



Centro  
Universitario  
de la Defensa

# Lección 13

## Intercambiadores de calor

*Tecnología Energética*

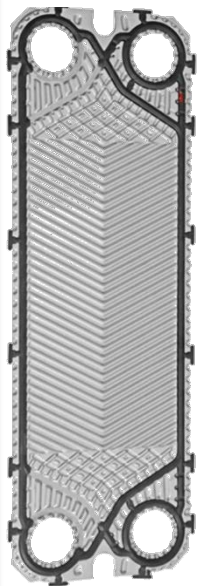


*Centro Universitario de la Defensa de San Javier  
MDE-UPCT.*

# Introducción



Dispositivo para transferir energía de un fluido a otro.  
Veremos los que tienen paredes sólidas y no mezclan fluidos.





- Si usan o no superficie sólida
- La  $T^a$  del fluido cambia en el intercambiador.  
Las propiedades del fluido cambian con la  $T^a$ .  
El  $U$  y los coeficientes de película cambian a lo largo del equipo.

## Nomenclatura

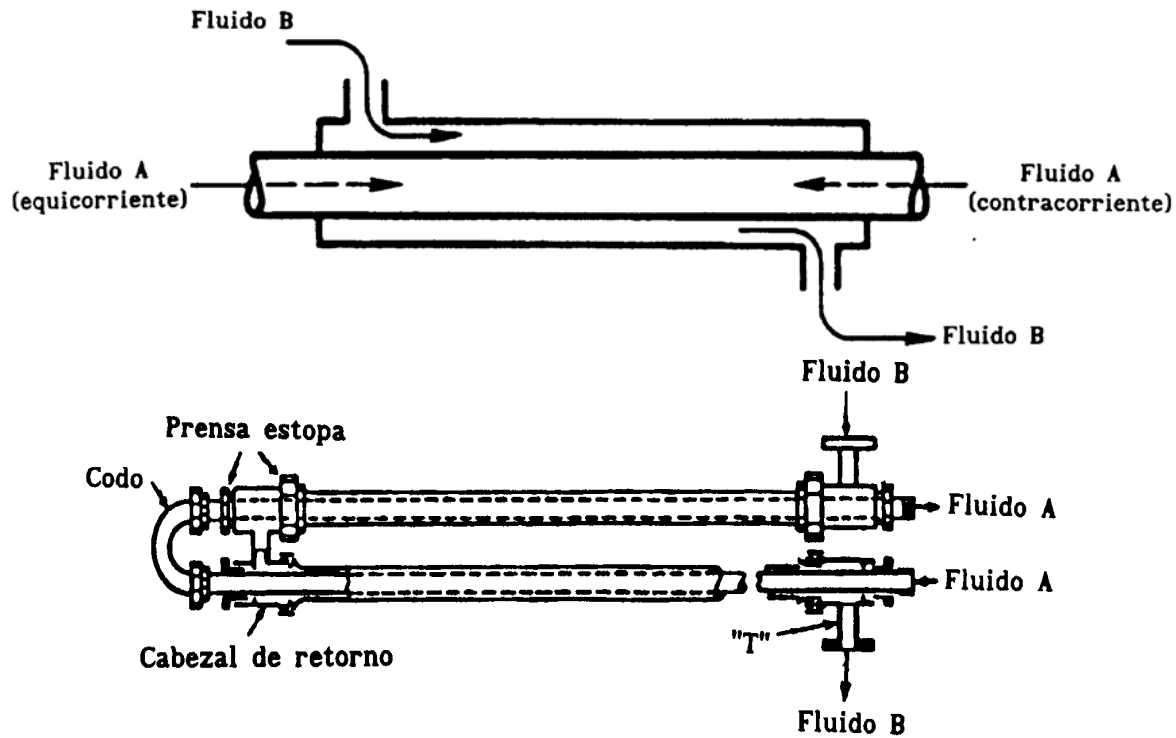
Subíndice “c”: Fluido caliente

Subíndice “f”: Fluido frío

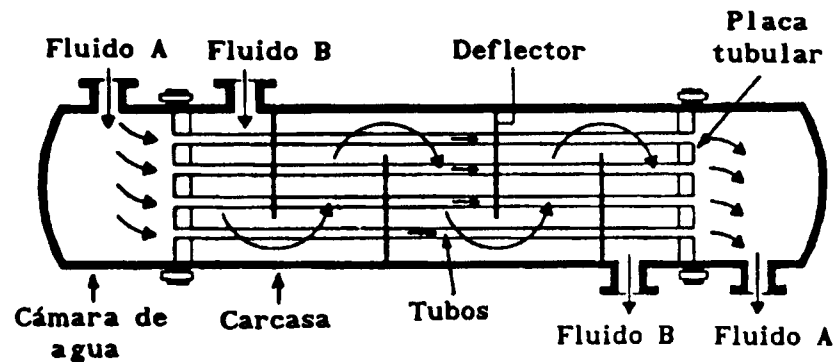
Subíndice “e”: Entrada del fluido

Subíndice “s”: Salida del fluido

# Clasificación



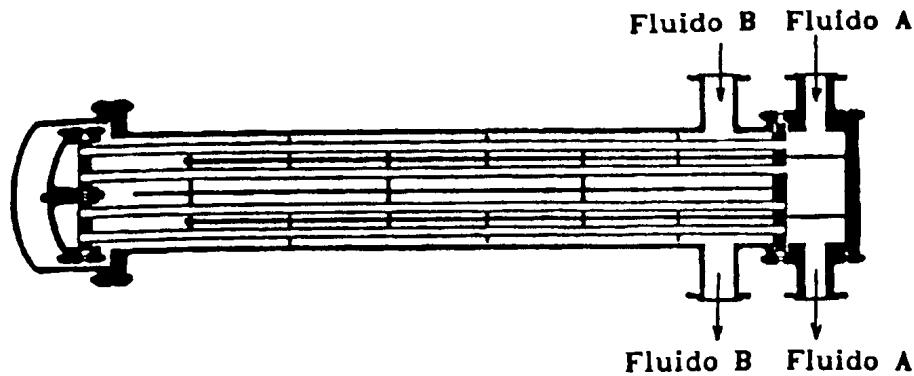
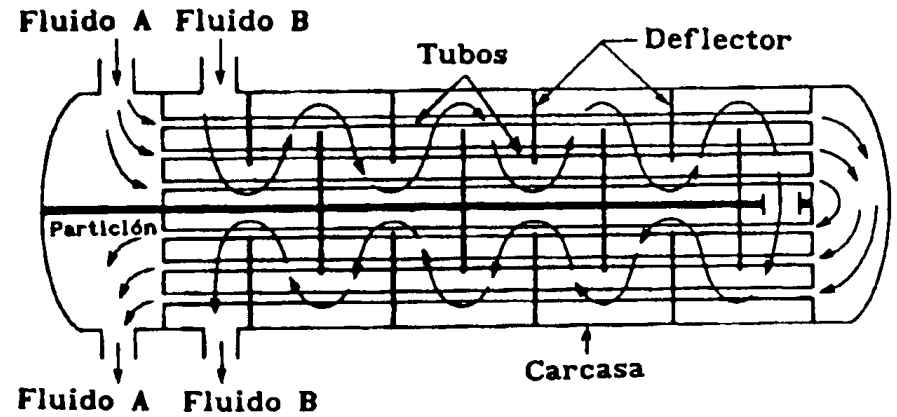
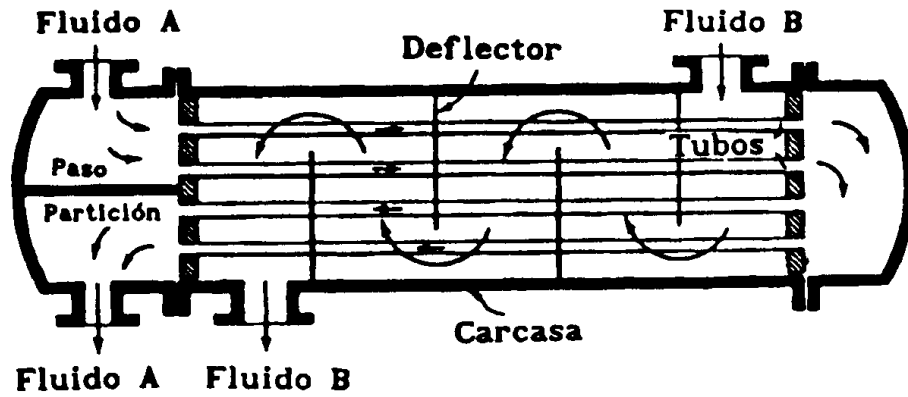




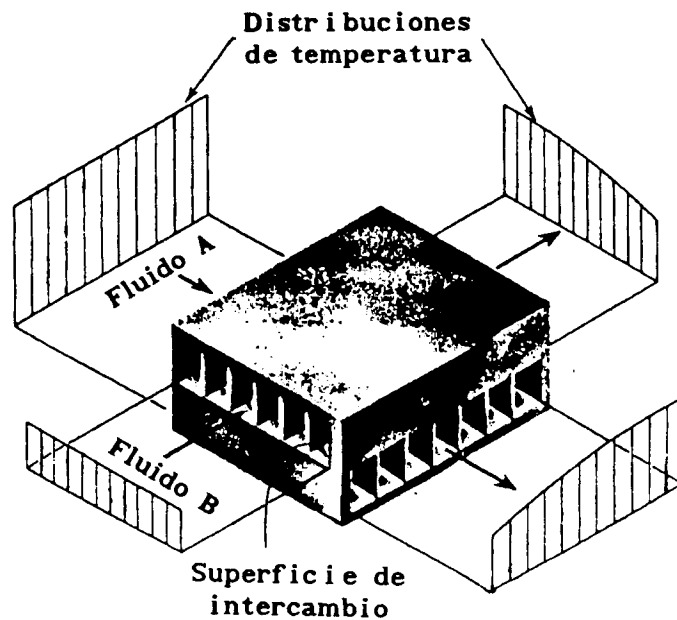
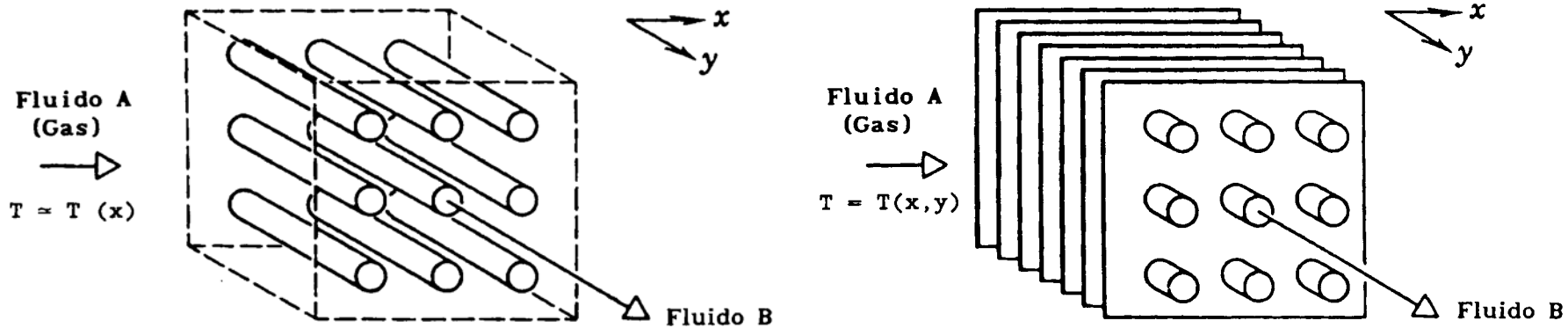
## NOMENCLATURA

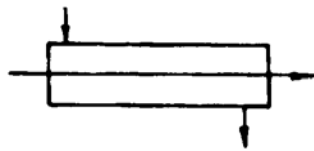
- Número de pasos por tubos,  $p_t$
- Número de pasos por carcasa,  $p_c$
- Número de tubos por paso,  $n_t$
- Número total de tubos,  $N = n_t p_t$
- Identificación del intercambiador ( $p_c - p_t$ )
- Caudal másico que circula por los tubos

# Carcasa y tubos

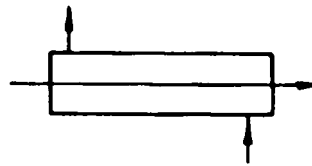


# Flujos cruzados

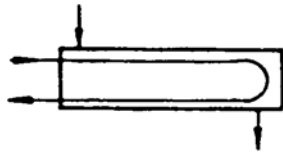




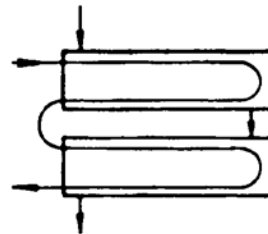
Intercambiador 1-1. Equicorriente



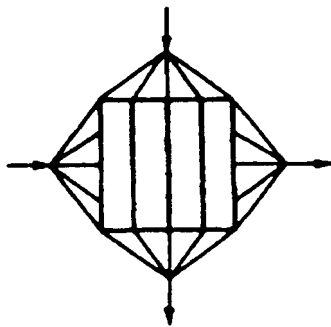
Intercambiador 1-1. Contracorriente



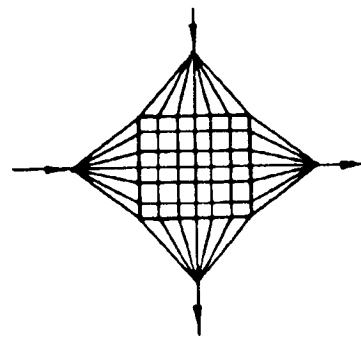
Intercambiador 1-2



Intercambiador 2-4

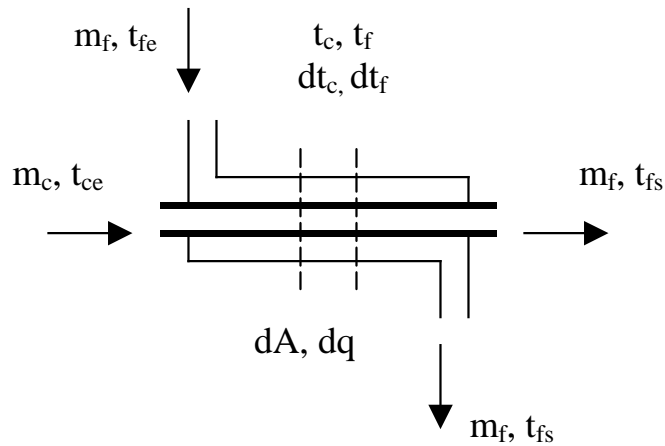


Intercambiador de flujos cruzados, un fluido mezclado y el otro sin mezclar



Intercambiador de flujos cruzados, ambos fluidos sin mezclar





## Ecuaciones generales

$$q = \dot{m}_c c_{pc} (t_{ce} - t_{cs}) = \dot{m}_f c_{pf} (t_{fs} - t_{fe}) = U A \Delta t_m$$

$$q = \dot{m}_c h_{fg} = \dot{m}_f c_{pf} (t_{fs} - t_{fe}) = U A \Delta t_m$$

$$q = \dot{m}_c c_{pc} (t_{ce} - t_{cs}) = \dot{m}_f h_{fg} = U A \Delta t_m$$

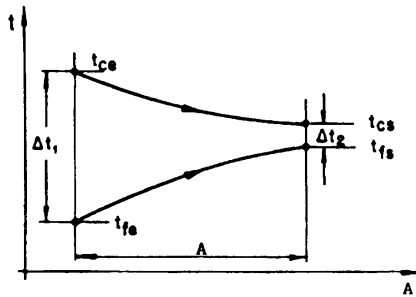
$$q = U_m A \Delta t_m$$

$$\Delta t_m = \frac{1}{A} \int_0^A \Delta t \cdot dA$$

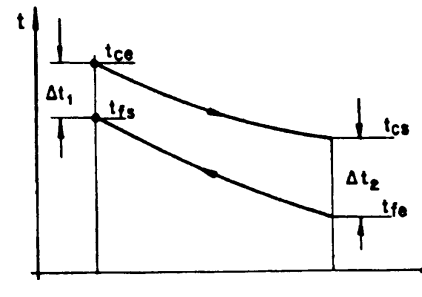
# Distribución de temperaturas



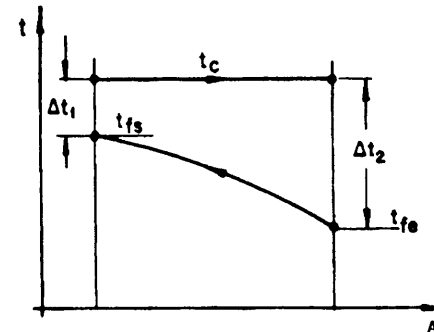
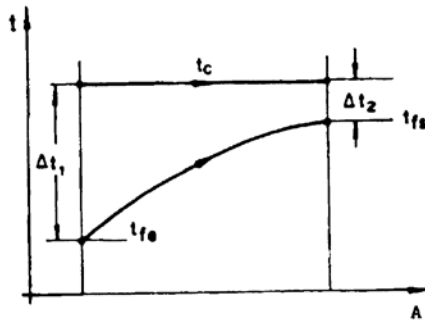
## Equicorriente



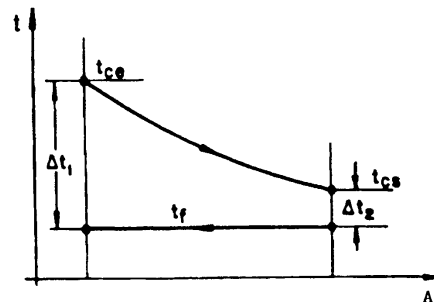
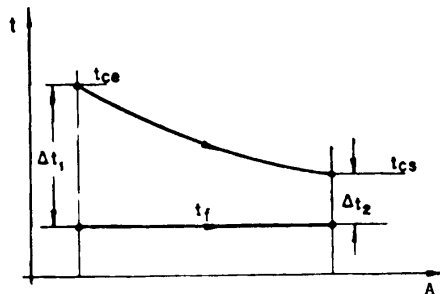
## Contracorriente



## Sin cambio de fase

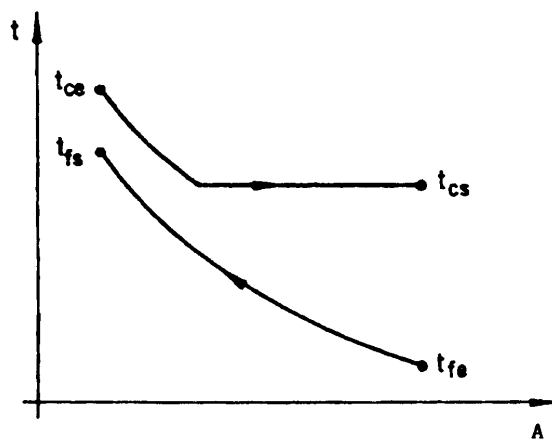
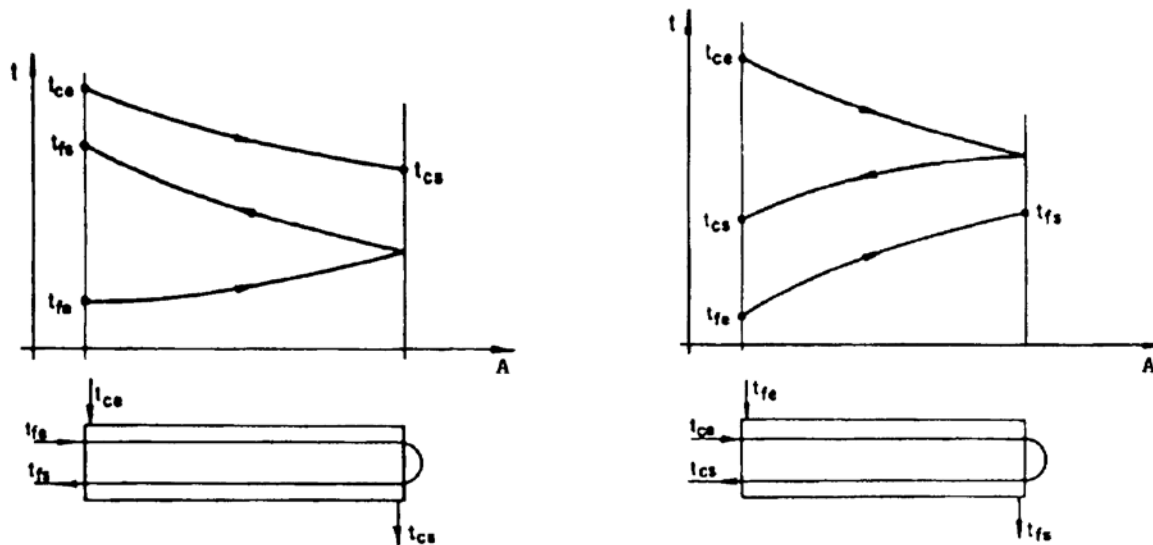


## El fluido caliente cambia de fase

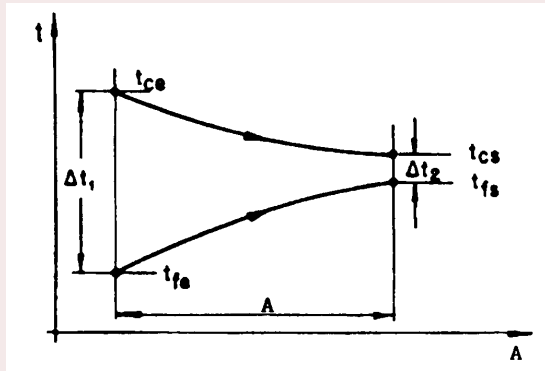


## El fluido frío cambia de fase

# Distribución de temperaturas – Casos complejos



## Equicorriente

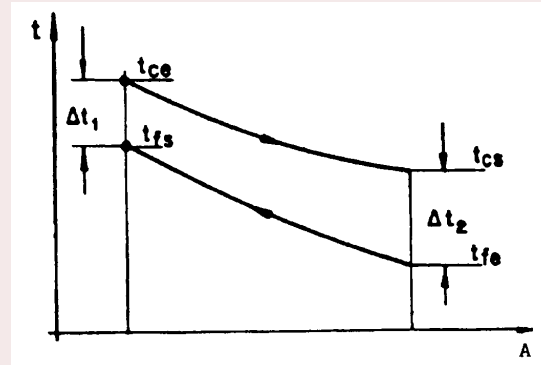


$$\Delta t_1 = t_{ce} - t_{fe}$$

$$\Delta t_2 = t_{cs} - t_{fs}$$

$$\Delta t_{\text{ineq}} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln\left(\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}\right)} = \frac{(t_{ce} - t_{fe}) - (t_{cs} - t_{fs})}{\ln\left(\frac{t_{ce} - t_{fe}}{t_{cs} - t_{fs}}\right)}$$

## Contracorriente



$$\Delta t_1 = t_{ce} - t_{fs}$$

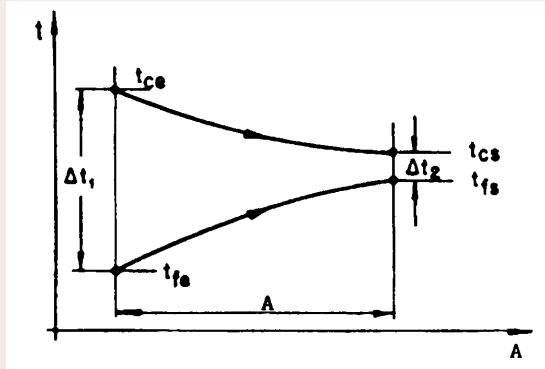
$$\Delta t_2 = t_{cs} - t_{fe}$$

$$\Delta t_{\text{incc}} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln\left(\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}\right)} = \frac{(t_{ce} - t_{fs}) - (t_{cs} - t_{fe})}{\ln\left(\frac{t_{ce} - t_{fs}}{t_{cs} - t_{fe}}\right)}$$

$$q = U_m A \Delta t_m$$

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln\left(\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}\right)}$$

## Equicorriente

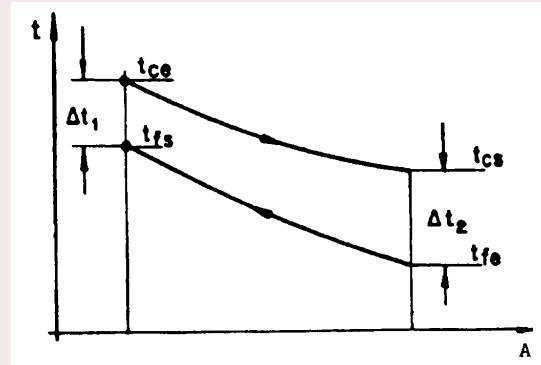


$$\Delta t_1 = t_{ce} - t_{fe}$$

$$\Delta t_2 = t_{cs} - t_{fs}$$

$$\Delta t_{\text{ineq}} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln\left(\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}\right)} = \frac{(t_{ce} - t_{fe}) - (t_{cs} - t_{fs})}{\ln\left(\frac{t_{ce} - t_{fe}}{t_{cs} - t_{fs}}\right)}$$

## Contracorriente



$$\Delta t_1 = t_{ce} - t_{fs}$$

$$\Delta t_2 = t_{cs} - t_{fe}$$

$$\Delta t_{\text{incc}} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln\left(\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}\right)} = \frac{(t_{ce} - t_{fs}) - (t_{cs} - t_{fe})}{\ln\left(\frac{t_{ce} - t_{fs}}{t_{cs} - t_{fe}}\right)}$$

$$q = U_m A \Delta t_m$$

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln\left(\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}\right)}$$