



University of Tehran

School of Electrical and Computer Engineering



---

# Dynamic Systems in Neuroscience

---

Instructor: Dr. Fariba Bahrami

## Assignment 1

Sasan Keshavarz

810199253

fall 2022

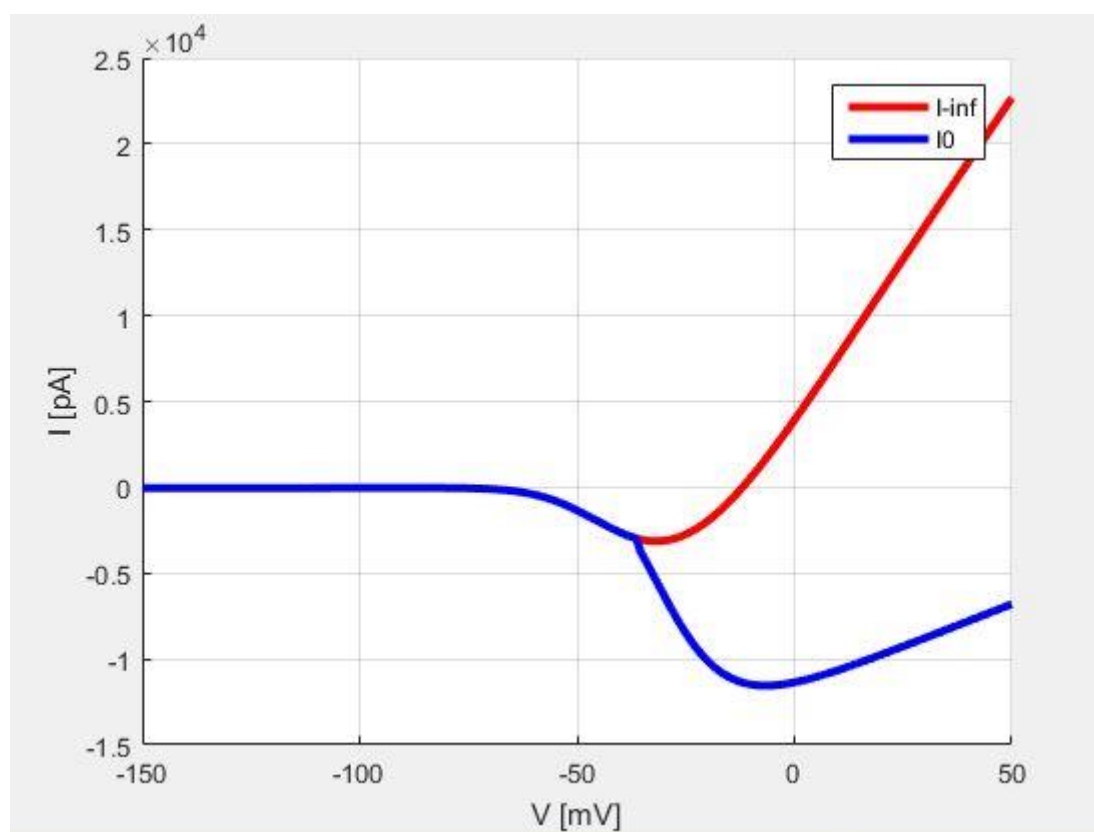
## فهرست

سوال 1	2
سوال 2	3
سوال 3 و 4	5

## سوال 1

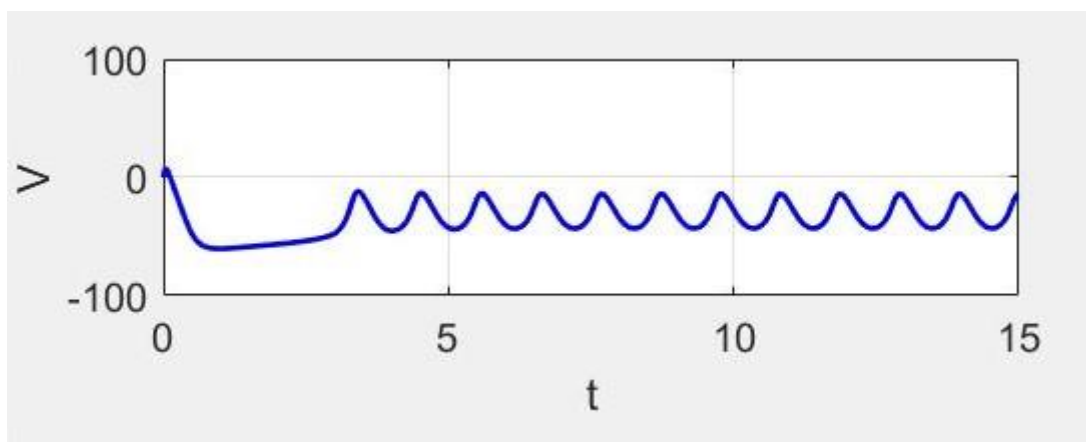
در آزمایش ولتاژ کلمپ ولتاژ ثابت نگه داشته میشود و تغییرات جریان به منظور بررسی رفتار کانالهای یونی بررسی میشود. مدل پیاده شده در شبیه سازی مرتبه 4 است.

در شکل زیر منحنی آبی مربوط به جریان لحظه ای و منحنی قرمز مربوط به جیان حال دائمی را نشان میدهد. از رفتار جریان حالت دائم میتوان استنتاج کرد که بعد از کمی کاهش دوباره افزایش می یابد و نوروں به سمت تحریک شدن میرود.

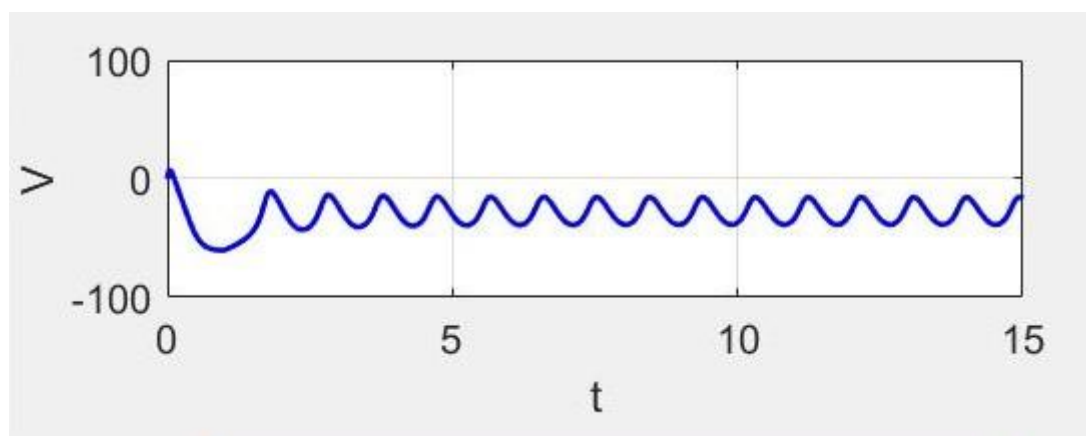


## سوال 2

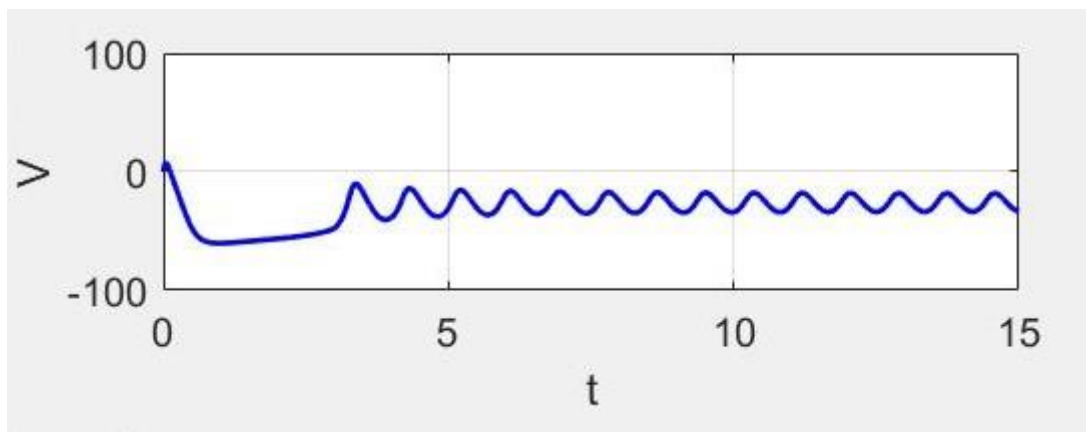
برای وقتی که از جریان صفر شروع میکنیم و جریانهای بزرگتر به نورون می‌دهیم شبیه سازی شکل‌های زیر را به دست داده است. میتوان استدلال کرد که تا وقتی جریان زیر 30 پیکوآمپر بوده است خروجی ولتاژ نورون زیر آستانه بوده است. اما وقتی جریان به 30 پیکو رسیده است، در شکل خروجی ولتاژ میتوان دید که اولین پیک بزرگتر از بقیه است و نورون آتش کرده است.



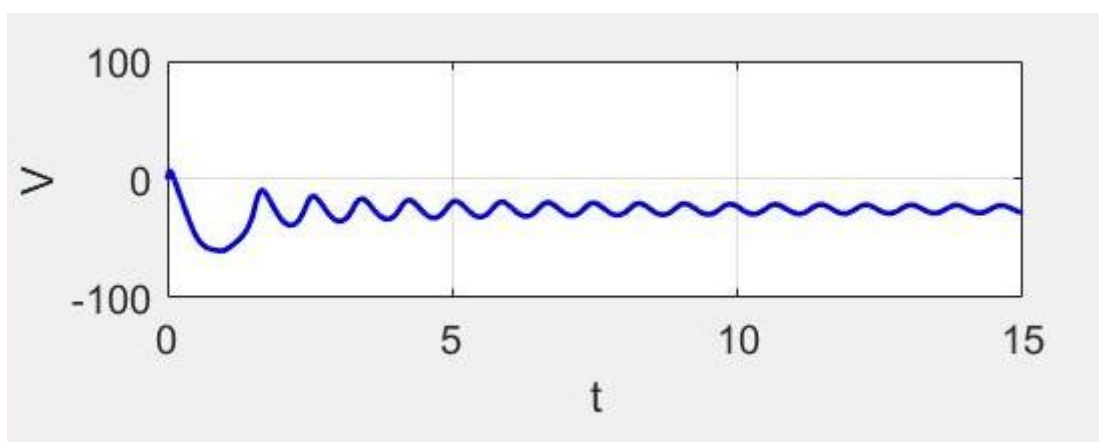
$I = 15\text{pA}$



$I = 20\text{ pA}$



$I = 25 \text{ pA}$



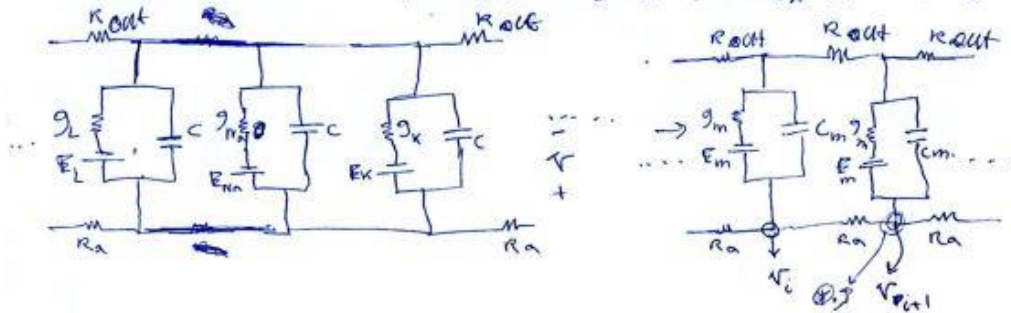
$I = 30 \text{ pA}$

# سوال 3 و 4

شماره کتبی: ۸۰۱۹۹۲۵۳

سوال ۳

مدل سازی آکسید برای انتشار، بتا نیل عمل به صورت دودر است.



۱)  $C \dot{V} = I - g_L(V - E_L) - \bar{q}_n m^* h(V - E_n) - \bar{q}_k n^f(V - E_k) + \frac{a}{r R_a} \frac{\partial V^r}{\partial x^r} \rightarrow a$  : شتاب آکسید

$R_a$ : مقاومت داخلی  
سیر و لاسور، حرر

۲)  $\dot{n} = \frac{n_{\infty}(V) - n}{\tau_n(V)}$

۳)  $\dot{m} = \frac{m_{\infty}(V) - m}{\tau_m(V)}$

$X_{\infty}(V) = \frac{1}{1 + e^{\frac{V_{kx} - V}{kV}}}$

۴)  $\dot{h} = \frac{h_{\infty}(V) - h}{\tau_h(V)}$

$\tau_x = \tau_{base_x} + \tau_{amp_x} \cdot e^{-\frac{(V_{max_x} - V)^r}{G_x^r}}$

مدت یا شت ساده (A) است. از روابط تحلیل بار برای این مقدار استفاده میکنیم

$\frac{V_{i+1} - V_i}{R_a} = I_a$  ,  $\frac{R_a \Delta x}{\pi a^2} = R \rightarrow$  در  $R_a$  مقاومت طولی بود

$I_a = \frac{(V_{i+1} - V_i) \pi a^2}{R_a \Delta x}$

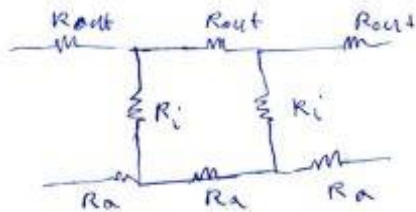
آر در  $\text{دره}$   $\otimes$   $Kcl$  بزین  $\cdot \cdot$   
 $I_{oi} \quad I_{o(i+1)}$

۱۰۰۰

$\frac{(V_{i+1} - V_i) \pi a^2}{R_a \Delta x} - \frac{(V_{it+1} - V_{it}) \pi a^2}{R_a \Delta x} = -\tau_m (r_{na} \Delta x)^r$

$$\rightarrow C\dot{V} = I - \bar{g}_K n^4 (V - E_K) - \bar{g}_{Na} m^3 h (V - E_{Na}) - (V_L - E_L) g_L + \frac{a}{2R} \frac{\partial^2 V_m}{\partial x^2}$$

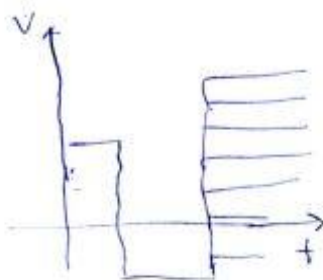
اگر تغییر یک زیر آستانه باشد مقدار بدل را - صورت دو برد تقریب زد :



که در آن  $R_{out}$  است و نادیده گرفته شود.  
اما برای بقیه بدل به راحتی رابطه جریان به دست درآید.

سوال 4) برای بررسی کردن تغییرهای دروازه دهی بسیم به ترتیب ابتدا با استفاده از سم و کانالهای یونایی را بسیم و نقطه کانالهای یونایی را بررسی کنیم.

به این منظور از آزمایش Voltage clamp استفاده میکنیم



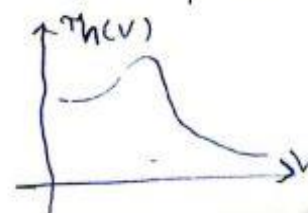
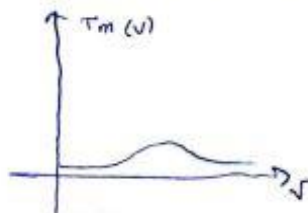
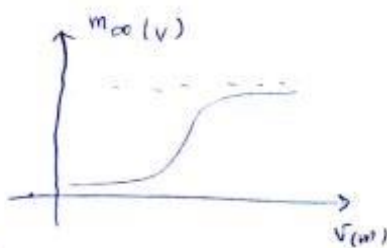
شکل ولتاژ کلپ استفاده شده باید به صورت شکل باشد:

اول ولتاژ را بسیار منفی میکنیم تا درون کانالهای یونایی باز شود و همه عاملهای دروازه دهی بسته شوند.

سپس در هر مرحله درون را دیپولاریزه میکنیم و قابلیت آد را بررسی میکنیم

این آزمایش برای به دست آوردن  $m_{\infty}(V)$  و ثابت زمانی های  $\tau_m$  و  $\tau_h$  به کار می رود. به این صورت که نقطه به نقطه ندرهای تساخر حرکت را به دست

می آوریم و یک نمودار به آن برازش می دهیم.



ادامه سوال ۴

چون معادلات حکم به رفتار نرور غیر خطی هستند، باید در هر مرحله یک تغییر ایجاد کرد و پس به نرور اجازه دهیم به حالت استقامت خود برسد. سپس دوباره همین کار را برای مقادیر دیگر و ولتاژ کلپ تکرار می‌کنیم.



برای به دست آوردن  $h_{\infty}$  باید یک آرایانه پیکان‌دهیم.

نمودار ولتاژ برای این آرایانه به صورت مقادیر است.

ابتدا نرور را در سطح مختلفی هائیکه ولتاژهای کمی نسبت به آن‌ها ناگهانی دیولاریزد می‌کنیم. مقدار دیولاریزاسیون باید کمتر از مقدار  $inactivation\ gate$  باشد تا به سبب سبب

$activation\ gate$  ها باز شود.

المته از این آرایانه هم برای یافتن  $\tau_m$  و  $\tau_h$  و قرار استفاده کرد.

