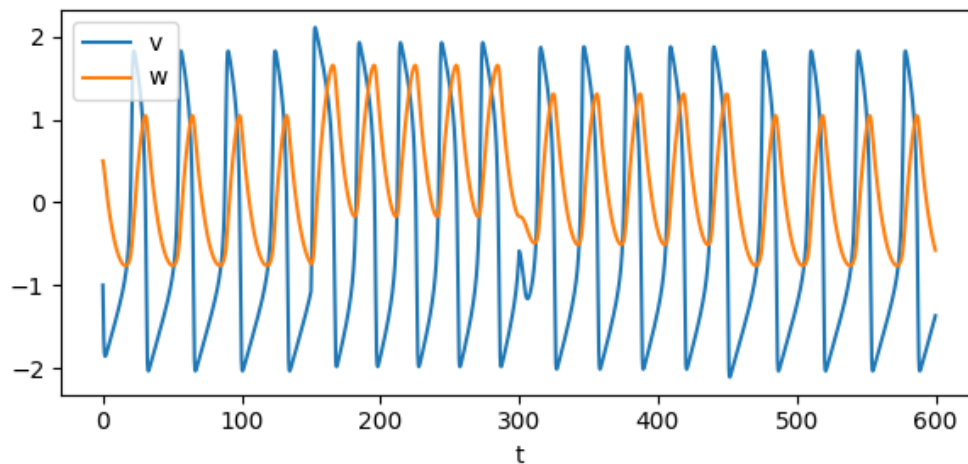


FHN as a Python class



- v : 快變的「活化」變數（像膜電位），
- w : 慢變的「恢復/抑制」變數。

圖 1：在 ($I=0.7$) 時段，解軌跡離開靜息點，沿著 v -nullcline 的左右支快跑（快變），穿插著朝 w -nullcline 緩慢靠攏（慢變）。切回 ($I=0.3$) 後極限環仍保留但頻率降低；回 ($I=0$) 後因跨不過閾值，振盪消失，回到平衡。這是標準的 FHN 行為。

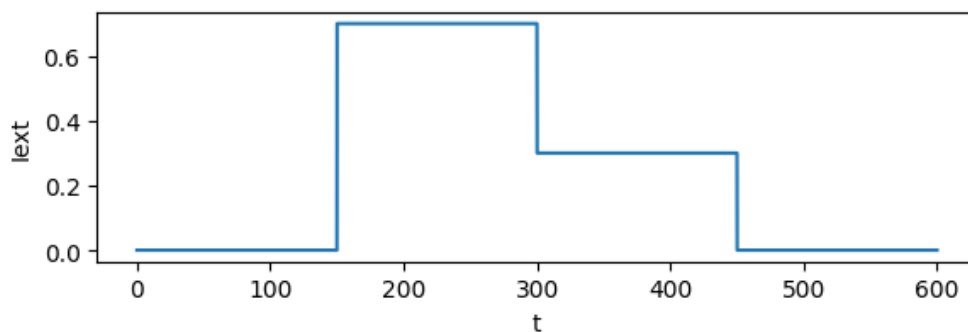


圖 2：刺激的三段式階梯清楚標定了三段動力學（強振盪 → 弱振盪 → 靜息膜電位）。

FHN in Brian2 (unit-safe, same dynamics)

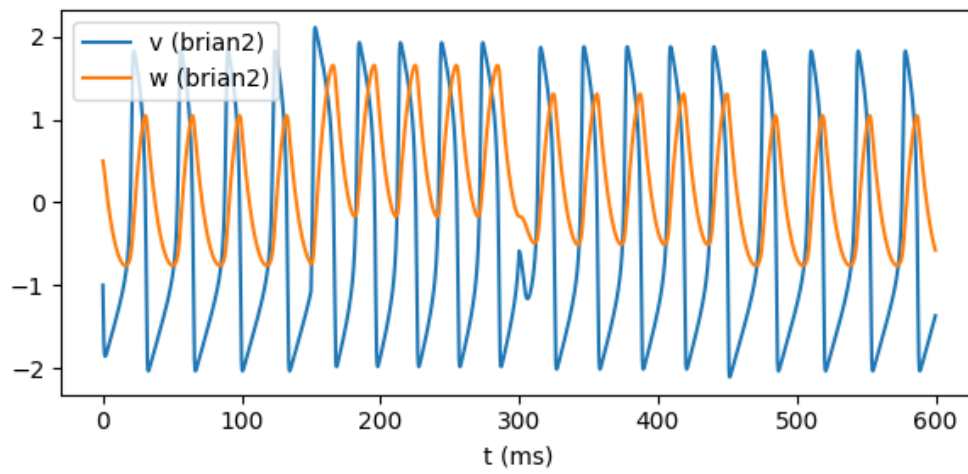


圖 3：Brian2 版 FHN 的 $v(t)/w(t)$ ：用 `NeuronGroup` 寫同一組方程，狀態無單位：1，右側用 /ms 確保導數有 (1/s) 單位；最終結果與 圖一 看起來幾呼重疊，證明兩種實作等價。

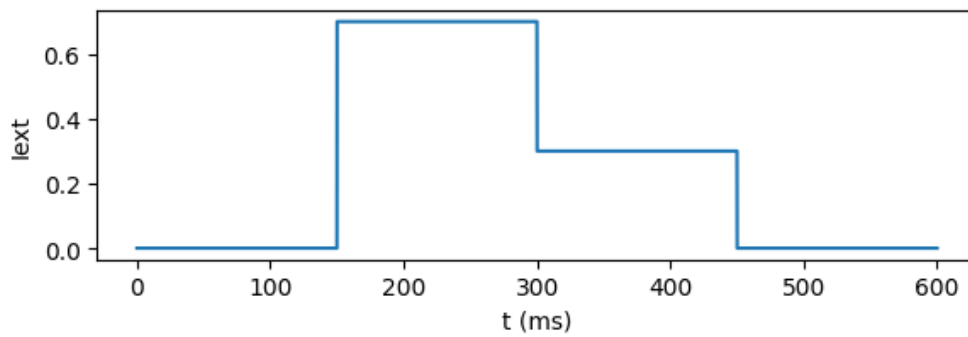


圖 4：用 `TimedArray(I_arr, dt)` 餵同一份階梯輸入，與 圖二 在切換時刻一致。