

## INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION .....	1
2. CONCEPTOS BASICOS .....	4
2.1. Energía .....	6
2.1.1. Energía potencial y energía cinética .....	6
2.1.2. Manifestaciones de la energía .....	8
2.1.3. Transformaciones de la energía .....	10
2.1.4. Principio de conservación de la energía .....	11
2.1.5. Principio de degradación de la energía .....	11
2.2. Fuerza .....	12
2.2.1. Clasificación de las fuerzas .....	14
2.2.2. Principio de inercia .....	14
2.2.3. Principio de acción y reacción .....	15
2.3. Trabajo .....	15
2.4. Potencia .....	17
2.5. Rendimiento .....	18
2.5.1. Rendimientos en función de la energía, el trabajo y la potencia ..	18
3. CENTRALES ELECTRICAS .....	20
3.1. Tipos de centrales eléctricas .....	20
3.1.1. Centrales hidráulicas .....	21
3.1.2. Centrales térmicas .....	23
3.1.3. Centrales nucleares .....	24
3.1.4. Centrales mareomotrices .....	25
3.1.5. Centrales geotérmicas .....	26
3.1.6. Centrales eólicas .....	26
3.1.7. Centrales solares .....	27
3.1.8. Centrales hidrotérmicas .....	28
3.2. Clasificación de las centrales eléctricas .....	29
3.2.1. Centrales de base .....	29
3.2.2. Centrales de punta .....	29
3.2.3. Centrales de reserva .....	29
3.2.4. Centrales de socorro .....	30
3.3. Gráficos de cargas .....	30
4. CENTRALES HIDROELECTRICAS .....	32
4.1. Clasificación de las centrales hidroeléctricas .....	32

	Pág.
4.1.1. Centrales de agua fluente .....	33
4.1.2. Centrales de agua embalsada .....	33
4.1.3. Centrales de regulación .....	34
4.1.4. Centrales de bombeo .....	34
4.1.5. Centrales de alta presión .....	37
4.1.6. Centrales de media presión .....	38
4.1.7. Centrales de baja presión .....	38
4.2. Componentes de las centrales hidroeléctricas .....	38
<b>5. CONCEPTOS HIDRAULICOS .....</b>	<b>40</b>
5.1. Nivel y cota .....	40
5.2. Caudal y aforo .....	41
5.2.1. Ley de continuidad .....	42
5.3. Carga y pérdida de carga .....	42
5.3.1. Teorema de Bernouilli .....	46
5.4. Salto de agua .....	49
5.4.1. Salto bruto .....	51
5.4.2. Salto útil .....	51
<b>6. EMBALSE .....</b>	<b>52</b>
<b>7. PRESAS .....</b>	<b>55</b>
7.1. Clasificación de las presas .....	58
7.2. Fuerzas actuantes sobre las presas .....	64
7.3. Aliviaderos .....	64
7.3.1. Aliviaderos de superficie .....	65
7.3.2. Túneles aliviaderos .....	68
7.3.3. Aliviaderos de emergencia .....	69
7.4. Desagües de fondo y de medio fondo .....	70
7.5. Galerías de inspección .....	71
7.6. Escala de peces .....	71
<b>8. CONDUCCIONES DE AGUA .....</b>	<b>72</b>
8.1. Tomas de agua .....	74
8.1.1. Torres de toma .....	75
8.2. Canales, túneles y galerías .....	76
8.3. Tuberías forzadas .....	78
8.4. Chimeneas de equilibrio .....	81
8.5. Colectores y galerías de desagüe .....	82
8.6. Aireación de conducciones de agua .....	84

	Pág.
9. DISPOSITIVOS DE APERTURA, CIERRE Y REGULACION DEL PASO DE AGUA ..	85
9.1. Compuertas. Clasificación y tipos .....	85
9.1.1. Compuertas de segmento .....	88
9.1.2. Compuertas de sector .....	92
9.1.3. Compuertas de clapeta .....	94
9.1.4. Compuertas Stoney .....	95
9.1.5. Compuertas de vagón .....	96
9.1.6. Compuertas de oruga .....	98
9.1.7. Compuertas automáticas y automatizadas .....	101
9.2. Válvulas. Tipos .....	101
9.2.1. Válvulas de compuerta .....	102
9.2.2. Válvulas de mariposa .....	103
9.2.3. Válvulas esféricas .....	105
9.2.4. Válvulas de chorro hueco .....	105
9.3. Ataguías .....	108
10. CONTROL DE CAUDALES DESALOJADOS A TRAVES DE ALIVIADEROS Y DESAGÜES .....	111
11. FENOMENOS ANOMALOS EN LAS CONDUCCIONES HIDRAULICAS .....	114
11.1. Cavitación .....	114
11.2. Golpes de ariete .....	115
INDICE ALFABETICO .....	121

## INDICE

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION .....	1
2. TIPOS DE TURBINAS HIDRAULICAS .....	4
3. TURBINAS PELTON .....	5
3.1. Componentes de una turbina Pelton .....	5
3.1.1. Distribuidor .....	6
3.1.2. Rodete .....	10
3.1.3. Carcasa .....	12
3.1.4. Cámara de descarga .....	12
3.1.5. Sistema hidráulico de frenado .....	13
3.1.6. Eje .....	13
3.2. Principio de funcionamiento de las turbinas Pelton .....	13
4. TURBINAS FRANCIS .....	15
4.1. Componentes de una turbina Francis .....	15
4.1.1. Cámara espiral .....	18
4.1.2. Distribuidor .....	19
4.1.3. Rodete .....	23
4.1.4. Tubo de aspiración .....	24
4.1.5. Eje .....	27
4.1.6. Equipo de sellado del eje .....	27
4.1.7. Cojinete guía .....	29
4.1.8. Cojinete de empuje .....	30
4.2. Principio de funcionamiento de las turbinas Francis .....	34
5. TURBINAS KAPLAN .....	37
5.1. Componentes de una turbina Kaplan .....	38
5.1.1. Rodete .....	40
6. CLASIFICACION DE LAS TURBINAS HIDRAULICAS .....	44
6.1. Turbinas de acción .....	45
6.2. Turbinas de reacción .....	45
6.3. Turbinas radiales .....	46
6.4. Turbinas axiales .....	46
6.5. Turbinas radiales-axiales .....	47
6.6. Turbinas tangenciales .....	47
6.7. Turbinas de cámara cerrada .....	47
6.8. Turbinas de cámara abierta .....	48
6.9. Turbinas reversibles .....	49

	Pág.
7. FENOMENOS ANOMALOS EN LAS TURBINAS HIDRAULICAS .....	52
7.1. Cavitación .....	52
7.2. Golpe de ariete .....	53
8. POTENCIA DE UNA TURBINA HIDRAULICA .....	57
9. REGULACION DE VELOCIDAD DE LAS TURBINAS HIDRAULICAS .....	59
9.1. Velocidad de giro de una turbina hidráulica .....	59
9.1.1. Variaciones transitorias de velocidad .....	62
9.2. Reguladores automáticos de velocidad .....	63
9.3. Clasificación de los reguladores .....	65
9.4. Accionamiento de los reguladores .....	67
9.5. Principio de funcionamiento de un regulador .....	69
9.5.1. Regulación astática .....	70
9.5.2. Regulación estática .....	73
9.6. Componentes fundamentales de un regulador .....	78
9.7. Sistema de aceite de regulación .....	80
9.8. Influencia de la regulación sobre cada tipo de turbina .....	82
9.9. Reguladores de presión .....	85
9.10. Velocidad específica de una turbina hidráulica .....	86
10. PROTECCIONES DE LAS TURBINAS HIDRAULICAS. GENERALIDADES .....	91
10.1. Conceptos de señalización, alarma y disparo .....	92
10.2. Concepto de disponibilidad de arranque .....	93
10.3. Clasificación de las protecciones .....	93
10.4. Relación de protecciones de las turbinas hidráulicas y de sus equipos .	93
10.4.1. Protecciones del cojinete guía .....	95
10.4.2. Protecciones del equipo de sellado del eje .....	95
10.4.3. Protecciones del distribuidor .....	96
10.4.4. Protecciones del sistema de aceite de regulación y de seguridad .....	96
10.4.5. Protecciones del regulador de velocidad .....	97
10.4.6. Protecciones del generador de imanes permanentes .....	97
10.4.7. Protecciones contra sobrevelocidades .....	98
10.4.8. Protecciones contra vibraciones .....	98
10.4.9. Protecciones características de turbinas Kaplan .....	98
10.4.10. Protecciones del cojinete de empuje .....	98

	<u>Pág.</u>
INDICE ALFABETICO .....	101