

INDICE

I- BOMBAS CENTRIFUGAS

<i>Introducción y funcionamiento</i>	1
<i>Triángulos de velocidades y alturas a considerar en las bombas centrífugas</i>	2
<i>Altura manométrica de la bomba</i>	4
<i>Altura de presión creada en el rodete</i>	5
<i>Par motor</i>	5
<i>Ecuación general de las bombas centrífugas</i>	5
<i>Altura total máxima</i>	6
<i>Curvas características de las bombas centrífugas</i>	8
<i>Curvas características según el ángulo del álabe a la salida</i>	9
<i>Potencias y rendimientos de una bomba centrífuga</i>	10
<i>Potencia aplicada al eje de la bomba.</i>	11
<i>Potencia hidráulica total cedida al líquido bombeado</i>	11

II- BOMBAS CENTRIFUGAS: SEMEJANZA Y CLASIFICACIÓN

<i>Relaciones de semejanza geométrica</i>	13
<i>Número de revoluciones específico</i>	14
<i>Número específico de revoluciones en función de las características de la bomba; clasificación</i>	15
<i>Semejanza en bombas para campos gravitatorios diferentes</i>	18
<i>Características de una bomba en dos campos gravitatorios diferentes</i>	18
<i>Aplicación del análisis dimensional a las bombas centrífugas</i>	18
<i>Otras clasificaciones de bombas centrífugas</i>	20
<i>Bombas radiales, axiales y diagonales</i>	20
<i>Bombas de impulsor abierto, semiabierto y cerrado</i>	21
<i>Impulsores de aspiración doble</i>	23
<i>Bombas horizontales y verticales</i>	24
a) <i>Bombas horizontales</i>	24
b) <i>Bombas verticales</i>	24
<i>Bombas verticales de funcionamiento en seco</i>	24
<i>Bombas verticales sumergidas</i>	25
<i>Bombas de turbina verticales</i>	26
<i>Bombas de turbina verticales con el motor por encima</i>	26
<i>Bombas de turbina verticales con el motor sumergido</i>	26
<i>Bombas verticales de hélice</i>	27

III- BOMBAS CENTRIFUGAS: ALABES, GRADO DE REACCIÓN Y CAVITACIÓN

<i>Cálculo del número de álaves</i>	29
<i>Métodos de cálculo del n° de álaves</i>	30
<i>Coefficiente de influencia del n° de álaves</i>	31
<i>Grado de reacción de un rodete impulsor; alturas</i>	33
<i>Cavitación en bombas centrífugas</i>	35
<i>Altura neta de entrada disponible NPSHd</i>	36
<i>Altura neta de entrada requerida NPSHr</i>	37
<i>Altura de aspiración</i>	37

<i>Coefficiente de Thoma. Aproximación de Stepanoff</i>	38
<i>Influencia de la cavitación en los parámetros de entrada</i>	38
<i>Diámetro óptimo a la entrada del rodete</i>	39
<i>Presión absoluta de entrada</i>	40
<i>Número de revoluciones admisible máximo</i>	40
<i>Velocidad específica de aspiración</i>	40
<i>Determinación experimental del NPSHr</i>	41
<i>Caudal mínimo impulsado por una bomba</i>	42
<i>Temperatura del líquido</i>	42
<i>Características de funcionamiento en la aspiración</i>	43
<i>Aumento de la NPSHd</i>	44
<i>Reducción de la NPSHr</i>	44

IV- BOMBAS CENTRIFUGAS: CURVAS CARACTERISTICAS, ACOPLAMIENTOS Y EMPUJE AXIAL

<i>Variación de las curvas características con la velocidad de rotación</i>	47
<i>Superficie característica</i>	48
<i>Parábolas de regímenes semejantes</i>	49
<i>Colina de rendimientos</i>	50
<i>Punto de funcionamiento</i>	52
<i>Situación del punto de funcionamiento sobre la curva característica de la bomba</i>	53
<i>Zonas de inestabilidad de las curvas características</i>	54
<i>Rápido crecimiento del consumo</i>	55
<i>Disminución rápida del caudal suministrado por la bomba</i>	55
<i>Disminución rápida del consumo</i>	55
<i>Incremento rápido del caudal proporcionado por la bomba</i>	56
<i>Influencia de la densidad</i>	57
<i>Relaciones entre algunas variables de funcionamiento</i>	58
<i>Influencia de la velocidad de giro de la bomba en la corrección parcial de la zona inestable de sus c.c.</i>	58
<i>Rodetes múltiples</i>	60
<i>Nª de revoluciones específico de una bomba múltiple constituida por Z rodetes iguales acoplados en paralelo</i>	60
<i>Acoplamiento de bombas en paralelo</i>	61
<i>Acoplamiento en paralelo de dos bombas idénticas</i>	62
<i>Influencia de las pérdidas de carga en la tubería</i>	62
<i>Nº de revoluciones específico de una bomba múltiple constituida por Z rodetes iguales acoplados en serie</i>	63
<i>Acoplamiento de bombas en serie</i>	64
<i>Campo de aplicación</i>	65
<i>Empuje axial</i>	67
<i>Sistemas de compensación del empuje axial sobre cojinetes</i>	67
<i>Disposición de impulsores seguidos</i>	68
<i>Disposición de impulsores opuestos</i>	68
<i>Bombas de varios rodetes en paralelo</i>	68
<i>Empuje residual</i>	68

V.- VOLUTAS, DIFUSORES, LUBRICACIÓN, EQUILIBRADO Y CIERRES

<i>Cálculo de la voluta de una bomba centrífuga</i>	71
<i>Volutas</i>	73
<i>Bombas de difusor</i>	74
<i>Difusor anular de voluta concéntrica o circular</i>	74

<i>Difusor de corona directriz de álabes</i>	75
<i>Bombas de cámara partida axial y radialmente</i>	77
<i>Bombas de cámara partida horizontalmente</i>	77
<i>Bombas de cámara partida radialmente</i>	78
<i>Cálculo de la presión mínima de prueba hidrostática</i>	78
<i>Esfuerzos y momentos admisibles sobre bridas</i>	79
<i>Cojinetes</i>	79
<i>Empuje radial</i>	79
<i>Cojinetes no hidrodinámicos</i>	80
<i>Límite de velocidad de cojinetes no hidrodinámicos</i>	81
<i>Límite de utilización de cojinetes no hidrodinámicos</i>	81
<i>Cojinetes de camisa o hidrodinámicos</i>	83
<i>Refrigeración de cojinetes hidrodinámicos</i>	83
<i>Lubricación por pulverización de aceite (niebla)</i>	83
<i>Sistema Dry Sump Oil Mist</i>	83
<i>Sistema Purge Oil Mist</i>	84
<i>Velocidad crítica en bombas de alta presión; masa de Lomakin</i>	84
<i>Equilibrado del impulsor</i>	85
<i>Equilibrado estático</i>	85
<i>Equilibrado dinámico</i>	85
<i>Acoplamientos</i>	86
<i>Empaquetaduras</i>	86
<i>Cierres mecánicos</i>	89
<i>Diseño de los cierres mecánicos</i>	89
<i>Equilibrado de cierres mecánicos</i>	89
<i>Cierres mecánicos dobles</i>	91
<i>Clasificación de los cierres mecánicos</i>	92
<i>Cierres mecánicos para alta velocidad</i>	92
<i>Cierres mecánicos para líquidos viscosos</i>	92
<i>Cierres mecánicos para disoluciones</i>	92
<i>Cierres mecánicos para sólidos en suspensión</i>	93
<i>Cierres mecánicos para servicios de gas</i>	93
<i>Cierres mecánicos para altas y bajas temperaturas</i>	93
<i>Selección del material de la carcasa</i>	94
<i>Para líquidos tóxicos o inflamables</i>	94
<i>Para líquidos relacionados con el refino y la petroquímica</i>	94
<i>Para líquidos corrosivos</i>	95
<i>Para agua de mar</i>	95
<i>Maniobras de arranque y parada</i>	95
<i>Puesta en marcha de una bomba centrífuga</i>	95
<i>Parada de una bomba centrífuga</i>	96
<i>Comprobación de una bomba centrífuga en funcionamiento</i>	96
<i>Incidencias</i>	96
<i>El motor echa humo</i>	96
<i>La bomba impulsa líquido pero no el suficiente</i>	97

VI- BOMBAS VOLUMÉTRICAS

<i>Bombas volumétricas</i>	99
<i>Bombas de émbolo</i>	101

<i>Caudal</i>	<i>102</i>
<i>Velocidad óptima</i>	<i>103</i>
<i>Potencia indicada ó potencia hidráulica</i>	<i>103</i>
<i>Curva característica</i>	<i>105</i>
<i>Bombas rotativas</i>	<i>105</i>
<i>Bombas de engranajes</i>	<i>106</i>
<i>Bombas de aletas</i>	<i>108</i>
<i>Bombas helicoidales</i>	<i>110</i>
<i>Bombas rotativas de émbolo</i>	<i>112</i>
<i>Bombas de émbolos radiales</i>	<i>112</i>
<i>Bombas de émbolos axiales</i>	<i>113</i>
<i>Irregularidad de suministro en las bombas rotativas</i>	<i>115</i>
<i>Curvas características de las bombas volumétricas rotativas</i>	<i>116</i>
PROBLEMAS	121
INDICE	153