

AGRADECIMIENTO

A Dios, por poner dentro de sus planes la terminación de esta etapa importante de mi vida, por regalarme los mejores padres del mundo y por poner a mi alrededor, personas que han sabido apoyarme de una u otra forma.

Gracias al sacrificio, confianza y esfuerzo de mis padres, hermanas y toda mi familia cuyo valor es infinito e incondicional.

A mis Tutores, Ingenieros Mauricio Carrillo y Mario Rosero por ser excelentes guías en el desarrollo y culminación del presente trabajo.

A la Facultad de Ingeniería en Sistemas, por permitirme formar parte de sus pilares del saber y brindarme día a día los mejores conocimientos, durante toda mi carrera.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, ya que sin su apoyo incondicional, en el transcurso de toda mi etapa estudiantil no hubiese logrado culminar el presente trabajo y alcanzar esta meta.

*DECLARACIÓN, DE AUTENTICIDAD Y
RESPONSABILIDAD*

Yo, Gladys Piedad Paguay Cuvi

Número de cédula de identidad 150052553-8

Declaro que la investigación enmarcada en el diseño de la tesis es absolutamente original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo de tesis son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

Gladys Piedad Paguay Cuvi

PRESENTACIÓN

La energía eléctrica es la fuente principal para el desarrollo de la industria dentro de la sociedad, por ello se hace necesario alcanzar niveles máximos de productividad, reduciendo pérdidas y fallas en los equipos.

La generación hidroeléctrica es muy eficaz, mereciendo especial atención en la conservación de todo sistema en óptimas condiciones.

Atendiendo la necesidad de mantener los equipos de generación de la Microcentral Hidráulica Península en las mejores condiciones; se ha desarrollado el Sistema Automático de Control de Mantenimiento Preventivo.

El sistema desarrollado presenta información específica en la prevención de las averías y ofrece al personal guías de mantenimiento preventivo, cuya información ha de ser analizada después de cierto periodo, determinado por la Administración de Mantenimiento; para establecer los nuevos tiempos promedios de mantenimiento preventivo, contribuyendo de esta forma hacia el proceso de estandarización de toda empresa moderna.

El Mantenimiento preventivo busca restaurar el equipo a su condición óptima de funcionamiento, por ello todos los parámetros analizados en el desarrollo del sistema busca incrementar la vida útil de los equipos y minimizar las pérdidas.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo ha requerido de varias etapas para su desarrollo, cada una de ellas se explica brevemente a continuación:

En el primer capítulo se define los conceptos básicos, partes, funciones y clasificación de una central y microcentral hidráulica. Así como se enuncia ampliamente todas las partes constituyentes de Turbinas Francis, clasificación de turbinas y demás aspectos importantes para conocer una Microcentral hidráulica.

En el segundo capítulo se analiza ampliamente las generalidades de mantenimiento, los diferentes tipos de mantenimiento como: preventivo, correctivo, productivo total, predictivo, centrado en la confiabilidad, proactivo; ventajas y desventajas. Todo esto con el propósito de determinar el mantenimiento que más se ajusten a las necesidades de la Microcentral. Este capítulo continúa con un resumen amplio del mantenimiento preventivo, e indica actividades comunes de mantenimiento en microcentrales, concluyendo con la definición y características del manual de mantenimiento preventivo.

El tercer capítulo se divide en tres partes la primera detalla las partes más importantes de la Microcentral Península; en la segunda parte se analiza el modelo de la base de datos necesaria para el desarrollo de la Sistema de Mantenimiento Preventivo, es decir, se analiza todas las entidades involucradas en la ejecución del mantenimiento preventivo y

finalmente, en la tercera parte contiene los diagramas de flujo que indican el proceso a seguir durante la ejecución de mantenimientos.

El cuarto capítulo se dedica enteramente al sistema de mantenimiento, se indica los requerimientos tanto de hardware como de software y todas las tablas que forman parte del diagrama relacional de la base de datos, así como cada uno de sus atributos y asociaciones. Para finalizar este capítulo se determina como se ha efectuado la implementación y pruebas del sistema.

Una parte importante del presente trabajo, se consideran los documentos adicionales como: la guía de mantenimiento preventivo y el manual de usuario del sistema.

INDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	v
PRESENTACION.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
INDICE DE CONTENIDOS.....	ix
CAPITULO I CENTRALES Y MICROCENTRALES HIDROELÉCTRICAS.....	1
1.1 CENTRALES.....	1
1.1.1. GENERALIDADES.....	1
1.1.2. COMPONENTES PRINCIPALES DE LAS CENTRALES.....	2
1.1.2.1 Embalse.....	3
1.1.2.2 Presa.....	4
1.1.2.3 Aliviaderos (Vertedero de excesos).....	4
1.1.2.4 Tomas de agua.....	5
1.1.2.5 Chimenea de Equilibrio (Torres de agua).....	5
1.1.2.6 Casa de máquinas.....	6
1.1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS CENTRALES.....	6
1.1.3.1 Micro centrales.....	6
1.1.3.2 Centrales de Potencia Pequeña.....	7
1.1.3.3 Centrales de Potencia Mediana.....	7
1.1.3.3 Centrales de Gran Potencia.....	7
1.2 MICROCENTRALES.....	7
1.2.1 CONCEPTO.....	7
1.2.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	8
1.2.3 COMPONENTES DE LA MICRO CENTRAL.....	8
1.2.3.1 Bocatoma.....	8
1.2.3.2 Tomas y desarenadores.....	9
1.2.3.3 Obra de conducción.....	9
1.2.3.4 Azud.....	9

1.2.3.5	Tanque de presión.....	9
1.2.3.6	Aliviadero.....	9
1.2.3.7	Tubería de presión.....	9
1.2.3.8	Casa de Máquinas.....	10
1.2.4	CASA DE MAQUINAS.....	10
1.2.4.1	Partes principales de la sala de máquinas.....	11
1.3	TURBINAS HIDRÁULICAS.....	18
1.3.1	CLASIFICACION DE LAS TURBINAS HIDRÁULICAS.....	20
1.3.2	TURBINA FRANCIS.....	21
1.3.2.1	Principales partes de la turbina Francis.....	23
	CAPITULO II MANTENIMIENTO.....	26
2.1.	GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO.....	26
2.2.	CLASIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	28
2.2.1	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	28
2.2.2	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	30
2.2.3	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).....	32
2.2.3.1	Objetivos del Mantenimiento Productivo Total.....	33
2.2.3.2	Tres Razones para la palabra "Total".....	33
2.2.3.3	Desventajas del Mantenimiento Productivo Total.....	33
2.2.4	MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	34
2.2.4.1	Ventajas del Mantenimiento Predictivo.....	35
2.2.5	MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD.....	36
2.2.5.1	Objetivos del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.....	37
2.2.6	MANTENIMIENTO PROACTIVO.....	37
2.2.7	CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE MANTENIMIENTOS.....	38
2.3.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	39
2.3.1	OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	41
2.3.2	VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	42
2.3.3	FASES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	43
2.3.4	POLÍTICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	43
2.3.5	SISTEMATIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	47
2.3.6	PASOS PARA EL DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO.....	48

PREVENTIVO	
2.4.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN CENTRALES HIDROELÉCTRICAS..... 49
2.5.	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO..... 55
CAPÍTULO III ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MODELO DEL SISTEMA DE 57	
CONTROL PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MICRO	
CENTRAL HIDRAULICA PENÍNSULA	
3.1	ANTECEDENTES DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA PENÍNSULA... 57
3.1.1	PARTES PRINCIPALES DE LOS GRUPOS GENERADORES DE LA..... 58
MICROCENTRAL PENÍNSULA	
3.1.1.1	Válvula reguladora de caudal..... 58
3.1.1.2	Intercambiador de calor..... 60
3.1.1.3	Tuberías de aceite..... 60
3.1.1.4	Bomba de lubricación..... 60
3.1.1.5	Laberinto (sello mecánico)..... 61
3.1.1.6	Tapa anterior y posterior..... 61
3.1.1.7	Eje y rodete..... 62
3.1.1.8	Cojinetes de fricción..... 62
3.1.1.9	Regulador de velocidad..... 63
3.1.1.10	Volante de inercia..... 64
3.1.1.11	Generador..... 64
3.1.1.12	Tablero de control..... 66
3.1.1.13	Banco de baterías..... 66
3.1.1.14	Excitatriz..... 66
3.2.	ANÁLISIS DEL MODELO DEL SISTEMA DE CONTROL PARA EL 67
PREVENTIVO EN LA MICRO CENTRAL	
3.2.1	PLAN DE MANTENIMIENTO..... 68
3.2.2	EQUIPOS..... 69
3.2.3	RECURSOS MATERIALES..... 69
3.2.4	ORDENES DE TRABAJO..... 70
3.2.5	FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO..... 70
3.2.6	MANTENIMIENTOS CLASIFICADOS POR FRECUENCIAS..... 70
3.2.7	REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA..... 72

3.3. DISEÑO DE LOS DATOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE	73
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MICROCENTRAL PENÍNSULA	
3.3.1 VISIÓN GENERAL.....	73
3.3.2 DIAGRAMAS DE FLUJO.....	74
3.3.2.1 Flujo y procesamiento de información de Órdenes de Trabajo.....	74
3.3.2.2 Flujo de información en mantenimientos preventivos.....	75
3.3.2.3 Flujo de información en mantenimientos correctivos.....	76
CAPÍTULO IV DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL...	77
SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA	
MICROCENTRAL HIDRÁULICA PENÍNSULA	
4.1 REQUISITOS DEL SISTEMA.....	77
4.1.1 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE.....	77
4.1.2 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE.....	77
4.2 DISEÑO DEL SISTEMA	78
4.2.1 BASE DE DATOS.....	78
4.2.1.1 Identificación de Entidades.....	79
4.2.1.2 Identificación de las asociaciones.....	85
4.2.2 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO.....	87
4.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO.....	87
PREVENTIVO	
4.4 PRUEBAS DEL SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO.....	88
PREVENTIVO	

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Componentes de una micro central típica.....	2
Figura 1.2 Vista en perspectiva de casa de máquina.....	11
Figura 3.1 Válvula reguladora de caudal.....	59
Figura 3.2 Laberinto o sello mecánico de la Turbina Francis.....	61
Figura 3.3 Rodete de la Turbina Francis.....	62
Figura 3.4 Regulador de Velocidad para el grupo generador 4.....	64
Figura 3.5 Generador del Grupo 4.....	65

CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES.....	91
GLOSARIO DE TERMINOS.....	92

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DE USUARIO

ANEXOS

INDICE DE GRAFICOS

BIBLIOGRAFÍA

- BINDER, Raymond. Mecánica de Fluidos, V edición, México, Junio 1991.
- GAVILANEZ NESTOR, Tesis: Programa Computarizado de Mantenimiento para una Turbina-Generador de ciclo combinado, Quito, febrero 25 del 2002.
- LAL JAGDISH, Hydraulics Machines, VI edición, Metropolitan Book Co. Private Ltd., New Delhi 1975.
- L.C. MORROW, Manual de Mantenimiento Industrial; Organización, Ingeniería Mecánica, Eléctricas, Química, Civil, Procesos y Sistemas I, II y III. 9^{na} Impresión, Cía. Editorial Continental S.A. México, 1985.
- LINSLEY, R. FRANZINI, J. Ingeniería de los Recursos, 7^{ma} Impresión, Compañía Editorial Continental S.A., México.
- LUNA DANIEL, Tesis: Diseño e implantación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo para la Empresa” Blenastor C.A.”, Quito mayo 2001.
- MATAIX, Claudio. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, II edición, McGraw Hill.
- ORTIZ, Ramiro. Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, V edición, McGraw Hill, 2001.
- SALINAS JOSE, Tesis: Operación de las protecciones y alarmas de una Minicentral hidráulica para la H.C.I.B., Quito noviembre 1981.
- ZUBICARAY, M. PALACIOS, P. Energía Hidroeléctrica Turbinas y Plantas Generadoras, 1^{era} edición, LIMUSA, México, 1997.

- C.J. DATE, Introducción a los Sistemas de bases de datos, Quinta edición, Volumen 1, Addison-Wesley Iberoamericana, U.S.A., 1993.

Páginas de Internet

Conceptos de Mantenimiento

- www.utp.edu.co/~humer/mantenim/articulo1.htm (15-03-04)
- http://www.solomantenimiento.com/m_predictivo.htm (01/07/04)
- http://www.solomantenimiento.com/m_correctivo.htm (01/07/04)
- http://www.solomantenimiento.com/m_confiabilidad_crm.htm (01/07/04)
- http://www.solomantenimiento.com/m_ptm.htm (01/07/04)
- http://www.solomantenimiento.com/m_baterias.htm (01/07/04)
- <http://www.solomantenimiento.com/articulos/equilibrado.htm> (01/07/04)
- <http://www.serviciohidraulico.com.mx/index2.html> (01/07/04)
- www.mpsoftware.com.mx/pag_pantallas_mp2.htm (01/07/04)

Conceptos básicos de centrales hidroeléctricas

- http://html.rincondelvago.com/centrales-hidroelectricas_2 (05-04-04)
- <http://io.us.es/proyectos/IFES/Mantenimiento/RESUMEN%20MANTENIMIENTO.html> (05/04/04)
- www.asing.es/p3.htm (15-03-04)
- www.asing.es/p2.htm (15-03-04)
- thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo3.html (17-03-04)

- <http://www.oit.or.cr/mdtsanjo/sst/enciclopedia/tomo3/76.pdf> (17-03-04)
- <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo3.html> (24-03-04)
- www.ceu.es/res&rue/htm/guia/minidraulica.htm (01/07/04)

Tipos de turbinas y funcionamiento

- www.geocities.com/MadisonAvenue/6883/trabajos/9turbinas/turbinas99.htm (24-03-04)

MANUAL DE USUARIO

ANEXOS

