



GRADO EN MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

*"SISTEMA DE TRANSMISIÓN PARA VEHÍCULO DE  
TRACCIÓN TRASERA Y MOTOR DELANTERO"*

**DOCUMENTO 1: ÍNDICE GENERAL**

**DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO**

NOMBRE: JAGOBA

APELLIDOS: LÓPEZ ANSOLEAGA

FDO.:

FECHA: 10/09/2015

**DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA**

NOMBRE: JAVIER

APELLIDOS: CORRAL SÁIZ

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:

## ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 2: MEMORIA.....	3
DOCUMENTO 3: CÁLCULOS.....	5
DOCUMENTO 4: PLANOS.....	7
DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES.....	8
DOCUMENTO 6: PRESUPUESTO.....	9
DOCUMENTO 7: ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA.....	10

**DOCUMENTO 2: MEMORIA**

2.1	Objeto del proyecto.....	4
2.2	Alcance del proyecto.....	5
2.3	Normativa y referencias.....	6
2.3.1	Normativa.....	6
2.3.1.1	Normativa de diseño.....	6
2.3.1.2	Normativa de documentación.....	6
2.3.2	Bibliografía.....	7
2.3.2.1	Libros.....	7
2.3.2.2	Catálogos.....	8
2.3.2.3	Páginas web.....	8
2.4	Definiciones y abreviaturas.....	9
2.4.1	Definiciones.....	9
2.4.2	Abreviaturas.....	11
2.5	Condiciones de diseño.....	17
2.6	Estudio de alternativas.....	20
2.6.1	Configuración automotriz.....	20
2.6.1.1	Motor delantero y tracción delantera.....	21
2.6.1.2	Motor delantero y tracción/propulsión trasera.....	21
2.6.1.3	Motor trasero y tracción trasera.....	22
2.6.1.4	Motor delantero o trasero y tracción total.....	23
2.6.2	Embrague.....	24
2.6.2.1	Embrague de fricción.....	25
2.6.2.2	Embrague hidráulico.....	27
2.6.2.3	Embrague electromagnético.....	29
2.6.3	Caja de cambio.....	30
2.6.3.1	Clasificación de caja de cambios según ejes.....	31
2.6.3.2	Engranajes.....	35
2.6.3.3	Sincronizadores.....	36

2.6.4	Árbol de transmisión.....	38
2.6.5	Diferencial.....	39
2.6.5.1	Diferencial convencional.....	39
2.6.5.2	Diferencial controlado/autoblocante.....	40
2.7	Soluciones adoptadas.....	44
2.7.1	Configuración automotriz.....	44
2.7.2	Embrague.....	44
2.7.3	Caja de cambio.....	46
2.7.3.1	Ejes.....	47
2.7.3.2	Engranajes.....	49
2.7.3.3	Sincronizadores.....	53
2.7.3.4	Rodamientos.....	55
2.7.3.5	Chavetas.....	56
2.7.4	Árbol de transmisión.....	56
2.7.5	Diferencial.....	57
2.8	Planificación.....	59
2.9	Coste del proyecto.....	62

**DOCUMENTO 3: CÁLCULOS**

3.1.	Cálculo y dimensionamiento del embrague.....	4
3.1.1.	Datos de partida y justificación de estos valores.....	4
3.1.2.	Par transmisible, presión específica y dimensionamiento.....	4
3.1.3.	Sistema de mando mecánico del embrague para la reducción.....	7
3.1.4.	Resumen de resultados y elección de un embrague comercial.....	10
3.2.	Cálculo y dimensionamiento de la caja de cambios.....	12
3.2.1.	Datos de partida provenientes de la ficha técnica del vehículo.....	12
3.2.2.	Configuración de la caja de cambios.....	12
3.2.3.	Relaciones de transmisión.....	13
3.2.4.	Dinámica del vehículo.....	17
3.2.5.	Comprobaciones.....	19
3.2.5.1.	Comprobación de la 1ª.....	20
3.2.5.2.	Comprobación de la 5ª.....	21
3.2.6.	Número de dientes de los engranajes.....	22
3.2.7.	Módulo de los engranajes.....	24
3.2.8.	Comprobación del piñón a resistencia.....	32
3.2.9.	Dimensionamiento de las ruedas.....	38
3.2.10.	Cálculo de ejes.....	41
3.2.10.1.	Fuerzas sobre ruedas.....	42
3.2.10.2.	Dimensionamiento del eje primario.....	44
3.2.10.3.	Dimensionamiento del eje intermedio.....	47
3.2.10.4.	Dimensionamiento del eje secundario.....	60
3.2.10.5.	Dimensionamiento del eje del piñón loco de marcha atrás.....	70
3.2.11.	Sincronizadores.....	72
3.2.11.1.	Capacidad de rozamiento de los sincronizadores.....	73
3.2.11.2.	Elección del nervado entre eje y sincronizador.....	76
3.2.12.	Elección y vida útil de rodamientos.....	77
3.2.12.1.	Rodamientos del eje primario (A y B).....	79

3.2.12.2.	Rodamientos del eje intermedio (C y D).....	80
3.2.12.3.	Rodamientos del eje secundario (E y F).....	84
3.2.12.4.	Rodamientos del eje de marcha atrás (G y H).....	87
3.2.13.	Cálculo de chavetas.....	88
3.3.	Cálculo y dimensionamiento del árbol de transmisión .....	93
3.3.1.	Datos de partida y componentes del árbol de transmisión .....	93
3.3.2.	Predimensionamiento y elección del perfil del eje de transmisión .....	93
3.3.3.	Comprobación del eje a resistencia mediante código ASME .....	96
3.3.4.	Comprobación de vibraciones del eje. Frecuencia crítica .....	97
3.3.5.	Elección de juntas <i>Cardan</i> .....	99
3.4.	Elección del diferencial convencional .....	103

**DOCUMENTO 4: PLANOS**

PLANO	DESIGNACIÓN	FORMATO
P00	Sistema de Transmisión	A3
P01	Conjunto de Caja de Cambios	A1
P02	Piezas 28, 29, 31, 32 y 42	A3
P03	Piezas 6, 26, 27 y 33	A3
P04	Piezas 10, 25, 34, 35 y 41	A3
P05	Piezas 12, 24 y 36	A3
P06	Piezas 17, 22, 37 y 43	A3
P07	Piezas 14, 38, 40 y 44	A3
P08	Piezas 20 y 39	A3
P09	Conjunto de Árbol de Transmisión	A1
P10	Piezas 47 y 49	A3

**DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES**

5.1.	Condiciones generales.....	3
5.1.1.	Objetivo del pliego de condiciones.....	3
5.1.2.	Fecha de entrega.....	3
5.1.3.	Alcance del pliego.....	3
5.1.4.	Documentación del proyecto.....	3
5.1.5.	Mención de normativas.....	4
5.2.	Condiciones particulares.....	5
5.2.1.	Condiciones técnicas.....	5
5.2.1.1.	Montaje y funcionamiento.....	5
5.2.1.2.	Mantenimiento.....	11
5.2.1.3.	Materiales.....	12
5.2.1.4.	Acabados superficiales y tolerancias dimensionales y geométricas.....	15
5.2.1.5.	Elección de elementos comerciales y componentes normalizados.....	19
5.2.1.6.	Maquinaria.....	23
5.2.2.	Condiciones económico-administrativas.....	23
5.2.2.1.	Costes directos.....	23
5.2.2.2.	Costes indirectos.....	24
5.2.2.3.	Adquisición de materiales.....	24
5.2.2.4.	Fianzas.....	24
5.2.2.5.	Devolución de fianzas.....	24
5.2.2.6.	Contrato.....	24
5.2.2.7.	Precios.....	25
5.2.2.8.	Pagos.....	25
5.2.2.9.	Responsabilidades.....	25



**DOCUMENTO 6: PRESUPUESTO**

6.1. Cuadros de precios .....	3
6.1.1. Materias primas .....	3
6.1.2. Fabricación .....	5
6.1.3. Elementos y componentes comerciales .....	8
6.2. Presupuestos parciales .....	11
6.2.1. Presupuesto de materias primas y fabricación .....	11
6.2.2. Presupuesto de ejecución .....	11
6.3. Presupuesto total .....	12

**DOCUMENTO 7: ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA**

7.1.	Estudio de seguridad.....	3
7.1.1.	Objetivo.....	3
7.1.2.	Análisis de seguridad.....	3
7.1.3.	Selección de medidas de seguridad.....	4
7.1.4.	Prevención intrínseca.....	6
7.1.5.	Protección.....	6
7.1.6.	Advertencias.....	7
7.1.7.	Disposiciones suplementarias.....	8
7.2.	Marcado <i>CE</i> .....	9