación aplicada, con un problema bien planteado y preciso, se está a la mitad del camino de su solución, dejando estructurada toda la investigación.

Por ejemplo, para plantear un problema de control, deben tenerse en cuenta entre otros, los siguientes aspectos:

- a) Asegurarse de que es susceptible de resolverse, con el tiempo y dedicación disponible para el proyecto y que su solución sea un aporte al conocimiento en el área.
- b) Definir claramente: las hipótesis y suposiciones, la terminología empleada, las variables de interés, los índices de desempeño, las restricciones en variables o estados del sistema, las características del proceso a controlar (si es posible, el modelo a emplear).
- c) Caracterizar las variables y/o índices: observables, controlables, medibles, etc.
- d) Expresar las relaciones entre el problema de control y las variables (manipulada, salida, entrada, disturbio) y/o índices de desempeño.
- e) Definir el tipo de validación a realizar: en simulación, experimental, en el marco de un caso de referencia (Benchmark), etc.

Ejemplo:

Se considera el Proceso N dentro del sistema de producción de X producto; este proceso se caracteriza por ser altamente no-lineal, Multivariable con:

- dos entradas manipuladas: la velocidad de los rodillos de suministro de material, W y la apertura de la válvula de flujo de gas G;
- dos salidas: la presión P medida y la concentración C no medible), con parámetros variantes por la dependencia con la presión P de los coeficientes de transferencia de calor Kc1 y Kc2.

Se requiere regular las salidas con desviaciones permanentes menores del 0.1 %.

Asumiendo que:

- 1) La dinámica de la válvula es despreciable,
- 2) Las pérdidas por radiación de calor son despreciables,
- 3) Los parámetros Kci varían lentamente con relación a la dinámica dominante del sistema

y considerando como variables de estado:

X1: el nivel....

X2: el flujo....

Xn: la presión de salida P

la representación de estado del sistema tendrá la forma:

$$\Xi \quad : \quad \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= f(x, u) \\ y &= g(x) \end{aligned} \quad (1)$$

donde,

- u = vector de las señales de entrada W y G, $u \in \Omega$ un subconjunto de R^l .
- y = vector de variables de salida P y C,
- $x = [X1, X2, \dots, Xn]^T$ vector de variables de estado, $x \in M$
- M = espacio de estados, es una variedad C^∞ , m-dimensional, conectada, con la característica de que si es muy pequeño, falla para distinguir entre estados reales si alguna señal de control excita diferentes efectos observables.
- f y g son funciones C^∞ ó analíticas.

En este proyecto se pretende obtener la ley de control óptima u^* , que minimice el esfuerzo de control:

$$\int_0^\infty u^T u \, dt$$

Respetando la dinámica (1) del sistema y cumpliendo con los objetivos de regulación de las salidas.

El desempeño de la ley de control obtenida se comparará experimentalmente con el obtenido con la solución industrial adaptativa, en el banco de pruebas del laboratorio de Automática de la Universidad del Valle.

Este ejemplo ilustra mas cercanamente la definición final del problema que se resuelve en el proyecto de investigación y lo

usual sería encontrarlo en el informe final; el siguiente ejemplo, ilustra los menores detalles que se tienen usualmente en la propuesta:

Ejemplo (J.J. Martínez, 1999)

Los problemas más importantes a considerar en el control de motores de inducción son: el control de par y la maximización de la eficiencia.

Para el primer caso, se debe encontrar la mejor estrategia de control que permita un amplio desempeño dinámico del par. Ello permitirá buenos desempeños de los lazos externos de control de Velocidad y/o Posición. En la actualidad existen tres estrategias reconocidas en las aplicaciones industriales: Voltios / Hertz, Control Vectorial y el Control Directo de Par.

Para el segundo caso se debe encontrar la estrategia que minimice las pérdidas en el motor; existen diversas estrategias en aplicaciones industriales en este sentido, siendo el arranque suave con mínimo consumo de energía, y el control de flujo para minimización de pérdidas las más reconocidas.

En el proyecto se estudiarán y evaluarán las diferentes estrategias de control en cada uno de estos aspectos, para los accionamientos eléctricos industriales comerciales con motores de inducción.

5. Objetivos de la Investigación.

El proyecto es el conjunto de actividades coherentes que se realizan bajo ciertas restricciones, **para cumplir con un objetivo.**

Los objetivos definen a donde se quiere llegar con el proyecto; son la razón de ser de la investigación; están por tanto en relación directa con el problema de investigación que se quiere resolver.

Los objetivos ayudan a definir que se pretende obtener como resultados o productos, deben ser por tanto **medibles.**

También indican como se resolverá y que soluciones se le darán al problema, deben por tanto ser **viables.**

Un proyecto debe tener un solo objetivo general, pues es más fácil evaluar los resultados para un solo objetivo. Cumplir varios objetivos generales distribuye y diluye el esfuerzo.

Para el logro del objetivo general es conveniente plantear varios **objetivos específicos**, que actuando como subproyectos, apuntan a lograr el objetivo general.

Los objetivos deben ser **alcanzables** con la metodología propuesta.

Con objetivos claramente redactados, medibles, viables, y alcanzables, se facilitará la definición de la metodología.

Por todo esto, la formulación de los objetivos es una base importante para juzgar la calidad de la propuesta.

Los objetivos no son actividades o procedimientos; estos últimos solo apuntan a la generación de información nueva, mientras que los objetivos lo hacen a su comprensión y a la solución del problema.

Los objetivos deben redactarse iniciando con verbos en infinitivo que indiquen la búsqueda del conocimiento, por ejemplo: actualizar, adecuar, adquirir, ahondar, analizar, aplicar, calcular, capturar, clasificar, comparar, comprobar, comprender, concebir, concentrar, definir, diseñar, desarrollar, determinar, describir, descubrir, diferenciar, elaborar, enumerar, evaluar, establecer, estudiar, estructurar, experimentar, explicar, generar, guiar, inferir, observar, obtener, proponer, recolectar, reforzar, probar, simular, sugerir, etc.

Ejemplo:

Objetivo general:

Estudiar y validar modelos dinámicos de las calderas de circulación natural tipo Domo, para su simulación y uso en análisis de estabilidad de sistemas de potencia.

Objetivos específicos:

- Obtener un estado del arte en el modelado de calderas para control.
- Estudiar y analizar los modelos de las calderas basados en ecuaciones de balance de masa y energía del sistema de generación de vapor.
- Determinar las variables internas de la caldera y sus lazos de control asociados, que sean de interés para estudios de estabilidad de sistemas de potencia.

- Usar la técnica del modelado orientado a objetos para representar de forma detallada la caldera.
- Estudiar y analizar las simplificaciones que se aplican para la reducción de orden en los modelos obtenidos.
- Validar los modelos reducidos obtenidos mediante comparación con los resultados de simulación de los modelos detallados.
- Proponer pruebas de campo que permitan la identificación de los parámetros de los modelos.
- Validar los modelos obtenidos mediante comparación de los resultados de simulación con pruebas de campo.

Ejercicio

Elaborar en 20 minutos, los puntos 6 a 12 del miniproyecto para automatizar el auditorio del PPIEE.

6. Resultados esperados, alcance.

Los resultados esperados y el alcance, deben estar de acuerdo con los objetivos planteados, sin ser su reformulación; deben ser coherentes con la metodología planteada, con las capacidades del grupo de investigación, con la infraestructura material y con los medios disponibles.

Es pertinente considerar en la definición de los resultados esperados, los límites o alcance de éstos, la disponibilidad de los recursos materiales, económicos, financieros, humanos, de tiempo y de información.

Se tienen en general, **resultados directos e indirectos**; los directos son concretos y tangibles; son los resultados obtenidos de lograr los objetivos específicos: estado del arte, nuevo conocimiento, prototipos, plataformas, modelos, etc.

Los resultados indirectos se refieren a intangibles como la formación de nuevos investigadores, creación y consolidación de redes de investigación, innovación y desarrollo, construcción de cooperación internacional, consolidación del grupo de investigación, avance en la línea de investigación, etc.

Debe poderse verificar cada resultado esperado.

Ejemplo.

Relacionados con la generación de conocimiento y/o nuevos desarrollos tecnológicos:

El presente proyecto le aportará al País, un sistema de evaluación técnico económica de ahorro energético en accionamientos eléctricos, flexible y extendible a varios tipos de cargas, compuesto por un subsistema robusto y portátil de monitoreo de variables eléctricas, mecánicas y de procesos industriales asociados a bombas, compresores para aire frío y molinos de caña y de un subsistema de evaluación económico-energética que calcula el nivel promedio de carga, las pérdidas, el costo de operación y la evaluación económica de las posibles mejoras en la eficiencia del accionamiento.....

El proyecto generará un estado del arte sobre los criterios de selección de fuentes de alimentación, motores asincrónicos, inversores trifásicos y transmisiones mecánicas, para bombas, compresores y molinos de caña.

Indicador: Artículos y Ponencias.

Indicador: Página Web

Beneficiarios: usuarios de energía eléctrica industriales y comerciales; comunidad académica nacional.

Conducentes al fortalecimiento de la capacidad científica nacional:

Formación de dos estudiantes de maestría y al menos dos estudiantes de pregrado.

Plazo: Corto.

Indicador: Proyecto de investigación de maestría, Proyecto de pregrado.

Beneficiario: Comunidad Académica Nacional

Dirigidos a la apropiación social del conocimiento

Participación en Eventos.

Indicador: Certificación de la Participación.

Beneficiario: Comunidad Académica Nacional. Usuarios de Energía Industriales y Comerciales

Publicación de Artículos.

Indicador: Artículos.

Beneficiario: Comunidad académica Nacional. Usuarios de Energía Industriales y Comerciales

Participación en Redes.

Indicador: Artículos y red en funcionamiento.

Beneficiario: Comunidad académica nacional.

7. Innovación y desarrollo tecnológico de la propuesta

Los aspectos de innovación y/o desarrollo tecnológico, se deben identificar y resaltar claramente, con relación al estado del arte del tema.

Ejemplo.

El aspecto innovador de la propuesta está en las características de la plataforma de experimentación:

- Su arquitectura es totalmente abierta, configurable y expandible, lo que permite experimentar con todas sus partes, tanto en hardware como en software, cualidad que la diferencia claramente de los productos comerciales y la hacen idónea para la investigación, desarrollo tecnológico y de aplicaciones.
- Es replicable y con alto grado de flexibilidad y reproduce un proceso industrial real que le facilita al usuario el trabajo experimental de investigación y desarrollo en instrumentación industrial, regulación y control, protocolos de comunicación industrial y sistemas SCADA.
- Permite analizar y desarrollar nuevas técnicas de ajuste apropiadas para controladores industriales funcionando en un sistema de control en red.
- Dispone de un ambiente de programación de instrumentos virtuales

La suma de estas características como parte integral de una plataforma, no la tienen las encontradas en la revisión realizada sobre el estado del arte, pues las comerciales [Feedback, 2000], [selectrónica, 1999] se limitan a

8. Pertinencia e Impacto

Un proyecto es pertinente si se **justifica** su realización; ¿qué motiva al investigador para realizar el proyecto? ¿para qué servirán estos resultados? ¿por qué se investiga?

Se deben por tanto exponer las razones por las cuales se quiere realizar la investigación, se debe **vender el proyecto**:

- explicar porqué es conveniente la investigación,
- cuáles son los beneficios esperados,
- cual será el uso del nuevo conocimiento obtenido,
- que utilidad práctica tiene,
- que aporte teórico hace al conocimiento,
- aporte metodológico o en procedimientos,

- quienes son los usuarios potenciales de los resultados: empresas, industrias, gremios, instituciones;
- cual es el **impacto esperado**, esto es, como se relacionan los resultados con problemas importantes de la sociedad, desde locales a globales, que jalonan el desarrollo del país en términos académicos, socioeconómicos, ambientales, de productividad, etc.

Ejemplo.

En el estudio de estabilidad en sistemas de potencia, los modelos dinámicos de las unidades involucradas en la generación de la energía eléctrica, son la base para observar el comportamiento y las características de respuesta ante la presencia de diferentes señales de disturbio. Un conocimiento de estas características es esencial para el entendimiento y estudio de la estabilidad de los sistemas de potencia. Tal es el caso de las plantas térmicas generadoras de energía que involucran unidades de la turbina de vapor y la caldera generadora de vapor. En el caso particular de las calderas su respuesta dinámica puede ser de importancia para predecir el comportamiento de los sistemas de potencia en el estudio de estabilidad de mediano y largo plazo, es decir, con perturbaciones que ocasionan fenómenos de duración entre unos pocos minutos hasta diez minutos.

El propósito de este Proyecto de investigación está centrado en la obtención de modelos detallados y reducidos de bajo orden que puedan estos últimos ser incluidos fácilmente en programas de análisis de estudios de estabilidad. En el estudio de estabilidad en los sistemas dinámicos de potencia, la respuesta de la potencia mecánica de la turbina de vapor incluye efectos de presión en la caldera que requieren del modelado del sistema de suministro de vapor. Estos modelos serán de gran utilidad para el caso del estudio de estabilidad en el sistema eléctrico colombiano, considerando que las contingencias ocasionadas por fallas eléctricas, actos de terrorismo y la fragilidad del sistema, han generado rupturas en la interconexión nacional, quedando grandes regiones del país sin suministro. Los modelos detallados, podrían adicionalmente ser utilizados para el estudio y análisis del comportamiento dinámico de las variables que están relacionadas con la alimentación del combustible y del aire, dado que su relación es determinante para la mejora en el proceso de combustión.

Con el proyecto, se obtendrán modelos detallados de calderas que podrán utilizarse para: estudios de evaluación del desempeño de lazos de control; animaciones que ilustren de forma gráfica el funcionamiento de la caldera, de utilidad en los cursos de pregrado y postgrado; en interconexión con otros programas, podrán utilizarse en la evaluación del proceso de combustión, entre otras aplicaciones.

Se iniciará en la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, el uso del nuevo paradigma en modelado de sistemas, el modelado orientado a objetos; también se iniciará el uso de la herramienta Dymola para el modelado. Se implementarán en los cursos de Modelado y Simulación de pregrado y postgrado la nueva metodología del modelado orientado a objetos.

El usuario de los modelos obtenidos y su ambiente de simulación, será el personal que labora en las áreas de la ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica y Electrónica, empresas de generación y transmisión de energía eléctrica, Ingeniería Mecánica.

Se obtendrán modelos reducidos para usarlos en programas de análisis de estabilidad en sistemas de potencia; con ello se espera iniciar en el ámbito nacional, los estudios de estabilidad en sistemas de potencia de mediano y largo plazo, por empresas de generación y transmisión de energía.

Ejemplo.

Impactos científicos y tecnológicos del proyecto en las entidades beneficiarias (usuarios de la energía) o ejecutoras

Formación de recursos humanos en investigación, nuevas tecnologías y en gestión tecnológica

Se espera vincular dos estudiantes de maestría y dos de pregrado que se graduarían en el corto plazo. En el mediano plazo, se mejorará la formación en accionamientos y uso racional de energía en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle.

Indicador: 2 Proyectos de pregrado; Plazo: Un año después de iniciado el proyecto.

Indicador: 2 Proyectos de Maestría; Plazo: 1.5 años después de iniciado el proyecto.

Indicador: Calidad de la formación de pregrado en conversión de energía (accionamientos y uso racional de energía); desempeño en los ECAES. Mediano plazo.

Registro y documentación técnica del Know-How

Se generará documentación técnica sobre criterios de selección de alimentación, motor, variador y transmisión así como características de la carga para bombas, compresores y molinos de caña.

Indicador: Criterio de selección. Al finalizar el proyecto

Indicador: Caso reportado de modelado de carga. Largo plazo.

Desarrollo de capacidades de diseño en la entidad o grupo (especificar)

Se considera el proyecto como la primera fase de la evaluación de accionamientos eléctricos; con el proyecto se adquirirá la capacidad de diseñar las soluciones de evaluación para otras cargas como ventiladores, transportadores, secadores, laminadoras, etc.

Indicador: Tipo de carga; mediano plazo

Consolidación de capacidades para realizar actividades de I&D en la entidad

- *Dotación de laboratorios de I&D o de calidad y plantas piloto*
- *Redes de información y colaboración científico-tecnológico*

El sistema de monitoreo de datos apoyará a los laboratorios de máquinas eléctricas y el banco de pruebas de motores de inducción de la Universidad del Valle.

El proyecto se desarrollará por tres grupos de investigación de dos instituciones y se enmarca en la red RECIEE.

Indicador: Participación en la red RECIEE; corto plazo.

Indicador: Proyecto de I&D; mediano plazo.

Mejoramiento en la oferta de servicios tecnológicos

La Universidad del Valle ofrecerá un nuevo servicio tecnológico de evaluación técnico energética de accionamientos.

Indicador: Asesoría a empresa. Inicio al finalizar el proyecto.

Impactos sobre la productividad y competitividad de los usuarios de la energía

Mejoramiento de la productividad y la calidad

Los accionamientos consumen alrededor del 75% de la energía en una industria; los ahorros energéticos por reconversión tecnológica impactarán de manera importante la productividad de éstas industrias. Igualmente, el uso de accionamientos eléctricos mejora la precisión de las variables controladas, aumentando la calidad de los productos asociados.

Indicador: Caso de reportado de análisis de eficiencia. Mediano y largo plazo.

Fortalecimiento de la cadena productiva

La mejora en eficiencia en los molinos de caña impacta sobre la optimización del proceso de producción de azúcar, permitiendo mejorar la extracción de jugo de la caña, y a la vez tener mayor disponibilidad de vapor para la generación de energía, la cual puede ser comercializada.

Indicador: Asesorías a ingenios. Mediano y largo plazo.

Regiones y comunidades beneficiadas por el proyecto

La mejora en eficiencia para las bombas impacta la industria nacional en todo el País, con mayor énfasis en Barrancabermeja por la refinería de ECOPETROL, el mayor centro de carga de motores del País. La mejora en eficiencia para los compresores impacta la industria y comercio nacional en todo el País; las aplicaciones de aire acondicionado con mayor énfasis en las regiones calientes más desarrolladas como la costa atlántica (Hoteles), Valle, Tolima, Huila y Santander.

La mejora en eficiencia para los molinos de caña impacta principalmente al sur occidente colombiano y los Santanderes (Industria Panelera).

Indicador: Asesoría a empresa; mediano y largo plazo.

Impactos sobre el medio ambiente y la sociedad

Reducción en el consumo de energía y uso eficiente de la misma

Los accionamientos consumen cerca de la mitad de la energía generada del país, los ahorros energéticos en ellos por reconversión tecnológica disminuirá la necesidad de construir nuevas centrales de generación de energía las cuales pueden tener impactos ambientales.

Indicador: Caso reportado de análisis de eficiencia. Mediano y largo plazo.

9. Metodología.

La metodología indica cómo se alcanzarán los objetivos específicos propuestos, cómo se llegará a los resultados. Ella debe reflejar la estructura lógica y el rigor científico del proceso de

investigación, desde la elección de un enfoque metodológico específico hasta la forma como se van a analizar, interpretar y presentar los resultados. La metodología **articula los objetivos del proyecto con los procedimientos** para cumplir dichos objetivos.

Entre otros, pueden relacionarse:

- instrumentación,
- procedimiento de recolección de información, análisis de datos,
- técnicas de modelado,
- técnicas de análisis,
- actividades requeridas para la investigación.

Las actividades típicas de proyectos de control son: revisión bibliográfica, modelado e identificación del sistema, diseño del control en simulación, validación del diseño con modelos más detallados (efectos de dinámicas no modeladas, de alinealidades, etc.), reajuste del control, implementación y validación experimental.

La metodología es la base para la planificación de las actividades y la definición de los recursos físicos, humanos y económicos; la metodología **permite evaluar la pertinencia de los recursos solicitados**.

Ejemplo.

El proyecto está concebido como una primera fase que busca dar soporte al análisis energético de los accionamientos eléctricos en el país; se ha considerado por ello inicialmente las cargas: bombas, compresores y molinos de caña, la primera por ser la más importante a nivel industrial, la segunda por serlo a nivel comercial y la tercera por ser de gran importancia en el sur occidente Colombiano. Se requiere por tanto que el sistema sea extendible en el futuro a otras cargas de importancia como son los ventiladores, secadores y transportadores. Igualmente sólo se considerarán accionamientos con motores de inducción, por ser los más ampliamente utilizados y para potencias mayores a 20hp, por ser éstos los de mayor potencial de ahorro energético.

Es así como los objetivos específicos 1 y 2 se orientan a la selección y caracterización de los diversos elementos de un accionamiento con motor de inducción de más de 20hp,

para los tres tipos de cargas mencionadas. En particular se tienen previstas las siguientes actividades para éstos objetivos:

Objetivo 1: Seleccionar alimentación, motores, variadores y transmisiones mecánicas (si es el caso) para los accionamientos de bombas, compresores y molinos de caña.

Actividad 1.1 Revisión bibliográfica en textos, manuales (Handbooks) y revistas técnicas de ingeniería eléctrica y mecánica, sobre los criterios de selección de fuente de alimentación, motor asincrónico, inversores trifásicos y transmisiones mecánicas, para cada tipo de carga relacionada.

Actividad 1.2 Revisión bibliográfica a partir de Internet, fabricantes, representantes y vendedores de información comercial sobre motores, variadores de velocidad y transmisiones mecánicas.

Actividad 1.3 Síntesis de la información y formulación de los criterios de selección.

Actividad 1.4 Validación y ajuste de los criterios a partir del estudio de un caso para cada carga.

Objetivo 2: Caracterizar la carga para el accionamiento de bombas, compresores y molinos de caña a partir de datos de proceso.

Actividad 2.1 Revisión bibliográfica en textos, manuales (Handbooks), Internet y revistas técnicas de ingeniería eléctrica y mecánica, sobre las características estáticas de torque-velocidad y dinámica de la carga (inercia, fricción, pares pulsatorios), para cada tipo de carga relacionada.

Actividad 2.2 Formulación de ecuaciones y funciones de caracterización de c/u de éstas cargas.

Actividad 2.3 Validación y ajuste de la caracterización de las cargas a partir del estudio de un caso para cada carga.

10. Plan de desarrollo, Cronograma de Actividades

Es un plan de trabajo o un plan de actividades, que muestra la duración del proceso investigativo. El tipo de Cronograma recomendado para presentar el plan de actividades que oriente un trabajo de investigación es el de GANTT.

Ejemplo

Para el desarrollo del proyecto se tendrá el siguiente cronograma de actividades (El primer mes corresponde a Enero de 2003):

ACTIVIDAD	MES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Revisión de la Literatura								
2 Estudio del modelo del proceso								
3 Construcción del banco de pruebas								
4 Diseño y Simulación del sistema de control								
5 Implementación del control								
6 Pruebas de validación en el banco								
7 Elaboración del trabajo escrito								
8 Sustentación de la tesis								

11. Recursos disponibles.

Tiempo del estudiante, profesor director, recursos de laboratorio, acceso a fuentes de información, acceso a redes de datos, instrumentación específica, etc.

Ejemplo.

Para el desarrollo del proyecto se contará con la dirección del profesor Jiménez por parte de la Universidad y del Ingeniero Gallego por parte de la Empresa. Para la revisión bibliográfica se cuenta con todos los recursos de la Biblioteca central entre los cuales se cuenta con el acceso a la base de datos Ebsco.....

En los laboratorios de Accionamientos Eléctricos y Electrónica de Potencia se dispone de motores de AC y de los accionamientos propios para su funcionamiento. En el laboratorio de Automática se cuenta además con computadoras personales y paquetes orientados al control como SCILAB y MATLAB, así como también de tarjetas de adquisición de datos y sistemas de desarrollo basados en DSP.....

12. Presupuesto.

Financiación requerida.

Ejemplo.

RECURSO	APORTE UNIVALLE	APORTE ESTUDIANTE	SOLICITADO A COLCIENCIAS
Equipo de Computo	0		2.500.000
Insumos para equipo de Computo	0	\$ 100.000	0
Artículos y Referencia Bibliográfica	0	580.000	0
Uso del laboratorio de Accionamientos de la EIEE	1.000.000	0	0
Equipo de Prueba	0	0	15.000.000
Uso de Software Matlab*	500.000	0	0
Disquetes, Fotocopias y Varios		450.000	0
Acceso a Internet	350.000	0	0
Edición Informe Final		400.000	0
Asistencia de Docencia e Investigación	16.000.000	0	0
Director**	4.950.000	0	0
Imprevistos	0	520.000	0
TOTAL	\$ 22.800.000	\$ 2.050.000	\$ 17.500.000

*Costo de la licencia: 20.000.000, depreciado en 10 años, mantenimiento anual de 4.000.000 para costo anual de 6.000.000; se estiman 160 horas de uso (un mes).

**Dedicación: 33 Horas semestre, durante 4 semestres total: 132 Horas; salario promedio mensual de 6.000.000 con dedicación de tiempo completo (160 horas)

BIBLIOGRAFÍA

En la bibliografía se registran las obras que tratan sobre el tema, implícita o explícitamente, (no citar obras de cultura general, como enciclopedias o diccionarios); la lista bibliográfica o referencia bibliográfica puede subdividirse en dos partes:

- Fuentes bibliográficas consultadas: Referencias
- Fuentes bibliográficas para consultar.

Ver literatura citada en *Redacción Científica*.

Ejemplo.

Bibliografía sobre elaboración de propuestas de investigación:

CARVAJAL, Lizardo. Metodología de la Investigación Científica. Curso general y Aplicado. 12º- Ed. Cali: F.A.I.D., 1998. 139 p.

COBO Bejarano, Héctor. Glosario de Metodología. 8ª. Ed. Cali: Impretec, 1998. 50 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN
Compendio de Normas Técnicas Colombianas sobre Documentación, Tesis y otros trabajos de grado. Santafé de Bogotá: ICONTEC, 1996.

Este documento se elaboró con base en el siguiente material:

Ortiz, N.A. 2002 (consultado Octubre 2002) La elaboración de los proyectos de investigación. <http://www.monografias.com> pp. 8. doc.

Pérez, J.G. 2002 (consultado Octubre 2002) Normatividad para la elaboración de propuesta de proyecto de investigación. <http://www.monografias.com> pp. 7. doc.

Ejemplo

Los siguientes libros contienen la información necesaria para realizar el diseño propuesto en el proyecto. Debemos agregar además los manuales de los módulos de control del laboratorio de automática de la Universidad del Valle, que se usarán en el proyecto.

VAS, Peter. Electrical Machines and Drivers. Clarendon Press. Oxford 1992. 127 p.

BOSE, B. K. Power Electronics and Variable Frequency Drives. IEEE Press New York 1997. 254 p.

Referencias

- [1] SERRANO IRIBARNEGARAY L., ROGER FOLCH J. Control electrónico de Velocidad de Motores Asíncronos. Revista Automática e Instrumentación. Mayo 1986. pp. 225-230.
- [2] LEONHARD, Werner. 30 Years Space Vectors, 20 Years Field Orientation, 10 Years Digital Signal Processing with Controlled AC-Drives, a Review (Part 1). EPE Journal, vol. 1, No. 1, Julio 1991. pp. 112-120
- [3] OGATA, Katsuhito. Ingeniería de Control Moderna. 1993. 2 Ed. México: Prentice-Hall, Ciudad de México, México.