INDICE

I.- RADIACIÓN SOLAR EN LA SUPERFICIE TERRESTRE

La constante solar	*1*
Distribución espectral de la radiación solar extraterrestre	*2*
Instrumentación para la observación del flujo solar	*5*
Heliógrafos	*5*
Pirheliómetros	*6*
Piranómetros	*7*
Albedómetros	*8*
Pirradiómetro diferencial o bilanmetro	*8*
Concepto de masa atmosférica	*9*
Atenuación de la radiación solar directa	*10*
Difusión	*11*
Absorción	*12*
Características de la radiación solar directa	*13*
Movimiento de la Tierra	*13*
Definición de parámetros	*13*
Relaciones trigonométricas	*14*
Flujo energético solar sobre la superficie terrestre	*15*
Cálculo de valores medios de la radiación solar	*16*
Clasificación climática basada en el mapa de clima de Trewartha	*18*
Clasificación de la vegetación basada en el mapa de Küchler	*18*
Radiación solar sobre superficies inclinadas	*19*
Componente directa	*20*
Componente difusa	*21*
Albedo	*23*
Radiación total	*24*
Radiación total sobre una superficie horizontal	*24*
Energía total recibida durante un día de cielo claro	*25*
Efecto de la orientación y movimiento de la superficie receptora	*26*
Tablas de radiación e insolación	*27*
Aplicaciones numéricas	*31*

II.- PROPIEDADES ÓPTICAS DE MATERIALES UTILIZADOS EN PROCESOS TÉRMICOS DE ENERGÍA SOLAR

Absortancia y emitancia	*37*
Características de la radiación de materiales opacos	*38*
Reflexión en superficies	*38*
Reflectancia angular hemisférica	*39*
Relaciones entre absortancia, emitancia y reflectancia	*40*
Superficies selectivas en colectores solares	*41*
Absortancia y emitancia	*41*
Absorbentes	*43*

Transmisión a través de medios transparentes	*44*
Reflexión interfacial	*45*
Transmitancia de la cubierta para la reflexión	*46*
Absorción de la radiación solar en medios parcialmente transparentes	*46*
Transmitancia de la cubierta para la absorción	*46*
Producto transmitancia-absortancia	*48*
Dependencia espectral de la radiación	*50*
Efecto del recubrimiento de superficies respecto a la transmitancia	*52*
Superficies de reflexión especular	*52*
Materiales reflectores	*53*
Modelo de espejo reflectante	*54*

III.- COLECTORES DE PLACA PLANA

Introducción	*59*
Ecuación básica del balance energético en colectores de placa plana	*59*
Pérdidas de calor del colector	*61*
Análisis del circuito térmico de un colector con dos cubiertas	*61*
Coeficientes de transferencia de calor por convección utilizados en colectores solares planos	*64*
Correlaciones del coeficiente global de pérdidas Uc	*65*
Distribución de temperaturas en los tubos y factor de eficiencia del colector; aletas	*68*
Tipos de captadores y aplicaciones	*72*
Temperatura media de la placa en régimen estacionario	*73*
Temperatura media de la placa en régimen transitorio	*74*
Factor de eficiencia y rendimiento de colectores de tubo y placa absorbente	*75*
Factor de eficiencia de colectores para aire acondicionado	*75*

IV.- COLECTORES DE CONCENTRACIÓN DE MEDIA TEMPERATURA

Introducción	*77*
Tipos de concentradores	*78*
Ángulo de incidencia formado por los vectores n y s	*80*
Estigmatismo	*82*
Consideraciones geométricas sobre el colector de superficie reflectante esférica	*83*
Nefroide	*85*
Fenómeno de coma	*87*
Sistema S.R.T.A.	*87*
Consideraciones geométricas sobre el colector parabólico de revolución	*89*
Cálculo de la concentración	*90*
Pérdidas energéticas debidas a la geometría de la parábola	*92*
Concentración efectiva	*92*
Temperaturas obtenidas en un horno solar	*93*
Consideraciones geométricas sobre los colectores cilíndrico-parabólicos	*94*
Energía útil sobre el receptor; pérdidas térmicas	*96*
Pérdidas ópticas	*98*
Distribución del flujo normal sobre el receptor cilíndrico parabólico	*99*
Distribución del flujo normal sobre el receptor en concentradores parabólico de revolución	*100*

Otros tipos de concentradores	*101*
Evolvente de círculo	*101*
Concentrador parabólico compuesto	*101*
Concentradores troncocónicos	*104*
Rendimiento térmico de un colector cilíndrico parabólico	*105*
Efectos de la capacidad térmica	*106*
Rendimiento experimental de los colectores de concentración (CP)	*107*
Optimización del colector para la obtención de máxima energía	*108*
Materiales y construcción de los reflectores	*110*

V.- ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR, A.C.S., CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Cargas del proceso y aportaciones del colector solar	*111*
Almacenamiento de energía en los sistemas de procesos solares	*112*
Almacenamiento por calor sensible para el agua	*114*
Balance energético	*115*
Depósito estratificado	*116*
Almacenamiento de N secciones	*117*
Almacenamiento en lecho de rocas	*117*
Almacenamiento de energía con cambio de fase	*121*
Capacidad de los medios de almacenamiento	*123*
Métodos alternativos de almacenamiento	*125*
Sistemas de calefacción solar	*125*
Colectores y depósitos de almacenamiento	*128*
Cargas y dimensionado de sistemas	*129*
Energía auxiliar	*130*
Distribución del flujo en los colectores	*131*
Temperaturas ambientales bajo cero	*132*
Calefacción solar de edificios	*133*
Sistemas de calefacción solar	*133*
Sistemas de calefacción de aire	*134*
Sistemas de calentamiento de agua sanitaria	*137*
Refrigeración solar por absorción	*138*
Sistemas de captación y almacenamiento de calor en muros	*140*
Sistemas de colector radiador y almacenamiento	*141*
Sistemas con bomba de calor y radiador colector	*141*

VI.- CENTRALES TERMOSOLARES. ORIENTACIÓN DE HELIOSTATOS

Introducción	*145*
Receptores	*145*
El campo concentrador	*147*
Consideraciones geométricas	*148*
Realidades y proyectos	*150*
Orientación de heliostatos	*151*
Movimiento aparente del sol	*153*
Localización de los heliostatos en el concentrador	*155*

Orientación de los espejos	*156*
Orientación espacial de los espejos	*157*
Orientación temporal de los espejos	*159*

VII.- SOMBRAS Y APANTALLAMIENTOS

Sombras proyectadas sobre el plano del terreno	*163*
Sombras proyectadas sobre la superficie de un espejo vecino paralelo	*168*
Efecto coseno	*171*
Sombras sobre anillos de espejos de anchura l	*174*
Sombras sobre heliostatos individuales	*176*

VIII.- CONCENTRADORES CIRCULARES CON RECEPTOS CENTRAL

Características generales de los concentradores de heliostatos	*177*
Receptor puntual	*179*
Superficie especular efectiva	*179*
Rendimiento del concentrador con receptor puntual	*181*
Características ideales de los concentradores circulares y continuos, con receptor puntual	*181*
Curvas de igual rendimiento especular	*182*
Curvas de igual superficie efectiva normalizada	*183*
Curvas de igual superficie efectiva en función del tiempo	*185*
Consideraciones sobre receptores puntuales	*186*
Receptores no puntuales	*189*
Disco plano horizontal	*189*
Semiesfera	*190*
Tronco de cono invertido	*191*
Cilindro vertical	*192*

IX.- CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DE RECEPTORES PARA CENTRALES TERMOSOLARES

Factor de dispersión angular del cono solar reflejado por un heliostato	*195*
Imagen solar sobre un plano tangente al receptor reflejada por un espejo cualquiera	*197*
Receptor disco plano horizontal	*201*
Receptor cilíndrico vertical	*203*
Densidad de flujo energético en el receptor	*206*
Receptor disco plano horizontal	*207*
Receptor cilíndrico vertical	*209*

X.- RECEPTOR CILÍNDRICO VERTICAL. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

Dimensiones del receptor cilíndrico vertical	*213*
Distribución del flujo solar sobre un receptor cilíndrico vertical	*218*
Distribución del flujo solar reflejado sobre el receptor para diversos valores de β_{tp}	*226*
Distribución del flujo solar sobre el receptor, cuando se modifica el punto de enfoque para diversos grupos de anillos	*231*

XI.- DISEÑO DE UN RECEPTOR DE ENERGÍA SOLAR DE 200 MW

Pérdidas de energía en el concentrador	*235*
Componentes del receptor de energía	*237*
Pérdidas térmicas en el receptor	*239*
Funcionamiento de los tubos vaporizadores y recalentadores	*243*
Energía disponible en los tubos	*243*
Conductividad térmica de los tubos	*245*
Coeficiente de convección	*246*
Velocidad de entrada del agua en los tubos	*247*
Proceso de calentamiento-evaporación	*248*
Proceso de recalentamiento	*252*
Ciclo termodinámico Rankine	*254*
Potencia desarrollada por la turbina de trabajo	*256*
Disipación de energía en los dispositivos auxiliares de bombeo	*257*
Referencias	*259*

Indice	*267*