

El modelo Hodgkin y Huxley

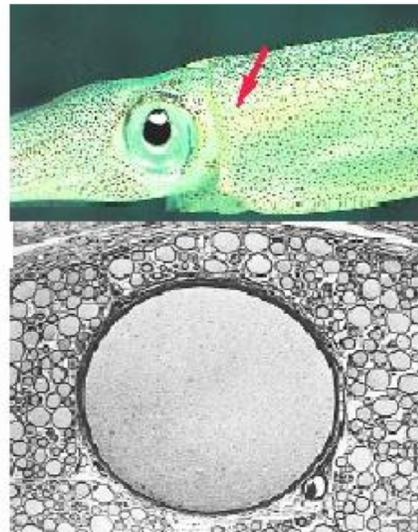
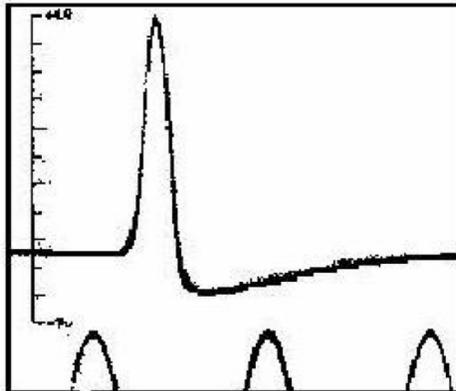
Electroneurobiología 15 (4), pp 31-60 (2007)

P.W. Lambert y V. Rodríguez



FAMAF, UNC y CONICET

→ FFyH, UNC

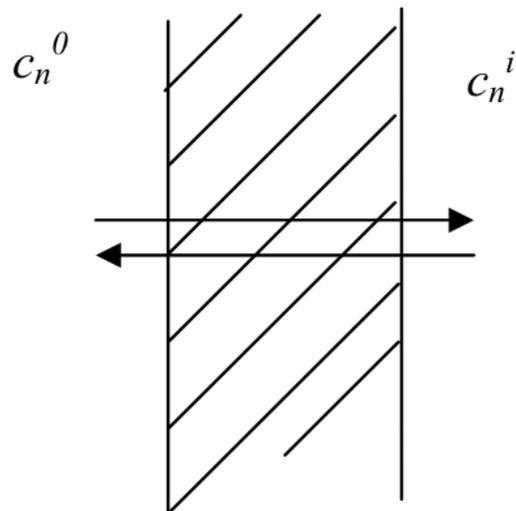


Registro histórico de un potencial de acción en el axón gigante de calamar logrado por Hodgkin y Huxley en 1939. Tomado de *Nature* (1939) 144, pág. 710. En el calamar, este axón se prolonga caudalmente, pasando por donde indica la flecha de color. Al corte, se lo ve rodeado de otros axones paralelos, de diámetro normal.

Un poco de historia:

- Luigi Galvani (1791). Estudió el efecto de descargas eléctricas sobre músculos.
- Carlo Matteucci (1842): Midio por primera vez potenciales eléctricos en tejidos.
- Emil Heinrich du Bois-Reymond (1843)
- Hermann von Helmholtz (1852).
- Walter Nernst (1888).

$$V_n = \frac{RT}{z_n F} \ln \left[\frac{C_n^o}{C_n^i} \right]$$



C_n^o y C_n^i concentraciones dentro y fuera.

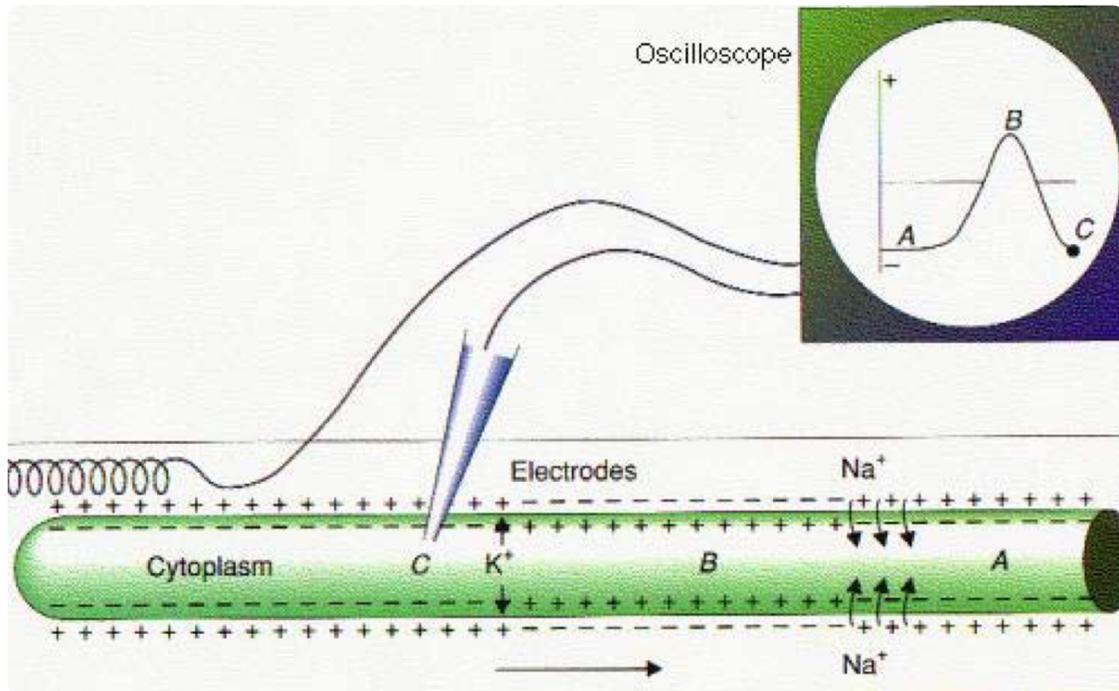
F: constante de Faraday

T: temperatura

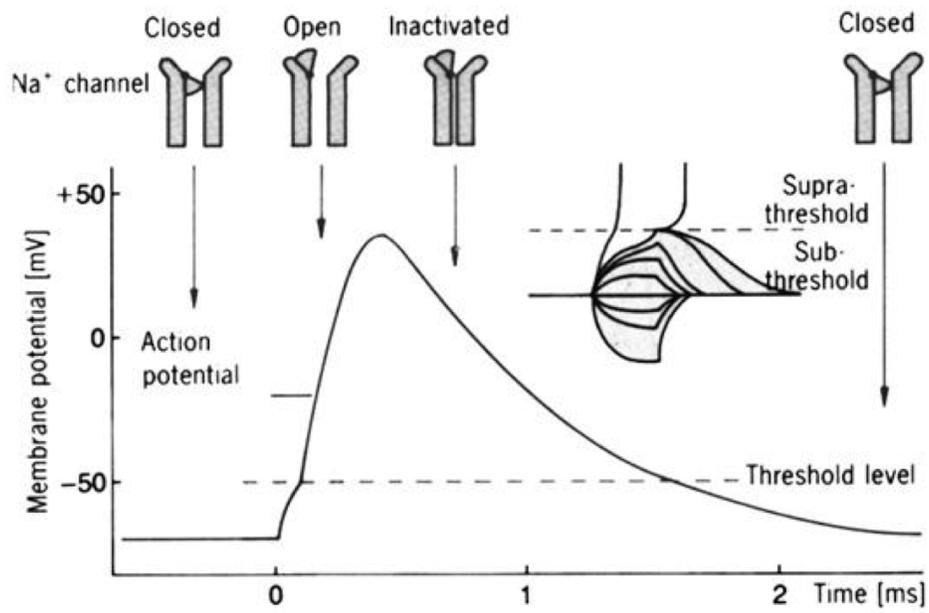
R: constante de Gases

z_n : valencia

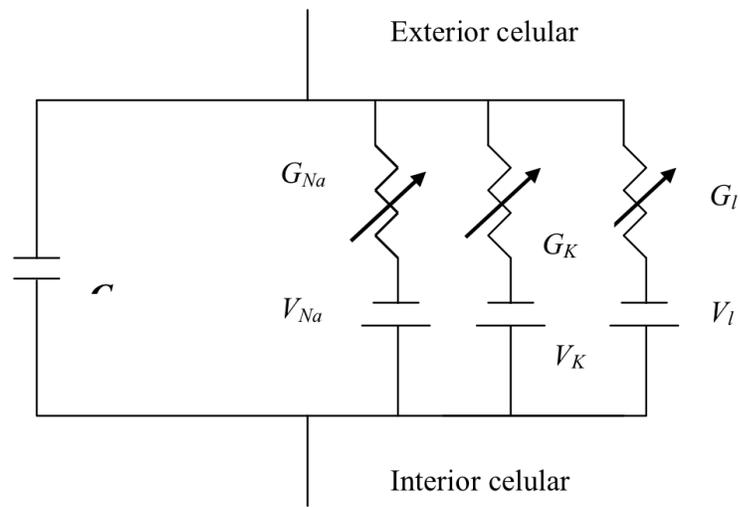
$$\frac{RT}{F} \approx 25 \text{ mV}$$

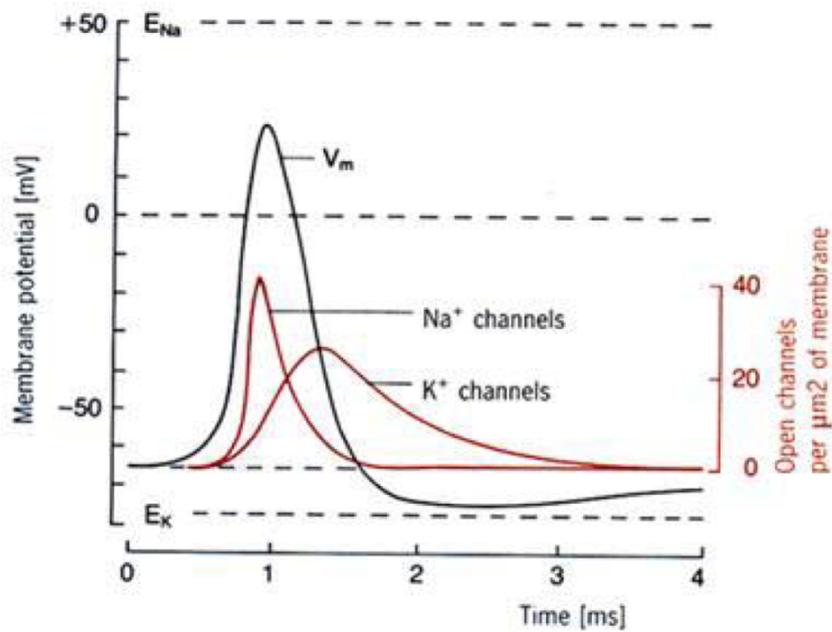


- Julius Bernstein (1902). Inició la electrofisiología moderna.
- J. Z. Young (1936). Estudió el axón gigante del calamar.
- Hodgkin y Katz (1949). Muestran que el sodio es importante



$$\frac{dV_n}{dt} = - \frac{1}{C_n} \sum_i I_i$$



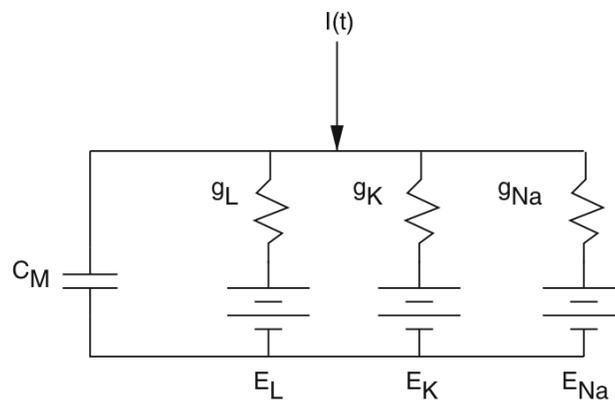


Potencial de acción generado por dos diferentes corrientes iónicas, los canales Na^+ y K^+ . Se muestra la variación del potencial de membrana con el tiempo, así como el número de canales abiertos por μm^2 de superficie de la membrana para cierta región del axón.

$$C_M \frac{dV}{dt} = -g_{\text{Na}}(V - E_{\text{Na}}) - g_{\text{K}}(V - E_{\text{K}}) - g_{\text{L}}(V - E_{\text{L}})$$

$$= -I_{\text{Na}} - I_{\text{K}} - I_{\text{L}}$$

$I_{\text{L}} \equiv$ corriente de fuga.



g_L se resume constante

I_{Na} y g_k dependen de t

$$g_k = \bar{g}_k m^4$$

$$I_{Na} = \bar{g}_{Na} m^3 h$$

\bar{g}_k y \bar{g}_{Na} constantes en el tiempo

m , n y h son "gating variables" entre 0 y 1

n^4 es la probabilidad de que el canal de potasio esté abierto

n^3 es la probabilidad de que el canal de sodio esté abierto

h es la prob. de que el canal de sodio se inactive

$$\frac{dn}{dt} = \alpha_n(V)(1-n) - \beta_n(V)n$$

$$\frac{dm}{dt} = \alpha_m(V)(1-m) - \beta_m(V)m$$

$$\frac{dh}{dt} = \alpha_h(V)(1-h) - \beta_h(V)h$$

$$\bar{g}_{Na} = 120 \text{ } \mu\text{s/cm}^3$$

$$\bar{g}_K = 36 \text{ } \mu\text{s/cm}^3$$

$$\bar{g}_L = 0.3 \text{ } \mu\text{s/cm}^3$$

$$E_{Na} = 50 \text{ mV}$$

$$E_K = -77 \text{ mV}$$

$$E_L = -54.4 \text{ mV}$$

$$\alpha_m(V) = 0.01 (V+55) / (1 - \exp(-(V+55)/10))$$

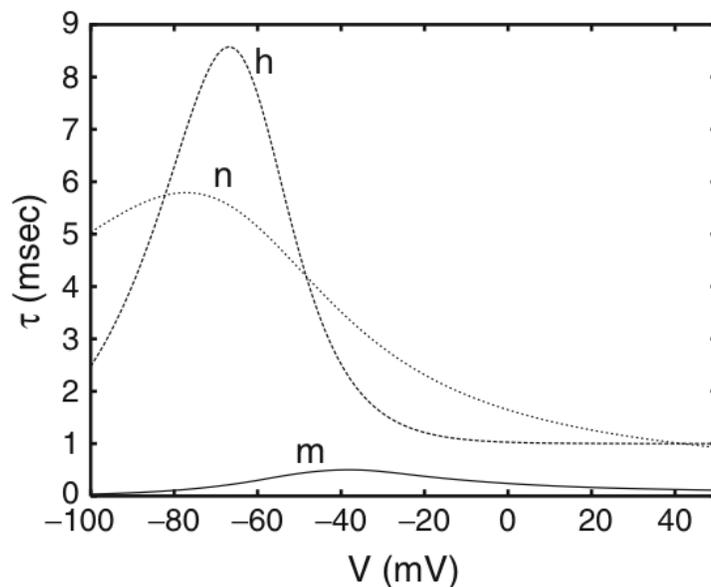
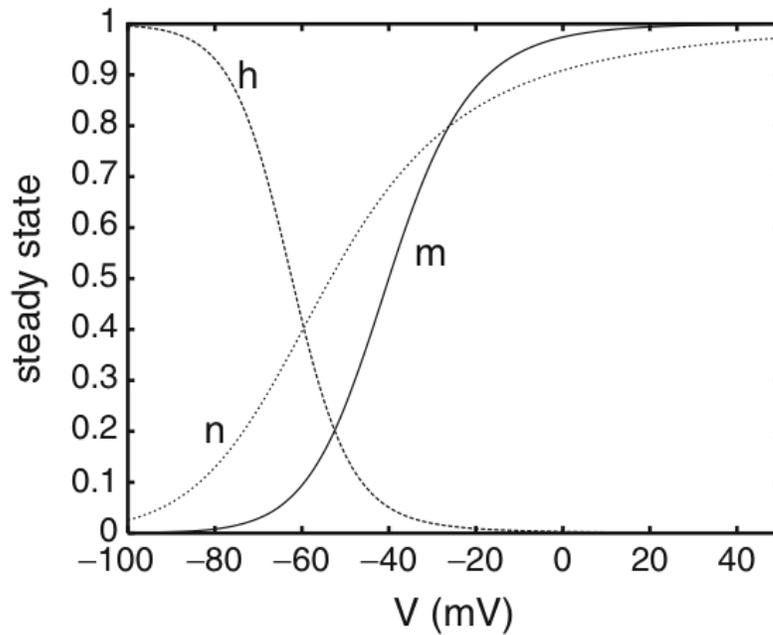
$$\beta_m(V) = 0.125 \exp(-(V+65)/80)$$

$$\alpha_m(V) = 0,1 (V+40) / (1 - \exp(-(V+40)/10))$$

$$\beta_m(V) = 4 \exp(-(V+65)/80)$$

$$\alpha_h(V) = 0,07 \exp(-(V+65)/20)$$

$$\beta_h(V) = 1 / (1 + \exp(-(V+35)/10))$$



$$c_M \frac{dV}{dt} = -\bar{g}_{Na} m^3 h (V - E_{Na}) - \bar{g}_K n^4 (V - E_K) - \bar{g}_L (V - E_L),$$

$$\frac{dn}{dt} = \phi [\alpha_n(V)(1 - n) - \beta_n(V)n],$$

$$\frac{dm}{dt} = \phi [\alpha_m(V)(1 - m) - \beta_m(V)m],$$

$$\frac{dh}{dt} = \phi [\alpha_h(V)(1 - h) - \beta_h(V)h].$$

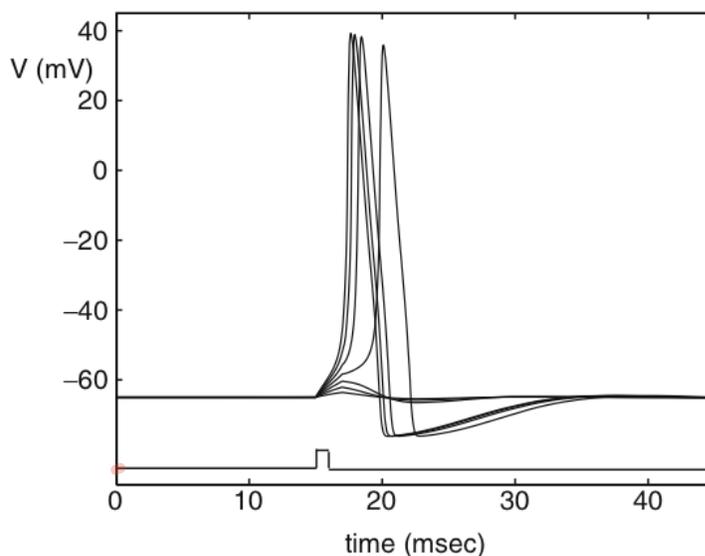
Aquí ϕ lleva en cuenta la temperatura

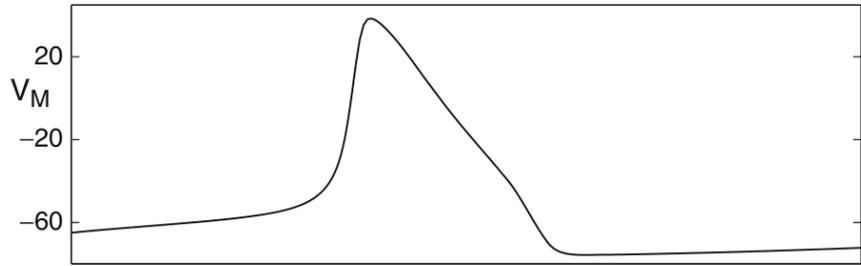
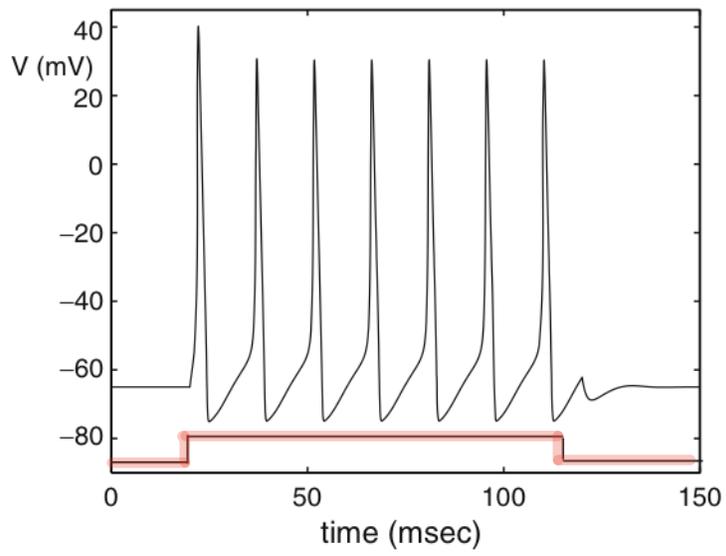
$$\phi = Q^{\frac{(T - T_b)}{10}}$$

donde

$$T_b = 6.3^\circ\text{C}$$

$$Q = 3$$





10mV
t=0

