



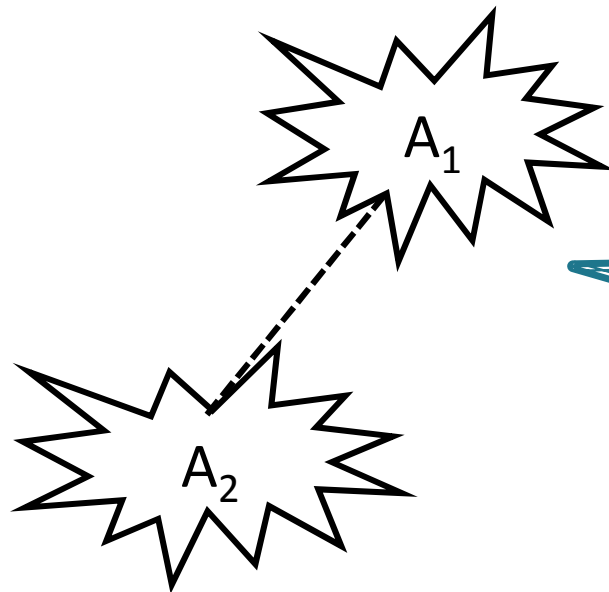
RADIACIÓN

II Parte

Realizado por:
Prof. Mirleth Rodríguez

FACTOR DE VISTA

Se pretende obtener una expresión general para el intercambio de energía entre dos superficies a temperaturas diferentes



El problema se basa en determinar la cantidad de energía que abandona una superficie y llega a la otra

FACTOR DE VISTA

SE DEFINEN LOS
SIGUIENTES
FACTORES

F_{12} : Fracción de energía que sale de 1 y llega a 2

F_{21} : Fracción de energía que sale de 2 y llega a 1

F_{mn} : Fracción de energía que sale de m y llega a n

Para ambas superficies negras, toda la radiación incidente se absorberá, entonces el balance para la superficie 1 queda:

$$E_{b1}A_1F_{12} - E_{b2}A_2F_{21} = q_{12}$$

Energía que sale
de la superficie 1
y llega a 2

Energía que sale
de la superficie 2 y
llega a 1

FACTOR DE VISTA. Relaciones

Si ambas superficies están a la misma T entonces:

$$q_{12}=0 \quad E_{b1} = E_{b2}$$

 $A_1 F_{12} = A_2 F_{21}$  *Relación de reciprocidad*

Aunque se obtuvo a partir superficies negras e isotermas, también se aplica para cualquier superficie a cualquier Temperatura

Los factores de forma dependen de las superficies que interaccionan y los más comunes están tabulados

FACTOR DE VISTA. Relaciones

Si intervienen más de dos superficies en un recinto entonces:

$$\sum_{j=1}^N F_{ij} = 1$$

- ▶ Si una de las superficies es cóncava, esta se ve a sí misma y $F_{ii} \neq 0$
- ▶ Si la superficie es plana o convexa, entonces $F_{ii} = 0$

INTERCAMBIO DE RADIACIÓN ENTRE CUERPOS NEGROS

Para dos superficies negras se sabe que:

$$E_{b1}A_1F_{12} - E_{b2}A_2F_{21} = q_{12}$$

En general:

$$q_{ij} = E_{bi}A_iF_{ij} - E_{bj}A_jF_{ji}$$

→
$$q_{ij} = A_iF_{ij}\sigma(T_i^4 - T_j^4)$$

Relación de reciprocidad
Ley de Stefan-Boltzmann

Para N superficies interaccionantes

$$q_i = \sum_{j=1}^N A_jF_{ij}\sigma(T_i^4 - T_j^4)$$

Flujo de calor de
la superficie *i* a las
N superficies

INTERCAMBIO DE RADIACIÓN ENTRE SUPERFICIES GRISES Y DIFUSAS EN UNA CAVIDAD

Suposiciones:

- ▶ Superficies isotérmicas con radiosidad e irradiación uniforme.
- ▶ Las superficies son opacas y difusas (como emisor y reflector).
- ▶ Las superficies se comportan como cuerpos grises.
- ▶ Se asume que el medio no participa.

INTERCAMBIO NETO DE RADIACIÓN EN UNA SUPERFICIE

La transferencia neta de radiación que sale de una superficie es igual a la diferencia entre la radiosidad y la irradiación.

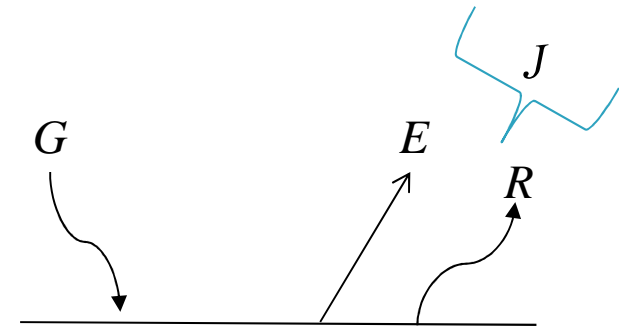
$$q_i = A_i (J_i - G_i)$$

Por definición

$$J_i = \epsilon_i E_{bi} + \rho_i G_i$$

Energía emitida

Energía reflejada



INTERCAMBIO NETO DE RADIACIÓN EN UNA SUPERFICIE

Además

$$\rho_i = 1 - \alpha_i = 1 - \varepsilon_i$$

Ley de Kirchhoff



$$G_i = \frac{J_i - \varepsilon_i E_{bi}}{1 - \varepsilon_i}$$



$$q_i = A_i \left(J_i - \frac{J_i - \varepsilon_i E_{bi}}{1 - \varepsilon_i} \right)$$

Arreglando la
Ecuación



$$q_i = \frac{E_{bi} - J_i}{\left(\frac{1 - \varepsilon_i}{\varepsilon_i A_i} \right)}$$

1

INTERCAMBIO DE RADIACIÓN ENTRE SUPERFICIES

Para dos superficies la energía que sale de 1 y llega a 2 es:

$$J_1 A_1 F_{12} - J_2 A_2 F_{21} = q_{12}$$

Energía que sale (Emitida + Reflejada) de la superficie 1 y llega a 2

Energía que sale (Emitida + Reflejada) de la superficie 2 y llega a 1

Por reciprocidad



$$q_{12} = A_1 F_{12} (J_1 - J_2) = A_2 F_{21} (J_1 - J_2)$$

Para N superficies



$$q_i = \sum_{j=1}^N q_{ij} = \sum_{j=1}^N A_j F_{ij} (J_i - J_j) \quad \textcircled{2}$$

INTERCAMBIO DE RADIACIÓN ENTRE SUPERFICIES

Combinando ① y ② el flujo de la superficie i :

$$\frac{E_{bi} - J_i}{\left(\frac{1 - \varepsilon_i}{\varepsilon_i A_i} \right)} = \sum_{j=1}^N \frac{J_i - J_j}{\left(\frac{1}{A_i F_{ij}} \right)} = q_i$$

Balance de flujo
neto sobre la
superficie i

Transferencia de
radiación desde i a
todas las N superficies

INTERCAMBIO DE RADIACIÓN ENTRE SUPERFICIES

Algoritmo de resolución

- ▶ Para cada superficie:
 - Si se conoce la T de una superficie se usa la igualdad de la izquierda (con T se conoce E_b).
 - Si se conoce q_i , se usa la igualdad de la derecha.
- ▶ Se resuelve el sistema de N ecuaciones, donde las incógnitas son las radiosidades.

CAVIDADES COMPUESTAS POR DOS SUPERFICIES

Se cumple que: $q_1 = -q_2 = q_{12}$

q_1 : Flujo neto en S_1

q_2 : Flujo neto en S_2

q_{12} : Transferencia entre S_1 y S_2

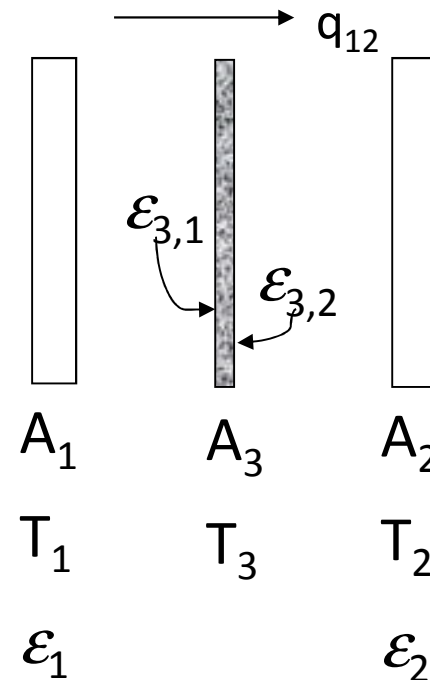
$$q_{12} = q_1 = -q_2 = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1 - \epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1 - \epsilon_2}{\epsilon_2 A_2}}$$

ESCUDOS DE RADIACIÓN

Superficies de baja emisividad (alta reflectividad) que se colocan entre dos superficies que intercambian radiación para reducir el flujo neto de calor.

$$q_{12} = \frac{A_1 \sigma (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} + \frac{1 - \epsilon_{3,1}}{\epsilon_{3,1}} + \frac{1 - \epsilon_{3,2}}{\epsilon_{3,2}}}$$

$$F_{13} = F_{32} = 1$$



SUPERFICIES RERRADIANTES

Corresponden a superficies idealizadas en las que la transferencia de calor a la superficie es cero. Se aplica a superficies reales cuando:

- ▶ El lado opuesto a la radiación está bien aislado.
- ▶ La convección en el lado de la radiación es despreciable.

$$q_i = 0$$

$$\longrightarrow J_i = G_i$$

RADIACIÓN. Factor de vista

▶ EJEMPLO 1

Dos placas paralelas de $0,5 \times 1$ m están separadas entre sí por $0,5$ m. Una de ellas se mantiene a 1000 C y la otra a 500 C.

- a) Determine el intercambio neto entre las dos superficies si se consideran negras.
- b) Si la placa a 1000 C tiene una emisividad de $0,2$ y la otra $0,5$. Determine el intercambio de radiación.
- c) Si las placas se encuentran en una habitación cuyas paredes se mantienen a 27 C. Determine la transferencia de calor a cada placa y a la habitación. Considere sólo las superficies que se ven mutuamente.