

Tabla de Contenido

Introducción	1
1. Objetivos y alcances	3
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo general	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
1.2. Alcances	4
1.3. Metodología	4
1.4. Procedimiento	5
2. Antecedentes específicos	6
2.1. Energía solar	6
2.2. Radiación solar	6
2.3. Celdas fotovoltaicas	9
2.4. Elementos que conforman un módulo fotovoltaico	9
2.5. Parámetros característicos de celdas fotovoltaicas	10
2.5.1. Corriente de corto circuito	10
2.5.2. Voltaje de circuito abierto	11
2.5.3. Factor de llenado	11
2.5.4. Eficiencia de una celda	12
2.6. Pérdidas en celdas fotovoltaicas	12
2.7. Números adimensionales importantes	14
2.7.1. Número de Reynolds	14
2.7.2. Número de Prandtl	14
2.7.3. Número de Nusselt	15
2.8. Transferencia de calor	15
2.8.1. Conducción	15
2.8.2. Convección	16
2.8.3. Radiación	18
2.9. Fenómenos de sustentación y arrastre	18
2.10. Efecto sombra sobre un módulo fotovoltaico	19
2.11. Predicción de la temperatura en módulos fotovoltaicos	20
2.12. Efectos de la temperatura sobre la eficiencia del panel fotovoltaico	21
2.13. Dinámica de fluidos computacional	23
2.13.1. Método de volúmenes de control finitos	23
2.13.2. Etapas de un modelo CFD	23

2.13.3. Modelos de turbulencia	24
3. Planteamiento del modelo	25
3.1. Enfoque del modelo computacional	25
3.1.1. Modelo en estado estacionario	25
3.1.2. Selección del modelo de turbulencia	25
3.1.3. Dimensiones del arreglo fotovoltaico y efecto sombra	26
3.1.4. Dominio de estudio	27
3.2. Condiciones de borde	28
3.2.1. Selección de la zona de estudio	28
3.2.2. Perfil de velocidad del viento	29
3.2.3. Flujo de calor en el arreglo de paneles fotovoltaicos	32
4. Modelo en 2 dimensiones	35
4.1. Dominio computacional	35
4.2. Análisis de independencia de la malla	36
4.3. Condiciones de borde	38
4.4. Validación del modelo en 2 dimensiones	39
4.5. Resultados de la simulación en 2 dimensiones	40
5. Modelo en 3 dimensiones	41
5.1. Dominio computacional	41
5.2. Análisis de independencia de la malla	43
5.3. Condiciones de borde	46
5.4. Validación del modelo en 3 dimensiones	47
5.5. Resultados de la simulación en 3 dimensiones	50
6. Influencia térmica en los paneles colindantes a un arreglo con condición de flujo de calor	55
6.1. Planteamiento de la simulación realizada	55
6.2. Resultados de la influencia térmica en los paneles colindantes a un arreglo con condición de flujo de calor	56
7. Modelo matemático	58
7.1. Planteamiento de ajuste matemático	58
7.2. Resultados ajuste matemático	61
8. Análisis de resultados	65
8.1. Discusión de modelo en 2 dimensiones	65
8.2. Discusión de modelo en 3 dimensiones	66
8.3. Discusión de modelo matemático	68
8.4. Discusión de la influencia de los paneles colindantes en la temperatura del sistema	69
9. Conclusión	70
Bibliografía	72