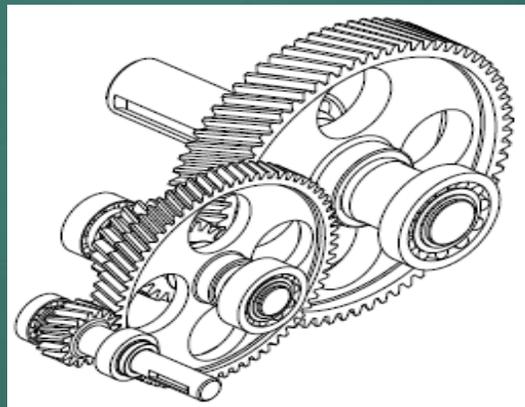


TRABAJO FIN DE GRADO 2016 DISEÑO Y CÁLCULO DE UN REDUCTOR DE VELOCIDAD CON RELACIÓN DE TRANSMISION 16,01 Y PAR MÁXIMO A LA SALIDA DE 2388 NM



AUTOR: SÍMÓN TERUEL PARDO

TUTOR: JOSÉ ENRIQUE TARANCÓN CARO

INDICE

1. OBJETIVO
2. DATOS DE PARTIDA
3. POSIBLES SOLUCIONES
4. SOLUCIÓN FINAL
5. CARACTERISTICAS
6. DISEÑO DE LOS ENGRANAJES
7. LUBRICACIÓN
8. DISEÑO DE LOS ÁRBOLES
9. CHAVETAS
10. RODAMIENTOS
11. ANILLOS DE SEGURIDAD
12. SELLOS RADIALES DE ACEITE
13. TAPONES Y VISOR
14. CARCASA
15. PRESUPUESTO
16. MONTAJE DEL REDUCTOR

1- OBJETIVO

- Diseñar y calcular un reductor de velocidad genérico para un catálogo de reductores con diferentes relaciones de transmisión y pares máximos transmisibles.

2- DATOS DE PARTIDA

- Las especificaciones concretas de que debe cumplir este reductor son:
 - ▶ Velocidad del motor eléctrico: 1400 r.p.m.
 - ▶ Par máximo a la salida: 2388 Nm
 - ▶ Relación de transmisión total: 16.01

3- POSIBLES SOLUCIONES

Tipos de Transmisiones	Por Rozamiento	Correas Planas
		Correas Trapezoidales
		Ruedas de Fricción
	Flexibles por Engrane	Cadenas
		Correas Dentadas
	Por Engrane Directo	Engranajes Cilíndricos
Engranajes Cónicos		
Engranajes Cónicos Desplazados		

4- SOLUCIÓN FINAL

- Transmisión por engrane directo, empleando engranajes cilíndricos de dientes helicoidales.
- Reducción en dos etapas (3 árboles).
- Unión engranaje/eje mediante chavetas.
- Apoyo de los ejes mediante rodamientos.

5- CARACTERISTICAS

- Reducción total necesaria: 16,01
- Error permitido: 5% [15,21-16,81]

- Transmisión para la etapa 1: 4,125
- Transmisión para la etapa 2: 3,889
- Transmisión total: 16,04

6- DISEÑO DE LOS ENGRANAJES

- Diámetro mínimo de los árboles mediante el método de rigidez torsional
- Selección del módulo y tipo de material
- Determinación del ancho de las etapas mediante:
 - Cálculo a presión superficial
 - Cálculo a flexión

6.1- RESUMEN DE LOS ENGRANAJES

	Etapa 1		Etapa 2	
	Piñón	Rueda	Piñón	Rueda
Módulo	4		5	
Material	34NiCrMo16			
Z	16	66	18	70
Dp (mm)	68,107	280,943	95,776	372,462
Dex (mm)	72,107	284,943	100,776	377,462
b (mm)	32		68	
ω (r.p.m.)	1400	339,39	339,39	87,02

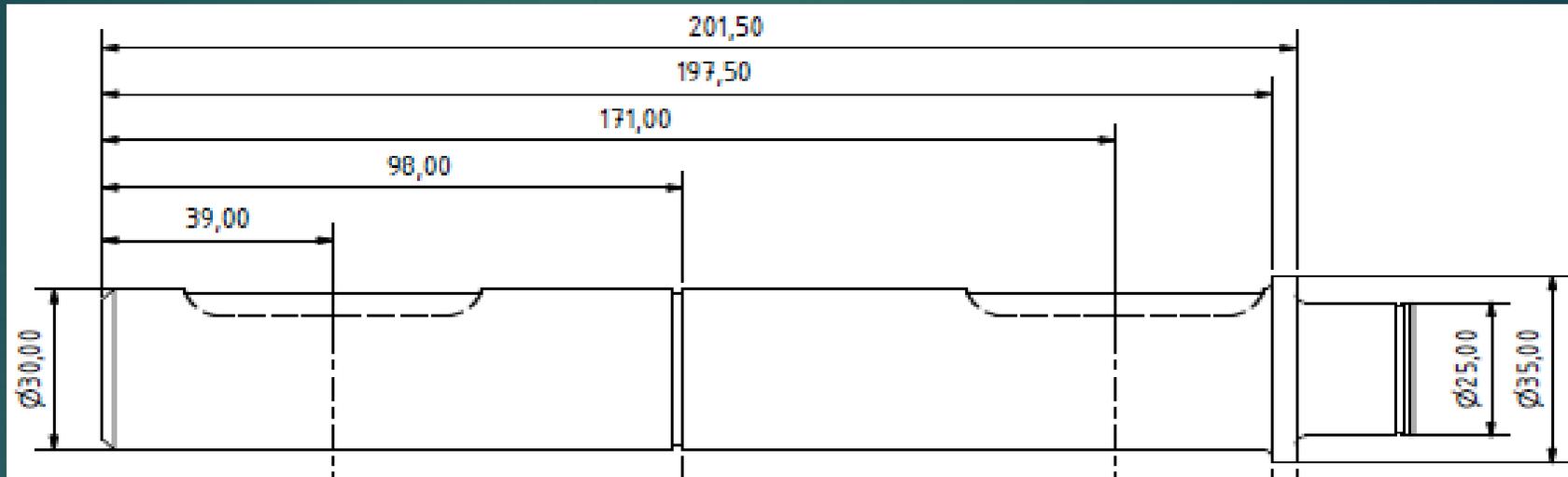
7- LUBRICACIÓN

- Para el reductor de velocidad seleccionamos un aceite ISO VG 320, cuya temperatura ambiente de funcionamiento varía entre 10°C y 40°C
- Este lubricante tiene una viscosidad cinemática de 320 mm²/s a 40°C.

8- DISEÑO DE LOS ÁRBOLES

- El diseño de los arboles se ha realizado de tal forma que supere los criterios de:
- Rigidez torsional (máximo $1,5^{\circ}/m$)
- Deflexión lateral:
 - Separación máxima $0,02$ mm
 - Deformación angular máxima $0,0005$ rad
- Fatiga a vida infinita

8.1- EJE DE ENTRADA



MATERIAL

F-128

Tensión de rotura

860 N/mm²

Tensión de fluencia

1280 N/mm²

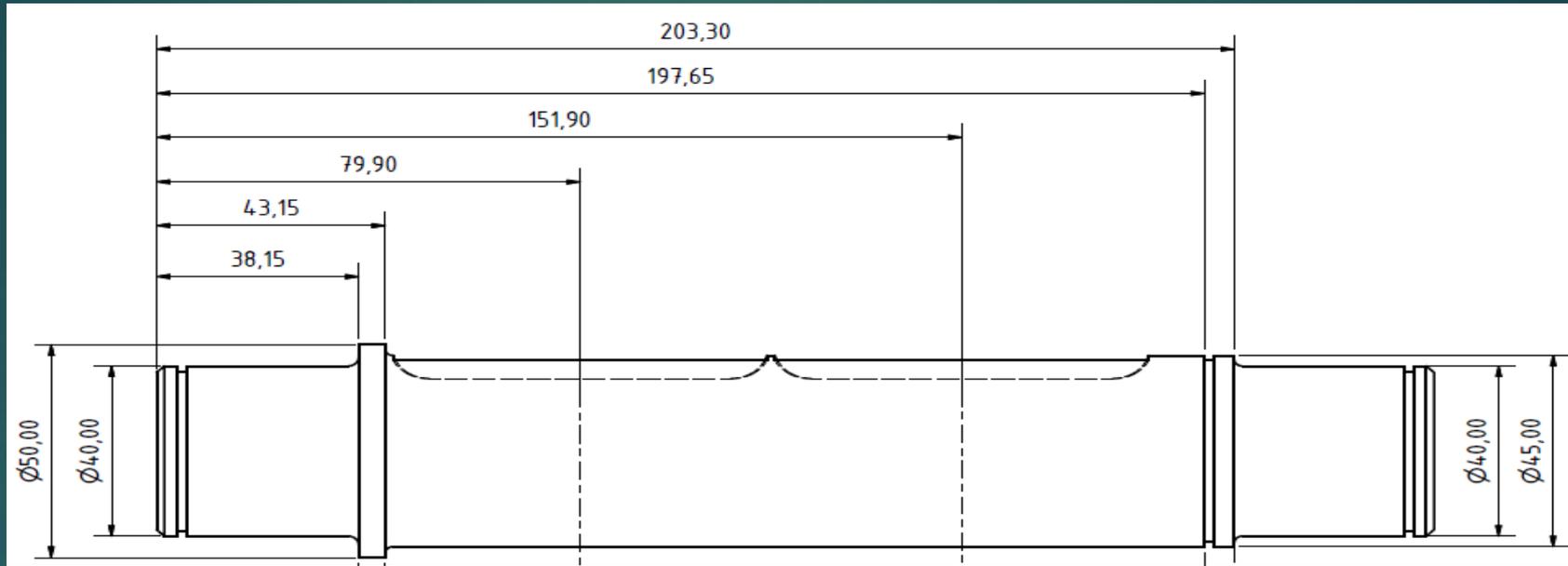
Dureza

HB 388

Elongación

12%

8.2- EJE INTERMEDIO



MATERIAL

F-128

Tensión de rotura

860 N/mm²

Tensión de fluencia

1280 N/mm²

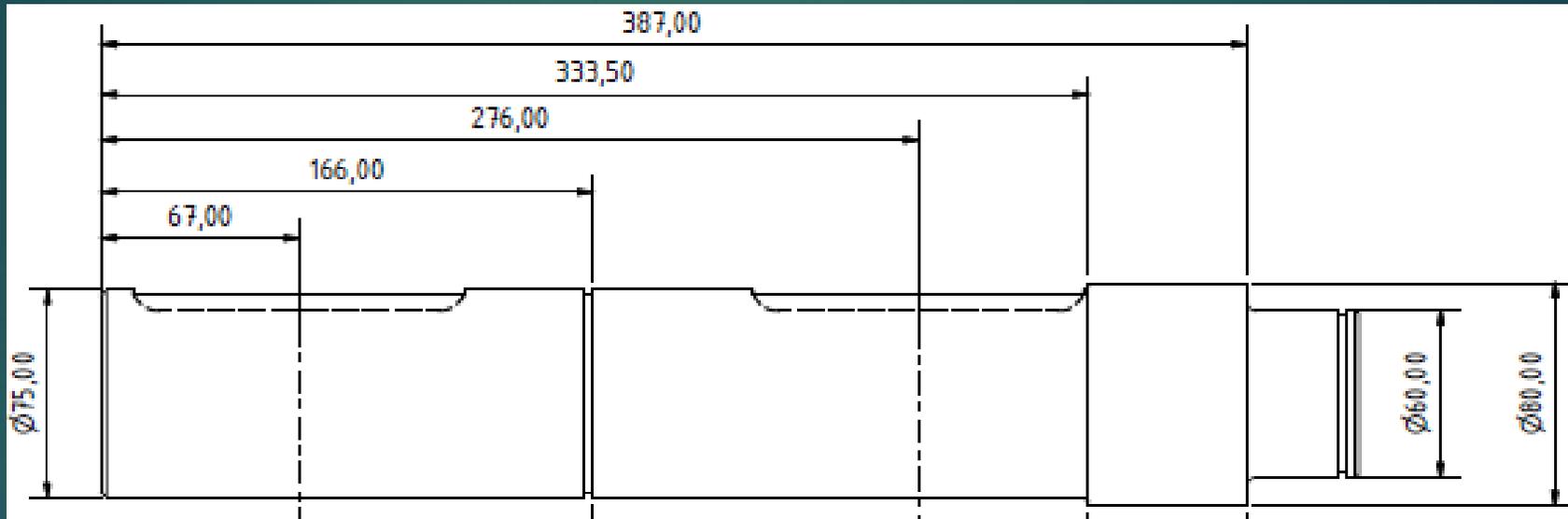
Dureza

HB 388

Elongación

12%

8.3- EJE DE SALIDA



MATERIAL

F-1252

Tensión de rotura

560 N/mm²

Tensión de fluencia

950 N/mm²

Dureza

HB 277

Elongación

19%

9- CHAVETAS

- El material empleado para las chavetas es un acero no aleado F-1140, con las siguientes características físicas:
 - Tensión de rotura: 850 N/mm²
 - Tensión de fluencia: 640 N/mm²
 - Dureza superficial: HB 248
 - Elongación máxima: 14%

9.1- DIMENSIONES DE LAS CHAVETAS

- Las dimensiones finales de las chavetas empleadas son:

	Longitud	Sección
Eje de entrada	38 mm	10 x 8 mm
Eje intermedio	57 mm	14 x 9 mm
Eje de salida	94 mm	20 x 12 mm

10- RODAMIENTOS

- Los rodamientos han sido seleccionados para que cumplan con una vida mínima de 45,000 horas.
- Se garantiza su funcionamiento durante este periodo al 99%.
- Todos los rodamiento son de tipo rodillos cónicos.

10.1- RODAMIENTOS ESCOGIDOS

Eje	Rodamiento	Referencia
Entrada	A	SKF 33206 Q
	B	SKF 30305 J2
Intermedio	A	SKF 32308 J2/Q
	B	SKF 33208 QCL7C
Salida	A	SKF 30312 J2/Q
	B	SKF 30315 J2

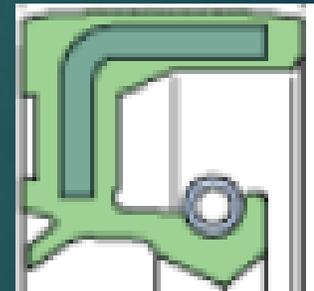
11- ANILLOS DE SEGURIDAD

- Todos los anillos de seguridad empleados han sido escogidos cumpliendo la norma DIN 471.

Eje	Posición	Dimensiones
Entrada	Rodamiento A	30 x 1,5 mm
	Rodamiento B	25 x 1,2 mm
Intermedio	Rodamiento A	35 x 1,75 mm
	Piñón	45 x 1,75 mm
	Rodamiento B	35 x 1,75 mm
Salida	Rodamiento A	60 x 2 mm
	Rodamiento B	75 x 2,5 mm

12- SELLOS RADIALES DE ACEITE

- Los retenes empleados en el eje de entrada y de salida son de la marca SKF y sus características son:
 - ▶ Eje de entrada: 30 x 45 x 8 con perfil HMS10V
 - ▶ Eje de salida: 75 x 90 x 10 con perfil HMS10V



13- TAPONES Y VISOR

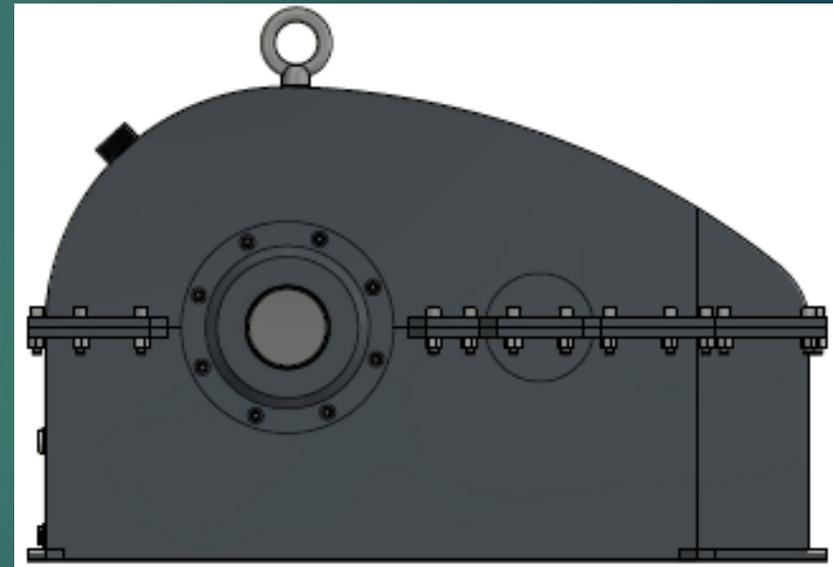
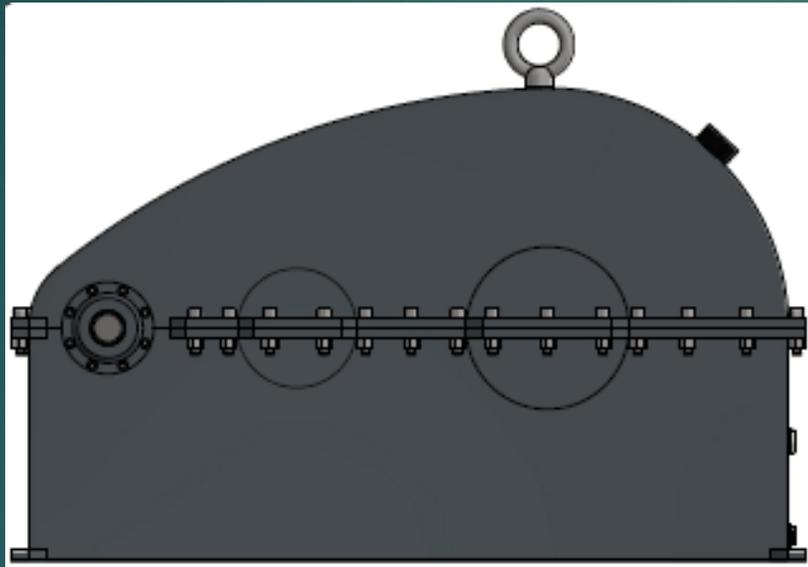
- El tapón de llenado con respiradero y rosca M16x1,5.
- El visor del nivel de aceite dispone de una rosca M16x1,5.
- El tapón de vaciado con imán y rosca M14x1,5.
- La argolla de sujeción dispone de una rosca de M20x1,5.



14- CARCASA

- La carcasa del presente reductor está confeccionada en cuatro partes:
 - ▶ Cáster
 - ▶ Tapa superior
 - ▶ Tapa lateral del eje de entrada
 - ▶ Tapa lateral del eje de salida
- El material empleado para su fabricación es fundición gris FG-25, con una resistencia a la tracción de 250 MPa y un dureza de 180 HB.

14.1- CARCASA



15- PRESUPUESTO

Elemento	Coste
Eje de entrada	48,37 €
Eje intermedio	73,12 €
Eje de salida	161,13 €
Piñón primera etapa	45,64 €
Rueda primera etapa	250,20 €
Piñón segunda etapa	87,40 €
Rueda segunda etapa	610,74 €
Carcasa	2.700,87 €
Tapas laterales	40,86 €
Componentes normalizados	447,49 €
Mano de obra	85,80 €
Total	4.551,61 €

15.1- PRESUPUESTO DE CONTRATA

Concepto		Precio
Coste neto del producto		4.551,61 €
Beneficio industrial	20%	910,32 €
Honorarios proyectista	5%	227,58 €
Gastos generales	15%	682,74 €
Subtotal		6.372,26 €
I.V.A.	21%	1.338,17 €
Precio de venta		7.710,43 €

16- MONTAJE DEL REDUCTOR

