

Física del Arco Eléctrico

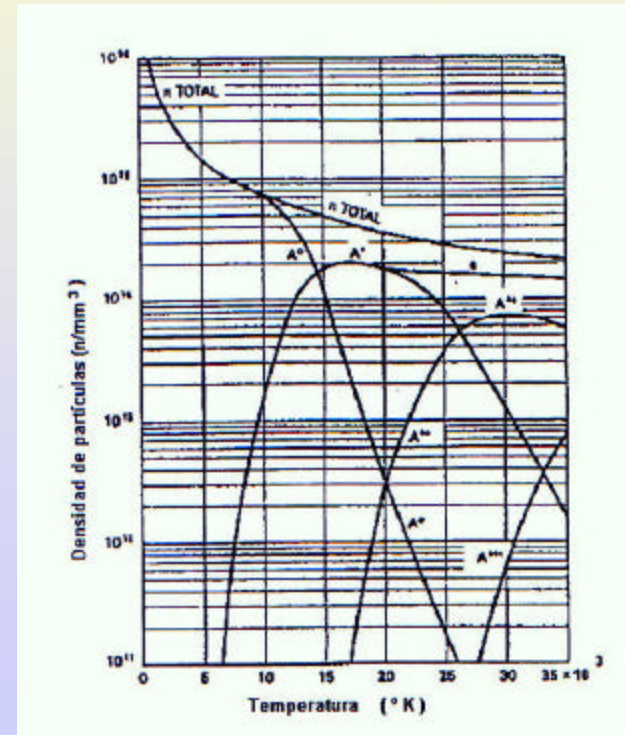
Arco termoiónico: -Electrodo inconsumible de tungsteno
(cátodo)

- Atmósfera de gas inerte

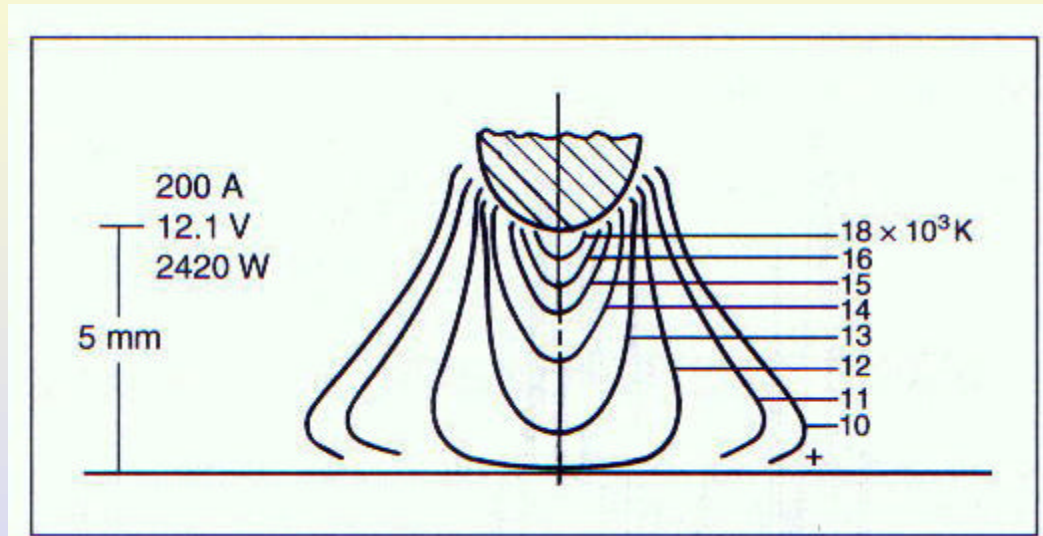
En este modelo los electrones son emitidos desde el cátodo (-) caliente y son acelerados en el campo eléctrico aplicado entre el electrodo y la pieza. Al colisionar con las moléculas del gas inerte le ceden su energía aumentando la temperatura de las mismas. Cuando se alcanza la energía térmica suficiente las moléculas de gas se ionizan y el proceso se vuelve autosostenido. Los iones positivos producidos en la columna de plasma son acelerados hacia el cátodo, donde ceden su energía por colisión aumentando la temperatura del mismo, permitiendo la continuidad de la emisión termoelectrónica.

La formación del plasma es gobernada por un concepto extendido de la ley de los gases ideales y por la ley de acción de las masas.

$$\frac{n_e \cdot n_i}{n_0} = \frac{2Z_i^2 \left(\frac{2\pi m_e kT}{h^2} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{E_i}{kT}\right)}{Z_0 h^3} \exp\left(\frac{E_i}{kT}\right)$$



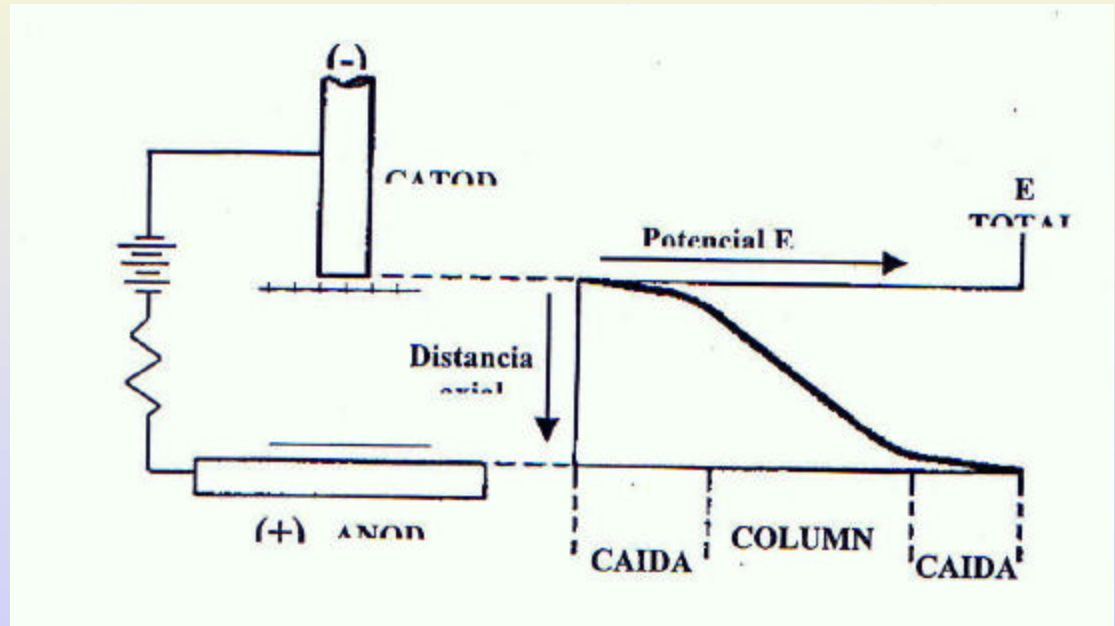
Las temperaturas en el arco eléctrico pueden ser sumamente elevadas (15000 a 30000 °K).



El tiempo de decaimiento del plasma gaseoso una vez extinguida la corriente es del orden de 10^{-3} seg. lo que es importante en la soldadura en corriente alterna

La corriente en la columna del arco es bipolar, dado que los electrones viajan en una dirección y los iones positivos en otra. El número de iones positivos y de electrones en cualquier región del arco se encuentra en equilibrio de forma de asegurar la neutralidad eléctrica. Debido a esto se cumple en la columna del arco la ecuación de Laplace.

$$\nabla^2 V = 0$$



Integrando esta ecuación se observa que el potencial de la columna del arco varía en forma lineal a lo largo del mismo, por lo que el gradiente de potencial es constante

En la vecindad inmediata de los electrodos el gas no puede existir a alta temperatura debido al efecto refrigerante de los mismos, por lo que no establece la ionización térmica ni se satisface la neutralidad de la carga . Esto genera un exceso de cargas positivas en la zona adyacente al cátodo y negativas en el ánodo que provoca un notable aumento del gradiente de potencial, denominándose caídas catódica y anódica respectivamente.

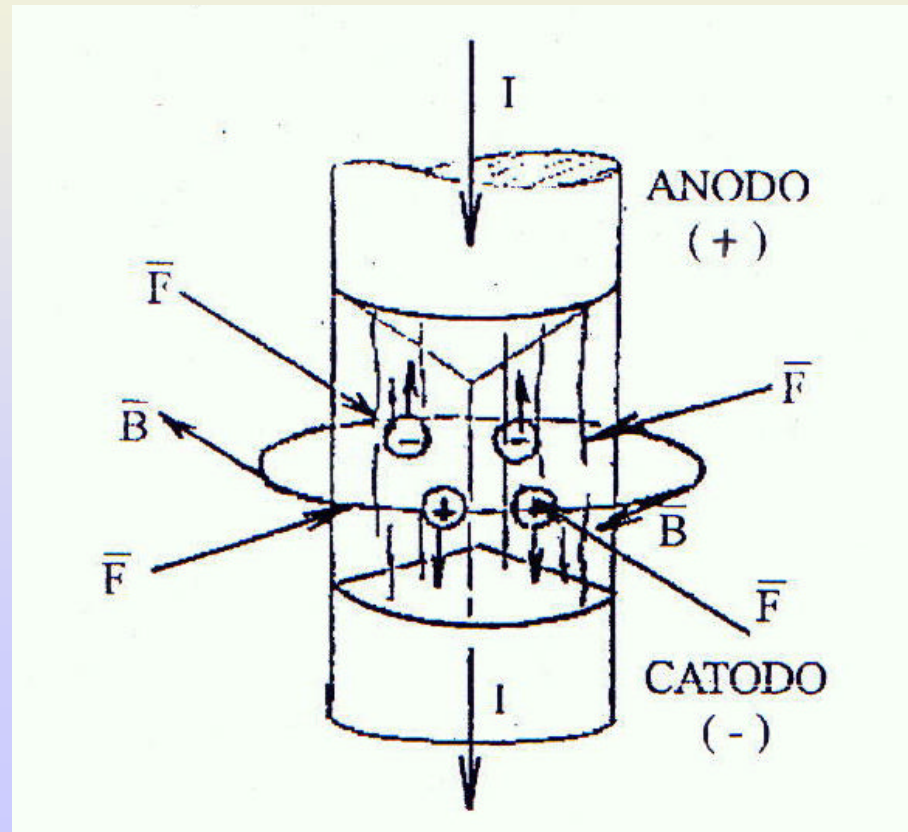
La energía total entregada por los electrones al ánodo está dada por:

$$\dot{Q} = If + IV_a + \frac{3kTI}{2e}$$

Plasma Jet

En el arco eléctrico a partir de un efecto electromagnético que mediante una acción de bombeo produce un jet gaseoso responsable en gran medida de la transferencia metálica del electrodo a la pieza

$$F = \frac{m_o I J}{4p} \frac{r^2}{R^2}$$



Esto significa que sobre el arco actúan fuerzas radiales que tienden a constreñirlo sobre su eje hasta que el incremento de la presión debido a esto compense las fuerzas de origen electromagnético

$$p + \frac{dv^2}{2} = \frac{m_o IJ}{4p} \frac{r^2}{R^2}$$

Dado que el arco de soldadura no responde a una geometría cilíndrica, sino que adopta una forma acampanada con mayor restricción en el electrodo, se establece un exceso de presión en dicha zona, que se puede aproximar suponiendo la velocidad del fluido nula

$$p = \frac{m_o IJ}{4p} \frac{r^2}{R^2}$$

Este exceso de presión genera un flujo de gas denominado **plasma jet** con velocidades del orden de 10^4 cm/seg

Transferencia Metálica

Tensión superficial:

$$F_s = 2pRg$$

Gravedad:

$$F_g = \frac{4}{3}pgdr^3$$

Fuerza de origen electromagnético:

$$C_A = \frac{F_A}{\frac{p}{8}v^2 dd^2} = f \mathbf{Re} \xi$$

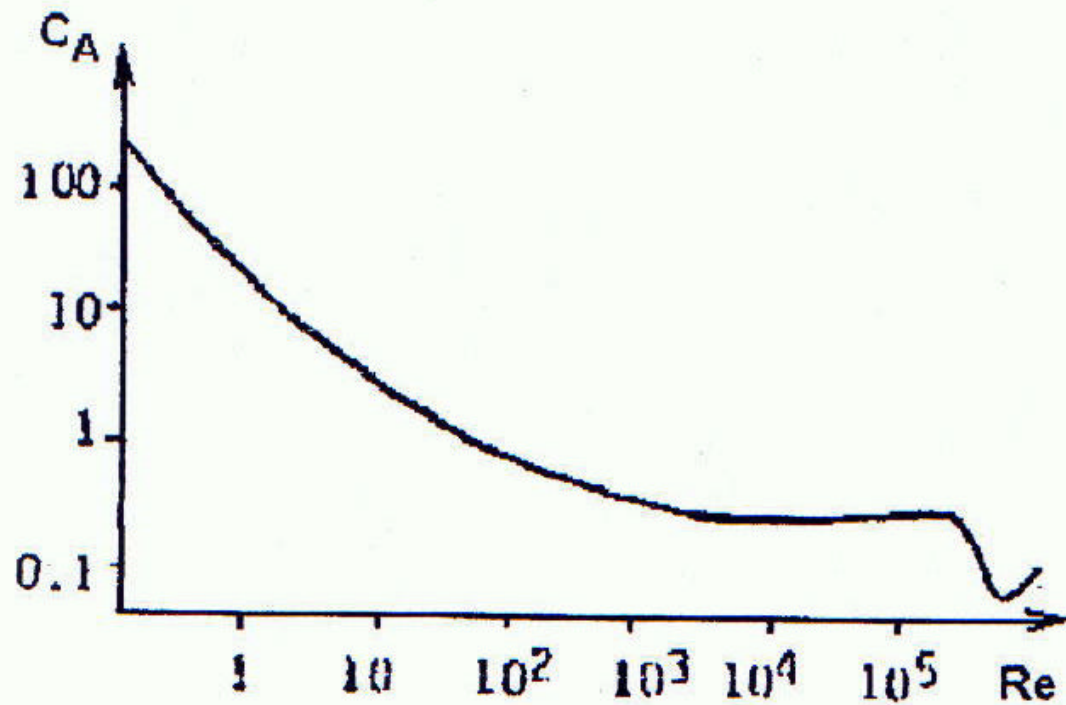


Fig. 6 - Coeficiente de arrastre en función del número de Reynolds