

G. HENRIOT

INGENIERO A. & M.

Profesor del Instituto Superior de Materiales y Construcción Mecánica

Antiguo presidente del G. A. M. I. (FRANCIA)

Director de Investigación y Desarrollo en la Sociedad "ENGRENAGES ET REDUCTEURS"

(Engranajes CITROEN y Establecimientos MESSIAN reunidos)

de **MANUAL PRACTICO**
ENGRANAJES

Versión castellana de

D. JOSE CELADES y D. JOSE MARIA PEDRÓS

Peritos Industriales

Prólogo de

D. JOSE CAMPABADAL MARTI

Ingeniero Industrial

Director-Gerente de Engranajes Font-Campabadal, S. A.

Vocal del Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo.

INTI-CID
BIBLIOTECA
LABORATORIO - MIGUELETE

MARCOMBO, S. A. - Ediciones Técnicas
Avda. José Antonio, 594 - Barcelona

Indice

CAPITULO 1.— Preliminares.

1.1. Elementos de trigonometría	13
1.2. Algunas notas sobre los vectores	21
1.2.1. Fuerzas. Composición de las mismas	21
1.2.2. Velocidades. Movimientos fundamentales	24

Los engranajes

CAPITULO 2— Engranaje paralelo. Estudio geométrico.

2.1. Superficies primitivas	29
2.1.1. Engranaje paralelo exterior	29
2.1.2. Engranaje paralelo interior	31
2.2. Número de dientes. Paso. Módulo. Relación	31
2.3. Forma de los dientes	33
2.3.1. Clasificación según la forma longitudinal de los dientes	33
2.3.2. Perfil de los dientes	33
2.4. Dentado recto	34
2.4.1. Evolvente de círculo	34
2.4.2. Perfiles conjugados de un engranaje. Línea de acción. An- gulo de presión	36
2.4.3. Realización práctica de un engranaje exterior	39
2.4.4. Engranaje piñón cremallera	41
2.4.5. Engranaje interior	43
2.4.6. Observaciones importantes relativas al engranaje con perfil de evolvente de círculo	44
2.4.6.1. Una variación en la distancia entre centros no modi- fica la relación constante de velocidades angulares	44
2.4.6.2. En el caso de un engranaje piñón-cremallera, el círculo primitivo de funcionamiento del piñón y el ángulo de presión de funcionamiento, son independientes de la posición de la cremallera respecto del piñón	46
2.5. Dentado helicoidal	47
2.5.1. Hélice circular	47
2.5.2. Engranaje escalonado	48
2.5.3. Engranaje con dentado helicoidal	50
2.5.4. Algunas propiedades fundamentales y sus relaciones	54
2.5.5. Cremallera helicoidal	56

2.6.	Vocabulario básico y reglas tecnológicas fundamentales de los engranajes paralelos	57
2.6.1.	Símbolos	57
2.6.2.	Vocabulario y relaciones fundamentales	60
2.6.2.1.	Dentado recto	61
2.6.2.2.	Dentado helicoidal	65
2.6.2.3.	Proporciones del dentado normal	69
2.6.2.4.	Módulos normalizados	72
2.6.2.5.	Número de dientes «imaginarios» de un dentado helicoidal	73
2.7.	Continuidad de engranaje	76
2.7.1.	Dentado recto	76
2.7.2.	Dentado helicoidal	81
2.7.3.	Abacos	83
2.7.4.	Perfil activo. Radio activo de fondo. Perfil utilizable. Perfil de acuerdo	87
2.8.	Interferencias	89
2.8.1.	Engranaje exterior	89
2.8.2.	Engranaje interior	94
2.9.	Deslizamiento	102
2.10.	Dentados corregidos (o desplazados)	107
2.10.1.	Algunas definiciones básicas	107
2.10.2.	Definiciones del dentado normal y del dentado corregido con desplazamiento positivo o negativo	114
2.10.3.	Funcionamiento a la distancia entre centros normal a : dentado normal, dentado corregido sin variación en la distancia entre centros	119
2.10.4.	Funcionamiento con unas distancias entre centros a' diferente de la normal a . Dentado corregido con variación de distancia entre centros	123
2.10.5.	Mejoras alcanzadas con las correcciones de dentado. Algunos datos sobre la elección de las correcciones	135

CAPITULO 3. — Engranaje concurrente. Estudio geométrico.

3.1.	Superficies primitivas	143
3.2.	Forma de los dientes	145
3.3.	Vocabulario y símbolos	150
3.4.	Engranaje complementario	151
3.5.	Dentado recto normal	153
3.6.	Dentado recto corregido	154
3.7.	Dentados espirales	156

CAPITULO 4. — Engranajes cruzados.

4.1.	Engranajes de tornillo sin fin	159
4.1.1.	Elementos tecnológicos del tornillo sin fin	159
4.1.2.	Funcionamiento del engranaje de tornillo sin fin	164
4.1.3.	Proporcionalidad de dentados	168
4.2.	Engranaje cruzado helicoidal	170
4.3.	Engranaje hipoide	173

CAPITULO 5 — Determinación de las cargas sobre los dentados

5.1. Generalidades	175
5.2. Engranaje paralelo con dentado recto	179
5.3. Engranaje con dentado helicoidal	182
5.4. Engranaje concurrente con dentado recto	184
5.5. Engranaje concurrente con dentado helicoidal o espiral	185
5.6. Engranaje de tornillo sin fin	190

CAPITULO 6. — Deterioración de los engranajes. Indicaciones generales sobre los cálculos de resistencia.

6.1. Causas de deterioración de los engranajes	193
6.2. Algunas palabras sobre los métodos de cálculo de engranajes	196

CAPITULO 7. — Modificaciones especiales de los dentados para mejorar el comportamiento de los engranajes.

7.1. Modificación del perfil	203
7.2. Modificación longitudinal	205

CAPITULO 8. — Rendimiento de los engranajes.

8.1. Generalidades	209
8.2. Engranaje paralelo y engranaje concurrente	211
8.3. Engranaje cruzado helicoidal y engranaje de tornillo sin fin	212

CAPITULO 9. — Algunas nociones sobre los trenes de engranajes planetarios.

9.1. Generalidades	213
9.2. Método gráfico	216
9.3. Limitaciones y aplicaciones de los trenes simples	220
9.4. Trenes compuestos	221
9.5. Observaciones sobre rendimientos de los trenes simples	222

CAPITULO 10. — Comprobación del espesor de los dientes para medir la distancia entre k dientes.

10.1. Generalidades	225
10.2. Dentado recto	227
10.3. Dentado helicoidal	238

CAPITULO 11. — Abaco que facilita la determinación rápida de un tren de ruedas de recambio

243