

به نام خدا

## گزارش پروژه اول درس علوم اعصاب محاسباتی

سید روح الله هاشمی 99222117

استاد درس: دکتر خردپیشه

در این پروژه مدل‌های LIF، ELIF، ALIF و AELIF پیاده‌سازی شده‌اند. چون پیاده‌سازی و نتیجه‌گیری در مدل‌ها تقریباً یکسان است، فقط مدل اول را توضیح داده‌ام و برای باقی مدل‌ها، تفاوت‌ها با مدل اول گفته می‌شود. 5 تابع جریان مختلف (بازه‌ای، خطی، سینوسی، ثابت و گامی) به مدل داده شده است. معادلات پیاده‌سازی شده:

### Leaky Integrate-and-Fire model

$$\tau \cdot \frac{du}{dt} = -(u - u_{rest}) + R \cdot I(t) \quad \text{Linear}$$
$$\text{if } u(t) = \theta \Rightarrow \text{Fire + Reset } (u = u_{reset}) \quad \text{Threshold}$$

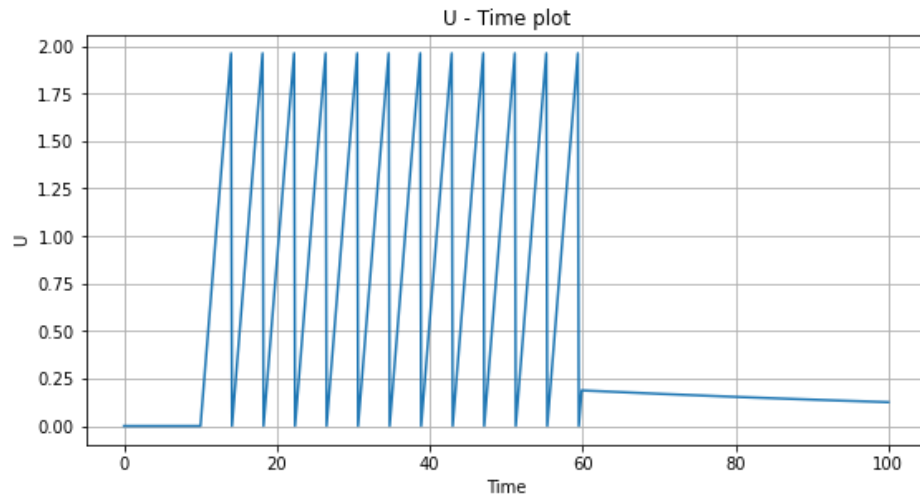
$$\Rightarrow R \cdot C \cdot \frac{du}{dt} = -(u - u_{rest}) + R \times I(t)$$

کلاس LIF با آرگومان‌های زمان، گام‌های زمانی، تابع جریان، پتانسیل استراحت، مقاومت مدار، ظرفیت خازن و آستانه پتانسیل ساخته شده است. داخل این کلاس، تابع spike\_time برای برگرداندن زمان اسپایک‌ها به ازای تابع جریان داده شده است. تابع init\_u که خودکار انجام می‌شود، برای داشتن پتانسیل‌ها به ازای زمان‌های مختلف است. تابع plot نیز برای رسم نمودارهای جریان زمان، پتانسیل زمان، و فرکانس زمان به کار می‌رود.

ابتدا تاثیر تغییر مقاومت در مدار (نورون) خود را بررسی می کنیم:

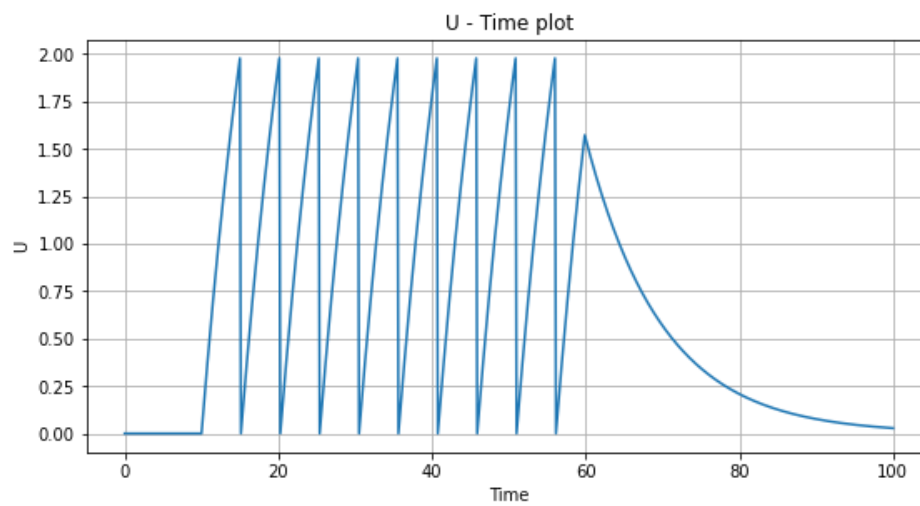
### LIF MODEL

**R: 10 C: 10 I: None THRESHOLD: 2**



### LIF MODEL

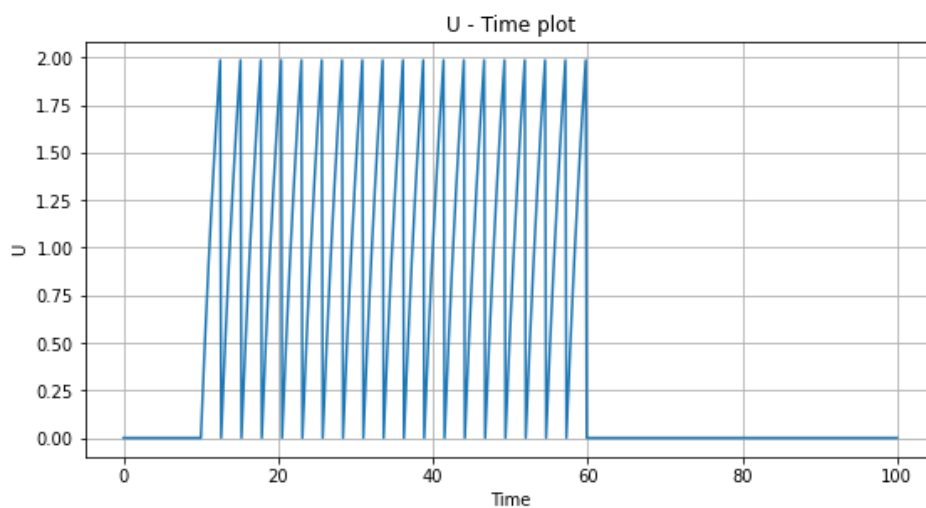
**R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 2**



سپس تاثیرات تغییر ظرفیت خازن را بررسی می کنیم.

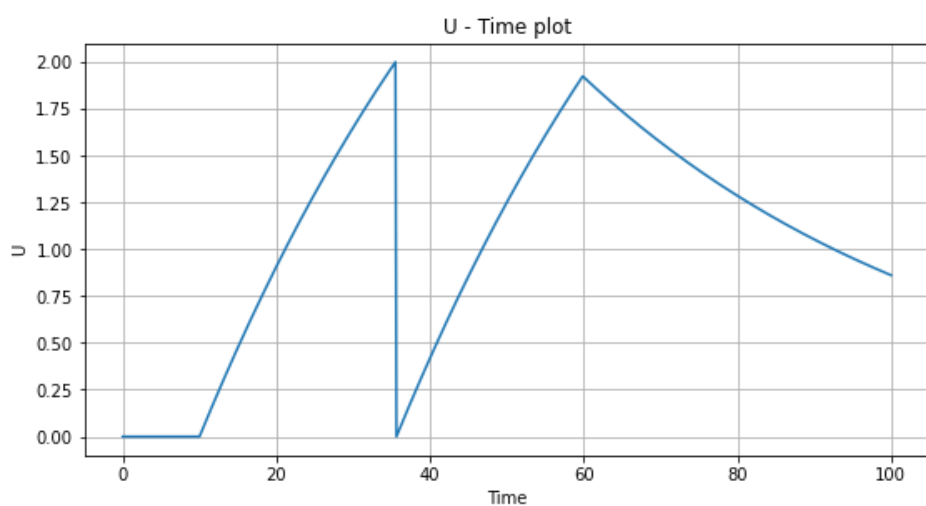
**LIF MODEL**

**R: 1 C: 5 I: None THRESHOLD: 2**



**LIF MODEL**

**R: 1 C: 50 I: None THRESHOLD: 2**

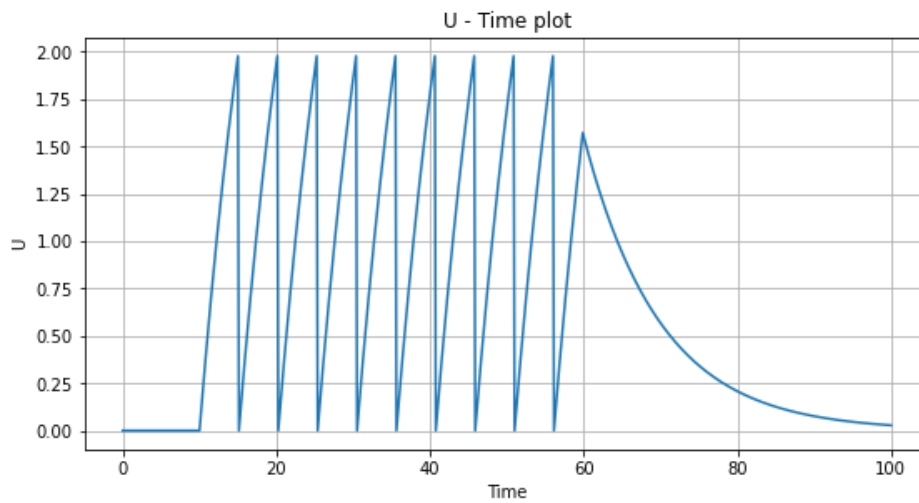


ظرفیت بالای خازن نشان دهنده آستانه بالاتر است و به همین علت، اسپایک های کمتری مشاهده می شود.

حال به بررسی مدل LIF با تابع جریان های مختلف می پردازیم.

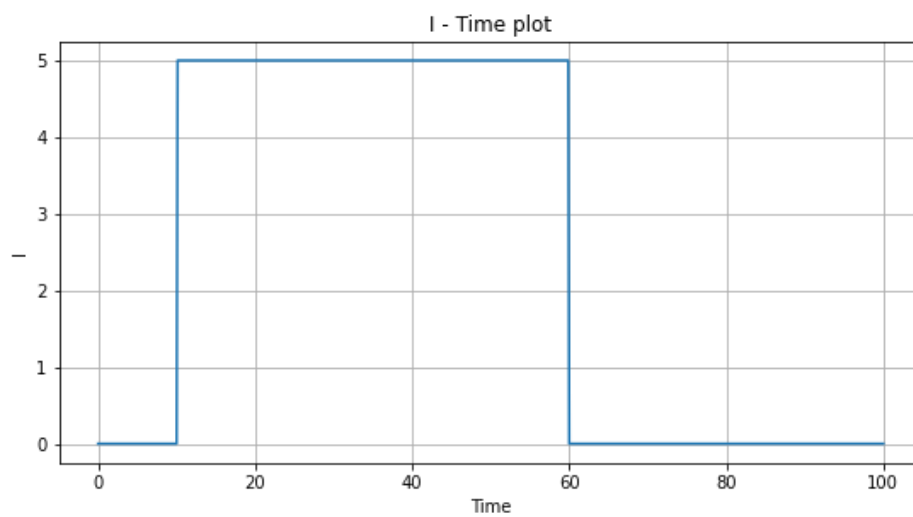
### LIF MODEL

**R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 2**



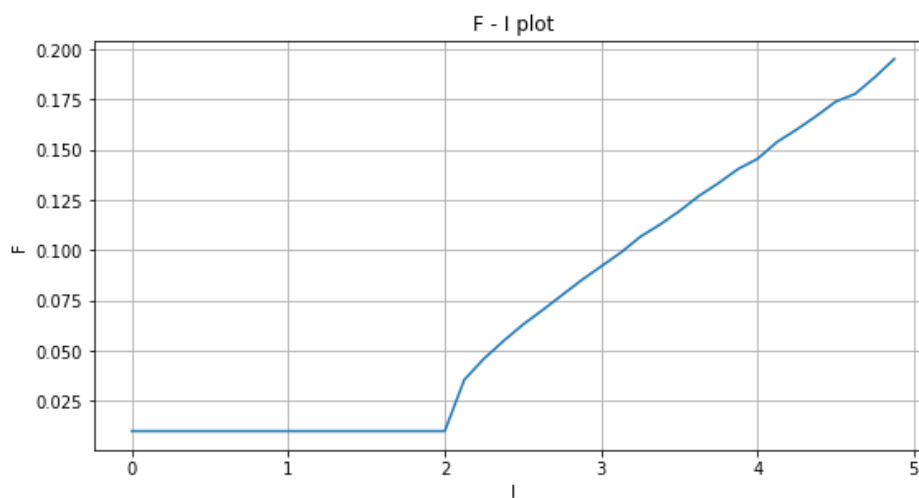
### LIF MODEL

**R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 2**



### LIF MODEL

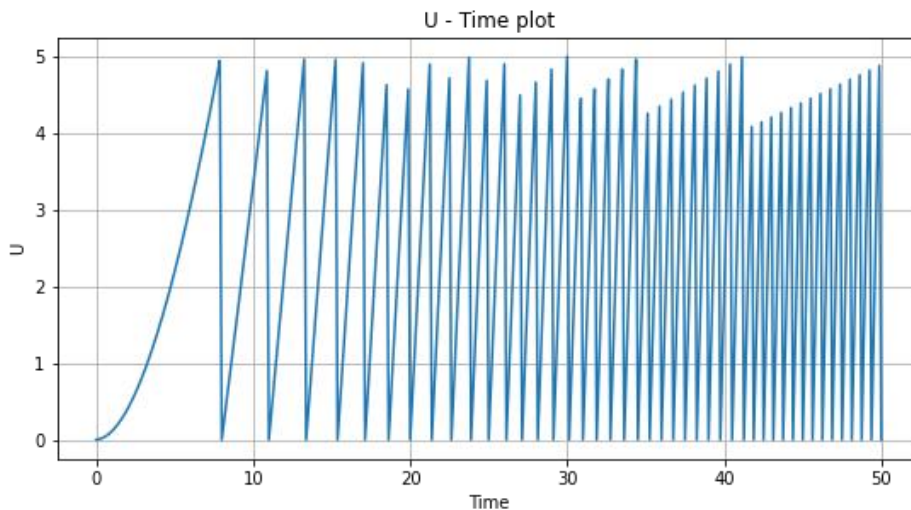
**R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 2**



در این مورد جریان به صورت جریان ثابت 5 در بازه زمانی 10 تا 60 وارد می شود. تا ثانیه 10 در حالت استراحت قرار داریم. پس از ثانیه 10، جریان وارد شده، مدل پس از مدلی به پتانسیل آستانه می رسد و سپس سپس ریست می شود و به حالت استراحت بازمی گردد.

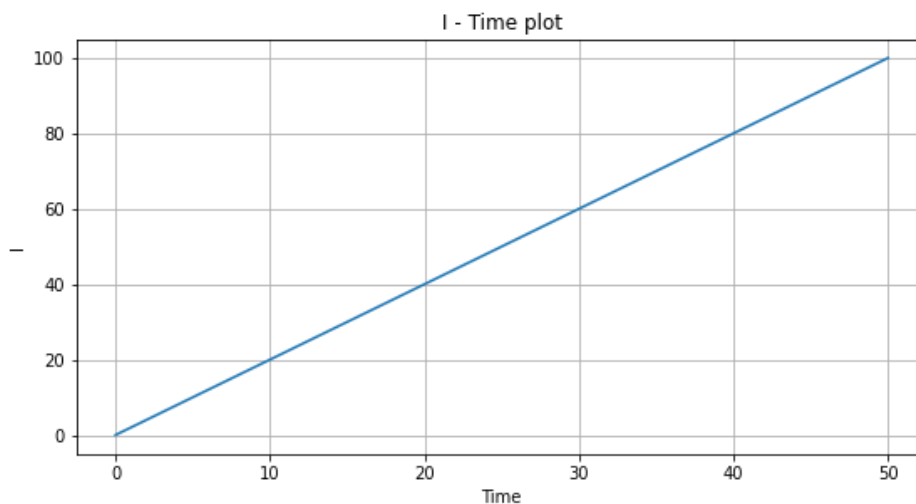
#### LIF MODEL

**R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 5**



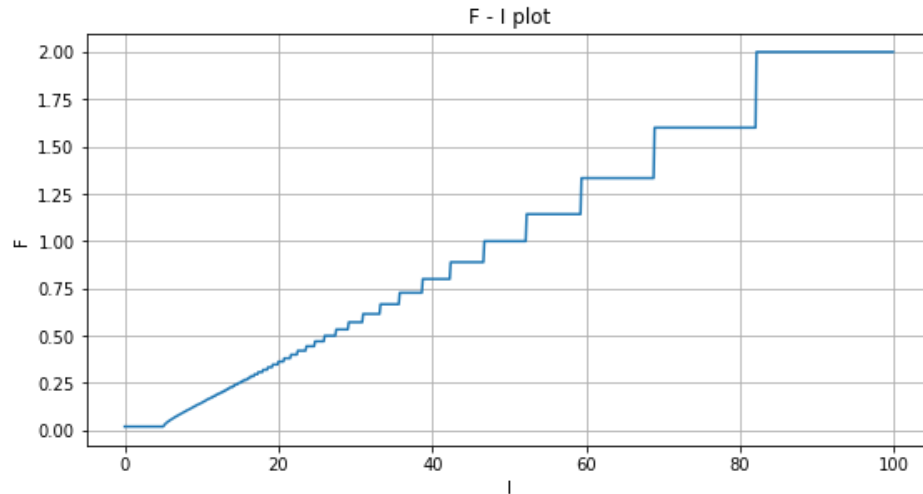
#### LIF MODEL

**R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 5**



### LIF MODEL

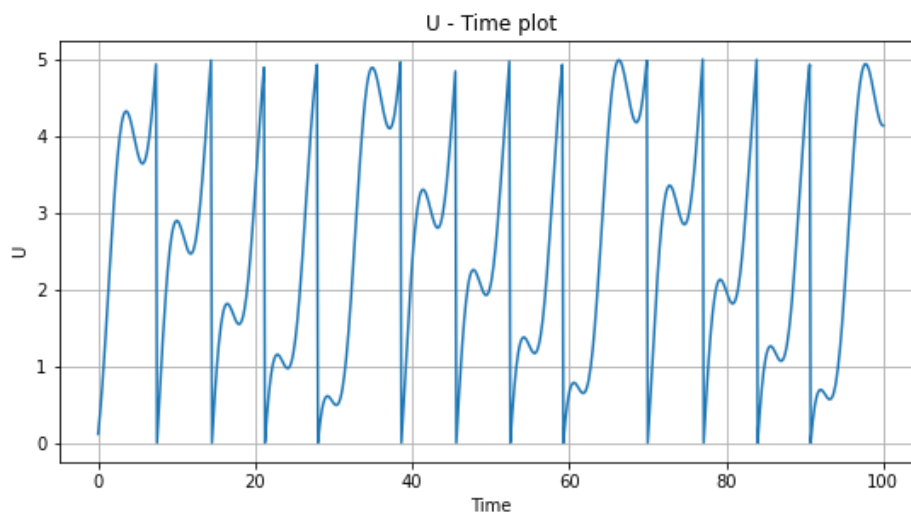
R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 5



در این مدل، تابع جریان به صورت خطی با شیب خط 2 وارد مدل شده، و پس از گذشتن از حالت استراحت، چون جریان با شیب 2 زیاد می شود فاصله اسپایک ها به مرور کاهش یافته و فرکانس آنها افزایش می یابد.

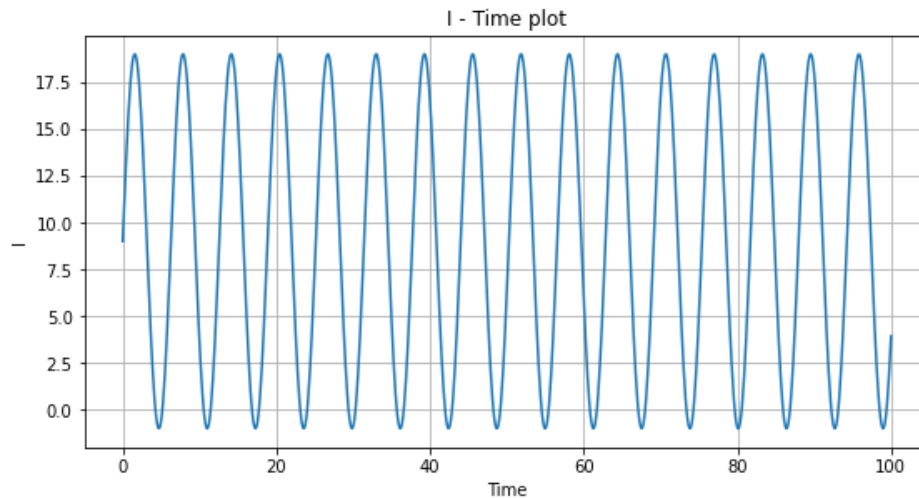
### LIF MODEL

R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 5



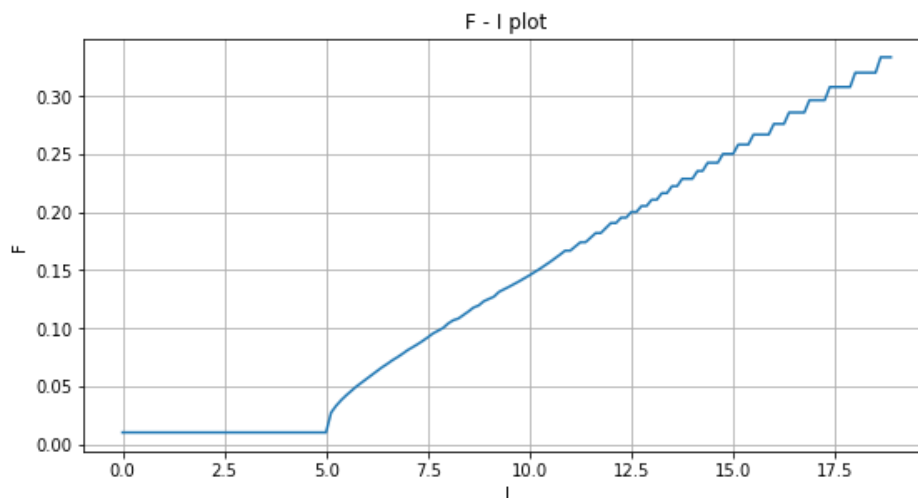
### LIF MODEL

R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 5



### LIF MODEL

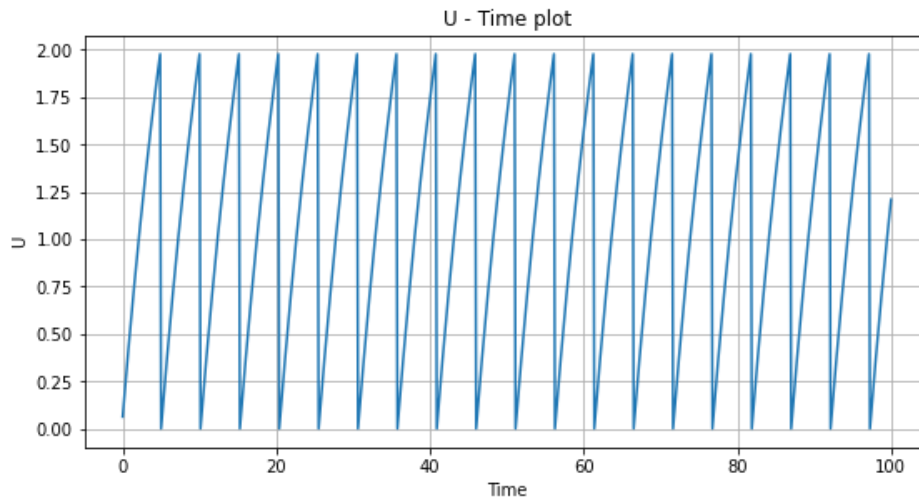
R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 5



در این حالت، تابع جریان ما سینوسی است. پتانسیل ابتدا در حالت استراحت است، سپس افزایش می‌یابد و در جایی که جریان منفی می‌شود، کاهش پیدا می‌کند. دوباره با مثبت شدن جریان، به آستانه می‌رسد تا اسپایک بزند و سپس ریست شود. در لحظاتی که جریان مثبت است، حالت صعودی دارد و پتانسیل سریع‌تر به حالت آستانه می‌رسد.

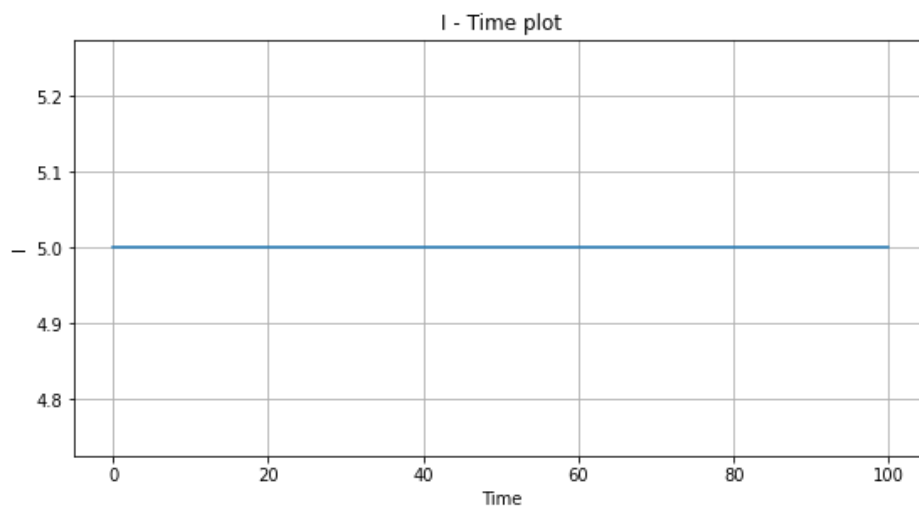
### LIF MODEL

R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 2



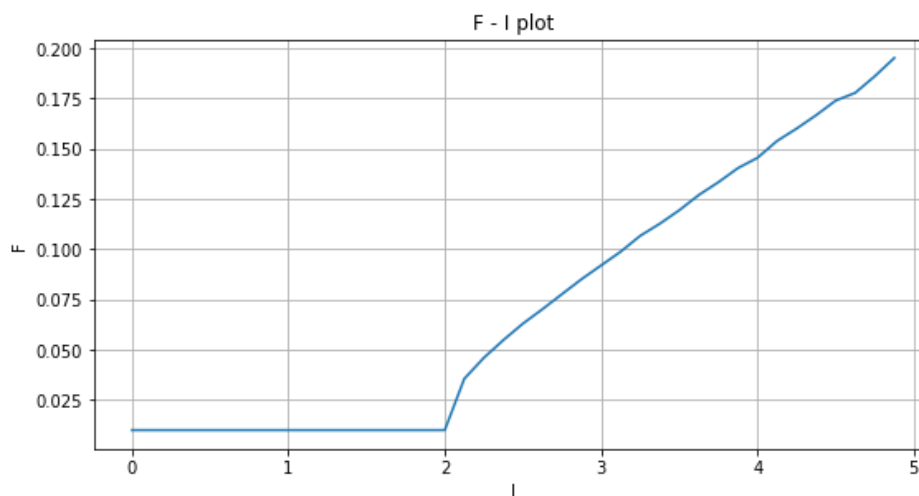
### LIF MODEL

R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 2



### LIF MODEL

R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 2

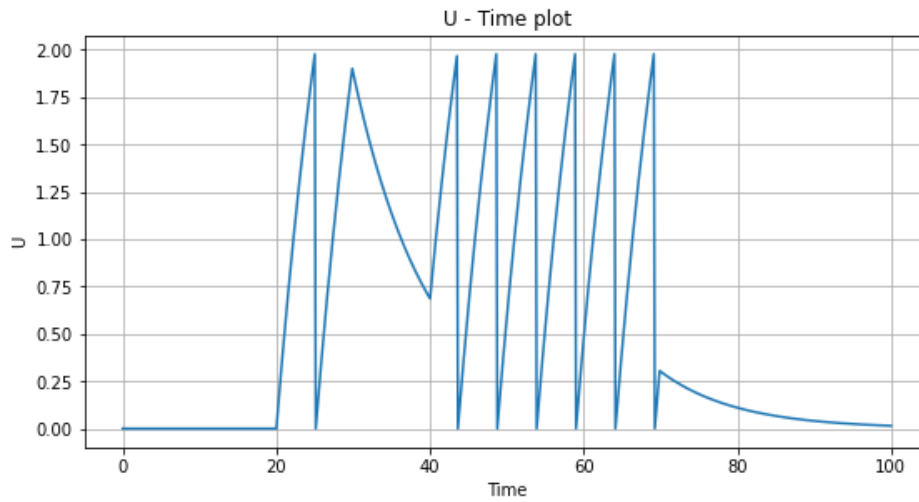


در این حالت، جریان در تمام مدت زمان، 5 است و اسپایک‌های منظم و فرکانس صعودی دارد.



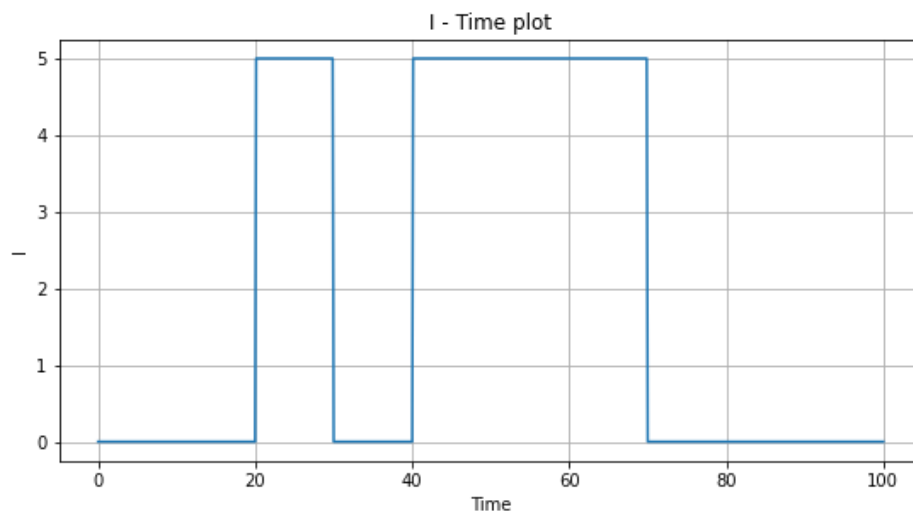
### LIF MODEL

R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 2



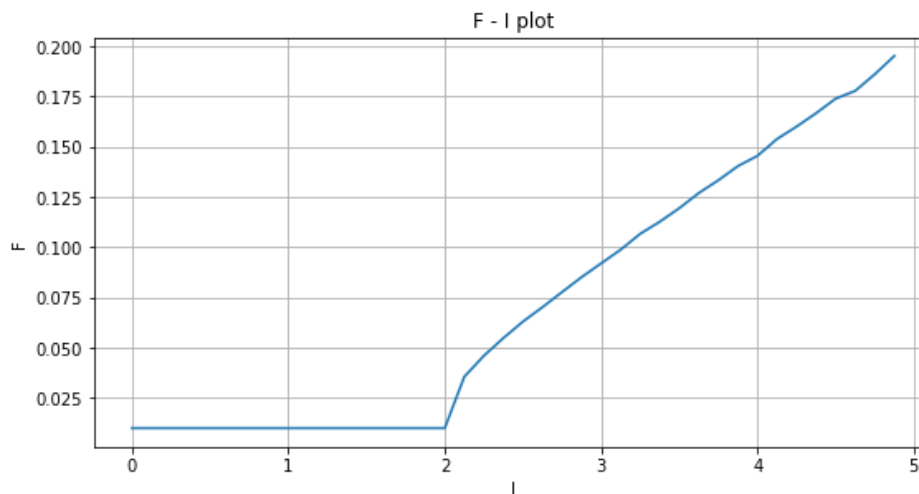
### LIF MODEL

R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 2



### LIF MODEL

R: 1 C: 10 I: None THRESHOLD: 2



در این حالت، جریان به صورت بازه‌ای در دو بازه زمانی با مقدار 5 وارد مدل شده، و مشاهده می‌شود با قطع شدن جریان دیگر اسپایکی نداریم.

در پیاده‌سازی مدل ELIF، تفاوت در این است که در کلاس ELIF، دو پارامتر  $\delta t$  که پارامتر sharpness است و  $\theta$  که در واقع آستانه انفجار است. تاثیر پارامترهای اضافی نیز در نوتبوک بررسی شده است. در مدل ALIF که مدل تطابقی نام دارد، تعدادی از نورون‌ها در طول زمان ضعیف‌تر می‌شوند (کمبود مواد لازم یا...). تفاوت آن با مدل‌های قبلی، داشتن پارامترهای  $a$  که زیرآستانه تطابق،  $b$  که تطابق در اثر اسپایک و ثابت  $w$  که ضریب ثابتی برای تطابق است. در مدل بعدی، ما هم از خواص مدل ALIF و هم مدل ELIF بهره می‌بریم و پارامترهای هر دو مدل و همچنین بررسی آن‌ها در نوتبوک مرتبه آمده است.