

Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.2 Objetivo General	2
1.1.2 Objetivos Específicos	2
1.2 Motivación	3
2. Metodología	4
2.1 Metodología de etapa de diseño conceptual	4
2.2 Metodología de etapa de ingeniería de detalle.....	5
2.3 Metodología de diseño de sistema fotovoltaico.....	6
3. Antecedentes.....	7
3.1 Programa Beauchef Proyecta	7
3.2 Impresora 3D	7
3.3 Impresora de Markus Kayser	8
3.4 Sinterizado	8
3.5 Energía Solar	9
3.5.1 Radiación Solar	10
3.5.2 Angulos solares.....	10
3.6 Lente Fresnel.....	11
3.6.1 Punto focal	12
3.7 CNC Coordenadas Cardinales.....	13
3.8 Sistemas fotovoltaicos Off grid	14
3.8.1 Tipos de celdas fotovoltaicas	14
3.9 Sistema de concentración solar	15
3.10.1 Módulo de pruebas	17
3.10 Identificación de sistemas y subsistemas	18
3.11 Parámetros de diseño.....	18
4. Resultados	20
4.1 Ingeniería conceptual	20
4.1.1 Marco de soporte de sistema de Concentración Solar.....	21
4.1.2 Sistema de movimiento cartesiano	22
4.1.3 Sistema de reposición de material	24
4.2 Ingeniería de Detalle	26
4.2.1 Memoria de Cálculo de Ingeniería de Detalle.....	27
4.2.1.1 Sistema de desplazamiento en los ejes X-Y.....	27
4.2.1.1.1 Justificación motor	27

4.2.1.1.2	Justificación piñón.....	29
4.2.1.1.3	Justificación soportes de ejes	30
4.2.1.1.4	Justificación de correa de transmisión.	31
4.2.1.1.5	Justificación de ruedas	31
4.2.1.1.6	Cálculo de torsión máxima en ejes	32
4.2.1.1.7	Análisis de esfuerzos en ejes.	33
4.2.1.2	Sistema de desplazamiento en el eje z	35
4.2.1.2.1	Justificación del husillo.....	36
4.2.1.2.2	Estudio de cargas axiales admisibles.....	37
4.2.1.2.3	Estudio de cargas en soporte en extremo superior del husillo	38
4.2.1.2.4	Análisis de esfuerzos en sistema de cama de polvo.....	39
4.2.1.2.5	Justificación motor	41
4.2.1.3	Sistema de movimiento reposición de material.....	42
4.2.1.3.1	Justificación motor	43
4.2.1.3.2	Justificación de rieles.....	43
4.2.1.3.2	Capa de material en cama de polvo.	45
4.2.1.4	Marco estático	46
4.2.1.4.1	Estudio de flexión máxima.....	48
4.2.1.4.2	Análisis de esfuerzos en cama de polvo.	48
4.3	Ensamble final.....	51
4.4	Sistema de alimentación fotovoltaico	52
4.4.1	Calculo de requerimiento eléctrico del sistema.....	52
4.4.1.1	Horas de Sol Equivalentes	52
4.4.1.2	Cantidad de módulos fotovoltaicos	53
4.4.1.3	Capacidad de Acumulación en Baterías	55
4.4.1.4	Capacidad de Acumulación real en Baterías	55
4.4.1.5	Calculo Regulador de Carga.....	56
4.4.1.6	Elección de inversor de carga	58
4.4.1.7	Esquema de funcionamiento de sistema de alimentación fotovoltaica	58
4.4.1.8	Modelo CAD de sistema de alimentación fotovoltaica	60
4.4.2	Evaluación de datos para el funcionamiento del sistema fotovoltaico	61
4.4.2.1	Análisis de datos de la II región en sistema de concentración solar	61
4.4.2.1	Simulación de cálculos para las celdas fotovoltaicas.....	62
4.5	Sistema de control y software de modelado e impresión.....	65
5.	Conclusiones y recomendaciones	66
6.	Bibliografía.....	69

6. Anexos	70
Anexo A	71
Anexo B	73
Anexo C	85

Índice de Tablas

Tabla 1 : Tipos de celdas fotovoltaicas de silicio. Elaboración propia	15
Tabla 2: Características del lente Fresnel. Elaboración propia.....	16
Tabla 3: Dimensiones del sistema de soporte de seguimiento solar. Elaboración propia.....	21
Tabla 4: Parámetros del sistema de desplazamiento en X-Y. Elaboración propia.....	27
Tabla 5: Dimensiones de ruedas de nylon seleccionadas. Elaboración propia.	31
Tabla 6: Propiedades mecánicas del acero ASTM 4340.....	32
Tabla 7: Características físicas del eje analizado.	33
Tabla 8: Propiedades mecánicas del eje analizado.....	33
Tabla 9: Propiedades mecánicas del eje analizado.....	34
Tabla 10.: Parámetros del sistema de desplazamiento en Z. Elaboración propia.	35
Tabla 11: Propiedades de la mesa de polvo.	40
Tabla 12: Resumen de esfuerzos aplicados en mesa de polvo.....	41
Tabla 13: Parámetros de motor para el desplazamiento del sistema de reposición. Elaboración propia.	43
Tabla 14: Propiedades mecánicas del marco estático. Elaboración propia.	49
Tabla 15: Propiedades físicas del marco estático. Elaboración propia.	49
Tabla 16: Propiedades físicas del marco estático. Elaboración propia.	49
Tabla 17: Demandas eléctricas de elementos electromecánicos. Elaboración propia.....	54
Tabla 18: Estudio de modelos de celdas solares. Elaboración propia.	54
Tabla 19: Número de celdas solares calculadas. Elaboración propia.	54
Tabla 20: Datos de radiación medidos por el otro estudiante memorista. [3].	61
Tabla 21: Datos ingresados en plataforma del explorador solar. Elaboración propia.....	63

Índice de ilustraciones

Figura 1: Metodología de etapa del diseño conceptual. Elaboración propia.....	4
Figura 2: Metodología de etapa de Ingeniería de detalle. Elaboración propia.	5
Figura 3: Metodología de diseño de sistema fotovoltaico. Elaboración propia.	6
Figura 4: Izquierda: Sinterizador solar de Markus Kayser; Derecha: Objeto sinterizado por Markus Kayser [5]	8
Figura 5: Izquierda: izquierda: Mediciones de radiación realizadas en 1974; Derecha: Mediciones realizadas en 2013 por CERES.....	9
Figura 6: Ángulos solares relevantes ajustados al Hemisferio Sur.	11
Figura 7: Funcionamiento de un lente de Fresnel	12
Figura 8: Sistema de posicionamiento cartesiano en lenguaje G.....	14
Figura 9: Gráfico de evolución de eficiencia de distintos tipos de celdas fotovoltaicas.[8].....	15
Figura 10: Sistema de concentración solar desarrollado por el otro alumno memorista. [3]	16
Figura 11: Resultados obtenidos con el módulo de pruebas. [3]	17

Figura 12: Modelo conjunto del sistema propuesto.....	21
Figura 13: Sistema de soporte para sistema de concentración solar. Elaboración propia.	22
Figura 14: Sistema de desplazamiento en Z de la cama de polvo. Elaboración propia.	23
Figura 15: Sistema de movimiento en los ejes X-Y. Elaboración propia.	24
Figura 16: Sistema de reposición de material. Elaboración propia	25
Figura 17: Sistema de movimiento cartesiano de impresora solar 3D. Elaboración propia.	26
Figura 18: Especificaciones técnicas del motor NEMA 34.....	28
Figura 19: Curva de torque de motor NEMA 34.	29
Figura 20: Especificaciones técnicas del soporte de eje.	31
Figura 21: Especificaciones técnicas de correa de transmisión.....	31
Figura 22: Tensión en XX y esfuerzos de Von Mises en el eje.	34
Figura 23: Esquema del sistema de movimiento en Z. Elaboración propia.	35
Figura 24: Especificaciones técnicas del soporte de husillo.....	39
Figura 25: Malla del análisis de esfuerzos de la cama de polvo. Elaboración propia.	40
Figura 26: Motor paso a paso 8700 Series 34.	41
Figura 27: Curvas de torque del motor 8700 Serie 34.	42
Figura 28: Esquema de sistema de reposición de material. Elaboración propia.....	42
Figura 29: Motor Nema 17	43
Figura 30: Malla de los rieles de movimiento con las fuerzas aplicadas en su soporte.....	44
Figura 31: Especificaciones técnicas del modelo de riel seleccionado.	44
Figura 32: Gráfico de velocidad crítica del eje lineal.	45
Figura 33: Esquema de reposición de material. Elaboración propia.	46
Figura 34: Esquema del marco estático. Elaboración propia.	47
Figura 35: Esquema del marco estático. Elaboración propia.	47
Figura 36: Malla del análisis de esfuerzos del marco estático. Elaboración propia.	50
Figura 37: Esfuerzos de Von Mises en marco estático. Elaboración propia.....	50
Figura 38: Ensamble final de la impresora solar 3D. Elaboración propia. [3]	51
Figura 39: Irradiación solar diaria promedio por región. Elaboración propia.	52
Figura 40: Horas de sol equivalente. Elaboración propia.....	53
Figura 41: Motor Monoblock C100 70A/h	55
Figura 42: Superior: Gráfico de tiempo de descarga del motor seleccionado. Inferior: Gráfico de descarga de motor seleccionado.	56
Figura 43: Esquema de conexión en serie de celdas solares. Elaboración propia.....	57
Figura 44: Inversor de carga seleccionado.	58
Figura 45: Inversor de carga seleccionado.	58
Figura 46: Esquema de instalación completa del sistema de alimentación fotovoltaico. Elaboración propia.....	59
Figura 47: Modelo 3D en CAD del sistema de alimentación fotovoltaica. Elaboración propia...60	60
Figura 48: Potencia del lente Fresnel en el mes de Enero según ángulos de inclinación y azimut. Elaboración propia.....	61
Figura 49: Potencia del lente Fresnel en el mes de Junio según ángulos de inclinación y azimut. Elaboración propia.....	62
Figura 50: Interfaz de explorador solar.[6].....	63
Figura 51: Resultados obtenidos de simulación con datos del sistema fotovoltaico calculado.[6]	64
Figura 52: Interfaz del usuario del software Fusion 360.	65