Escuela Politécnica Superior

Ingeniería Técnica Industrial: Esp. Mecánica

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior Linares

Proyecto Fin de Carrera

CAJA REDUCTORA PARA BANCO DE SOLDADURA

Alumno: Vìctor Javier García López

Tutor: Prof. D. Federico Villanueva Real
Dpto: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Febrero, 2006

INDICE.

DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA.

CAPITULO I: Memoria descriptiva.

Páginas

INDICE……..……1-7

DOCUMENTO 1 MEMORIA. 8

1.1 Memoria Descriptiva. 8

1.1.1 Alcances y objeto del proyecto. 8

1.1.2 Antecedentes. 8

1.1.3 Emplazamiento y situación. 8

1.1.4 Normas y reglamentación aplicable. 9

1.1.4.1 Dibujo técnico: 9

1.1.4.2 Aplicaciones y tratamientos térmicos de los aceros: 11

1.1.4.3 Engranajes: 11

1.1.4.4 Chavetas y chaveteros: 11

1.1.4.5 Tolerancias: 11

1.1.4.6 Árboles nervados: 12

1.1.4.7 Lubricantes: 12

1.1.4.8 Retenes: 12

1.1.5 Descripción del problema y sus características. 12

1.1.6 Justificación solución adoptada. 13

1.1.7 Primeras materias, equipos,distribución en planta e instalaciones. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.1 Motor eléctrico. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.2 Elementos de transmisión ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.2.1 Casquillo fusible: ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.2.2 Árbol de entrada: ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.2.3 Árbol primario: ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.2.4 Árbol secundario: ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.2.5 Árbol de salida: ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.2.6 Características de las ruedas dentadas. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.3 Otros elementos mecánicos ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.3.1 Rodamientos: ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.3.2 Tornillería ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.3.3 Arandelas: ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.3.4 Tuercas: ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.3.5 Juntas: ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.3.6 Retenes: ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.3.7 Tapas de axialidad ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.3.8 Ajustes y tolerancias. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.7.4 Lubricación. ..... ¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO II: Anexos a la memoria (Calculos justificativos).

1.1.8 Proceso de fabricación. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.8.1 Datos técnicos de partida. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.8.2 Soluciones de índole técnica. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.1.8.3 Determinación de los distintos esfuerzos que actúan sobre el mecanismo. ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.1 Métodos para la aproximación de la carcasa autoportante. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.1.1 Consideraciones sobre el calculo de las carcasas. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.1.1.1 Fotoelasticidad ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.1.1.2 Método de la rejilla ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.1.1.3 Métodos extensiométricos ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.2 Materiales y tratamientos térmicos. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.2.1 Aceros ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.2.1.1 Aceros para construcción árboles. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.2.1.2 Tratamientos térmicos del acero: ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.2.1.2.1 Templado. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.2.1.2.2 Revenido. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.2.1.2.3 Temple superficial de los dientes. ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.2.1.2.4 Revenido de los dentados ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.2.1.3 Aceros para fabricación separadores ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.2.1.4 Tratamientos térmicos. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.2.1.4.1 templado ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.2.1.4.2 Revenido. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.2.2 Fundiciones ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3 Cálculo de los engranajes ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.1 Cálculo del número de dientes de ruedas y piñones. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.2 Análisis de fuerzas en los engranajes cónicos y helicoidales. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.2.1 Análisis de fuerzas para engranajes cónicos. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.2.1.1 Fuerzas de interactuación entre rueda-piñón. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.2.1.2 Fuerzas ejercidas por la rueda sobre el piñón. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.2.1.3 Fuerzas ejercidas por el piñón sobre la rueda. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.2.2 Cálculo de fuerzas en los engranajes cónicos. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.2.2.1 Piñón cónico. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.2.2.2 Rueda cónica. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3 Analisis de fuerzas para engranajes. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.1 Análisis de fuerzas para engranajes helicoidales. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.2 Cálculo de fuerzas en engranajes helicoidales ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.2.1 Primera pareja de engranajes helicoidales (Z_3,Z_4) ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.2.2 Segunda pareja de engranajes helicoidales (Z_5,Z_6) ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.3 Cálculo de la resistencia de los dientes. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.3.1 Resistencia a flexión del diente. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.3.2 Resistencia a contacto de la superficie del dentado. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.4 Tensiones a las que van a estar sometidas los dientes. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.4.1 Tensiones producidas por la flexión del diente. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.4.2 Tensiones producidas por el contacto entre los dientes. . ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.5 Coeficiente de seguridad. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.6 Cálculo numérico de los engranajes. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.6.1 Cálculo del par cónico ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.6.1.1 Resistencia a flexión. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.6.1.2 Tensiones producidas por la flexión del diente ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.6.1.3 Resistencia a contacto. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.6.1.4 Tensiones por el contacto entre los dientes. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.7 Cálculo de los engranajes helicoidales ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.7.1 Calculo de la primera pareja de engranajes helicoidales: ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.7.1.1 Resistencia a flexión. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.7.1.2 Tensiones producidas por la flexión del diente ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.7.1.3 Resistencia a contacto. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.7.1.4 Tensiones por el contacto entre los dientes. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.7.2 Cálculo de la segunda pareja de engranajes helicoidales ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.7.2.1 Resistencia a flexión. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.7.2.1.2 Tensiones producidas por la flexión del diente ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.7.2.1.3 Resistencia a contacto. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.3.7.2.1.4 Tensiones por el contacto entre los dientes. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4 Cálculo cinemático de los engranajes. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.1 Coeficiente de recubrimiento. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.2 Interferencia. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.2.1 Holgura de cabeza. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3 Comprobación numérica de los engranajes. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.1 Comprobación del par cónico. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.1.1 Coeficiente de recubrimiento ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.1.2 Interferencias ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.1.3 Holgura de cabeza ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.2 Comprobación de los engranajes helicoidales ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.2.1 Primera pareja de engranajes helicoidales (Z_3,Z_4) .. ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.2.1.1 Coeficiente de recubrimiento ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.2.1.2 Interferencias ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.2.1.3 Holgura de cabeza ..... ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.2.2 Segunda pareja de engranajes helicoidales (Z_5,Z_6) ¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.2.2.1 Coeficiente de recubrimiento ..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.3.4.3.2.2.2 Interferencias ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.3.4.3.2.2.3 Holgura de cabeza....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4 Reacciones en los apoyos de los ejes ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.1 Cálculo de las reacciones en el árbol de entrada ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.1.1 Plano vertical ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.1.1.1 Diagramas de momentos flectores....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.1.1.2 Ecuación de momentos flectores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.1.2 Plano horizontal ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.1.2.1 Diagramas de momentos flectores....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.1.2.2 Ecuación de momentos flectores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.1.2.3 Diagrama de momentos torsores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.1.3 Reacciones en los apoyos....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.2 Calculo de las reacciones en el eje primario....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.2.1 Plano Vertical....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.2.1.1 Diagrama de momentos flectores....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.2.1.2 Ecuación de momentos flectores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.2.2 Plano horizontal ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.2.2.1 Diagrama de momentos flectores....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.2.2.2 Ecuación de momentos flectores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.2.2.3 Diagrama de momentos torsores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.2.3 Reacciones en los apoyos....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.2 Cálculo de las reacciones en el árbol secundario....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.3.1 Plano Vertical....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.3.1.1 Diagrama de momentos flectores....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.3.1.2 Ecuación de momentos flectores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.3.2 Plano horizontal ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.3.2.1 Diagrama de momentos flectores....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.3.2.2 Ecuación de momentos flectores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.3.2.3 Diagrama de momentos torsores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.3.3 Reacciones en los apoyos....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.4 Cálculo de la reacciones en el árbol de salida....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.4.1 Plano vertical ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.4.1.1 Diagrama de momentos flectores....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.4.1.2 Ecuación de momentos flectores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.4.2 Plano horizontal ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.4.2.1 Diagrama de momentos flectores....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.4.2.2 Ecuación de momentos flectores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.4.2.3 Diagrama de momentos torsores ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.4.4.3 Reacciones en los apoyos....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.5 Cálculo de los rodamientos....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.5.1 Rodamientos rígidos de bolas. Carga dinámica equivalente....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.5.2 Rodamientos de rodillos cónicos. Carga dinámica equivalente....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.5.3 Calculo de los rodamientos del árbol de entrada....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.5.3.1 Comprobación del rodamiento del apoyo B....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.5.3.2 Comprobación del rodamiento del apoyo A....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.5.4 Calculo de los rodamientos del árbol primario....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.5.5 Calculo de los rodamientos del árbol secundario. ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.5.6 Calculo de los rodamientos del árbol de salida....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.5.7 Resumen gráfico de los rodamientos elegidos. ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.5 Cálculo de los árboles....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.6.1 Cálculo del árbol de entrada ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.6.2 Cálculo del árbol primario ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.6.3 Cálculo del árbol secundario....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.6.4 Cálculo del árbol de salida....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.7 Cálculo del chavetero del árbol de entrada....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.8 Cálculo de la chaveta....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.9 Cálculo de las estrías del árbol de salida....¡Error! Marcador no definido.
1.2.1.9.1 Cálculo de las estrías....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0 Cálculo de la tornillería....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.1 Tornillos para el montaje de la corona cónica....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.1.1 Cálculo del par de apriete....¡Error! Marcador no definido.

1.2.2.0.1.2 Cálculo de los tornillos. ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.1.3 Cálculo del par de apriete ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.2 Tornillos para la sujeción de la carcasa exterior del árbol de entrada.¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.2.1 Cálculo del par de apriete ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.3 Tornillos para el cierre de la carcasa ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.3.1 Cálculo del par de apriete ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.4 Tornillos para la sujeción de la tapa de axialidad. ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.4.1 Cálculo del par de apriete ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.5 Tornillos para la sujeción del motor a la carcasa intermedia. ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.5.1 Cálculo del par de apriete ....¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.6 Tornillos para la sujeción de la carcasa intermedia a exterior del árbol de entrada.¡Error! Marcador no definido.
1.2.2.0.6.1 Cálculo del par de apriete ....¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO III: Bibliografia.

1.1.9 Bibliografia y consultas realizadas. ....¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO IV: Anexos y tablas.

1.1.10 Anexos y tablas. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 1. ACEROS ALEADOS DE GRAN RESISTENCIA. APLICACIONES (UNE 36012)¡Error! Marcador no definido.
TABLA 2. ACEROS ALEADOS DE GRAN RESISTENCIA. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 3. ACEROS ALEADOS DE GRAN RESISTENCIA. CARACT. MECÁNICAS. (UNE 36012)¡Error! Marcador no definido.
TABLA 4. ALEACIONES AL-MG. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 5. VALORES COMPARATIVOS DE DUREZAS. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 6. APLICACIONES DE LUBRICANTES. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 7. CARACTERÍSTICAS DE ACEITE LUBRICANTE. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 8. MÓDULOS NORMALIZADOS PARA ENGRANAJES. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 9. DIMENSIONES ENGRANAJES CÓNICOS CON ESPIRAL A 35º. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 10. JUEGO ENTRE DIENTES PARA ENGRANAJES. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 11. DIMENSIONES GENERALES ENGRANAJES CÓNICOS. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 11. DIMENSIONES GENERALES ENGRANAJES CÓNICOS (CONTINUACIÓN)¡Error! Marcador no definido.
TABLA 12. Denominaciones y relaciones en el dentado. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 13. FACTOR DE ADDENDUM. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 14: VALORES DE LA EVOLVENTE. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 15. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN AGMA S_t .ENGRANAJES RECTOS Y HELICOIDALES..¡Error! Marcador no definido.
TABLA 16. Resistencia a la fatiga en la superficie AGMA S_c Engranajes rectos y helicoidales.¡Error! Marcador no definido.
TABLA 17. Resistencia a la flexión AGMA S_t y a la fatiga S_c para engranajes cónicos.¡Error! Marcador no definido.
TABLA 18. FACTORES DE CONFIABILIDAD AGMA C_R y K_R ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 19. FACTORES APROXIMADOS DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA K_M Y C_M PARA ENGRANAJES RECTOS Y HELICOIDALES. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 20. FACTORES APROXIMADOS DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA K_m y C_m PARA ENGRANAJES CÓNICOS. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 21. COEFICIENTE ELÁSTICO Cp ENGRANAJES RECTOS Y HELICOIDALES.¡Error! Marcador no definido.
TABLA 22.Valores del coeficiente elástico C_P para engranajes cónicos. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 23. FACTORES X e Y PARA CALCULO DE RODAMIENTOS. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 24. CARACTERÍSTICAS DEL RODAMIENTO SKF 30206 J2/Q... ¡Error! Marcador no definido.
TABLA 25. CARACTERÍSTICAS DEL RODAMIENTO SKF 33205/Q ..... ¡Error! Marcador no definido.
TABLA 27. CARACTERÍSTICAS DEL RODAMIENTO SKF 6206. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 28. CARACTERÍSTICAS DEL RODAMIENTO SKF 6207. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 29. SELECCION DEL AJUSTE (SKF) ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 30. FACTOR DE ACABADO DE SUPERFICIE. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 31. CHAVETAS PARALELAS DE LA SERIE NORMAL. UNE 17012....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 32. EJES NERVADOS. UNE 26015. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 33. Factores K para el cálculo del momento de apriete. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 34. Características de roscas métricas de paso fino y basto ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 35. Especificaciones mecánicas para pernos y tomillos comunes de acero.¡Error! Marcador no definido.
TABLA 36. TOLERANCIAS PARA EJES (SKF). ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 37. DIMENSIONES DE ARANDELAS GROWER. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 38. AJUSTES RECOMENDADOS ISO PARA RODAMIENTOS. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 39. EXTRACTO ISO 2768. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 40. ESPECIFICACIÓN DE ASIENTOS. ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 41. Anillos de retención de aceite. Retenes UNE 26077 ....¡Error! Marcador no definido.
TABLA 42. Tornillos de cabeza cilíndrica, con hexágono interior. Medidas en milímetros (UNE 17056)¡Error! Marcador no definid

GRÁFICA 1. Factores geométricos J para engranajes cónicos espirales con ángulo de presión de 20º y ángulo de espiral de 35º.....¡Error! Marcador no definido.
GRÁFICA 2. Factor de duración de resistencia a la flexión KL para engranajes de acero.¡Error! Marcador no definido.
GRÁFICA 3. Factores geométricos I para engranajes cónicos espirales con ángulo de presión de 20º y ángulo de espiral de 35º.....¡Error! Marcador no definido.
GRÁFICA 4. Factor de duración de resistencia a la picadura CL para engranajes de acero.¡Error! Marcador no definido.
GRÁFICA 5. Factores geométricos J para engranajes helicoidales. .....¡Error! Marcador no definido.
(Fuente AGMA 218-01).....¡Error! Marcador no definido.
GRÁFICA 6. Multiplicadores de factores J para engranajes helicoidales. .....¡Error! Marcador no definido.
GRÁFICA 7. Diagrama de concentración de esfuerzo teórico Kt para barra circular con entalle circunferencial sometida a flexión. .....¡Error! Marcador no definido.
GRÁFICA 8. Diagrama de concentración de esfuerzo teórico Kts para barra circular con agujero transversal sometida a tensión.....¡Error! Marcador no definido.
GRÁFICA 9. Diagrama de sensibilidad a la muesca q para aceros y aleaciones de aluminio forjado sometidas a cargas de flexión y cargas radiales.....¡Error! Marcador no definido.
GRÁFICA 10. Factores dinámicos Cv y Kv . Según AGMA 218.01.....¡Error! Marcador no definido.

DOCUMENTO II: PLANOS.

DOCUMENTO 2.PLANOS. ..... ¡Error! Marcador no definido.
1/28---------- 0.0 Conjunto.....¡Error! Marcador no definido.
2/28 ----------0.1 Carcasa superior.....¡Error! Marcador no definido.
3/28---------- 0.2 Carcasa inferior.....¡Error! Marcador no definido.
4/28 ----------0.4 Carcasa eje entrada.....¡Error! Marcador no definido.
5/28----------0.5 Tapa carcasa porta piñon .....¡Error! Marcador no definido.
6/28----------0.6 Piñon cónico. .....¡Error! Marcador no definido.
8/28----------0.7 Corona cónica.....¡Error! Marcador no definido.
9/28----------0.8 Eje montaje corona conica.....¡Error! Marcador no definido.
10/28----------0.9 Eje secundario. .....¡Error! Marcador no definido.
11/28----------10 Eje de salida .....¡Error! Marcador no definido.
12/28----------11 Tapa de axialidad 1.....¡Error! Marcador no definido.
13/28----------12 Tapa de axialidad 2.....¡Error! Marcador no definido.
14/28----------13 Tapa de axialidad 3.....¡Error! Marcador no definido.
15/28----------14 Tapón de aceite. .....¡Error! Marcador no definido.
16/28----------15 Tapón de desvaporización. .....¡Error! Marcador no definido.
17/28----------17 Separador 1 .....¡Error! Marcador no definido.
18/28----------18 separador 2. .....¡Error! Marcador no definido.
19/28----------19 Separador 3. .....¡Error! Marcador no definido.
20/28----------20 Rodamiento SKF 30206.....¡Error! Marcador no definido.
21/28----------21 Rodamiento SKF 33205.....¡Error! Marcador no definido.
22/28----------22 Rodamiento SKF 32004.....¡Error! Marcador no definido.
2328----------23 Rodamiento SKF 6206.....¡Error! Marcador no definido.
24/28----------24 Rodamiento SKF 6207.....¡Error! Marcador no definido.
25/28----------25Acoplamiento cuerpo motor-reductora.....¡Error! Marcador no definido.
26/28----------26 Acoplamiento eje motor-reductora.....¡Error! Marcador no definido.
27/28----------27 Plato asiento motor .....¡Error! Marcador no definido.
28/28 ----------28 Motor eléctrico.....¡Error! Marcador no definido.

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES.

CAPITULO I: Pliego de condiciones generales.

DOCUMENTO 3.PLIEGO DE CONDICIONES. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....¡Error! Marcador no definido.
3.1.1 Objeto del proyecto .....¡Error! Marcador no definido.
3.1.2 Obras comprendidas en este pliego.....¡Error! Marcador no definido.
3.1.3 Condiciones de construcción .....¡Error! Marcador no definido.
3.1.4 Compatibilidad y prestaciones entre los documentos que definen la realización de la máquina.¡Error! Marcador no definido.
3.1.5 Obras accesorias. .....¡Error! Marcador no definido.
3.1.6 Facilidades para la inspección .....¡Error! Marcador no definido.

3.1.7 Pliego de Condiciones Legales ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.1.8 Permisos y licencias ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.1.9 Condiciones de la contrata. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.1.10 Plan de ejecución ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.1.11 Modificaciones ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.1.12 Recepcion ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.1.13 Dirección e inspección ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.1.14 Causas de rescisión de contrato ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.1.15 Condiciones económicas. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.1.16 Mediciones y valoraciones ..... ¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO II: Pliego de condiciones técnicas.
3.2 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.1 Condiciones de los materiales ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.2 Aceros para construcción de maquinaria ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.3 Pequeño material ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.4 Línea eléctrica ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.5 Mecanizado de ruedas dentadas. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.6 Procedimiento de acabado de las ruedas dentadas. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.7 Procedimiento de fabricación de los ejes. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.8 Procedimiento de fabricación de las carcasas. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.10 Lubricación. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.10.1 Viscosidad. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.10.2 Adherencia. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.10.3 Punto de congelación. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.10.4 Punto de inflamación. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.10.5 Grado de acidez. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.11 Comprobaciones en el mecanismo. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.12 Normas de montaje y desmontaje. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.13 Pruebas de funcionamiento. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.14 Control estático. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.2.15 Control dinámico. ..... ¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO III: Pliego de seguridad e higiene.
3.3 PLIEGO DE SEGURIDAD E HIGIENE. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.3.1 Condiciones de higiene. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.3.2 Vestimenta ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.3.3 Seguridad pública. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.3.4Condiciones de seguridad y precauciones a tener en cuenta en el puesto de trabajo. ¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO IV: Pliego de condiciones de funcionamiento y conservación.
3.4 PLIEGO DE CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y CONSERVACIÓN. ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.4.1 Calibración de la reductora-motor ..... ¡Error! Marcador no definido.

DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO.

DOCUMENTO 4. PRESUPUESTO. ..... ¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO I: Mediciones de unidades de obra .
4.1 Mediciones de unidades de obra. ..... ¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO II: Precios unitarios.
4.2 Precios unitarios. ..... ¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO III: Presupuestos parciales.
4.3 Presupuestos parciales. ..... ¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO IV: Presupuestos totales.
4.4 Presupuestos Ttotales. ..... ¡Error! Marcador no definido.

DOCUMENTO 1 MEMORIA.

1.1 Memoria Descriptiva.

1.1.1 Alcances y objeto del proyecto.

El objeto del presente proyecto es cumplimentar la normativa vigente en cuanto a la realización de un “Proyecto fin de carrera”, para cumplimentar los estudios universitarios calculando y diseñando los distintos elementos mecánicos que componen un mecanismo reductor de velocidad, impulsado eléctricamente.

A través del mecanismo reductor se pretende obtener un par elevado a partir de la utilización de motores eléctricos de pequeña y mediana potencia, obteniendo asimismo un número de revoluciones menor. Se concibe para motores que ofrezcan una potencia cercana a los 4 KW girando a un número máximo de 3600 revoluciones por minuto.

1.1.2 Antecedentes.

1.1.3 Emplazamiento y situación

El equipo ira emplazado debajo de un plato-banco rotativo de un prototipo de máquina de soldadura automática para racoreria de aire acondicionado en el sector de la automoción.

Se ponen por lo tanto de manifiesto los distintos conocimientos, en las diferentes asignaturas por este motivo, se decide hacer un proyecto de este tipo con el cual se espera aplicar los métodos estudiados relativos al estudio y cálculo de este tipo de mecanismos entre las cuales citamos los siguientes:

- Representación de elementos normalizados.
- Cálculos de resistencia mecánica de distintos elementos.
- Cálculos de resistencia de los distintos materiales de los elementos.
- Elección de distintos tipos de rodamientos.
- Tratamientos térmicos de los aceros.

Dado que el presente proyecto fin de carrera compete a un prototipo no necesariamente competitivo en el ámbito comercial como de un desarrollo de conocimientos, se establece que dicho proyecto compete desde un punto de vista funcional industrialmente, así como su desarrollo por una oficina técnica.

Los datos concernientes al proceso de fabricación, técnicas de tratamientos, utillajes etc. competerían a los distintos departamentos implicados en un supuesto desarrollo competitivo del producto.

1.1.4 Normas y reglamentación aplicable.

El diseño de los elementos que componen el mecanismo están sujetos a una normativa que hay que tener en cuenta para la intercambiabilidad de sus distintos componentes. La normativa ha sido aplicada en los siguientes aspectos, que a continuación se detallan:

MÁQUINAS

DISPOSICION	TITULO	ORGANO EMISOR	PUBLICACION
R.Decreto 1215/1997 de 18 de julio	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO	Ministerio de la Presidencia	BOE núm. 188 de 07-08-1997
R.Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre	DISPOSICIONES DE APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA DEL CONSEJO 89/392/CEE, RELATIVA A LEGISLACIÓN DE LOS ESTADOS MIEMBROS SOBRE MÁQUINAS	Mº. Relaciones con las Cortes y de Secretaría del Gobierno	BOE. núm. 297 de 11-12-1992
Directiva 20-06-1991	Directiva Del Consejo 91/368/CEE, modifica la Directiva del Consejo 89/392/CEE	DCCEE	DOCE núm.L198 de 22-07-91
Directiva 14-06-1993	Directiva Del Consejo 93/44/CEE, modifica la Directiva del Consejo 89/392/CEE	DCCEE	DOCE núm.L175 de 19-07-93
Directiva de 1993	Directiva Del Consejo 93/68/CEE, modifica la Directiva del Consejo 89/392/CEE	DCCEE	
Resolución de 05-03-1996	Cumplimenta R. Decreto 1435/1992	Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial	BOE. núm. 71 de 22-03-1996

R. Decreto 56/1995 de 20 de enero	Modifica el R.D. 1435/1992, de 27-11-1992	Mº. Presidencia	BOE. núm. 33 de 08-02-1995
Directiva de 1998	Directiva Del Consejo 98/37/CEE, aglutina en un solo texto las modificaciones sufridas por la directiva original (89/392/CEE) (No se ha incorporado hasta el momento a la legislación nacional).	DCCEE	
Directiva de 1998	Directiva Del Consejo 98/79/CEE, modifica la Directiva del Consejo 98/37/CEE (No se ha incorporado hasta el momento a la legislación nacional).	DCCEE	

1.1.4.1 Dibujo técnico:

Dentro del apartado de dibujo técnico se han utilizado las siguientes normas concernientes a distintos aspectos del dibujo técnico, estas normas son las siguientes.

- UNE 1-034-75. Normas de rotulación.
- UNE 1-032-75. Normas de cortes y secciones.
- UNE 1-030-75. Normas de acotación.
- UNE 1-037-83. Indicaciones de los estados superficiales.

1.1.4.2 Aplicaciones y tratamientos térmicos de los aceros:

En este apartado ha sido empleada la norma UNE 36012 para aceros de gran resistencia estos aceros son los comprendidos del F-121 al F-133 ambos inclusive.

1.1.4.3 Engranajes:

Para el dimensionado de los distintos engranajes se han tenido en cuenta las siguientes normas.

- Engranajes rectos y helicoidales.---------- UNE 18-066-61
- Engranajes, principios fundamentales.---------- UNE 18-008-591R
- Engranajes tipos de dentado. ----------UNE 18-012-621R
- Modulo de engranajes.-----UNE 18-005-75 que se corresponde con la norma ISO/R 54-1966

1.1.4.4 Chavetas y chaveteros:

Las chavetas utilizadas en el presente proyecto están regidas por la norma UNE 17102 correspondiente a chavetas paralelas del tipo B.

1.1.4.5 Tolerancias:

Para la elección de los acabados en ejes y carcasas se han consultado la tabla de ajustes recomendados ISO reproducida, en la tabla 36 ,38 del anexo.

1.1.4.6 Árboles nervados:

Las estrías del árbol de salida se corresponden con la norma UNE 26015 la cual se refiere a perfiles acanalados para ejes de transmisión de potencia.

1.1.4.7 Lubricantes:

Los lubricantes empleados se han elegido atendiendo a las normas europeas DIN 51512 y normas SAE.

1.1.4.8 Retenes:

Los retenes utilizados en este mecanismo han sido extraídos de la norma UNE 26077 la cual designa anillos de retención de aceite (retenes).

1.1.5 Descripción del problema y sus características.

Se trata de acoplar a una maquina de soldadura semi-automática de sendos puestos un conjunto mecánico capaz de girar su conjunto plato-banco de una forma autómata. Dados los datos necesarios de capacidad de arrastre, el interés es calcular el mecanismo reductor.

El mecanismo reductor de velocidad comienza con un eje de entrada, encargado de transmitir la potencia que proporciona el motor eléctrico a un determinado número de revoluciones.

En estos mecanismos la potencia permanece constante con lo que al variar el número de revoluciones por minuto varia el par.

La obtención del par requerido se logra con la elección de unos engranajes con un número de dientes que nos permitan obtener la reducción de velocidad deseada.

El reductor de velocidad está compuesto de dos carcasas que servirán para alojar a los distintos elementos que lo componen. Ambas carcasas estarán unidas mediante tornillos y se hará estanca su unión mediante el uso de formador de juntas de Loctite® 509 para pequeñas holguras o con Loctite® 5920 para holguras de hasta 6 mm. Ver anexos sobre epoxis.

Este tipo de carcasas suelen ser de aluminio inyectado en molde o de fundición gris perlítica. En el presente proyecto se opta por las carcasas de

aluminio inyectado. En realidad no se trata de aluminio sino de una aleación con base de aluminio.

La razón por la que se elige este tipo de carcasa es debido a su mayor ligereza y fácil mecanizado, todo ello sin un aumento considerable en el coste final del reductor de velocidad. Un aspecto importante es que este tipo de carcasas, debido a los equipos necesarios para su fabricación, son rentables económicamente a partir de un número bastante elevado de unidades fabricadas.

En la memoria de cálculo se dan unas consideraciones sobre el diseño de estas carcasas, puesto que no son calculadas analíticamente, ya que en la práctica su diseño se hace a partir de ensayos y modelos preliminares obtenidos mediante experimentación. Del mismo modo, tampoco se calculan analíticamente las tapas de axialidad.

Por el contrario otros elementos como los distintos árboles, rodamientos, tornillos, etc. son calculados analíticamente.

1.1.6 Justificación solución adoptada.

Se contempla que el eje de entrada y salida guarden entre si una posición de 90º como muchos de los mecanismos reductores de velocidad que se pueden observar en las cadenas de producción y cintas transportadoras de diversas fabricas y factorías.

Se opta por esta solución ya que permite que el motor y reductor de velocidad estén en planos diferentes facilitando así su montaje en aquellos casos en los que sea necesario por razones constructivas, en otros casos habrá que emplear otros equipos en los que el motor estará en línea con el reductor.

En el presente proyecto se necesita una gran reducción de velocidad por lo que el reductor de velocidad constara de tres etapas de reducción consiguiendo así la reducción necesaria de velocidad con el consiguiente aumento de par disponible en el eje de salida.

Se decide que la primera reducción se realice mediante el uso de un par cónico, ya que este tipo de engranajes soportan mejor las grandes reducciones, e igualmente se decide que las reducciones se realicen de mayor a menor reducción, de manera que en la última reducción, donde más par se

desarrolla, se pueda disponer de un par de engranajes con módulos lo suficientemente grandes como para soportar el esfuerzo sin que se aumente en exceso el tamaño del reductor.