

Elementos de Transferencia de calor

Fundamentos de Energía Solar Térmica – 2010

Horacio Failache

Instituto de Física

Facultad de Ingeniería
Universidad de la República

9 de octubre de 2012

Outline

- 1 Colectores planos - Producto ($\tau\alpha$)
- 2 Colectores planos - Evaluación absorción de radiación

Producto ($\tau\alpha$)

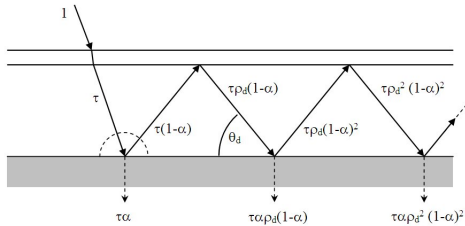
Radiación absorbida: $S = \tau_S \cdot \alpha_S \cdot G_S$

Producto ($\tau\alpha$)

Radiación absorbida: $S = \tau_s \cdot \alpha_s \cdot G_s = \tau_{sr} \cdot \tau_{sa} \cdot \alpha_s \cdot G_s$

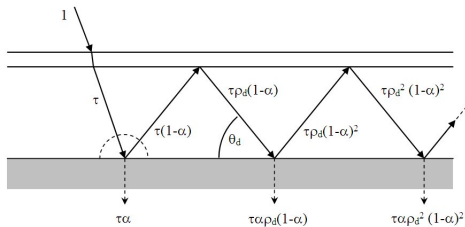
Producto ($\tau\alpha$)

Radiación absorbida: $S = \tau_s \cdot \alpha_s \cdot G_s = \tau_{sr} \cdot \tau_{sa} \cdot \alpha_s \cdot G_s$



Producto ($\tau\alpha$)

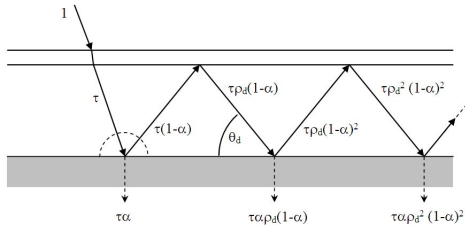
Radiación absorbida: $S = \tau_S \cdot \alpha_S \cdot G_S = \tau_{sr} \cdot \tau_{sa} \cdot \alpha_S \cdot G_S$



Producto $\tau\alpha$ corregido por reflexiones múltiples.

Producto ($\tau\alpha$)

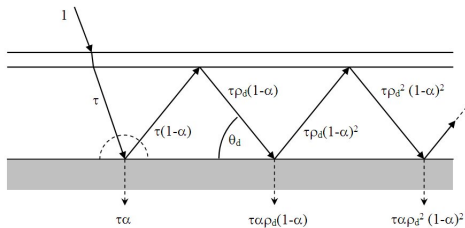
Radiación absorbida: $S = \tau_S \cdot \alpha_S \cdot G_S = \tau_{sr} \cdot \tau_{sa} \cdot \alpha_S \cdot G_S$



Producto $\tau\alpha$ corregido por reflexiones múltiples.

Reflexión difusa: ρ_d

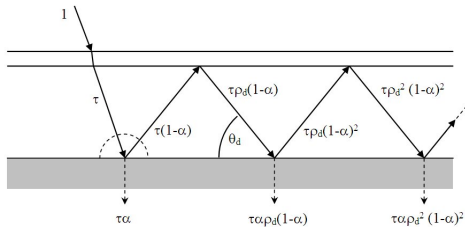
Ángulo efectivo de reflexión difusa: θ_d

Producto ($\tau\alpha$)

Producto $\tau\alpha$ corregido por reflexiones múltiples.

Reflexión difusa: ρ_d

Ángulo efectivo de reflexión difusa: θ_d

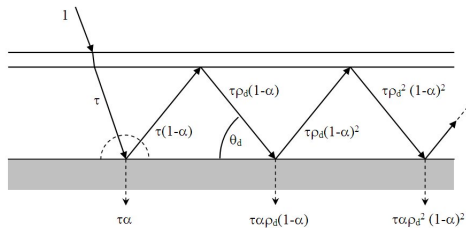
Producto ($\tau\alpha$)

Producto $\tau\alpha$ corregido por reflexiones múltiples.

Reflexión difusa: ρ_d

Ángulo efectivo de reflexión difusa: θ_d

$$(\tau\alpha) = \tau\alpha \sum_n [\rho_d(1-\alpha)]^n =$$

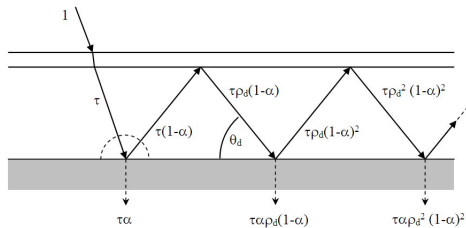
Producto ($\tau\alpha$)

Producto $\tau\alpha$ corregido por reflexiones múltiples.

Reflexión difusa: ρ_d

Ángulo efectivo de reflexión difusa: θ_d

$$(\tau\alpha) = \tau\alpha \sum_n [\rho_d(1-\alpha)]^n = \frac{\tau\alpha}{1-\rho_d(1-\alpha)}$$

Producto ($\tau\alpha$)

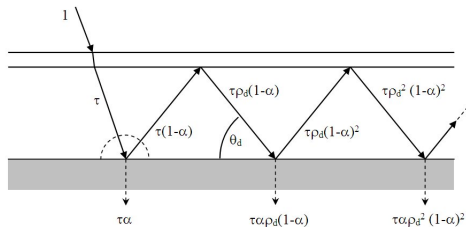
Producto $\tau\alpha$ corregido por reflexiones múltiples.

Reflexión difusa: ρ_d

Ángulo efectivo de reflexión difusa: θ_d

$$(\tau\alpha) = \tau\alpha \sum_n [\rho_d(1-\alpha)]^n = \frac{\tau\alpha}{1-\rho_d(1-\alpha)}$$

En general $\rho_d(1-\alpha) \ll 1$, y $(\tau\alpha) \approx \tau\alpha$.

Producto $(\tau\alpha)$ 

Producto $\tau\alpha$ corregido por reflexiones múltiples.

Reflexión difusa: ρ_d

Ángulo efectivo de reflexión difusa: θ_d

$$(\tau\alpha) = \tau\alpha \sum_n [\rho_d(1-\alpha)]^n = \frac{\tau\alpha}{1-\rho_d(1-\alpha)}$$

En general $\rho_d(1-\alpha) \ll 1$, y $(\tau\alpha) \approx \tau\alpha$.

En general una buena aproximación para $\theta \sim 0$ es $(\tau\alpha) = 1,01\tau\alpha$.

$$(\tau\alpha)(\theta)$$

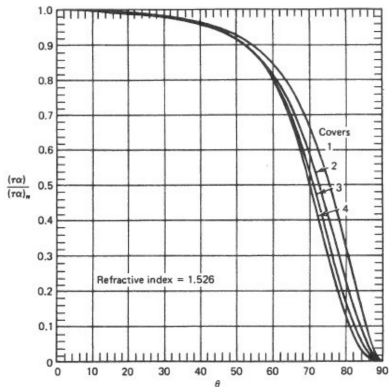
Tanto τ como α presentan una dependencia con el ángulo de incidencia de la radiación

$$(\tau\alpha)(\theta)$$

Tanto τ como α presentan una dependencia con el ángulo de incidencia de la radiación entonces $(\tau\alpha)$ depende de dicho ángulo.

$$(\tau\alpha)(\theta)$$

Tanto τ como α presentan una dependencia con el ángulo de incidencia de la radiación entonces $(\tau\alpha)$ depende de dicho ángulo.



$$(\tau\alpha)(\lambda)$$

Tanto τ como α presentan una dependencia con la longitud de onda de la radiación λ

$$(\tau\alpha)(\lambda)$$

Tanto τ como α presentan una dependencia con la longitud de onda de la radiación λ entonces $(\tau\alpha)$ depende de λ .

$(\tau\alpha)(\lambda)$

Tanto τ como α presentan una dependencia con la longitud de onda de la radiación λ entonces $(\tau\alpha)$ depende de λ .

Para una radiación incidente dada, con una intensidad espectral I_λ , se puede definir $(\tau\alpha)_{ef}$,

$(\tau\alpha)(\lambda)$

Tanto τ como α presentan una dependencia con la longitud de onda de la radiación λ entonces $(\tau\alpha)$ depende de λ .

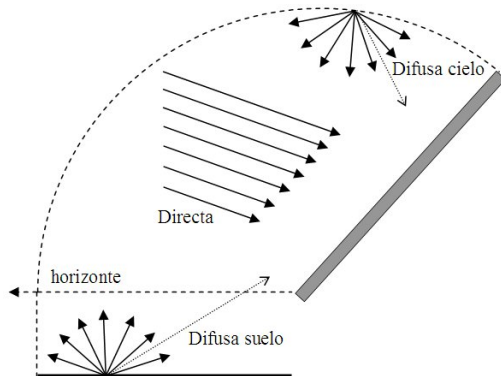
Para una radiación incidente dada, con una intensidad espectral I_λ , se puede definir $(\tau\alpha)_{ef}$,

$$(\tau\alpha)_{ef} = \frac{\int \tau_\lambda \alpha_\lambda I_\lambda(\lambda) d\lambda}{\int I_\lambda(\lambda) d\lambda}$$

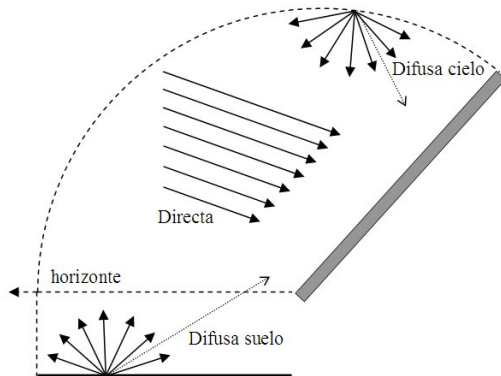
Outline

- 1 Colectores planos - Producto ($\tau\alpha$)
- 2 Colectores planos - Evaluación absorción de radiación

Radiación absorbida por un colector



Radiación absorbida por un colector



Modelo HDKR (Hay-Davies-Klucher-Reindl)

$$S = (I_b + I_d A_i) R (\tau\alpha)_b + I_d (1 - A_i) (\tau\alpha)_d \left(\frac{1 + \cos\beta}{2} \right) [1 + f \operatorname{sen}^3(\beta/2)] + \rho_g I (\tau\alpha)_g \left(\frac{1 - \cos\beta}{2} \right)$$

Radiación absorbida por un colector

Producto $(\tau\alpha)$ medio

$$S = (\tau\alpha)_{av} I_T$$

Radiación absorbida por un colector

Producto $(\tau\alpha)$ medio

$$S = (\tau\alpha)_{av} I_T$$

No es una aproximación muy mala

$$(\tau\alpha)_{av} \approx 0,96 (\tau\alpha)_d$$

Radiación absorbida por un colector

Radiación absorbida media temporal (mensual) : \bar{S}

$$\bar{S} = \overline{(\tau \alpha)} \bar{H}_T$$

Radiación absorbida por un colector

Radiación absorbida media temporal (mensual) : \bar{S}

$$\bar{S} = \overline{(\tau\alpha)} \bar{H}_T$$

$$\bar{S} = \overline{(\tau\alpha)} \bar{H} \bar{R}$$

Radiación absorbida por un colector

Radiación absorbida media temporal (mensual) : \bar{S}

$$\bar{S} = \overline{(\tau \alpha)} \bar{H}_T$$

$$\bar{S} = \overline{(\tau \alpha)} \bar{H} \bar{R}$$

Radiación absorbida por un colector

Radiación absorbida media temporal (mensual) : \bar{S}

$$\bar{S} = \overline{(\tau\alpha)} \bar{H}_T$$

$$\bar{S} = \overline{(\tau\alpha)} \bar{H} \bar{R}$$

Modelo Isotrópico

$$S = \bar{H}_b \bar{R} \overline{(\tau\alpha)}_b + \bar{H}_d (\tau\alpha)_d \left(\frac{1+\cos\beta}{2} \right) + \rho_g \bar{H} (\tau\alpha)_g \left(\frac{1-\cos\beta}{2} \right)$$