



University of Tehran

School of Electrical and Computer Engineering



Dynamic Systems in Neuroscience

Instructor: Dr. Fariba Bahrami

Assignment 2

Sasan Keshavarz

810199253

fall 2023

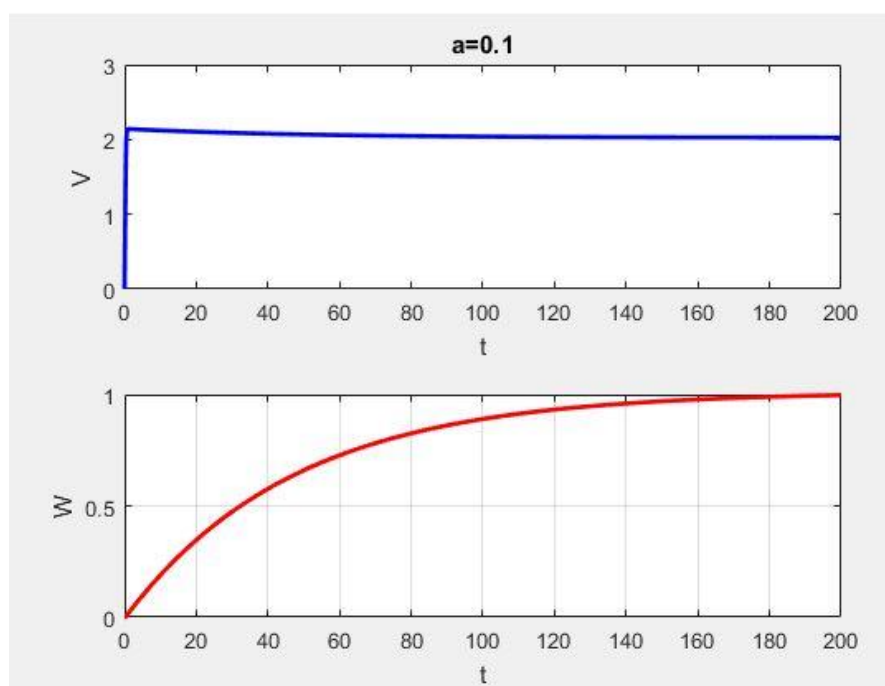
فهرست

سوال 1	2
بخش اول	2
بخش دوم	3
سوال 2	3
بخش اول	3
بخش دوم	4
سوال 3	5
بخش اول	5
بخش دوم	7
سوال 4	9
سوال 5	10
بخش اول	10
بخش دوم	10
بخش سوم	11
بخش چهارم	11

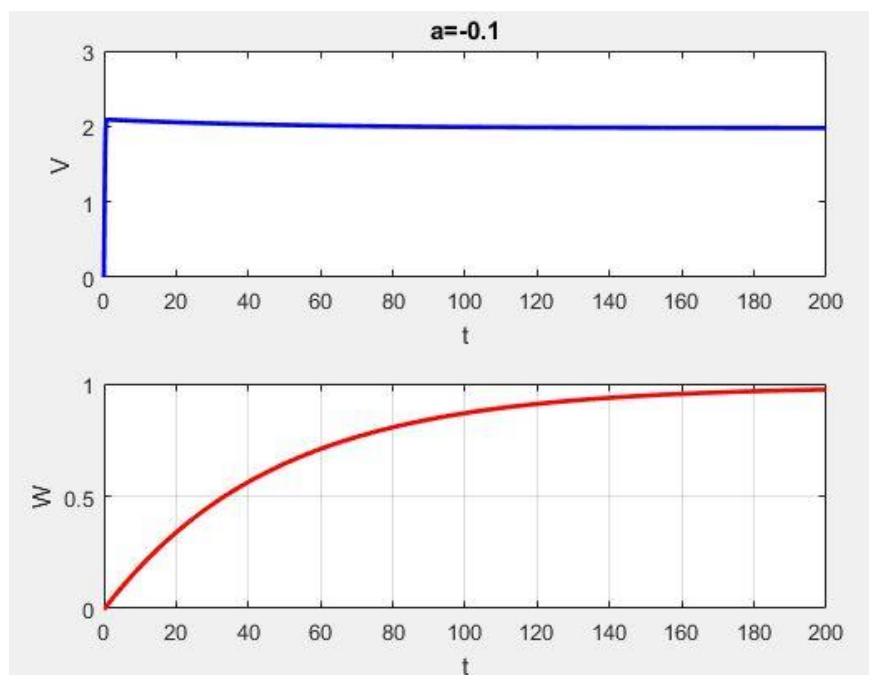
سوال 1

بخش اول

نتیجه شبیه سازی در شکل زیر برای مقدار مثبت پارامتر نمایش داده شده است. این پارامتر که مثبت باشد، ولتاژ با تغییرات ولتاژ رابطه مستقیم دارد. همچنین چون ولتاژ با w هم رابطه مستقیم دارد پس مثبت بودن پارامتر w را هم مقداری زیاد میکند. از مقایسه شکل اول و دوم مشخص است که هم مقدار ولتاژ و هم مقدار w پس از منفی شدن پارامتر a کمی کاهش یافته اند.



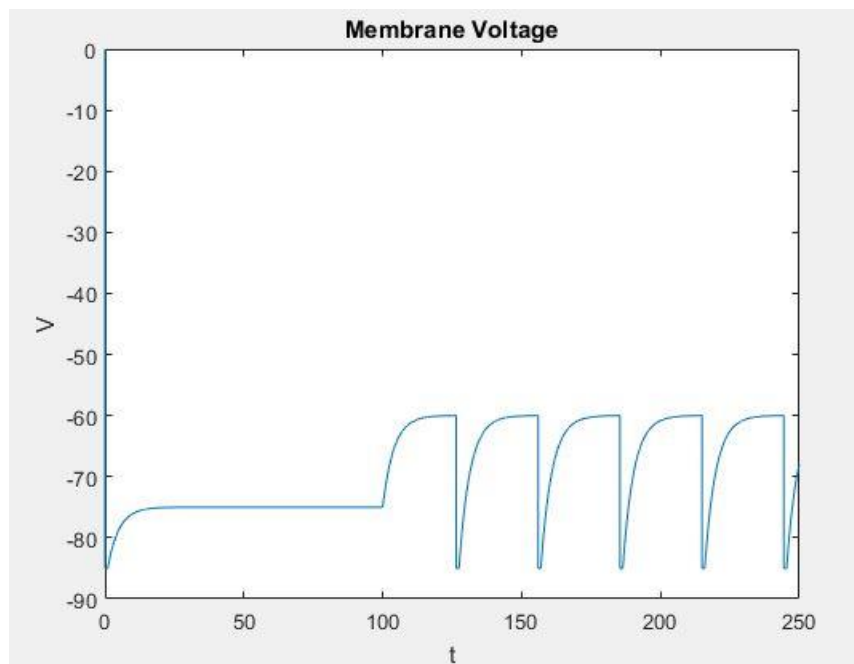
بخش دوم



سوال 2

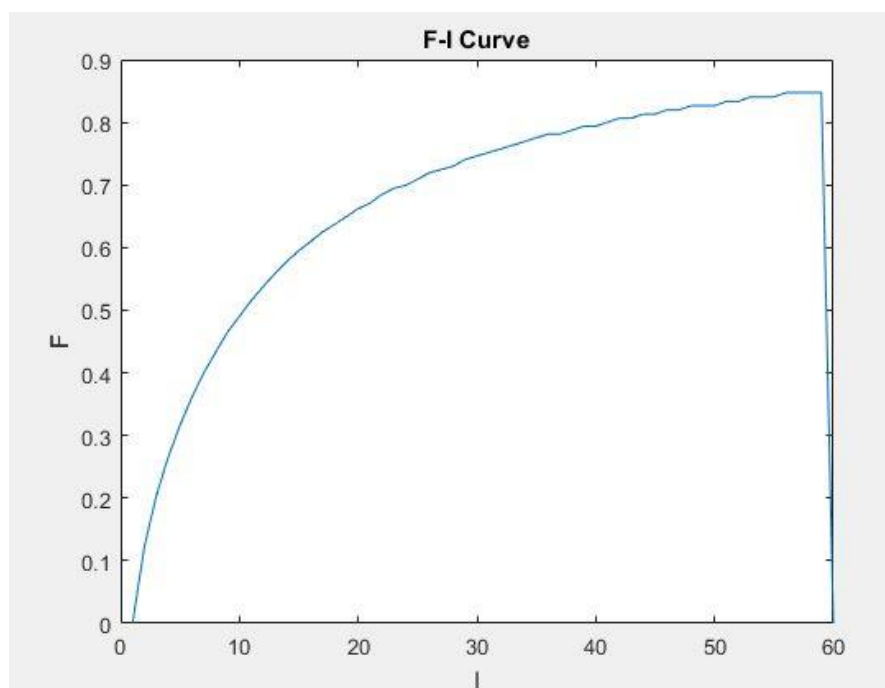
بخش اول

به صورت آزمون و خطا و با کم و زیاد کردن مقدار I را به دست آوردم. این مقدار حداقلی برای آتش کردن نوروں به صورت تونیک 1.502 به دست آمد. خروجی ولتاژ غشا به ازای ای مقدار جریان در شکل زیر نمایش داده شده است.



بخش دوم

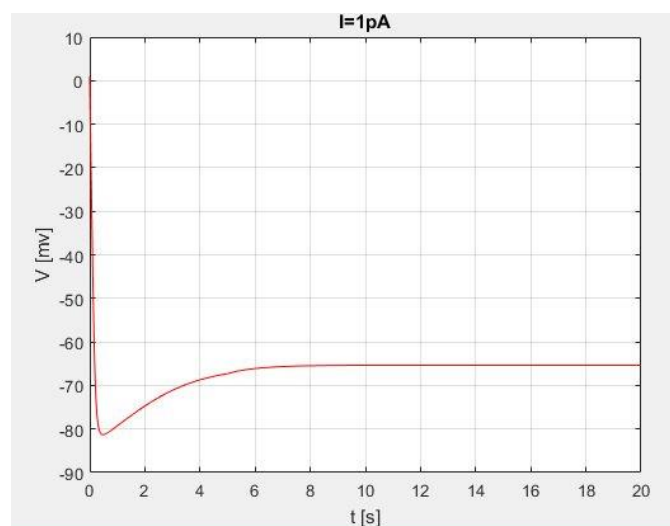
کد مربوطه برای رابطه بین جریان و فرکانس ضمیمه شده است. خروجی کد در شکل زیر نمایش داده شده است.



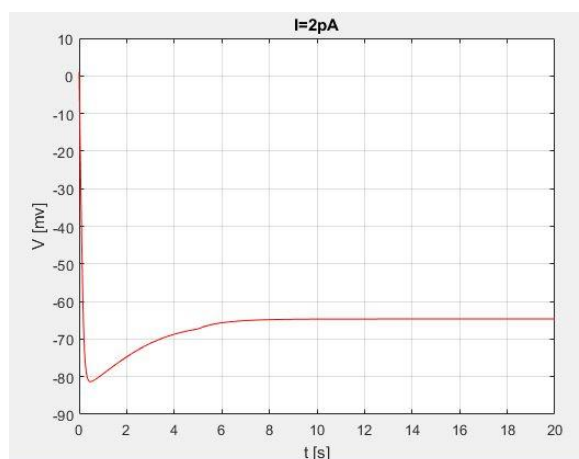
سوال 3

بخش اول

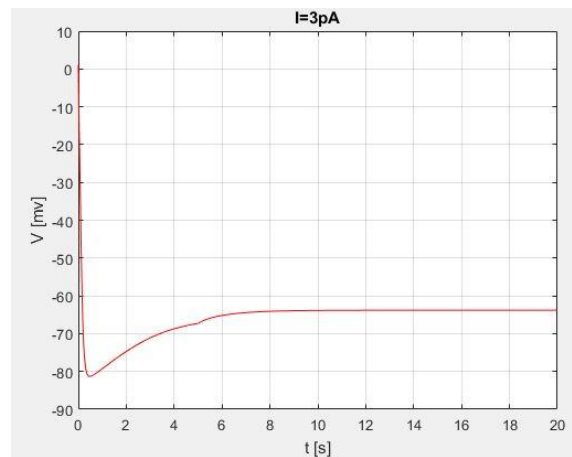
نورون به ازای 4 مقدار اولیه آتش نمیکند (صرفاً مقدار نهایی ولتاژ با افزایش جریان ورودی افزایش می یابد). و سپس وقتی جریان را به 5 پیکوآمپر میرسانیم آتش میکند. نتیجه شبیه سازی ها در شکل های زیر نمایش داده شده اند. با افزایش مقدار ورودی و بیشتر از 5 پیکوآمپر کردن مقدار ماکسیمم پیک ولتاژ تغییر چندانی نخواهد کرد و صرفاً فرکانس نوسانات زیادتر خواهد شد. رفتار نورون بر اساس معادلات دیفرانسیل مربوطه قابل توجیه است. در ابتدا یک جریان سریع منفی به خاطر خاصیت خازنی داریم و سپس ولتاژ زیاد میشود تا به مقدار نهایی خود برسد. در حالتی که آتش میکند جریان ورودی به اندازه مافی زیاد بوده که فیدبک مثبت مربوط به معادلات را تحت تاثیر قرار دهد و باعث شود در خروجی ولتاژ فایرینگ مشاهده کنیم.



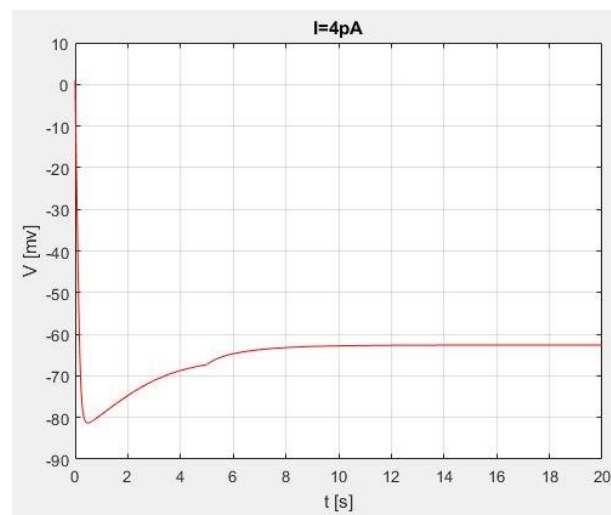
$I=1\text{pA}$



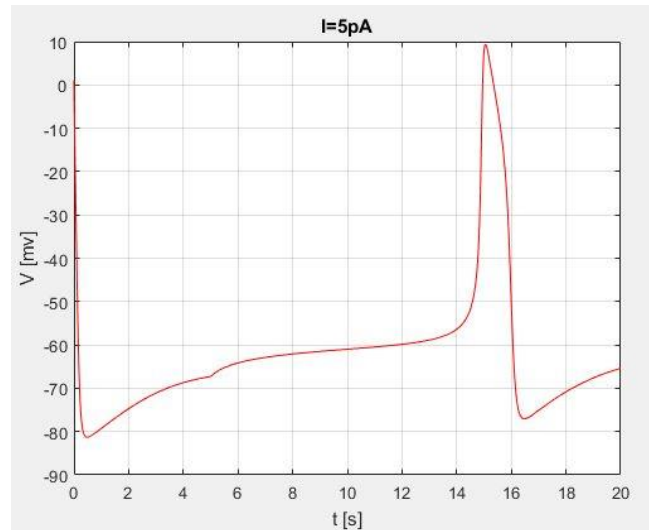
$$I = 2\text{pA}$$



$$I = 3\text{pA}$$



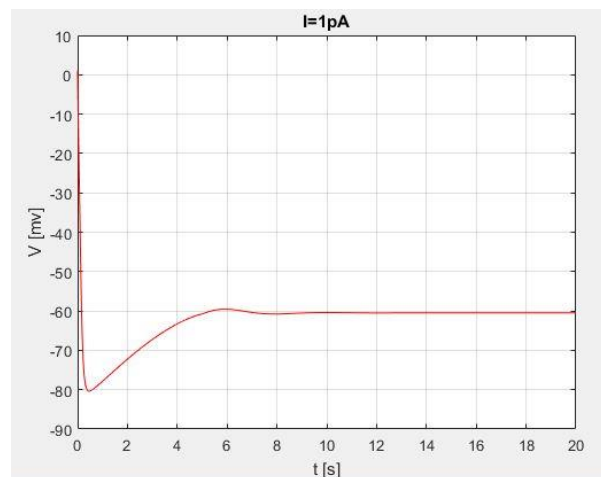
$$I = 4\text{pA}$$



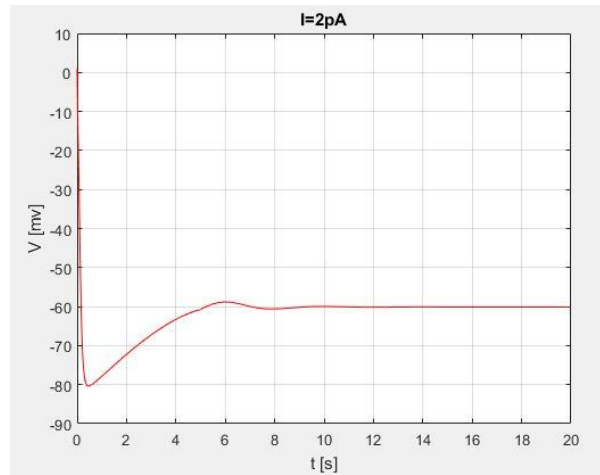
$I = 5 \text{ pA}$

بخش دوم

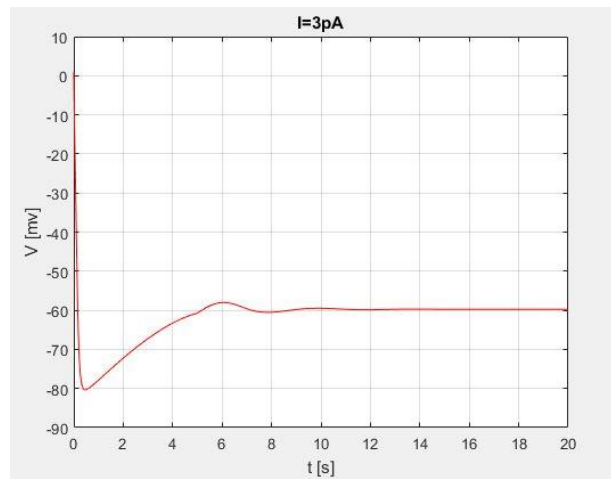
وقتی $V_{1/2n}$ را کوچک تر میکنیم، n سریع تر به مقدار نهایی خود میرسد. این معادل این است که دریچه های پتاسیمی زودتر باز میشوند و نورون زودتر میتواند به حالت استراحت خود برگردد. پس به جریان بیشتری باز است تا نورون دپولاریزه شود. نورون سعی میکند آتش کند ولی چنانچه از شکلهای 4م و 5م مشخص است بعد از اندکی افزایش سریعا به حالت قبل برمیگردد و به مقدار نهایی خود میرسد. در این حالت هم با افزایش جریان مقدار نهایی ولتاژ افزایش اندکی می یابد. با هیچکدام از جریانهای گفته شده در سوال نورون آتش نمیکند. جریان لازم برای فایر کردن نورون حدود 18 پیکوآمپر است.



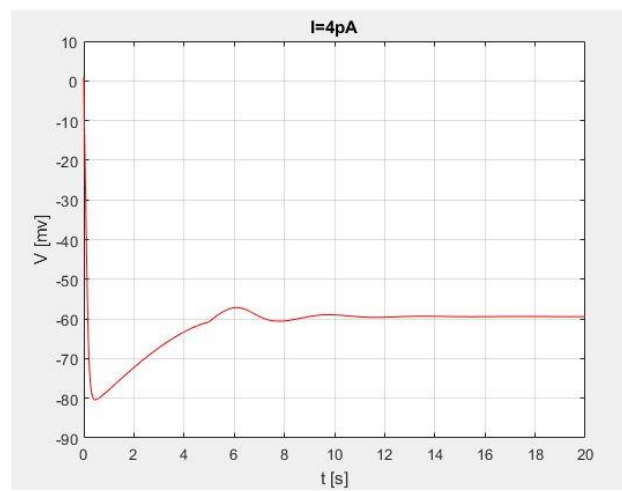
$I = 1 \text{ pA}$



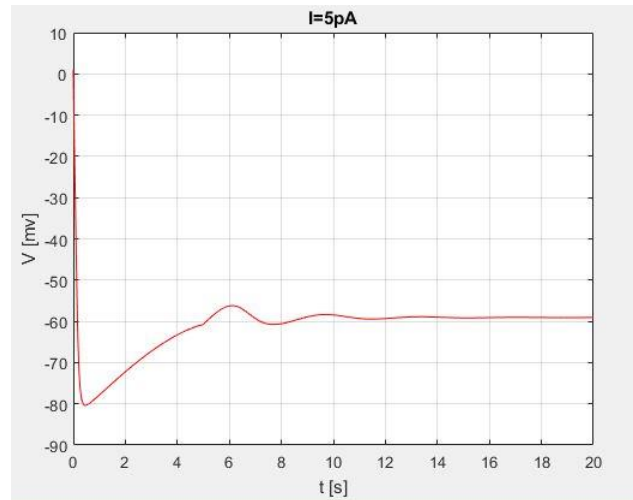
$I = 2\text{pA}$



$I = 3\text{pA}$



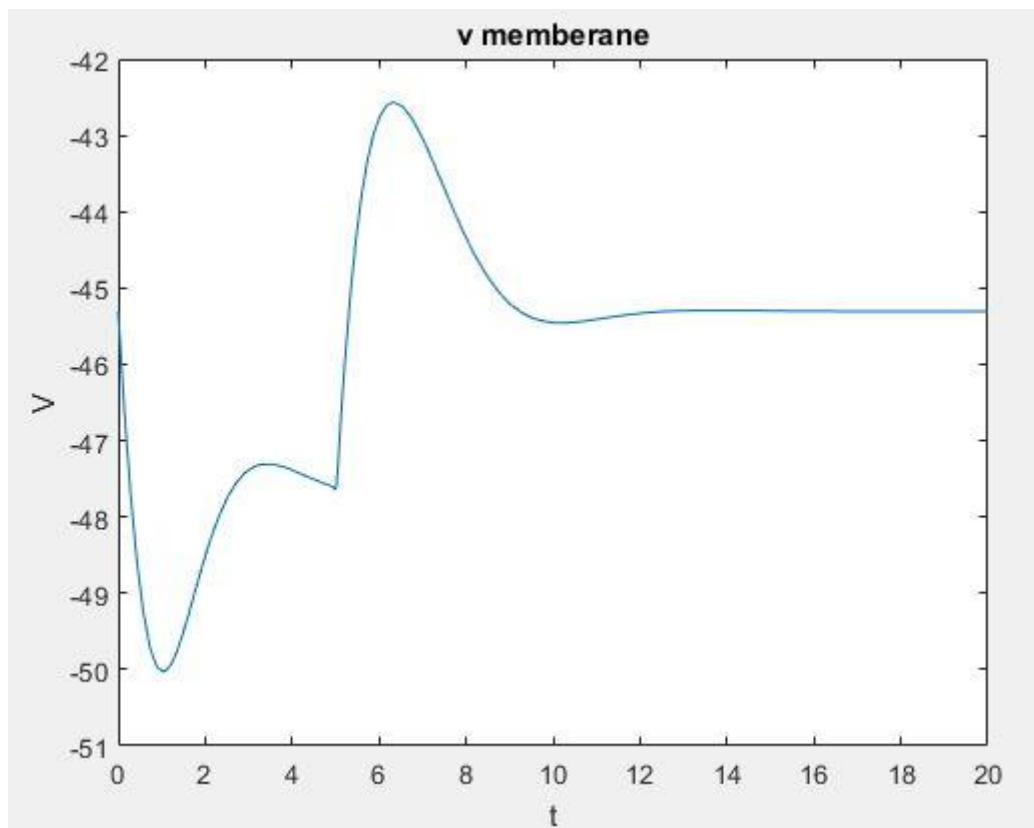
$I = 4\text{pA}$



$$I = 5\text{pA}$$

سوال 4

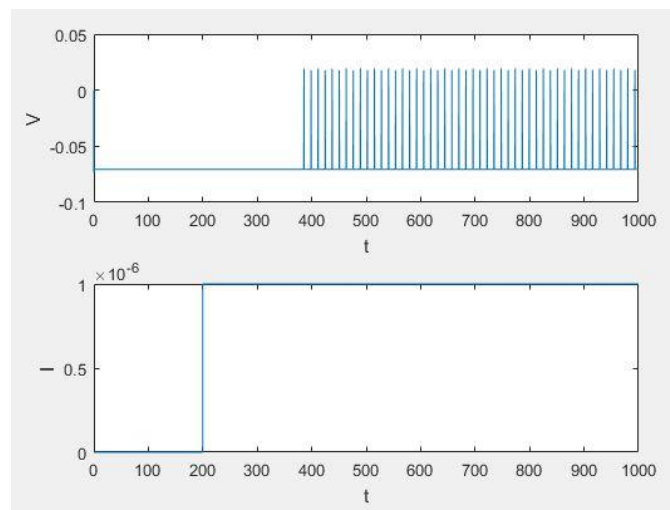
نتیجه شبیه سازی به صورت شکل زیر است. وقتی m به مقدار نهایی خود میرود، جریان به سمت داخل نوروں سریع تر خواهد رسید. پس جریان سدیمی بسیار قدرتمند میشود و خیلی هم سریع این اتفاق می افتد و نوروں دیپولاریزه میشود. همچنین چون جریان پتاسیمی وجود ندارد وظیفه جبران جریان به عهده جریان نشتی خواهد بود.



سوال 5

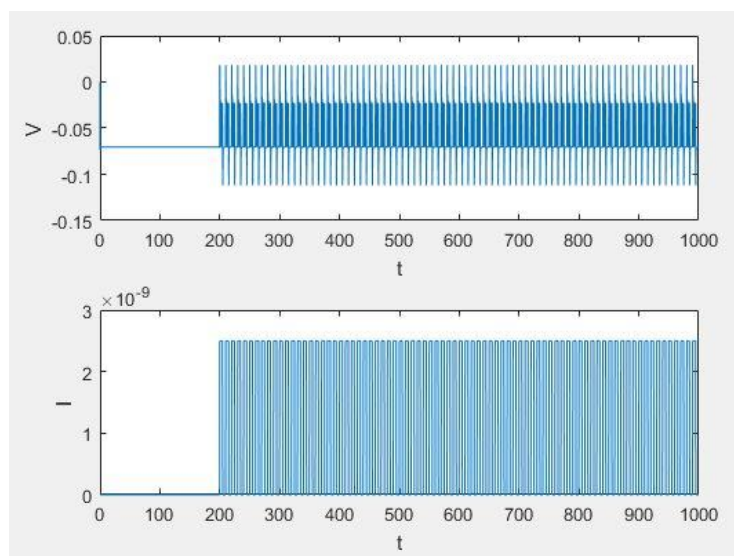
بخش اول

حداقل جریان لازم و حد استانه برای آتش کردن نورون حدود 1 نانو امپر است. اما برای نمایش بهتر جریان ورودی را 1 میکرو قرار دادیم و خروجی تونیک نورون به شکل زیر خواهد بود.



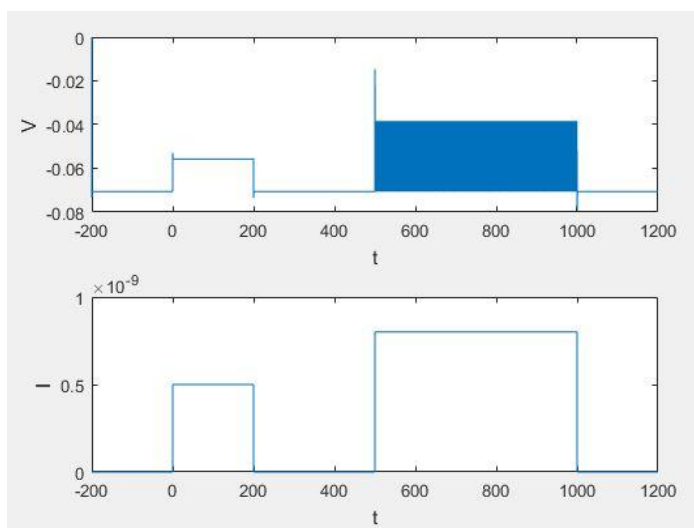
بخش دوم

خروجی مدل به ازای ورودی مورد نظر به صورت زیر به دست می آید.



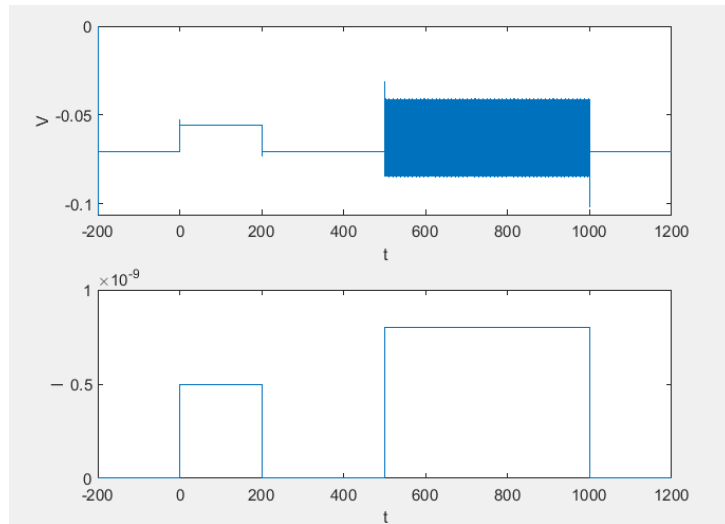
بخش سوم

با پالس اولیه نورون نمیتواند آتش کند و صرفاً به ست مقدار نهایی میرود و ثابت میشود. اما با پالس دوم که قدرتمندتر و طولانی تر است نورون آتش میکند و وارد فاز تونیک میشود.

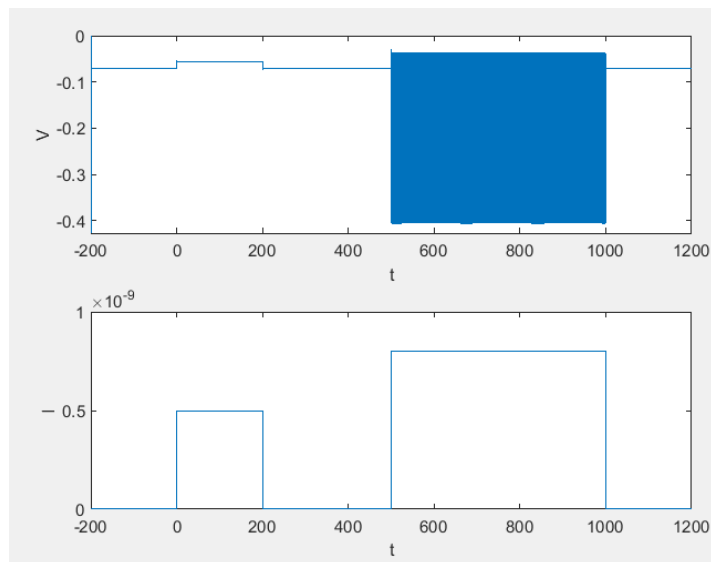


بخش چهارم

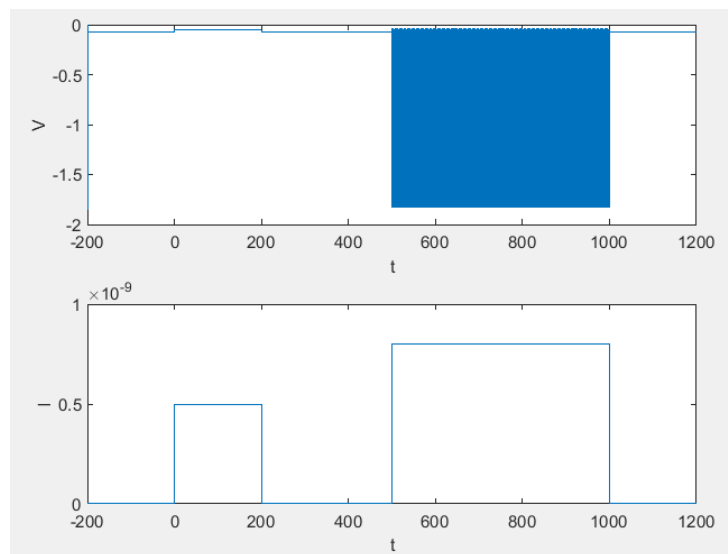
برای بررسی اثر پارامتر b مقادیر مختلف 1، 10 و 50 را برای آن در نظر گرفتم و نتایج شبیه سازی به صورت زیر به دست آمد. این پارامتر مستقیماً روی w اثر میگذارد و افزایش w فیدبک منفی سیستم را قوی تر میکند و v را هم کندتر میکند. این باعث میشود نورون با فرکانس بیشتر تونیک بزند و بازه تغییرات v هم افزایش می یابد. چون افزایش b باعث کاهش v میشود هرچقدر آن را زیاد میکنیم ولتاژ منفی تر میشود.



b=1



b=10



$b=50$