



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL DE BILBAO**



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2013 / 2014

*SUSPENSIÓN TRASERA REGULABLE DE UNA MOTO DE COMPETICIÓN:
ALTERNATIVA UNI-TRACK*

DOCUMENTO Nº1: ÍNDICE GENERAL

DATOS DEL ALUMNO

NOMBRE: LEIRE

APELLIDOS: ESPINACO DÍAZ

FDO.:

FECHA: 2 DE JULIO DE 2014

DATOS DEL DIRECTOR

NOMBRE: MIKEL

APELLIDOS: ABASOLO BILBAO

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA: 2 DE JULIO DE 2014

ÍNDICE GENERAL

1. DOCUMENTO 3:MEMORIA..... 2

2. DOCUMENTO 4: BIBLIOGRAFÍA 7

3. DOCUMENTO 5: ANEXOS..... 8

ÍNDICE DOCUMENTO 3:MEMORIA

1. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	6
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	9
3. ALCANCE.....	11
4. ANTECEDENTES.....	14
5. REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	15
6. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA SUSPENSIÓN.....	18
6.1. PARÁMETROS PRINCIPALES	18
6.1.1. MUELLE.....	18
6.1.2. AMORTIGUACIÓN	20
6.1.3. MASA SUSPENDIDA Y MASA NO SUSPENDIDA	22
6.2. FRECUENCIA DE LA SUSPENSIÓN.....	23
6.3. MODELOS DE SUSPENSIÓN: MODELO DE 4 GDL.....	25
7. PRINCIPIOS DE LA SUSPENSIÓN TRASERA	27
7.1. INTRODUCCIÓN	27
7.2. CURVAS PROGRESIVAS DEL MUELLE Y EL AMORTIGUADOR	28
7.3. “MOTION RATIO” O RELACIÓN DE VELOCIDADES	32
8. TIPOS DE SUSPENSIÓN TRASERA.....	34
8.1. CONEXIÓN DIRECTA	34
8.2. SISTEMA DE BIELETAS	36
8.2.1. SISTEMA DE BIELETAS: UNI-TRACK	37

8.2.2.	SISTEMA DE BIELETAS: PRO-LINK.....	40
8.2.3.	SISTEMA DE BIELETAS: FULL-FLOATER.....	41
8.2.4.	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	42
9.	ESTUDIOS Y VARIACIONES DE LOS PARÁMETROS DE LA SUSPENSIÓN TRASERA.....	43
9.1.	SUSPENSIÓN TRASERA TRADICIONAL.....	43
9.1.1.	ESTUDIOS CINEMÁTICOS Y DEMOSTRACIÓN DE LA OBTENCIÓN DEL PARÁMETRO MR43.....	
9.1.2.	VERIFICACIÓN COMPUTACIONAL.....	50
9.2.	SUSPENSIÓN UNI-TRACK.....	62
9.2.1.	ESTUDIO CINEMÁTICO DE LA SUSPENSIÓN UNI-TRACK.....	62
9.2.2.	VERIFICACIÓN COMPUTACIONAL.....	69
9.2.3.	VARIACIONES DE LA GEOMETRÍA DE LA SUSPENSIÓN TRASERA UNI-TRACK.....	78
9.2.3.1.	BIELETA.....	78
9.2.3.2.	TRIÁNGULO DE SUSPENSIÓN.....	82
9.2.3.3.	BASCULANTE.....	86
9.2.3.4.	INCLINACIÓN DEL RESORTE.....	87
9.2.3.5.	ALTERNATIVA ADOPTADA PARA OBTENER UNA SUSPENSIÓN REGULABLE.....	90
10.	DISEÑO DE LA SUSPENSIÓN TRASERA UNI-TRACK.....	91
10.1.	ESFUERZOS SOBRE LA SUSPENSIÓN.....	91
10.1.1.	INTRODUCCIÓN DE CARGAS SOBRE EL MECANISMO.....	91
10.1.2.	CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD.....	94
10.1.3.	CÁLCULO DE CARGAS EN LA SITUACIÓN MÁS DESFAVORABLE.....	99
10.2.	CONFIGURACIÓN DEL CONJUNTO.....	104
10.2.1.	CRITERIOS DE DISEÑO.....	104
10.2.1.1.	PRIMERA ALTERNATIVA.....	108
10.2.1.2.	SEGUNDA ALTERNATIVA.....	112

10.2.1.3. TERCERA ALTERNATIVA.....	116
10.3. CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE LAS REACCIONES.....	121
10.3.1. REACCIONES EN EL TRIÁNGULO.....	122
10.3.2. REACCIONES EN LA BIELETA.....	126
10.3.3. REACCIONES EN EL BASCULANTE.....	126
10.4. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UNIÓN.....	130
10.5. DISEÑO DE LOS ELEMENTOS.....	140
10.5.1. CRITERIOS Y VALORACIONES PARA EL DISEÑO MEDIANTE MEF.....	140
10.5.1.1. DISEÑO DEL TRIÁNGULO DE SUSPENSIÓN.....	145
10.5.1.2. DISEÑO DEL TIRANTE REGULABLE.....	150
10.5.2. MONTAJE Y ENSAMBLAJE DE LOS ELEMENTOS.....	159
10.5.2.1. ELEMENTOS DE UNIÓN EN EL TRIÁNGULO DE SUSPENSIÓN.....	159
10.5.2.2. ELEMENTOS DE UNIÓN EN LA BIELETA.....	161
10.5.2.3. UNIONES ENTRE ELEMENTOS.....	162
10.5.3. COMPROBACIONES DE DISEÑO.....	166
10.5.3.1. LONGITUD DE ROSCA MÍNIMA.....	166
10.5.3.2. RESISTENCIA DE LOS EJES E LAS UNIONES.....	171
11. DISEÑO PRELIMINAR DEL BASCULANTE.....	173
11.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL BASCULANTE.....	173
11.1.1. TIPOS DE BASCULANTE.....	173
11.1.1.1. BASCULANTE MONOBRAZO.....	173
11.1.1.2. BASCULANTE DOBLE BRAZO.....	174
11.1.2. MATERIAL.....	175
11.1.2.1. ACERO.....	176
11.1.2.2. ALUMINIO.....	176
11.2. TIPOS DE DISEÑO.....	178

11.2.1.	DISEÑO EN FUNCIÓN DE LA RIGIDEZ DEL ELEMENTO	178
11.2.1.1.	RIGIDEZ LONGITUDINAL	179
11.2.1.2.	RIGIDEZ TORSIONAL	180
11.2.1.3.	RIGIDEZ A FLEXIÓN	182
11.2.1.4.	RIGIDEZ LATERAL	183
11.2.2.	DISEÑO DETALLADO	183
11.3.	DISEÑO PRELIMINAR DEL BASCULANTE	184
11.3.1.	ELECCIÓN DEL TIPO DE BASCULANTE	184
11.3.2.	ESTUDIO DE LAS RIGIDECES	185
11.3.3.	OPTIMIZACIÓN DEL BASCULANTE	192
11.3.3.	UNIÓN DEL BASCULANTE	194
12.	PROCESOS DE PRODUCCIÓN	199
12.1.	INTRODUCCIÓN	199
12.1.1.	MECANIZADO POR ARRANQUE DE VIRUTA	199
12.1.1.1.	TORNEADO	200
12.1.1.2.	FRESADO	201
12.1.1.3.	TALADRADO	202
12.1.2.	MECANIZADO POR CORTE	203
12.1.2.1.	CORTE POR PLASMA	203
12.1.2.2.	CORTE POR CHORRO DE AGUA	204
12.1.2.3.	CORTE POR LÁSER	205
12.1.3.	SOLDADURA POR ARCO	206
12.1.3.1.	SOLDADURA POR ARCO TIG (Tungsten Inert Gas)	206
12.2.	FABRICACIÓN DEL TRIÁNGULO DE SUSPENSIÓN	208
12.3.	FABRICACIÓN DEL TENSOR	209
12.4.	FABRICACIÓN DE LA HORQUILLA	211

12.5.	FABRICACIÓN DE LOS SEPARADORES	212
12.6.	FABRICACIÓN DEL BASCULANTE	212
12.7.	FABRICACIÓN DE LAS OREJAS DE UNIÓN DEL BASCULANTE	213
13.	ILUSTRACIÓN FINAL DE LA SUSPENSIÓN	214
14.	PLANIFICACIÓN.....	220
14.1.	FASE 1: FAMILIARIZACIÓN CON EL PROBLEMA A TRATAR.....	220
14.2.	FASE 2: FAMILIARIZACIÓN CON LAS HERRAMIENTAS A UTILIZAR	220
14.2.1.	ESTUDIOS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUSPENSIÓN CLÁSICA	220
14.2.2.	ANÁLISIS DE MECANISMOS PARA LA SUSPENSIÓN CLÁSICA.....	221
14.3.	FASE 3: ANÁLISIS DE LA SUSPENSIÓN TRASERA UNI-TRACK	221
14.4.	FASE 4: DISEÑO DE LA SUSPENSIÓN UNI-TRACK	222
14.4.1.	DISEÑO DE LA CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DEL SISTEMA.....	222
14.4.2.	SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE UNIÓN	222
14.4.3.	DISEÑO DEL TRIÁNGULO DE SUSPENSIÓN	222
14.4.4.	DISEÑO DE LA BIELETA REGULABLE.....	223
14.4.5.	MONTAJE Y DISEÑO DE LAS UNIONES	223
14.5.	FASE 5: DISEÑAR EL BASCULANTE.....	223
14.6.	FASE 6: DEFINIR EL PROCESO DE FABRICACIÓN.....	224
14.7.	DIAGRAMA DE GANT	224
15.	VALORACIONES GENERALES Y LÍNEAS FUTURAS	225

ÍNDICE DOCUMENTO 4: BIBLIOGRAFÍA

1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 2

2. BIBLIOGRAFÍA INFORMÁTICA 4

ÍNDICE DOCUMENTO 5: ANEXOS

1. DOCUMENTO 5.1: ANEXO DE PLANOS	9
2. DOCUMENTO 5.2: ANEXO DE CÁLCULOS	10
3. DOCUMENTO 5.3: ANEXO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS	11

ÍNDICE DOCUMENTO 5.1:ANEXO DE PLANOS

1. PLANO CONJUNTO DE LA SUSPENSIÓN..... 2

2. PLANO SUBCONJUNTO TIRANTE..... 3

3. PLANO HORQUILLA..... 4

4. PLANO TENSOR 5

5. PLANO TRIÁNGULO DE SUSPENSIÓN 6

6. PLANO SEPARADORES..... 7

ÍNDICE DOCUMENTO 5.2: ANEXO DE CÁLCULOS

1. PROCESOS DE DISEÑO DE LOS ELEMENTOS	2
1.1. PROCESO DE DISEÑO DEL TRIÁNGULO DE SUSPENSIÓN.....	2
1.2. PROCESO DE DISEÑO DEL TIRANTE.....	6
1.2.1. DISEÑO DE LA HORQUILLA.....	6
1.2.2. DISEÑO DEL TENSOR.....	10
2. COMPROBACIONES DE DISEÑO	12
2.1. LONGITUD MÍNIMA DE ROSCA.....	12
2.2. COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA DE LOS EJES.....	15

ÍNDICE DOCUMENTO 5.3: ANEXO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

1. INTRODUCCIÓN AL CREO 2.0.....	2
2. PROCESOS DE OBTENCIÓN DE DATOS	4
2.1. SUSPENSIÓN TRASERA TRADICIONAL.....	4
2.1.1. REALIZACIÓN DE CONJUNTOS	4
2.1.2. DEFINICIÓN DE ANÁLISIS Y PARÁMETROS.....	9
2.2. SUSPENSIÓN TRASERA UNI-TRACK.....	16
2.2.1. OBTENCIÓN DE REACCIONES EN LOS PUNTOS DE CONEXIÓN.....	16
2.2.2. OBTENCIÓN DE LONGITUDES.....	20

