

1) FLUJO HACIA O DESDE UNA SUPERFICIE

1

LO QUE EMITE - ABSORBE)
↓
LO QUE SALE - ENTRA)



$$\left. \begin{aligned} \phi &= S(E - \alpha G) \\ \phi &= S(J - G) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} E - \alpha G &= J - G \\ J &= E + (1 - \alpha)G = E + (1 - \epsilon)G \end{aligned}$$

PROP: $\phi = S(J - \frac{J - E}{1 - \epsilon}) = S \left(\frac{(1 - \epsilon)J - J + E}{1 - \epsilon} \right) =$

$$= \frac{S(E - \epsilon J)}{1 - \epsilon} = \frac{S \cdot \epsilon (E_b - J)}{1 - \epsilon} = \frac{E_b - J}{\frac{1 - \epsilon}{S \epsilon}}$$

$R = \frac{1 - \epsilon}{S \epsilon} \equiv$ RESISTENCIA A LA RADIACION

2) FLUJO DE UNA SUPERF. HACIA OTRA

$$d\phi_{i \rightarrow j} = I_i \cos \theta_i dA_i d\omega_{ji} = \overset{J_i / \pi}{(I_i)} \cos \theta_i dA_i \frac{dA_j \cos \theta_j}{r_{ij}^2}$$

$$= \frac{J_i}{\pi} \frac{\cos \theta_i \cos \theta_j}{r_{ij}^2} dA_i dA_j$$

$$\phi_{i \rightarrow j} = J_i \underbrace{\int_{A_i} \int_{A_j} \frac{\cos \theta_i \cos \theta_j}{r_{ij}^2} dA_i dA_j}_{A_i F_{ij}}$$

$$F_{ij} = \frac{1}{A_i} \int_{A_i} \int_{A_j} \frac{\cos \theta_i \cos \theta_j}{r_{ij}^2} dA_i dA_j$$

$\equiv$ FACTOR DE VISION DE LAS SUPERFICIES $i \rightarrow j$

$$\phi_{i \rightarrow j} = J_i A_i F_{ij}$$

ALGEBRA DE LOS FACTORES DE FORMA

- 1) F_{ij} es la fracción de la energía que llega a A_j procedente de A_i . ②

$$\frac{\frac{\phi_{i \rightarrow j}}{A_i}}{J_i} = F_{ij}$$

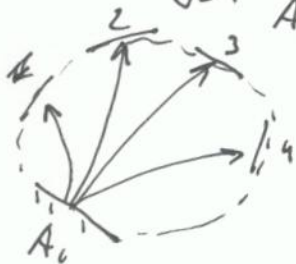
2) $F_{ij} \leq 1$

- 3) De la definición $\rightarrow$ TEOREMA DE RECIPROCIDAD.

$$A_i \cdot F_{ij} = A_j \cdot F_{ji}$$

- 4) TEOREMA DE COMPLETITUD.

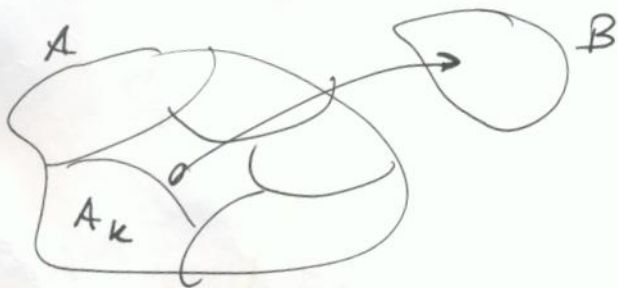
Facts: $\sum_{j=1}^N \frac{\phi_{i \rightarrow j}}{A_i} \xrightarrow{\text{xunto cerrado}} J_i = \sum_{j=1}^N F_{ij} J_i = J_i \left(\sum_{j=1}^N F_{ij} \right)$



$$\sum_{j=1}^N F_{ij} = 1 \quad \forall i=1, N$$

N: F_{ii} = flujo que partiendo de i cae en la propia i

- 5) PARA UNA SUPERFICIE DESCOMUESTA EN OTRAS



$$S_A F_{AB} = \sum_k S_{A_k} F_{A_k B}$$

TEOREMA DE DESCOMPOSICION

APLICACIONES

1) $G_i = \frac{1}{A_i} \sum_{j=1}^N \phi_{j \rightarrow i} = \frac{1}{A_i} \sum_{j=1}^N \underbrace{J_j A_j F_{ji}}_{A_i F_{ij}} = \sum_{j=1}^N J_j F_{ij}$ (3)

↖ cuenta cerrado

2) ~~FLUJO~~

3) FLUJO NETO INTERCAMBIADO ENTRE 2 SUPERFICIES A_i y A_j

$$\phi_{i,j} = \phi_{i \rightarrow j} - \phi_{j \rightarrow i} = J_i A_i F_{ij} - J_j A_j F_{ji} = \cancel{A_i A_j}$$

$$= A_i F_{ij} (J_i - J_j) = \overset{\text{T. recpr.}}{\frac{J_i - J_j}{R_{ij}}}$$

$$R_{ij} = \frac{1}{A_i F_{ij}}$$

RESISTENCIA A LA RADIACIÓN
DE
ENTRE LAS SUP. i, j

APLICACIONES PROPIEDADES

1) $\phi_i = \sum_{j=1}^N \phi_{i,j} = \sum_{j=1}^N A_i F_{ij} (J_i - J_j) = \sum_{j=1}^N \frac{J_i - J_j}{R_{ij}}$

$$\phi_i = \frac{Eb_i - J_i}{\frac{1-\epsilon_i}{\epsilon_i A_i}}$$

$$\frac{Eb_i - J_i}{\frac{1-\epsilon_i}{\epsilon_i A_i}} = \sum_{j=1}^N \frac{J_i - J_j}{R_{ij}} \quad \forall i$$

2) Si A_i y A_j son cuerpos negros

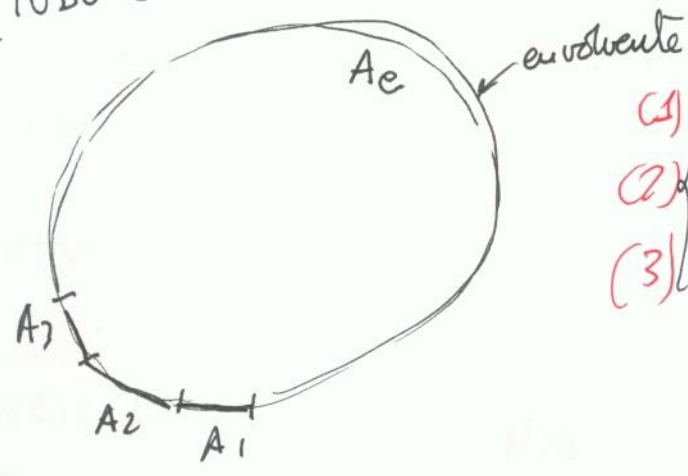
3) Si A_i y A_j son cuerpos grises ϵ_i, T_i

$$J_i = E_i + (1 - \epsilon_i) G_i = E_i + (1 - \epsilon_i) \sum_{j=1}^N J_j F_{ij} \quad \forall i$$

esto en forma un sistema de N ecuaciones con N incógnitas que en las J_i y como datos ϵ_i , T_i y F_{ij} (en general).
Hay que resolverlas y una vez hecho se puede evaluar

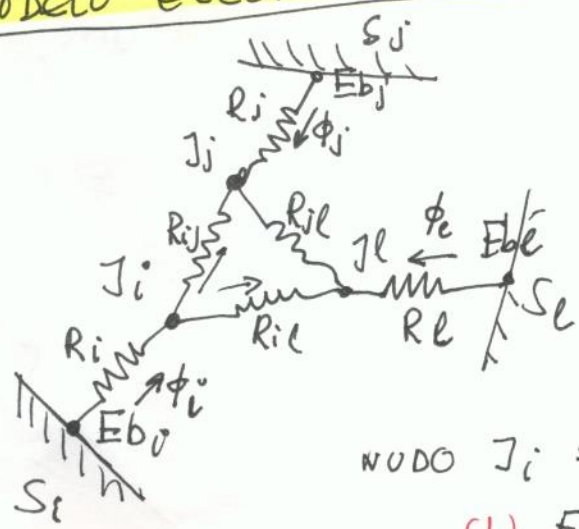
$$\phi_{ij} = A_i F_{ij} (J_i - J_j)$$

(TODO ESTO ES VALIDO PARA RECINTO CERRADO)

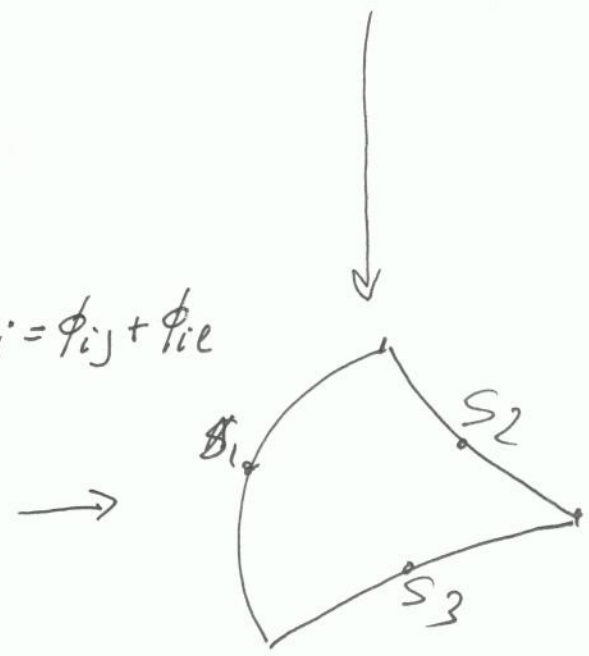


$$\begin{aligned} (1) \quad J_1 &= \epsilon_1 E_{b1} + (1 - \epsilon_1)(F_{11}J_1 + F_{12}J_2 + F_{13}J_3) \\ (2) \quad J_2 &= \epsilon_2 E_{b2} + (1 - \epsilon_2)(F_{21}J_1 + F_{22}J_2 + F_{23}J_3) \\ (3) \quad J_3 &= \epsilon_3 E_{b3} + (1 - \epsilon_3)(F_{31}J_1 + F_{32}J_2 + F_{33}J_3) \end{aligned}$$

4) MODELO ELÉCTRICO



$$\phi_i = \phi_{ij} + \phi_{ie}$$



NUDO J_i : $\phi_i + \phi_{ji} + \phi_{ci} = 0$

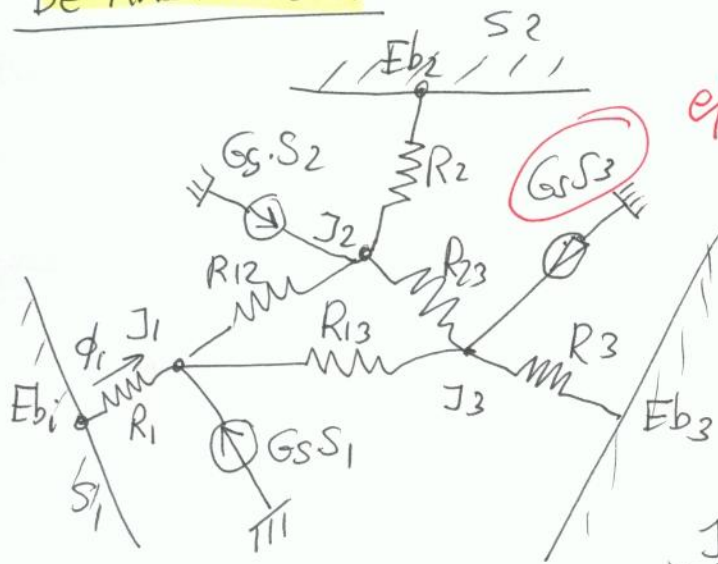
$$(1) \quad \frac{E_{b1} - J_i}{R_{i1}} + \frac{J_j - J_i}{R_{ji}} + \frac{J_c - J_i}{R_{ci}} = 0$$

equivalente a la de arriba

NUDO J_j : $\phi_j + \phi_{ji} + \phi_{cj} = 0$

$$(2) \quad \frac{E_{bj} - J_j}{R_{j1}} + \frac{J_i - J_j}{R_{ji}} + \frac{J_c - J_j}{R_{cj}} = 0$$

5) INTERACCION ENTRE SUPERFICIES Y FUENTES PONTUALES DE RADIACION. (4')



efecto de la fuente puntual de irradiancia G_s



Fuentes de corriente análogas

$$\text{NODO } J_1 = \frac{Eb_1 - J_1}{R_1} + \frac{J_2 - J_1}{R_{12}} + \frac{J_3 - J_1}{R_{31}} + G_s S_1 = 0$$

$$\text{NODO } J_2 = \frac{Eb_2 - J_2}{R_2} + \frac{J_1 - J_2}{R_{12}} + \frac{J_3 - J_2}{R_{32}} + G_s S_2 = 0$$

$$\text{NODO } J_3 = \frac{Eb_3 - J_3}{R_3} + \frac{J_2 - J_3}{R_{23}} + \frac{J_1 - J_3}{R_{13}} + G_s S_3 = 0$$

Si lo desarrollamos en términos de bullos

$$J_1 = E_1 + (1 - \epsilon_1) (F_{11} J_1 + F_{12} J_2 + F_{13} J_3) + G_s$$

$$J_2 = E_2 + (1 - \epsilon_2) (F_{21} J_1 + F_{22} J_2 + F_{23} J_3) + G_s$$

$$J_3 = E_3 + (1 - \epsilon_3) (F_{31} J_1 + F_{32} J_2 + F_{33} J_3) + G_s$$

APLICACIONES

5

DEF. SUPERFICIE RERRADIANTE O REFRACTARIA $\phi_i = 0$ (NETO)
o BIEN $E_b = J$ (ya que $\phi = \frac{E_b - J}{(1 - \epsilon)\epsilon_s}$)

PROP. PARA UNA SUPERFICIE REFRACTARIA DE EMISIVIDAD ϵ

$$J_i = \epsilon_i E_{b,i} + (1 - \epsilon_i) \sum_{k=1}^N F_{ik} J_k$$

$$J_i = \epsilon_i J_i + (1 - \epsilon_i) \sum_{k=1}^N F_{ik} J_k$$

$$0 = -(1 - \epsilon_i) J_i + (1 - \epsilon_i) \sum_{k=1}^N F_{ik} J_k =$$

$$= \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^N F_{ik} J_k + (F_{ii} - 1) J_i = 0 \Rightarrow$$

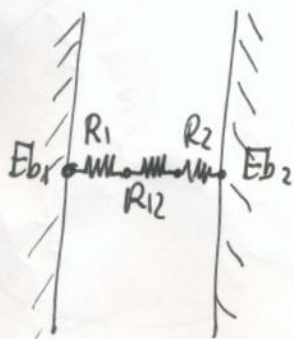
$$J_i = \frac{1}{1 - F_{ii}} \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^N F_{ik} J_k$$

Si la superficie refractante es tal que $F_{ii} = 0$ (plano o convexa)

$$J_i = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^N F_{ik} J_k$$

EJEMPLOS DE APLICACIÓN

1) PLANOS PARALELOS INFINITOS ϵ_1, ϵ_2



$$\phi_{12} = \frac{E_{b1} - E_{b2}}{R_1 + R_2 + \frac{1}{F_{12}}}$$

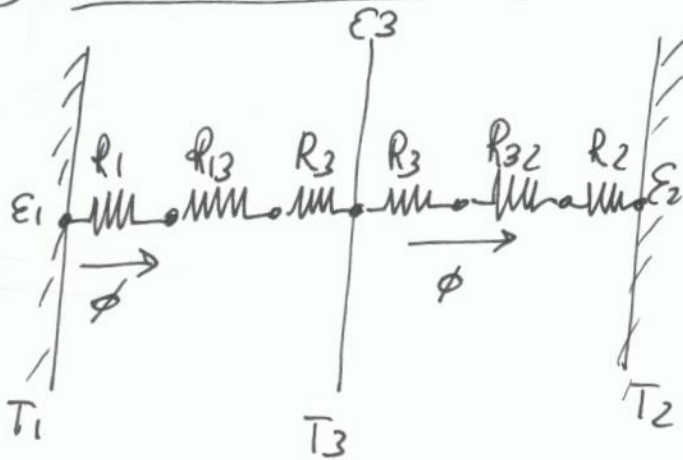
$$\rightarrow \phi_{12}/s = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1 - \epsilon_1}{\epsilon_1} + \frac{1 - \epsilon_2}{\epsilon_2} + \frac{1}{F_{12}}}$$

Si se supone $F_{12} \approx 1$ al ser de extensión infinita

$$\phi_{12}/s = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}$$

2) Pantalla de RADIACION

(6)



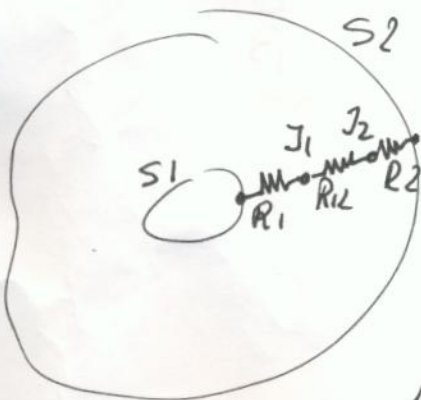
$$\phi_{12} = \phi_{13} = \phi_{32} = \frac{Eb_1 - Eb_2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_3 + R_{32} + R_2} =$$

$$= \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\sum R} \Rightarrow \phi_{12}/\sigma = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1} + \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2} + \frac{2(1-\epsilon_3)}{\epsilon_3} + \frac{1}{F_{13}} + \frac{1}{F_{32}}}$$

Suponiendo que $F_{13} \approx F_{32} \approx 1$

$$\phi_{12}/\sigma = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} + \frac{2}{\epsilon_3} - 2}$$

3) CUERPO RODEADO POR OTRO



$$\phi_{12} = \frac{Eb_1 - Eb_2}{R_1 + R_{12} + R_2} = \frac{Eb_1 - Eb_2}{\frac{1-\epsilon_1}{S_1\epsilon_1} + \frac{1-\epsilon_2}{S_2\epsilon_2} + \frac{1}{S_1F_{12}}}$$

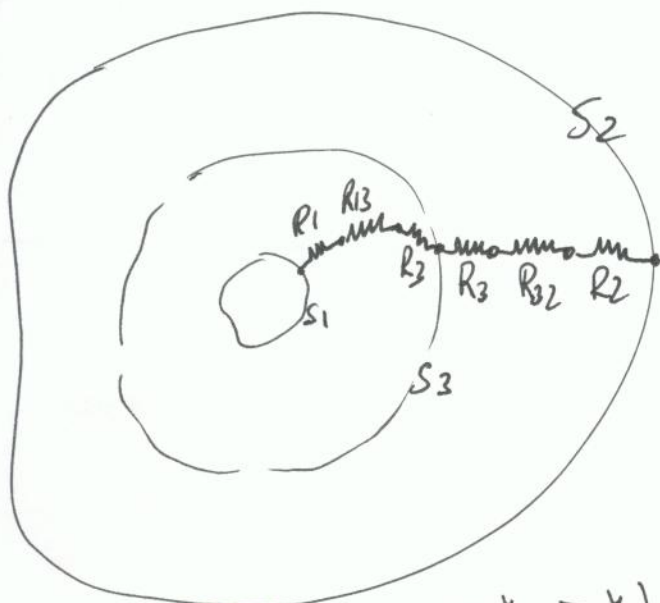
$$\phi_{12}/S_1 = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1} + \frac{S_1(1-\epsilon_2)}{S_2\epsilon_2} + \frac{1}{F_{12}}}$$

Aquí $F_{12} = 1$ como lo fue

$$\phi_{12}/S_1 = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{1 + S_1(1/\epsilon_2 - 1)}$$

4) PANTALLA ENVOLENTE

7



$$\frac{\phi_{12}}{S_1} = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{R_1 + 2R_3 + R_2 + R_{13} + R_{32}}$$

$$R_{13} = \frac{1}{S_1 F_{13}} = \frac{1}{S_1}$$

$$R_{32} = \frac{1}{S_3 F_{32}} = \frac{1}{S_3}$$

$$\boxed{\frac{\phi_{12}}{S_1} = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1} + \frac{S_1}{S_2} \left(\frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2} \right) + \frac{2S_1}{S_3} \left(\frac{1-\epsilon_3}{\epsilon_3} \right) + \frac{S_1}{S_2} + 1}} =$$

$$- \frac{2S_1}{S_2} + \frac{S_1}{S_3}$$

$$= \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{S_1}{S_2} \left(\frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right) + \frac{2S_1}{S_3} \left(\frac{1}{\epsilon_3} - 1 \right) + \frac{S_1}{S_3}}$$

$$\boxed{= \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{S_1}{S_2} \left(\frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right) + \frac{S_1}{S_3} \left(\frac{2}{\epsilon_3} - 1 \right)}}$$