



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

*MOLDE DE INYECCIÓN PARA ESTABILIZADOR DE CÁMARA*

**DOCUMENTO Nº1: ÍNDICE GENERAL**

**DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO**

NOMBRE: MARCOS

APELLIDOS: DIEZ LÓPEZ

FDO.:

FECHA: 12/02/2015

**DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA**

NOMBRE: ROBERTO

APELLIDOS: LOBATO GONZÁLEZ

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:12/02/2015

# **1. ÍNDICE**

2. MEMORIA	2
3. CÁLCULOS	8
4. PLANOS	10
5. PLIEGO DE CONDICIONES	11
6. PRESUPUESTO	13

## **2. MEMORIA**

2.1. INTRODUCCIÓN	7
2.1.1. DEFINICIONES PREVIAS	7
2.2. OBJETO DEL PROYECTO	8
2.3. ALCANCE DEL PROYECTO	9
2.4. MATERIALES PLASTICOS	10
2.4.1. ELASTÓMEROS	10
2.4.2. TERMOESTABLES	11
2.4.2.1. Plásticos de urea-formaldehído (UF)	11
2.4.2.2. Plásticos de melanina-formaldehído (MF)	11
2.4.3. TERMOPLÁSTICOS	12
2.4.3.1. Acrílicos	12
2.4.3.2. Celulósicos	12
2.4.3.3. Nylon	13
2.4.3.4. Oxido fenileno	13
2.4.3.5. Poliéster	13
2.4.3.6. Sulfuro de polifenileno	13
2.4.3.7. Polisulfona	13
2.4.3.8. Poliuretano	13
2.4.3.9. Policarbonato	14
2.4.3.10. Polietileno	14
2.4.3.11. Poliamida	14
2.4.3.12. Polipropileno	14
2.4.3.13. Poliestireno	14
2.4.3.14. Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)	15
2.4.4. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS PLÁSTICOS	15
2.4.5. METODOS DE FABRICACIÓN PARA PLÁSTICOS	16
2.4.5.1. Moldeo por extrusión	16
2.4.5.2. Moldeo por soplado	17

2.4.5.3. Moldeo por transferencia	18
2.4.5.4. Moldeo por compresión o sándwich	19
2.4.5.5. Moldeo por inyección	20
<b>2.5. MÁQUINA DE INYECCIÓN</b>	<b>21</b>
2.5.1. UNIDAD DE CIERRE	21
2.5.1.1. Cierre por rodillera simple o doble	22
2.5.1.2. Cierre por pistón	24
2.5.1.3. Cierre mixto rodillera-pistón	24
2.5.1.4. Cierre hidromecánico	24
2.5.2. UNIDAD DE PLASTIFICACIÓN	24
2.5.2.1. Tolva	26
2.5.2.2. Barril de inyección	26
2.5.2.3. Husillo	27
2.5.2.4. Válvula antiretorno	27
2.5.2.5. Boquilla de inyección	27
2.5.2.6. Sistema de calefacción	28
2.5.3. UNIDAD DE POTENCIA	28
2.5.4. UNIDAD DE CONTROL	29
2.5.5. SISTEMA DE EXPULSIÓN	29
<b>2.6. PROCESO DE INYECCIÓN</b>	<b>30</b>
2.6.1. CIERRE DEL MOLDE	32
2.6.2. INYECCIÓN	32
2.6.2.1. Diagrama termodinámico del proceso de inyección	33
2.6.2.1.1. Fase 1-2	34
2.6.2.1.2. Fase 2-3	34
2.6.2.1.3. Fase 3-4	35
2.6.2.1.4. Fase 4-5	36
2.6.2.2. Fase de inyección	36
2.6.2.3. Fase de mantenimiento (compactación)	37
2.6.2.4. Sistema de distribución	38
2.6.2.4.1. Bebedero	38
2.6.2.4.2. Canales	39

2.6.2.4.3. Entradas	40
2.6.3. PLASTIFICACIÓN Y DOSIFICACIÓN	41
2.6.4. ENFRIAMIENTO DE LA PIEZA	42
2.6.5. APERTURA DEL MOLDE Y EXPULSIÓN DE LA PIEZA	43
2.7. MOLDE DE INYECCIÓN	44
2.7.1. PARTE FIJA O LADO DE INYECCIÓN	46
2.7.1.1. Placa base	46
2.7.1.2. Placa portafiguras	46
2.7.1.3. Centrador	46
2.7.1.4. Bebedero, ramales de distribución y entradas	46
2.7.1.5. Circuitos de refrigeración	47
2.7.1.6. Columnas guía o columnas del molde	47
2.7.2. PARTE MOVIL O DE EXPULSIÓN	47
2.7.2.1. Placa base	48
2.7.2.2. Placa portafiguras	48
2.7.2.3. Placa expulsora	48
2.7.2.4. Placas paralelas	48
2.7.2.5. Circuitos de refrigeración	48
2.7.2.6. Expulsores	49
2.7.2.7. Recuperadores	49
2.7.2.8. Línea de partición	49
2.7.2.9. Salida de gases	49
2.7.2.10. Agujeros roscados y cáncamos	49
2.7.3. SISTEMAS AUXILIARES DE DESMOLDEO	50
2.7.3.1. Carros laterales	50
2.7.4. SISTEMA DE COLADA FRIA	51
2.7.4.1. Colada cónica	51
2.7.4.2. Entrada puntiforme o capilar	52
2.7.4.3. Colada de paraguas	53
2.7.4.4. Colada de disco	53
2.7.4.5. Entrada laminar o de cinta	54
2.7.4.6. Entrada túnel o submarina	54

2.7.4.7. Entrada lateral	55
2.7.4.8. Entrada de lengüeta	56
2.7.4.9. Entrada laminar superpuesta	56
2.7.4.10. Entrada tipo abanico	57
2.7.4.11. Entrada múltiple	57
2.7.4.12. Entrada interna y externa	58
2.7.5. SISTEMA DE COLADA CALIENTE	58
2.7.5.1. Bebedero de calentamiento interno	59
2.7.5.2. Bebedero de calentamiento externo	59
2.7.5.3. Boquilla de inyección estándar	60
2.7.5.4. Boquilla de inyección extendida	60
2.7.5.5. Boquilla de inyección anular	61
2.7.5.6. Boquilla de inyección de mínimo vestigio	61
2.7.5.7. Boquilla de inyección capilar	62
2.7.5.8. Boquilla de inyección múltiple	62
2.8. CONDICIONES DE TRABAJO DE PIEZAS PLÁSTICAS	63
2.8.1. MAGNITUD DE LAS CARGAS	63
2.8.2. DURACIÓN DE LAS CARGAS	63
2.8.3. IMPACTOS	64
2.8.4. FATIGA	64
2.8.5. DESGASTE	64
2.8.6. MEDIO AMBIENTE	64
2.8.7. TEMPERATURA	65
2.8.8. QUÍMICOS	65
2.8.9. CONTRACCIONES Y PANDEO	65
2.9. DEFECTOS EN PIEZAS	66
2.9.1. RECHUPES	66
2.9.2. REBABA	67
2.9.3. MARCAS HUNDIDAS Y HUECOS	67
2.9.4. LÍNEAS DE SOLDADURA	67

2.9.5. DEFECTOS EN EL PUNTO DE COLADA	67
2.9.6. ESTRÍAS	67
2.9.7. RÁFAGA	68
2.9.8. PULIDO NO UNIFORME	68
2.9.9. LÍNEAS DE FLUJO	69
2.9.10. EFECTO JETTING	69
2.9.11. EFECTO DIESEL	69
2.9.12. EFECTO STICK-SLIP	70
2.9.13. DELAMINACIÓN DE CAPAS	70
2.9.14. GRIETAS DE TENSIONES	70
2.9.15. FALTA DE LLENADO DEL MOLDE	71
2.9.16. MATERIAL FRÍO	71
2.9.17. MARCAS DE EXPULSIÓN	72
2.9.18. DEFORMACION POR EXPULSIÓN Y ALABEO	72
2.9.19. LÍNEAS DE FLUJO FRÍAS	72
2.9.20. MATERIA PRIMA NO FUNDIDA	72
2.9.21. BURBUJAS	73
2.9.22. MANCHAS NEGRAS	73
2.10. MATERIALES UTILIZADOS	74
2.10.1. RESISTENCIA AL DESGASTE	74
2.10.2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	75
2.10.3. RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	75
2.10.4. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	76
2.10.5. TENACIDAD	76
2.10.6. INTERCAMBIABILIDAD DEL ACERO	77
2.11. FABRICACIÓN DE MOLDES	78

2.11.1. CONTRACCIÓN DE LA PIEZA	78
2.11.2. REDONDEO EN CANTOS Y ESQUINAS	78
2.11.3. ÁNGULOS DE SALIDA	79
2.11.4. CONTRASALIDAS	79
2.11.5 LÍNEAS DE SOLDADURA	79
2.11.6. RECHUPES	79
2.11.7. ACABADO SUPERFICIAL	79
2.12. NORMAS Y REFERENCIAS	80
2.12.1. BIBLIOGRAFÍA	80
2.12.2. NORMAS	80



### **3. CÁLCULOS**

3.1. INTRODUCCIÓN	3
3.2. OBJETO DEL DOCUMENTO	4
3.3. DISEÑO DE LA PIEZA	5
3.3.1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL	5
3.3.1.1. Hipótesis de cargas	6
3.3.1.1.1. Caso 1	7
3.3.1.1.2. Caso 2	9
3.3.1.1.3. Caso 3	10
3.3.1.2. Preparación de simulaciones	12
3.3.1.2.1. Caso 1	13
3.3.1.2.2. Caso 2 y 3	14
3.3.1.3. Análisis de resultados	14
3.3.1.3.1. Caso 1	15
3.3.1.3.2. Caso 2	19
3.3.1.3.3. Caso 3	20
3.3.2. ANÁLISIS DE LAS PIEZAS	21
3.3.2.1. Elección del material	21
3.3.2.2. Punto de inyección	23
3.3.2.3. Rechupes	24
3.4. DISEÑO DEL MOLDE	25
3.4.1. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN	25
3.4.2. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	30
3.4.3. ANÁLISIS LLENADO, REFRIGERACIÓN Y COMPACTACIÓN	32
3.4.3.1. Estudio de llenado	32
3.4.3.1.1. Tiempo de llenado	32
3.4.3.1.2. Predicción de la calidad	33
3.4.3.1.3. Atrapamientos de aire	34
3.4.3.1.4. Líneas de soldadura	34

3.4.3.2. Estudio de compactación	35
3.4.3.3. Estudio de la refrigeración	36
3.4.3.3.1. Temperatura del líquido refrigerante	37
3.4.3.3.2. Temperatura de la pieza	37
3.5. ANTECEDENTES	38
3.5.1. ÁREA PROYECTADA	38
3.5.2. FUERZA DE CIERRE	38
3.5.3. ÁREA DE CONTACTO	38
3.5.4. TIEMPO DE INYECCIÓN	39
3.5.4.1. Tiempo de solidificación o enfriamiento	40
3.5.4.2. Tiempo total del ciclo de inyección	41
3.5.5. CÁLCULO DE LA COLADA	42
3.5.5.1. Geometría de la colada	42
3.5.5.2. Orificio de llenado	42
3.5.6. CÁLCULO DE LA CONTRACCIÓN	43
3.6. RESULTADOS FINALES	44
3.6.1. HUELLAS	45
3.6.2. PLACA PORTACAVIDADES	45
3.6.3. CAVIDADES	46
3.6.4. PLACA PORTANÚCLEOS	47
3.6.5. NÚCLEOS	47
3.6.6. CARROS LATERALES	48
3.6.6.1. Leva	48
3.6.6.2. Cuerpo deslizadera	48
3.6.7. EXPULSORES	49
3.6.8. PLACA EXPULSORA Y PORTAEXPULSORES	49

## **4. PLANOS**

- 4.1. CONJUNTO
- 4.2. BASE FIJA
- 4.3. BASE MÓVIL
- 4.4. PORTACAVIDADES
- 4.5. PORTANÚCLEOS
- 4.6. PORTAEXPULSORES
- 4.7. CAVIDAD BASE
- 4.8. CAVIDAD ANILLO
- 4.9. NÚCLEO BASE
- 4.10. NÚCLEO ANILLO
- 4.11. DESLIZADERA
- 4.12. BEBEDERO
- 4.13. EXPULSORES

## **5. PLIEGO DE CONDICIONES**

5.1. OBJETO DEL PLIEGO	3
5.2. MATERIALES	4
5.2.1. ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)	4
5.2.1.1. Descripción técnica	4
5.2.1.2. Propiedades generales	4
5.2.1.3 Propiedades cuantitativas	5
5.2.2. ACERO	6
5.2.2.1. Recomendaciones generales	7
5.2.2.2. Propiedades de utilización	7
5.2.2.3. Acabados superficiales	8
5.2.2.3.1. Grados de pulido según rugosidad	8
5.2.2.3.2. Texturizado	8
5.3. MANIPULACIÓN DEL MOLDE	9
5.3.1. ALZADO	9
5.3.1.1. Anillas de elevación de alta resistencia	9
5.3.1.2. Cáncamos	9
5.3.1.2.1. Situación de los cáncamos	9
5.3.1.2.2. Tamaño de los cáncamos	11
5.3.2. MONTAJE DEL MOLDE	12
5.3.2.1. Alineación con el eje de la máquina	13
5.3.2.2. Alineación interna	13
5.3.2.3. Amarre del molde a la máquina	16
5.3.2.4. Chaflanes	16
5.3.3. TRANSPORTE	17
5.3.3.1. Bridaje de seguridad	17
5.4. ELEMENTOS ADICIONALES	18
5.4.1. PLACAS AISLANTES	18
5.4.2. BOQUILLA DE INYECCION	19

5.4.3. FECHADORES	20
5.4.4. TACOS DE APOYO	20
5.5. CONEXIONES	21
5.5.1. ELEMENTOS HIDRÁULICOS	21
5.5.1.1. Conectores hidráulicos para conexionado individual	22
5.5.1.2. Conectores hidráulicos con bloque multi-racor	23
5.6. CARROS Y DESPLAZABLES	24
5.6.1. ACCIONAMIENTO EN LA APERTURA DEL MOLDE	24
5.6.2. ACCIONAMIENTO EN LA EXPULSIÓN	24
5.6.3. ACCIONAMIENTO MEDIANTE CILINDROS HIDRÁULICOS	24
5.7. RETENCIONES Y GUIADO DE CANALES	25
5.8. REFRIGERACIÓN	26
5.8.1. NORMAS GENERALES	26
5.8.2. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	26
5.8.2.1. Enchufes rápidos, situación de entradas y salidas	26
5.8.2.2. Tapones	27
5.8.2.3. Mangueras	27
5.8.2.4. Boquillas de refrigeración	27
5.8.2.5. Boquillas de regulación	28
5.8.3. PUENTEADO ENTRE CIRCUITOS DE REFRIGERACIÓN	29
5.8.4. SALIDA DE GASES	30
5.8.5. VENTEOS	31
5.9. SISTEMA DE EXPULSIÓN	32
5.9.1. TIPOS DE EXPULSIÓN	33
5.9.1.1. Expulsión mediante cilindros hidráulicos	33

## **6. PRESUPUESTO**

6.1. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS	2
6.1.1. OFICINA TÉCNICA	2
6.1.2. FABRICACIÓN	2
6.1.3. MATERIALES	2
6.2. RESUMEN PRESUPUESTO	4