

¡ATENCIÓN!

ESTE ARCHIVO - PLANTILLA SIRVE COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO APLICATIVO DEL/ LA ESTUDIANTE DEL IESTPN CITEN, EL CUAL TOMA COMO REFERENCIA LA NORMA APA 7ª edición Y LA **Guía para la redacción de un Trabajo de Aplicación Profesional IESTPN-CITEN 2022**.

SE DEBE PONER ATENCIÓN EN TODAS LAS INDICACIONES Y FORMATOS DEFINIDOS POR EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN (FIGURAS, TABLAS, ECUACIONES, TIPOS DE LETRAS, ETC); ADEMÁS DE RESPETAR EL ORDEN DE LOS CAPITULOS Y SECCIONES, ELEMENTOS TEXTUALES Y REFERENCIALES DEL TRABAJO APLICATIVO.

SE RECOMIENDA LA CONSTANTE REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DE SU TEXTO, EN LO CORRESPONDIENTE A LA ORTOGRAFÍA, REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA, MARGENES Y ESPACIOS, ADECUANDOLO SEGÚN EL TEMA QUE UD. ESTA DESARROLLANDO (VARIAR/CAMBIAR TEXTOS MARCADOS EN **AMARILLO** DEFINIDO EN LA CARATULA).

LA CANTIDAD DE INTEGRANTES DEBE SER A LO MAXIMO DE DOS PERSONAS.

ESTA HOJA DEBERÁ SER RETIRADA ASI SE COMIENZE SU REDACCIÓN.

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN / IESTPN – CITEN
01 MARZO 2022

Rev01	<p>– Se han efectuado cambios en el título del CAPITULO 2 – ANTES: Estimación de costos del proyecto AHORA: Viabilidad del Proyecto</p> <p>-Se han efectuado cambios en el título del CAPITULO 3 – ANTES: Sustento del mercado AHORA: Administración del Proyecto</p> <p style="text-align: right;">29 abril 2021</p>		
Rev02a	<p>-Se han efectuado cambios de corrección en la Caratula de la plantilla: ANTES: PROYECTO DE INVESTIGACION AHORA: TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL</p> <p style="text-align: right;">29 noviembre 2021</p>		
Rev02b	<p>Se indican las denominaciones de las CARRERAS PROFESIONALES TECNICAS DE</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Armas Submarinas • Capitanía y Guardacostas • Electricidad Industrial con mención en Servicio Naval • Enfermería Técnica • Hidrografía • Inteligencia • Maquinas Navales • Mecánica Naval • Motores Navales • Policía Naval • Sensores • Señales • Sonar </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Artillería • Control de Tiro • Electrónica con mención en Servicio Naval • Gestión Administrativa con mención en Servicio Naval • Infantería de Marina • Maniobras • Mecánica de Aviación • Motores de Aviación • Operaciones Especiales • Practicaje Fluvial • Sensores de Aviación • Sistemas y Administración de Redes con mención en Servicio Naval • Telemática con mención en Servicio Naval </td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">29 noviembre 2021</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Armas Submarinas • Capitanía y Guardacostas • Electricidad Industrial con mención en Servicio Naval • Enfermería Técnica • Hidrografía • Inteligencia • Maquinas Navales • Mecánica Naval • Motores Navales • Policía Naval • Sensores • Señales • Sonar 	<ul style="list-style-type: none"> • Artillería • Control de Tiro • Electrónica con mención en Servicio Naval • Gestión Administrativa con mención en Servicio Naval • Infantería de Marina • Maniobras • Mecánica de Aviación • Motores de Aviación • Operaciones Especiales • Practicaje Fluvial • Sensores de Aviación • Sistemas y Administración de Redes con mención en Servicio Naval • Telemática con mención en Servicio Naval
<ul style="list-style-type: none"> • Armas Submarinas • Capitanía y Guardacostas • Electricidad Industrial con mención en Servicio Naval • Enfermería Técnica • Hidrografía • Inteligencia • Maquinas Navales • Mecánica Naval • Motores Navales • Policía Naval • Sensores • Señales • Sonar 	<ul style="list-style-type: none"> • Artillería • Control de Tiro • Electrónica con mención en Servicio Naval • Gestión Administrativa con mención en Servicio Naval • Infantería de Marina • Maniobras • Mecánica de Aviación • Motores de Aviación • Operaciones Especiales • Practicaje Fluvial • Sensores de Aviación • Sistemas y Administración de Redes con mención en Servicio Naval • Telemática con mención en Servicio Naval 		

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

**INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICO PÚBLICO NAVAL –
CITEN.**



**CARRERA PROFESIONAL TÉCNICA DE **ELECTRICIDAD INDUSTRIAL CON
MENCION EN SERVICIO NAVAL.****

TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL.

**BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL
AUTOMÁTICO BASADO EN TECNOLOGÍA PLC PARA EL GRUPO
ELECTRÓGENO PERKINS COMO MEDIO DE ASEGURAMIENTO DE
ENERGÍA ELECTRICA EN LA SUB ESTACIÓN 13A DEL IESTPN –
CITEN.**

PRESENTADO POR:

- **ALUM. 3° ELE. NUÑEZ CUBAS SERGIO**
- **ALUM. 3° ELE. PORTELLA ANDAHUA SAMIR**

**CALLAO – PERÚ
DICIEMBRE 2022**

Dedicatoria

Para mis padres, y

por el apoyo y la confianza

S.N.C.

Dedicado a mi familia, que gracias a

ellos he podido concluir esta labor

S.P.A.

Agradecimiento

A todos los amigos y compañeros de la promoción y de la escuela de con el cual hemos compartido y colaborado en la realización de este trabajo.

A mis profesores, por la paciencia y oportunas orientaciones en el transcurrir de mi formación profesional.

A mis padres por ser mi soporte y brindarme apoyo y recomendaciones constantes.
Dios los bendiga.

Nuestro profundo agradecimiento al IESTPN - CITEN y a la Marina de Guerra del Perú por la oportunidad de profundizar nuestros conocimientos en beneficio de nuestra Nación

Localización del proyecto



Geográficamente el local de estudio se encuentra en la subestación 13 A, situada dentro del IESTPN CITEN, en la Base Naval del Callao, Provincia Constitucional del Callao – Perú. Se encuentra en 12° 02' 02.7" de Latitud Sur y meridiano 77° 08' 18.0" de Longitud Oeste de Greenwich.

¹ GoogleMaps (s.f.) [Mapa de IESTPN – CITEN], Recuperado el 28/02/2020, <https://www.google.com/maps/@-12.0368616,-77.1395303,16z>

Beneficiarios del proyecto

Beneficiarios Directos

Unidades, Dependencias, Personal Naval o grupos humanos que serán beneficiados de forma directa en la realización y aplicación del proyecto.

Beneficiarios Indirectos

Unidades, Dependencias, Personal Naval o grupos humanos que serán beneficiados de forma indirecta en la realización y aplicación del proyecto.

Resumen Ejecutivo

En la actualidad los sistemas de energía alternativos como los grupos electrógenos deben estar provistos de una capacidad de respuesta para abastecer en forma casi instantánea la cantidad de energía suficiente y necesaria y poder permitir que los sistemas de consumo que dependan de ellos puedan continuar operando sin novedad. Esto puede ser observado en los servicios médicos de los hospitales y en la industria productiva, solo para citar dos casos, donde no se está permitido fallar con el abastecimiento de la energía eléctrica pues la vida de las personas y la productividad está en juego. Si bien es cierto que hace treinta años los sistemas de control de los grupos electrógenos no estaban provistos de un alto grado de tecnología como lo es hoy en día, se tenía al menos la condición de la puesta en marcha cada vez que era necesaria, en forma local, efectuada por un operador.

La primera parte de este proyecto de investigación plantea el problema-motivo y presenta su respectiva delimitación de la misma, enunciando los objetivos que condujeron a su planteamiento, en concordancia con la metodología empleada para el desarrollo de la investigación, así mismo se incluye el marco teórico y los antecedentes que sustentan el desarrollo del TAP. En la segunda parte se considera el costo del proyecto y las posibles fuentes de financiamiento. En la tercera parte se considera la administración, sostenibilidad y continuidad del proyecto aplicables a grupos electrógenos. Finalmente, en la última parte, se exponen las conclusiones y recomendaciones relacionadas con la propuesta de investigación guiada por los objetivos de trabajo, lo cual es complementado por las referencias bibliográficas y demás anexos.

Palabras claves

Grupo electrógeno, automatización, instalación eléctrica, PLC, transferencia de energía.

ÍNDICE

Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Localización del proyecto	IV
Beneficiarios del proyecto	V
Beneficiarios Directos	V
Beneficiarios Indirectos	V
Resumen Ejecutivo	VI
CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN O INVESTIGACIÓN	
APLICADA	1
1.1 Planteamiento del problema y justificación de la investigación	1
1.2 Objetivos generales y específicos de la investigación.	1
1.3 Marco Referencial.....	2
1.4 Características o atributos del proyecto	2
1.5 Análisis comparativo.....	3
1.6 Plan de actividades.....	3
1.7 Metodología del Proyecto	4
CAPÍTULO 2. VIABILIDAD DEL PROYECTO	5
2.1 Presupuesto:	5
2.2 Financiamiento:.....	6
CAPÍTULO 3. ADMINISTRACION DEL PRO YECTO	8
3.1 Administración, Continuidad y Sostenibilidad:	8
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	10
Conclusiones	10
Recomendaciones.....	10
REFERENCIAS	11

ANEXO 01. DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE GRUPO ELECTRÓGENO

PERKINS 12

ANEXO 02. MÁQUINAS SÍNCRONAS – ECUACIONES BÁSICAS 13

CAPÍTULO 1.

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN O INVESTIGACIÓN APLICADA

1.1 Planteamiento del problema y justificación de la investigación

Justificación: problema que busca resolver, necesidad a satisfacer u oportunidad que se espera aprovechar.

- Diagnóstico detallado del problema objeto de la investigación y sus consecuencias, el contexto en que se desarrolla y sus escenarios, así como los motivos que sustentan la necesidad de su realización. Para redactarlo con claridad y de manera específica deberán considerar lo siguiente:
- Comenzar con una descripción breve de la macro problemática (mundial y nacional) sobre el tema investigado. Continuar con la micro problemática (local) del lugar donde se está investigando el asunto, ubicando el problema sus causas y consecuencias.
- Detallar las razones que justifican el problema, es decir, los motivos que llevaron a los autores a realizar la investigación.
- Delimitar el problema, es decir, enmarcar el estudio en un espacio geográfico, grupo social, intervalo de tiempo determinado, actividad específica o dentro de parámetros establecidos por el investigador.
- Resaltar la novedad, relevancia y trascendencia de su investigación para el contexto en el que se ha desarrollado, indicando los aportes que brinda a la Institución y a la sociedad en general si es que va más allá de la Marina de Guerra.

1.2 Objetivos generales y específicos de la investigación.

Propósito de trabajo aplicativo, lo que se espera lograr al aplicar la solución planteada.

Cuando un objetivo (general y específicos), es definido y planteado en el proyecto de investigación, su respuesta debe ser presentada en la sección de conclusiones (ver en **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**)

1.3 Marco Referencial

Sustento teórico de la investigación, que recopila los conceptos teóricos y las investigaciones previas de diversas fuentes y autores. Es decir, son los intentos anteriores de solucionar el mismo problema o problemas similares. La finalidad de la búsqueda de antecedentes es demostrar que la solución aún no existe.

1.3.1 Antecedentes de la investigación

En esta sección se debe incluir tres referencias a artículos científicos o tesis de universidades licenciadas nacionales o extranjeras. De la información presentada debe hacerse un resumen en la cual brinde un sustento para la realización de su TAP. Esta sección debe contener a lo máximo tres (3) páginas.

1.3.2 Marco teórico

- Debe contener información de diversas fuentes (investigaciones anteriores, libros, revistas, periódicos, internet, entrevistas a expertos, videos, etc.) la que debe ser leída y resumida por los estudiantes (no hacer un “copia y pega”)
- La información obtenida deberá organizarse en términos técnicos o como glosario y redactarse siguiendo una secuencia lógica y articulada entre párrafo y párrafo, teniendo en cuenta las fuentes de origen y sus referencias bibliográficas al pie de página, para sustentar científicamente lo expresado.
- Esta sección debe contener a lo máximo tres (3) páginas.

1.4 Características o atributos del proyecto

Descripción detallada de las características o especificaciones de forma, componentes, materiales, medidas, equipamiento, parámetros de funcionamiento, condiciones de uso, medidas de seguridad para su empleo, servicio que brinda, aplicación, medios físicos o virtuales considerados, costos relacionados, etc. Esta sección contendrá a lo máximo tres (3) páginas.

1.5 Análisis comparativo

ANALISIS COMPARATIVO DE ATRIBUTOS, CARACTERISTICAS, MEJORAS O NOVEDADES TECNOLOGICAS. Este análisis consiste en contrastar las características o atributos más importantes de la solución aplicada con aquellas encontradas en la situación problemática analizada y con 3 soluciones similares para el mismo problema. La **Tabla 1** brinda una idea comparativa de los atributos o características del proyecto, la problemática actual y las soluciones que responderían a la problemática

Tabla 1

Tabla comparativa de los atributos del proyecto

Soluciones	Características			
	Caract.1	Caract.2	Caract.3	Caract.4
Problema actual				
Solución 1				
Solución 2				
Solución 3				

1.6 Plan de actividades

PLAN DE ACTIVIDADES DEL TRABAJO APLICATIVO. Es una tabla que contiene la lista de actividades y un cronograma con sus fechas de ejecución. Las actividades deben tener relación con los objetivos específicos propuestos. Puede ser ordenado en días, semanas o meses. De preferencia utilizar un Diagrama de Gantt.

Tabla 2*Plan de ejecución de las actividades propuestas para el desarrollo del Trabajo Aplicativo*

ACTIVIDADES	Abril				Mayo		
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3
Actividad 1	X	X					
Actividad 2		X					
Actividad 3			X				X
Actividad 4							X

1.7 Metodología del Proyecto

DISEÑOS EXPERIMENTALES, SISTEMAS DE REGISTROS, TECNICAS A UTILIZAR, FACTORES A ESTUDIAR. Descripción de la secuencia de actividades de búsqueda de información y metodologías empleadas para análisis de datos, pruebas, experimentos, entrevistas, encuestas, empleo de software, captura de imágenes, diseño y fabricación de maquetas, entre otras actividades realizadas para dar solución al problema como parte del Trabajo de Aplicación Profesional (TAP).

En esta sección se debe incluir obligatoriamente un Diagrama de Bloques de su proyecto de investigación. El Diagrama de Bloques indica cómo está estructurada la solución propuesta.

Los integrantes de cada grupo de trabajo harán uso de su imaginación y creatividad presentando el proyecto y sus resultados de la manera más tangible posible, explicando técnicamente y de manera detallada la solución propuesta para el problema planteado, así como el resultado obtenido en la investigación realizada. Utilizarán gráficos, imágenes, fotos y todo aquello que permita dar mayor claridad a la explicación de la investigación.

Nota: En esta sección NO SE DEBE INCLUIR EL TERMINO QUE MENCIONA QUE ES UNA INVESTIGACION EXPLORATORIA, DESCRIPTIVA, CORRELATIVA O EXPLICATIVA, ya que son términos aplicados en un trabajo de investigación de nivel universitario.

CAPÍTULO 2.

VIABILIDAD DEL PROYECTO

2.1 Presupuesto:

Recursos económicos necesarios para implementar el proyecto en un escenario real. Deberán considerarse la totalidad de costos involucrados en la implantación de la solución propuesta, incluyendo -según sea el caso- la adquisición, instalación, mantenimiento, operación y reposición de recursos humanos, materiales, equipamiento, software y capacitación, entre otros.

A seguir, se presenta un ejemplo para un presupuesto, la cual es visualizada en la

Tabla 3:

Tabla 3

Detalle de presupuesto para el desarrollo del Trabajo Aplicativo

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UD S/	IMPORTE TOTAL S/
1	Producto 1	15	pieza	10.00	150.00
2	Producto 2	10	metro	5.00	50.00
3	Producto 3	3	kilo	25.00	75.00
4	Producto 4	2	pieza	4.60	9.20
SUBTOTAL (SIN IGV)					284.20
IGV 18%					51.16
TOTAL (S/)					335.36

En esta sección se espera una exposición detallada de todos los gastos estimados, en donde se deberá invertir en su preparación el tiempo suficiente. El propósito final es exponer una proyección realista de forma clara, íntegra y sin fallos. Algunos datos que no deben faltar son mencionados a seguir:

Descripción del trabajo a realizar y de su alcance.

Tiempo que previsiblemente durará el trabajo aplicativo o la investigación.

Valoración de los costes de los elementos/productos y de la mano de obra que envolvería en el desarrollo del trabajo aplicativo.

Detalle del material necesario y de sus costos.

Costos específicos (dietas, envíos, traslados, asesorías, etc.).

Es importante indicar el periodo de validez del presupuesto pues define la temporalidad de los valores que son manejados o utilizados en el desarrollo del Proyecto.

Forma y condiciones de pago del presupuesto.

Fecha de emisión e identificación social de la(s) empresa(s) que proporciona los productos si fuera necesario.

2.2 Financiamiento:

Alternativas de organismos, instituciones u otras fuentes de donde pueden obtenerse los fondos para viabilizar el proyecto. Deben considerarse los procedimientos y requisitos exigidos por estas fuentes.

En la gran mayoría de los casos, la opción para el desarrollo del Proyecto consiste en los aportes o recursos propios que los integrantes colocan. En otras situaciones, para la ejecución del proyecto, pueden recibir tangibles, equipos o instalaciones de instituciones, dependencias o unidades de la Marina de Guerra del Perú o de externos.

La **Tabla 4** presenta un ejemplo de una fuente de financiamiento y la **Tabla 5** muestra la estructura del financiamiento.

Tabla 4

Fuentes de Financiamiento del proyecto

ITEM	Características	
	S/	Participación
Aporte propio	89 767.29	30 %
Préstamo – Dependencia Banco	209 504.63	70 %
Total de la Inversión	299 271.92	100 %

Tabla 5*Estructura del Financiamiento de un proyecto*

Inversión Tangible	Financiamiento (S/)		
	Total	Aporte Propio	Dependencia Banco
Maquinaria y Equipo	110 960.00	16 455.37	94 504.63
Instalaciones y Montajes	1 000.00	0.00	1 000.00
Equipos de Computo	850.00	850.00	0.00
Mobiliario	870.00	870.00	0.00
Obras civiles	74 000.00	0.00	74 000.00
Terreno	40 000.00	0.00	40 000.00
Imprevistos	22 768.00	22 768.00	0.00
TOTAL	250 448.00	40 943.37	209 504.63
Inversión Intangible	7 500.00	7 500.00	
Capital de trabajo	41 323.92	41 323.92	
TOTAL	299 271.92	89 767.29	209 504.63
Participación		30.00 %	70.00 %

CAPÍTULO 3.

ADMINISTRACION DEL PROYECTO

3.1 Administración, Continuidad y Sostenibilidad:

Se explicará detalladamente el procedimiento para la implementación y funcionamiento del proyecto, incluyendo el empleo sistemático y ordenado de los recursos necesarios para la implantación de la solución propuesta, evaluación periódica de sus resultados y medidas técnico – económicas que aseguren su sostenibilidad en el tiempo.

- Se deberán contemplar los siguientes criterios:
 - ✓ Viabilidad
 - ✓ Factibilidad
 - ✓ Costo/beneficio

Factores que garantizan la continuidad del proyecto.

- Debe estar alineado con los objetivos de la Marina de Guerra del Perú.
- Participación de organizaciones sociales, cívicas, culturales o de interés común.
- Que es un tema vinculado a la mejora de la gestión administrativa o a la atenuación de riesgos en una determinada zona, dependencia o unidad.
- Atiende a demandas de prevención y atención de accidentes o desastres, contando con la participación activa de sectores de la Marina de Guerra del Perú, Ministerio de Defensa u otros.
- Existencia de personas naturales o jurídicas, del ámbito público o privado, interesadas en el tema.

Factores que amenazan la continuidad y sostenibilidad del proyecto.

- Alta rotación de personal encargado del mantenimiento del proyecto

- Falta de voluntad en la gestión de riesgos o gestión administrativa de una unidad o dependencia.
- Falta de documentación técnica que especifique el funcionamiento o desarrollo del proyecto después de ser finalizado.
- Falta de recursos para el proceso de continuidad del proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Resultados concretos que se obtuvieron en la investigación presentada. Son los puntos más importantes y significativos para los autores. Deben corresponder a los objetivos (generales y específicos) planteados en la investigación.

Recomendaciones

Planteamiento de políticas, estrategias y acciones a tomar para proseguir en la solución del problema que se investigó.

REFERENCIAS

Agrupar todas las fuentes escritas (libros, revistas, periódicos, internet) consultadas para la realización de la investigación y redacción del Trabajo Aplicativo. Se empleará el formato de las normas APA (*American Psychological Association*). Se ha eliminado las indicaciones del lugar de publicación o de edición de la referencia. Ejemplo:

Tecnológico de Monterrey. (2004). *Guía para la elaboración de tesis*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Escuela de Graduados en Ingeniería y Ciencias. ITESM.

TECSUP. (2015). *Citas y referencias bibliográficas*. TECSUP, CEDITEC. TECSUP.

UNE. (Noviembre de 1997). Documentación, tesis, presentación. 19. AENOR.

ANEXO 01.**DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE GRUPO ELECTRÓGENO PERKINS**

Se presenta una figura y datos referenciales de un grupo electrógeno Perkins.



Figura An.01-1 – Grupo electrógeno con motor Perkins de 50 kVA y alternador Stamford.

Tabla An.01-1

Características de grupo electrógeno

Características técnicas	
Potencia	50Hz
Continua (kVA)	45
Emergencia (kVA)	50
Motor	
Modelo	1103C-33TG3
Cilindros Disposición	3L
Cilindrada (cc)	3300
Regulación	M / E (OP) *
Alternador	
Marca	Stamford
Nivel Ruido	(DPS)
Presión dBA a 7m	69
Potencia LWA dBA	94
Dimensiones	
Fijo con Capot	(DPS)
Largo	2250
Ancho	1050
Alto	1505
Peso Total	1370
Capacidad (litros)	124

Cuenta con motor con arranque eléctrico/automático, radiador, cuadro digital de control integrado, protección diferencial regulable y protección magnetotérmica. Obtenido de <https://www.ventageneradores.net>

ANEXO 02.**MÁQUINAS SÍNCRONAS – ECUACIONES BÁSICAS**

Se consideran las siguientes ecuaciones: de máquinas síncronas de un grupo electrógeno

$$E = k. \hat{\phi}. f \quad (\text{Ec. An.02-1})$$

Donde

E : Fuerza electromotriz o tensión generada

$\hat{\phi}$: Flujo del campo magnético

f : Frecuencia de la tensión generada

k : Constante característica de fabricación de la máquina, como es el número de espiras de los devanados (N), el factor del devanado (ξ) y un valor de 4,44 proveniente del ajuste entre los valores máximos y eficaces de las variables que intervienen de la siguiente expresión:

$$k = 4,44 \cdot N \cdot \xi \quad (\text{Ec. An.02-2})$$

El flujo magnético $\hat{\phi}$ presenta la siguiente ecuación:

$$\phi = \frac{N_{exc} \cdot I_{exc}}{\mathfrak{R}} \quad (\text{Ec. An.02-3})$$

Donde

N_{exc} : Número de espiras que tiene realizado el devanado que genera el campo magnético

I_{exc} : Corriente de excitación

\mathfrak{R} : Reluctancia del circuito magnético