

"به نام خدا"

نام و نام خانوادگی: فریمه رشیدی

شماره دانشجویی: ۹۹۲۲۲۰۴۰

موضوع: گزارش تمرین سری اول علوم اعصاب محاسباتی

استاد راهنما: دکتر خردپیشه

سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۴۰۱

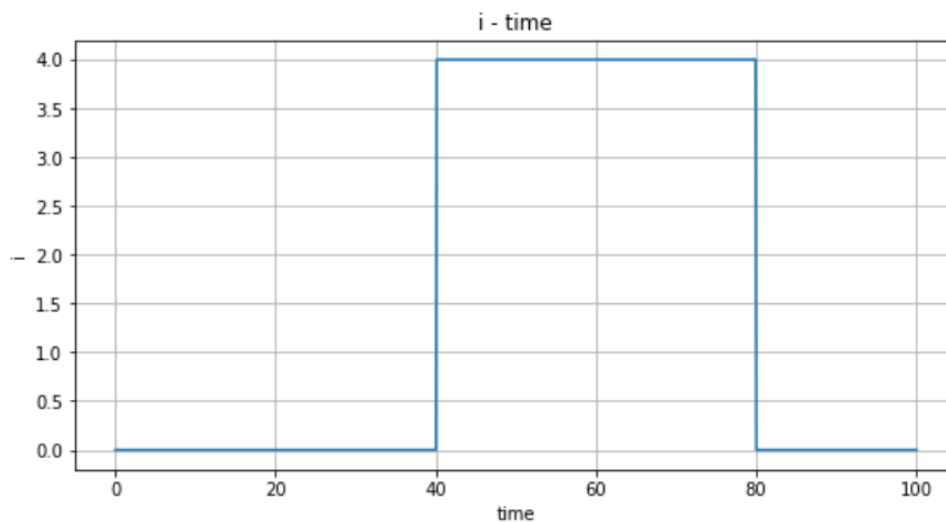
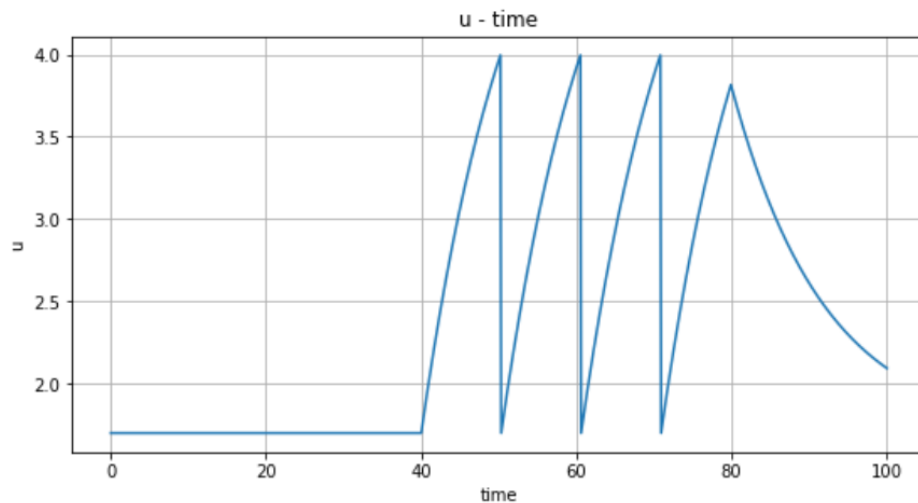
نام درس: علوم اعصاب محاسباتی

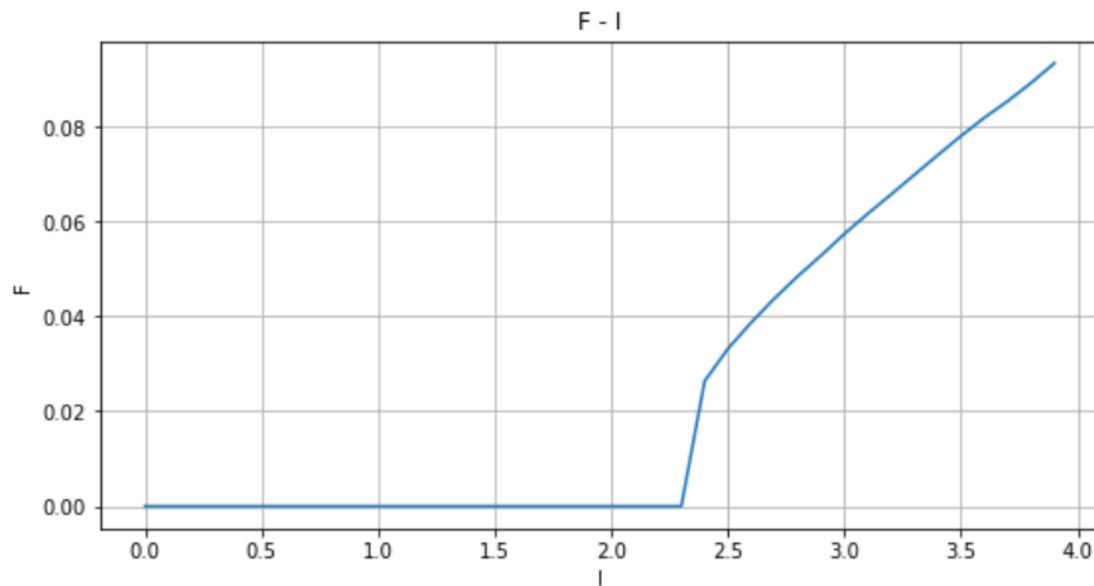
در این پروژه برای سه مدل نورونی LIF و ALIF و AELIF ، پنج تابع جریان را بررسی و نمودارهای  $F_I$  و  $I_T$  و  $U_T$  را رسم کردیم.

### "LIF model"

۱- جریان ثابت : بازه زمانی ۴۰ تا ۸۰ را در نظر گرفته و در این بازه جریان ثابت را به مدل می دهیم. در ابتدا پتانسیل مدل در حالت رست (استراحت) قرار دارد. با ورود جریان به مدل، پتانسیل افزایش می یابد تا جایی که نرون به آستانه ترشلد می رسد. و سپس ریست می شود و پتانسیل کاهش می یابد تا جایی که دوباره به حالت استراحت برمیگردد.

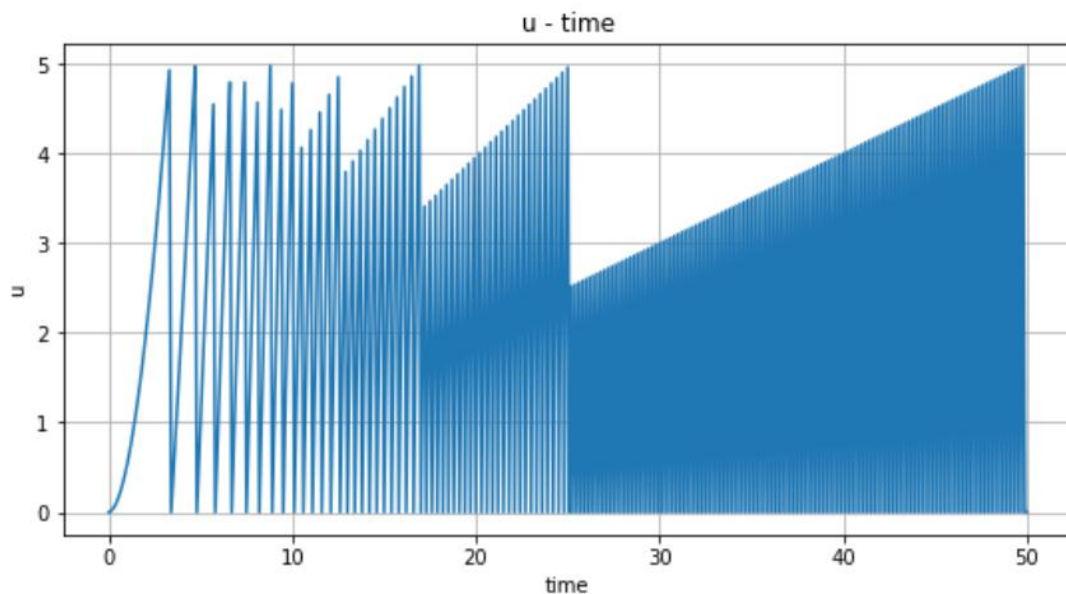
```
circuit = Circuit(i=4)
lif = LIF(i_function = circuit.interval_i, u_rest = 1.7, C = 12, threshold = 4)
lif.start()
plott = Plot(lif)
plott.plotting()
```

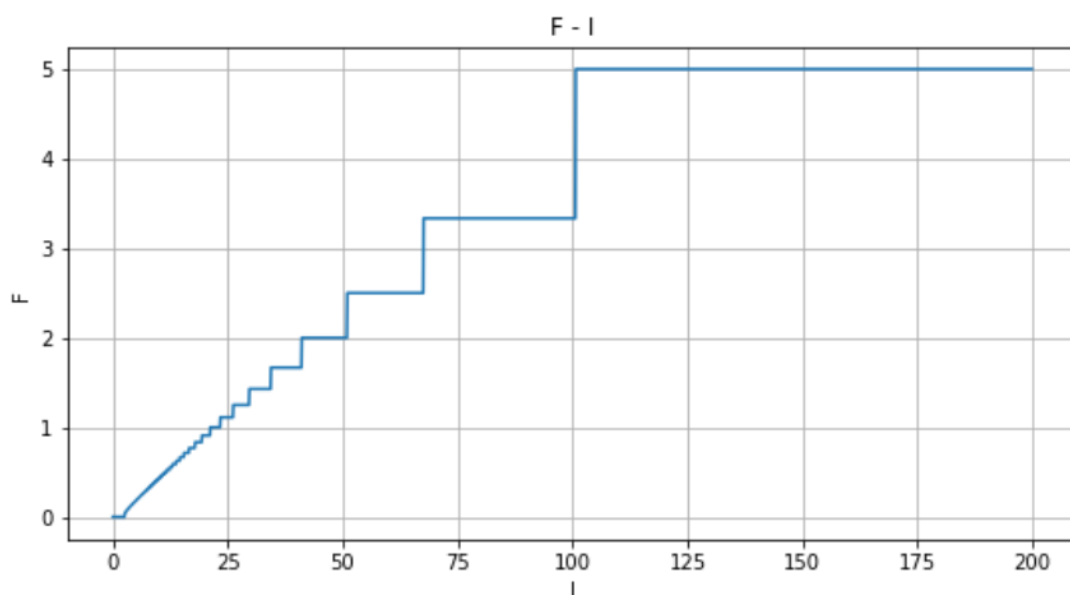
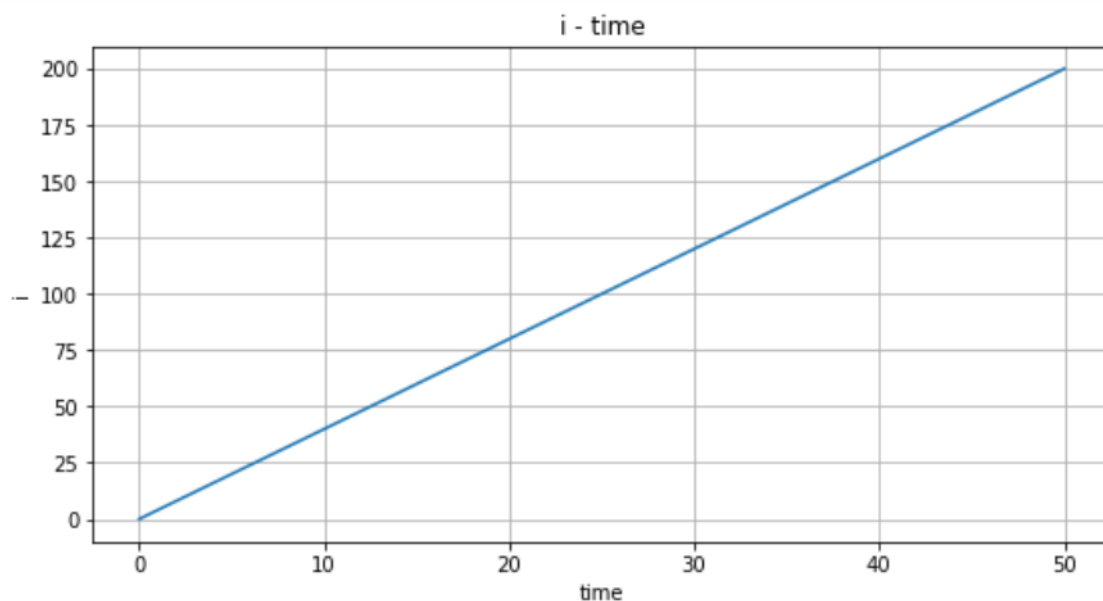




۲- جریان خطی : اینجا جریان را به صورت خطی به مدل نرونی می دهیم. در این مثال جریان با گذر زمان، افزایش می یابد و باعث می شود تعداد اسپایک ها افزایش یابد و در بازه های زمانی کوتاه، اسپایک های زیادی داشته باشیم. در نتیجه دوره تناوب اسپایک ها کاهش می یابد. فرکانس ها هم زیاد می شود.

```
circuit = Circuit(i=4)
lif = LIF(time_interval=50, i_function=circuit.linear_i, u_rest=0, R=2, C=4, threshold=5)
lif.start()
plott = Plot(lif)
plott.plotting()
```



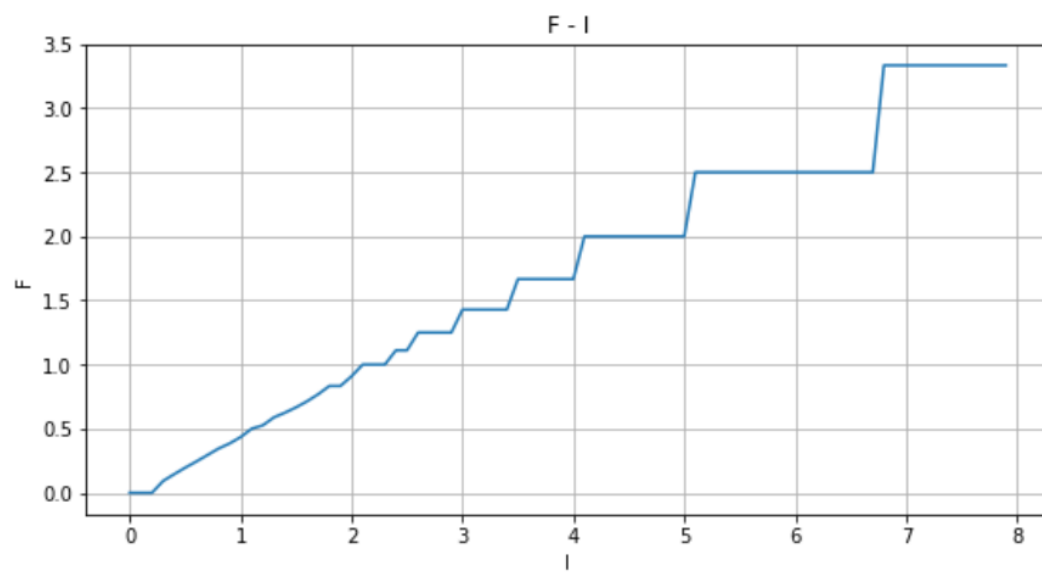
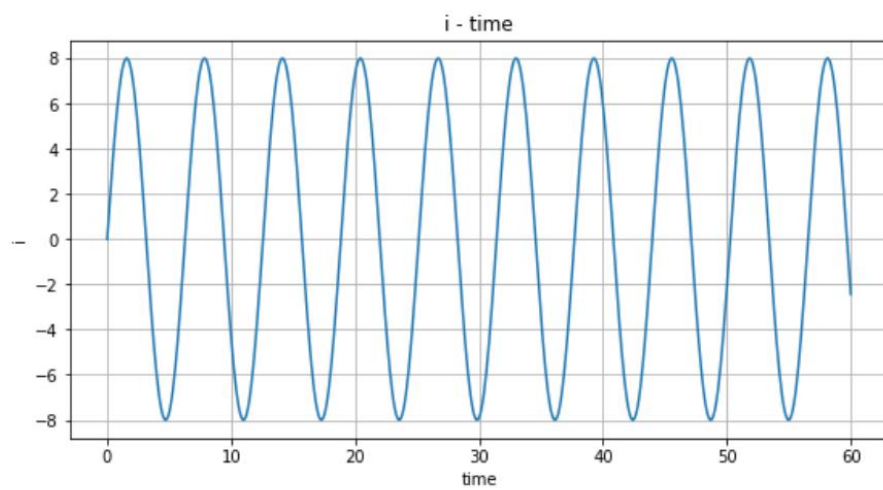
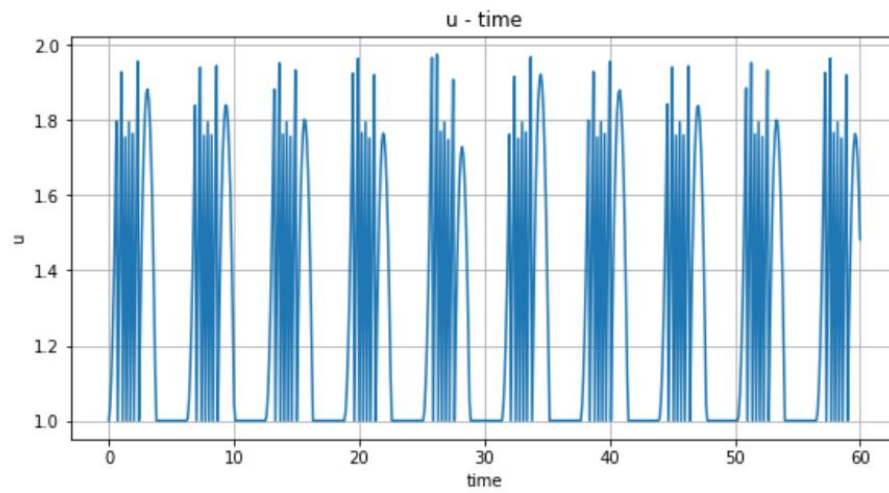


۳- جریان سینوسی : اینجا جریان را به صورت سینوسی به مدل نرونی می دهیم. جریان دائماً کم و زیاد می شود و حتی گاهی منفی می شود. در نتیجه اسپایک ها یکنواخت نیستند. زمانی که تغییرات جریان مثبت و صعودی است، اسپایک ها فاصله بیشتری دارند و زمانی که تغییرات جریان منفی و نزولی است، اسپایک ها فاصله کمتری خواهند داشت. البته در این روند بیشتر اوقات جریان مثبت است. زمانی که جریان صعودی است، پتانسیل با سرعت بیشتری به سمت آستانه حرکت می کند.

```

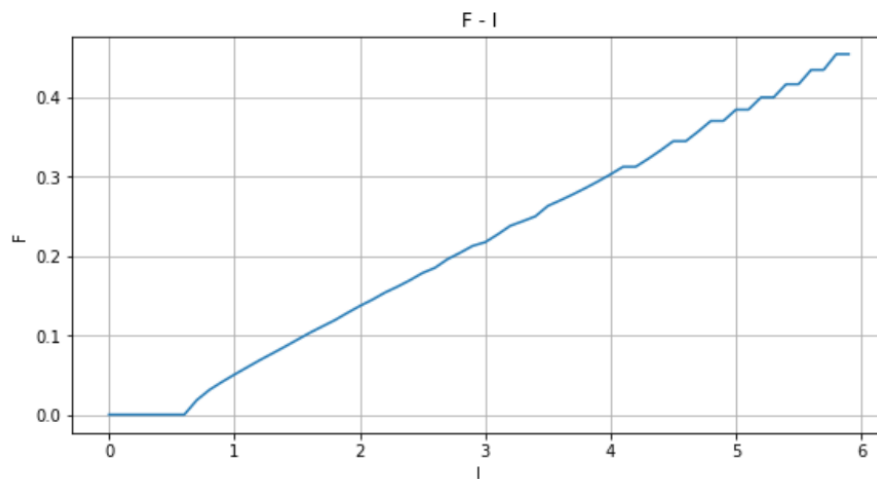
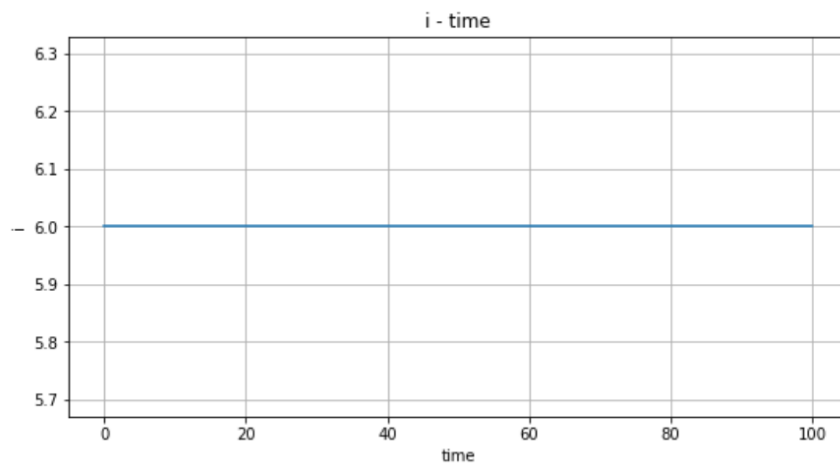
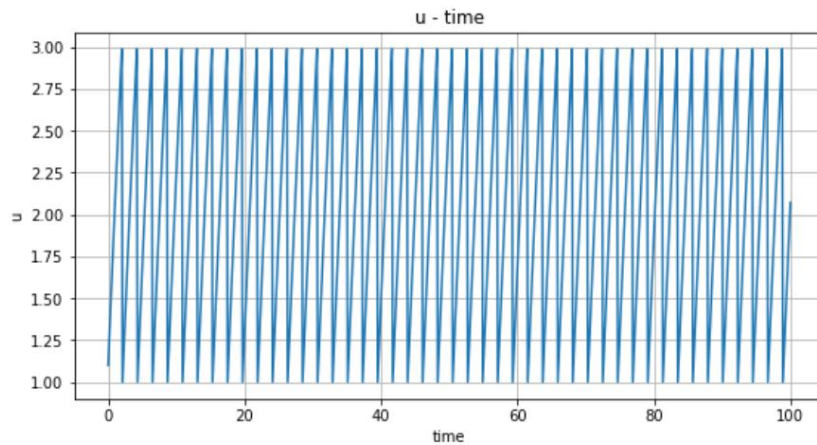
circuit = Circuit(i=7, c=8)
lif = LIF(time_interval=60, i_function=circuit.sine_cosine_i, u_rest=1, R=5, C=2, threshold=2)
lif.start()
plott = Plot(lif)
plott.plotting()

```



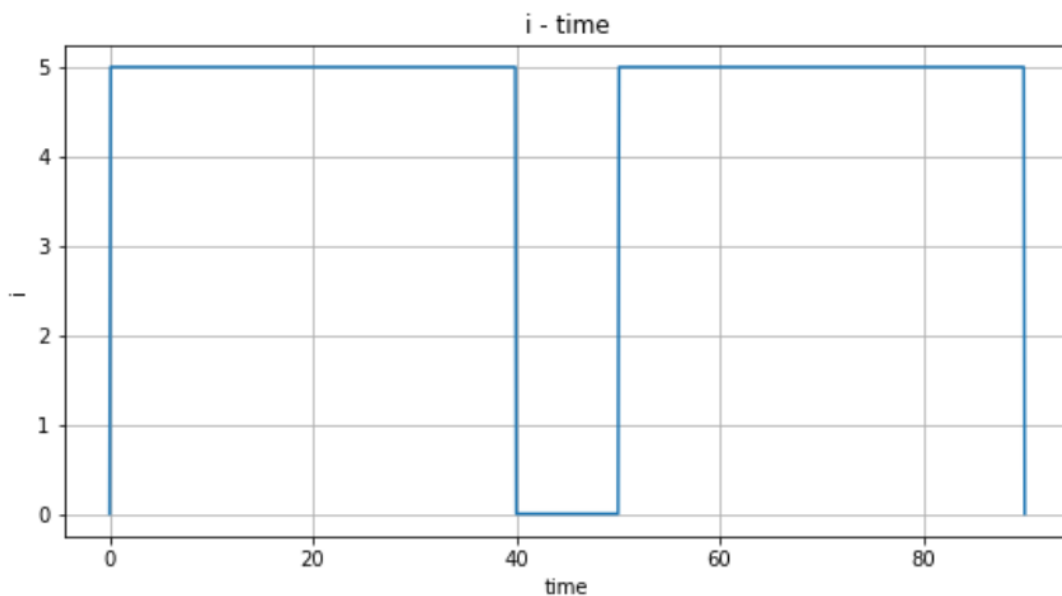
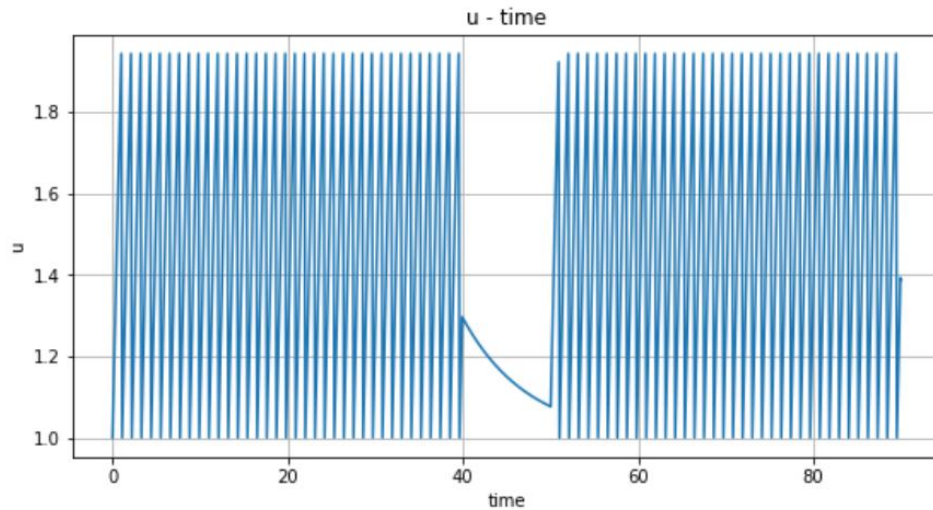
۴- جریان ثابت : در این مدل پتانسیل به شکل یکنواخت با آستانه ترشلد می رسد سپس به حالت استراحت برمیگردد. جریا در اینجا به صورت بازه ای ثابت پتانسیل را تغییر می دهد.

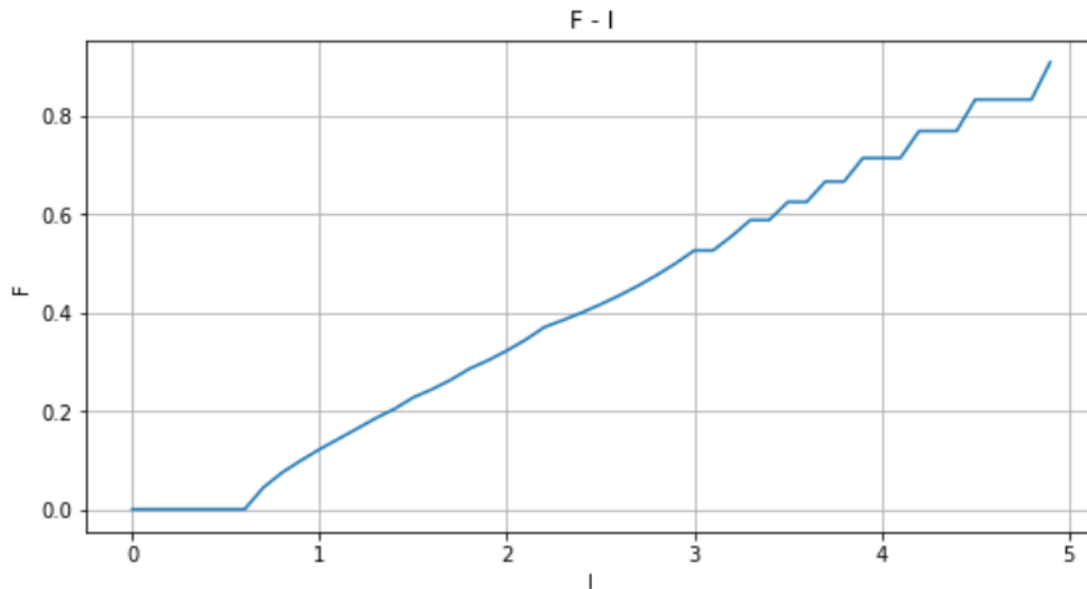
```
circuit = Circuit(i=3, c=6)
lif = LIF(time_interval=100, steps=0.1, i_function=circuit.constant_i, u_rest=1, R=3, C=6, threshold=3)
lif.start()
plott = Plot(lif)
plott.plotting()
```



۵- جریان بازه ای : اینجا جریان در دو مرحله در دو بازه زمانی به مدل نرونی داده می شود. پتانسیل در مرحله اول زیاد می شود و اسپایک می زند و سپس روند صعودی طی می کند تا ریست شود. در بازه زمانی بین این دو بازه، جریانی وارد نرون نمی شود پس پتانسیل کم می شود و سپس در مرحله دوم جریان دوباره وارد مدل می شود.

```
circuit = Circuit(i=5, c=10)
lif = LIF(time_interval=90, i_function=circuit.step_i, u_rest=1, R=1.5, C=5, threshold=2)
lif.start()
plott = Plot(lif)
plott.plotting()
```

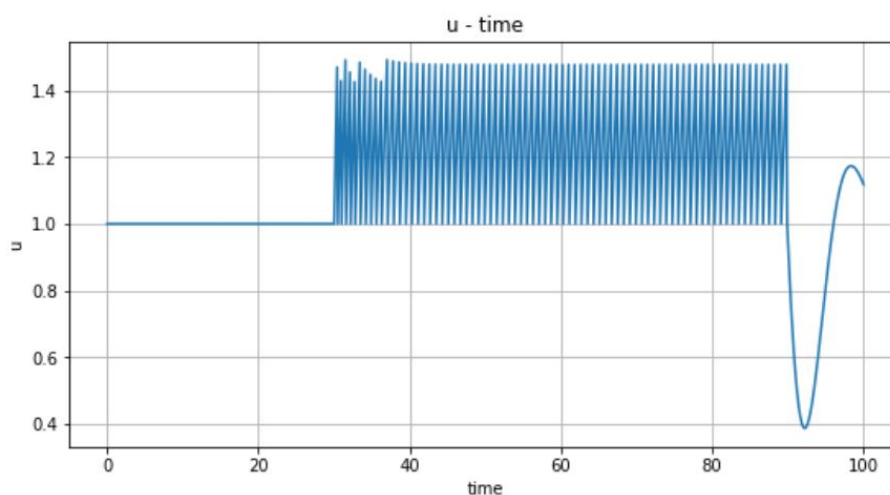




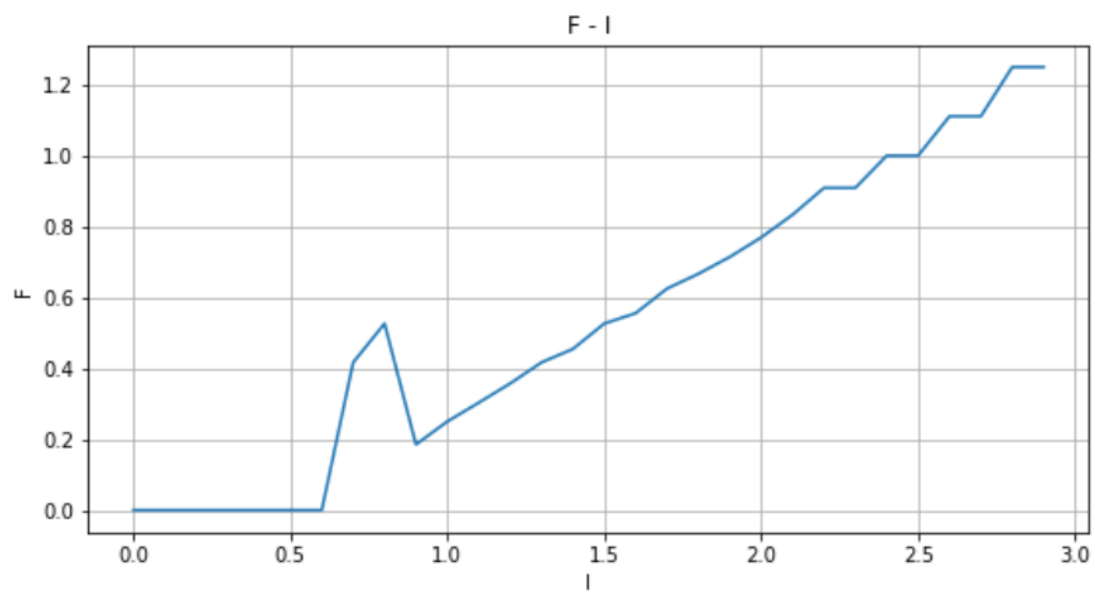
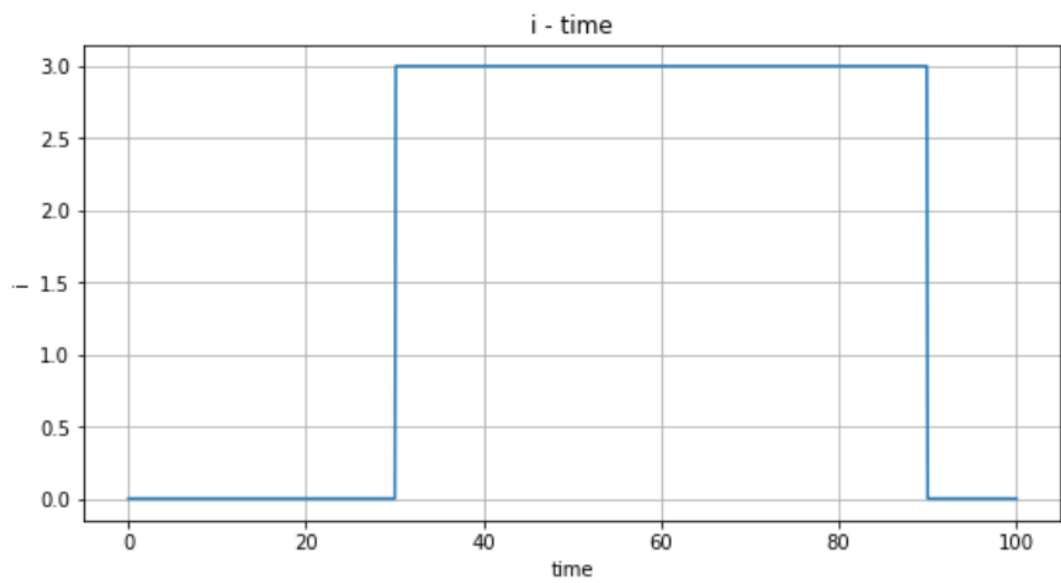
### "ALIF model"

۱- جریان ثابت : اینجا در یک بازه زمانی جریان ثابتی را به مدل نرونی می دهیم. پتانسیل نرون کم کم افزایش می یابد و اسپایک می زند و نرون به آستانه ترشلد می رسد. سپس به حالت استراحت باز می گردد. سپس دوباره پتانسیل نرون افزایش می یابد. فاصله بین اسپایک ها به مرور زمان بیشتر می شود. پس از قطع جریان، پتانسیل منفی می شود و کاهش چشمگیری پیدا می کند. و سپس دوباره به حالت استراحت برمی گردد.

```
circuit = Circuit(i=3)
alif = ALIF(i_function=circuit.interval_i, u_rest=1, R=4, C=2.5, threshold=1.5, cons_w=3, a=2, b=2)
alif.start()
plott = Plot(alif)
plott.plotting()
```

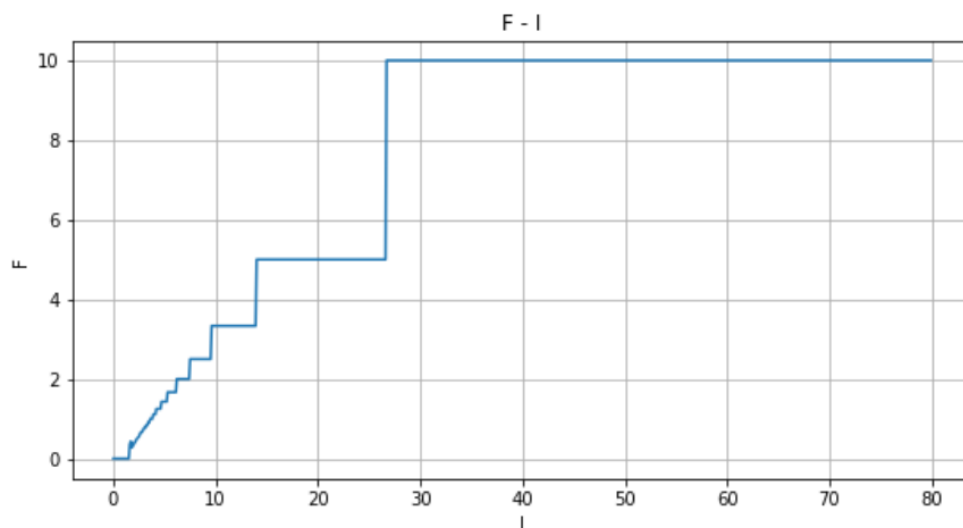
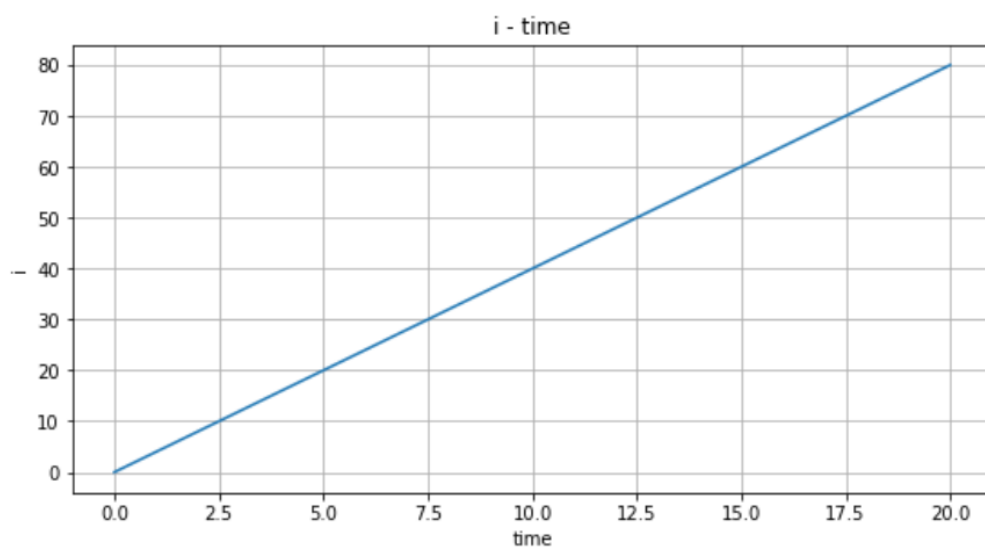
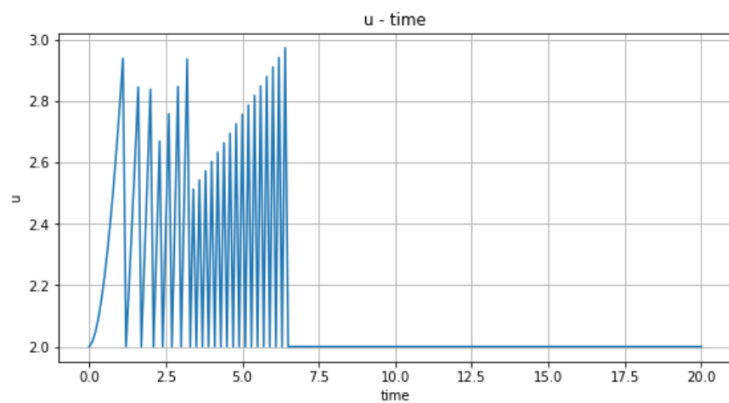






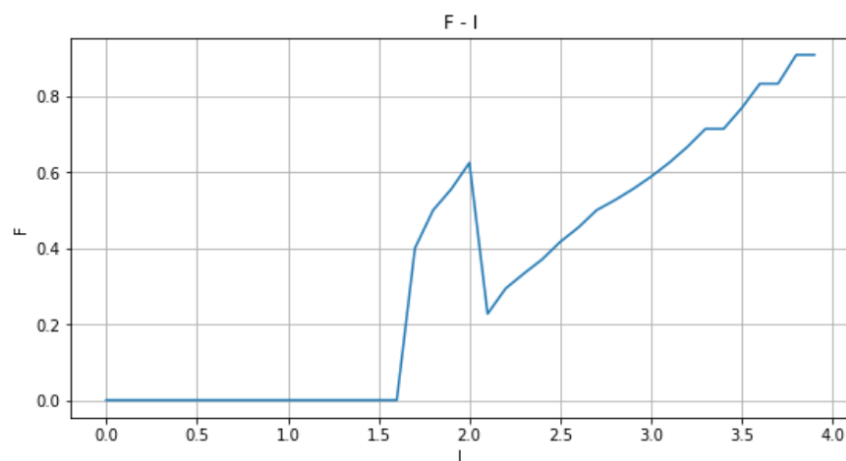
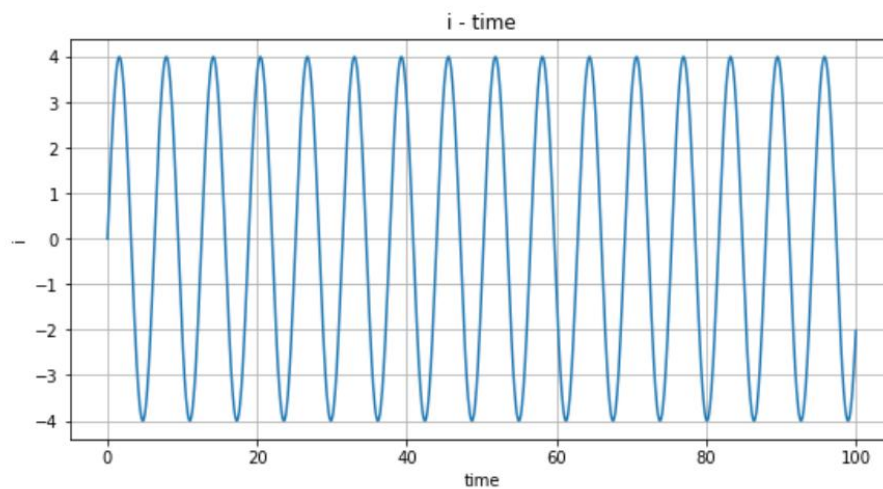
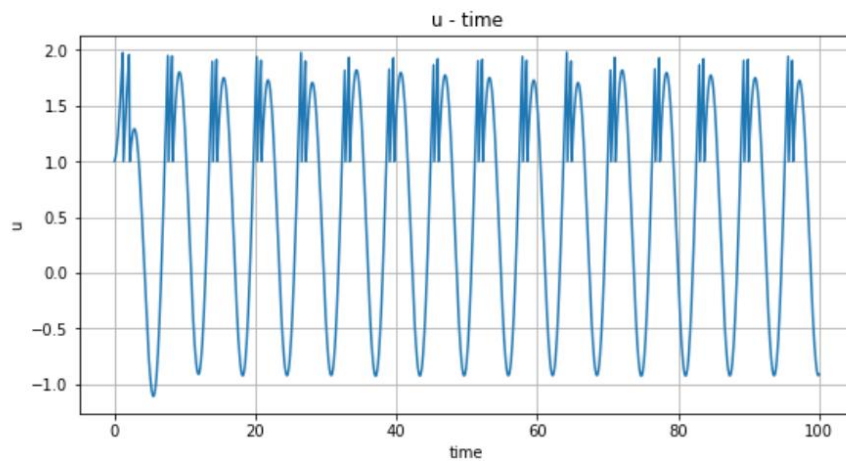
۲- جریان خطی : اینجا جریان به صورت خطی وارد مدل نورونی می شود. با گذشت زمان، فاصله ی بین اسپایک های نورونی کمتر می شود.

```
circuit = Circuit(i=7)
alif = ALIF(time_interval=20, i_function=circuit.linear_i, u_rest=2, R=1.25, C=2.5, threshold=3, cons_w=2, a=1, b=1)
alif.start()
plott = Plot(alif)
plott.plotting()
```



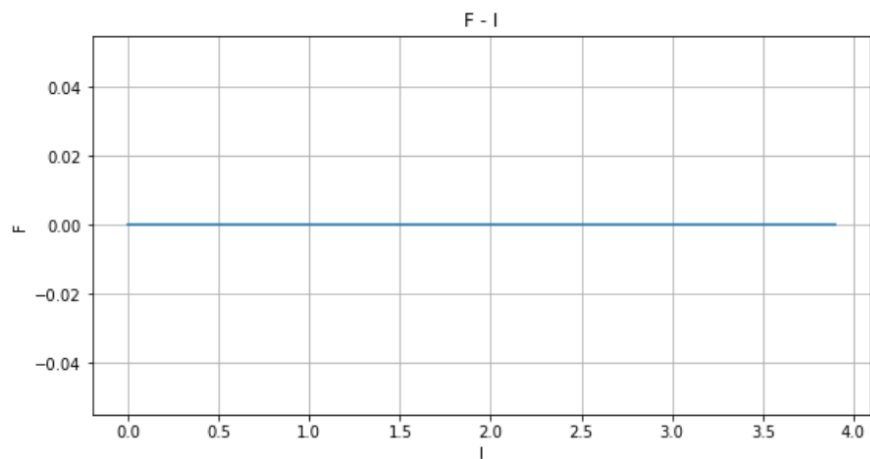
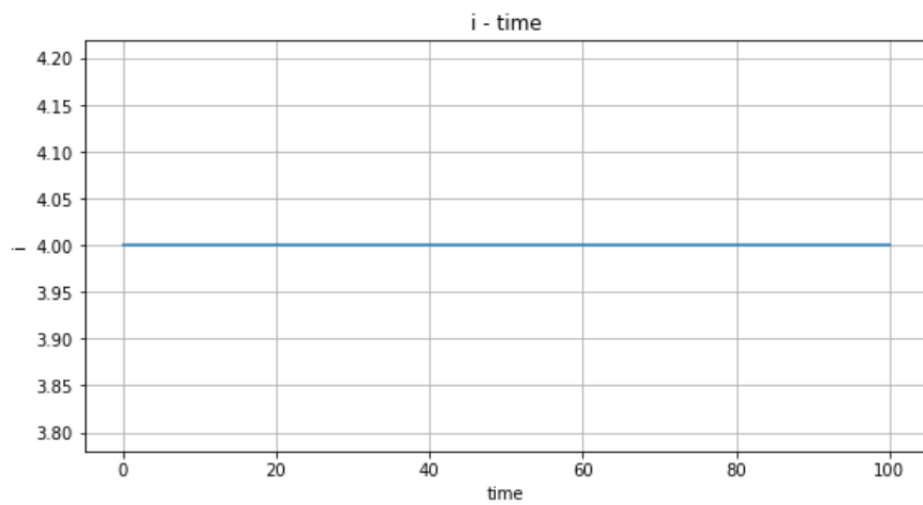
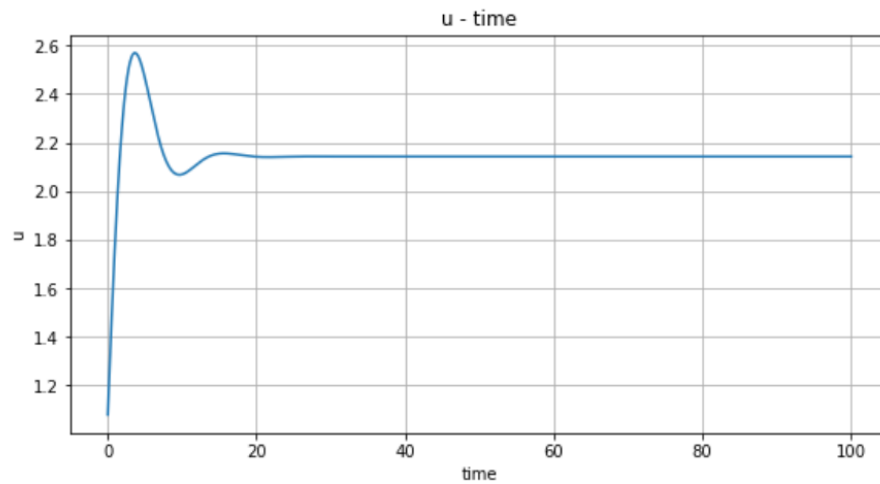
۳- جریان سینوسی : اینجا جریان سینوسی وارد نورون می شود که عملکردش مشابه مدل LIF است. در این مدل گاهی هنگام روند نزولی جریان، در عین اینکه جریان مثبت است پتانسیل کاهش یابد.

```
circuit = Circuit(i=2, c=4)
alif = ALIF(i_function=circuit.sine_cosine_i, u_rest=1, R=2, C=2.5, threshold=2, cons_w=2, a=2, b=2)
alif.start()
plott = Plot(alif)
plott.plotting()
```



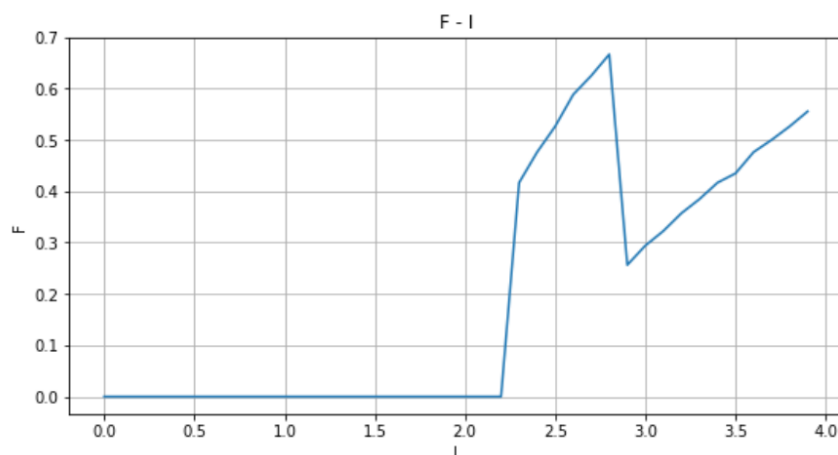
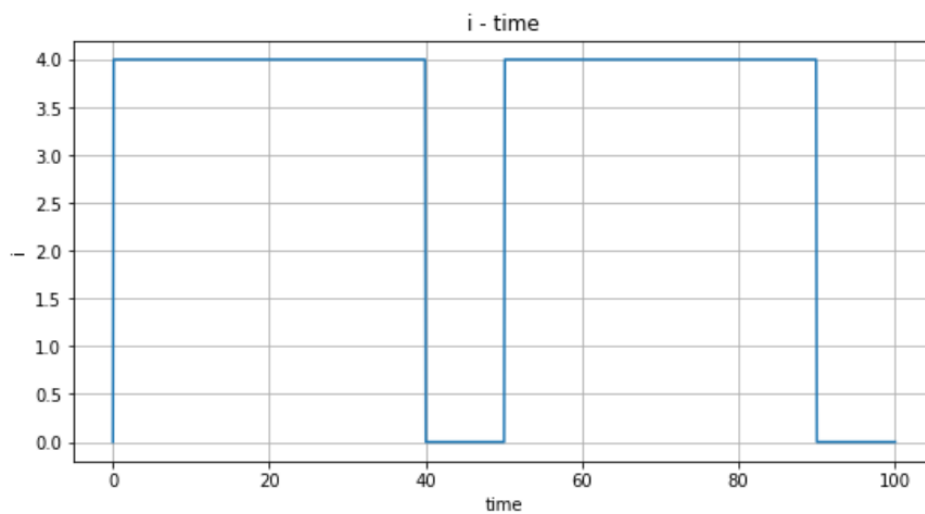
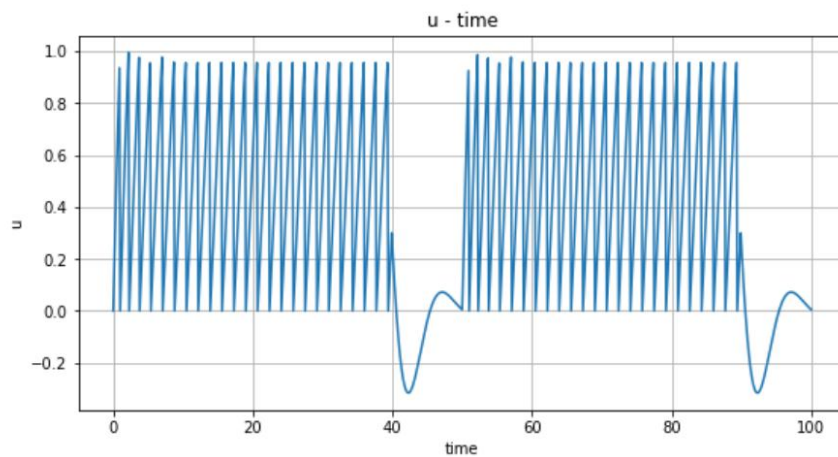
۴- جریان ثابت : اینجا جریان ثابت در همه لحظات وارد مدل نوروئی می شود. ضریب سازگاری باعث می شود از یک جایی به بعد دیگر اسپایکی زده نشود و جریان روی نوروئ موثر نخواهد بود.

```
circuit = Circuit(i=2)
alif = ALIF(i_function=circuit.constant_i, u_rest=1, R=2, C=5, threshold=4, cons_w=2, a=3, b=1)
alif.start()
plott = Plot(alif)
plott.plotting()
```



۵- جریان بازه ای : اینجا جریان را به صورت بازه ای و مرحله به مرحله وارد مدل نورونی می کنیم. ابتدا مدل نورونی بعد از چند اسپایک، به حالت استراحت برمی گردد چون جریانی به آن وارد نمی شود. در مرحله دوم دوباره جریان وارد نورون می شود و روند قبلی تکرار می شود.

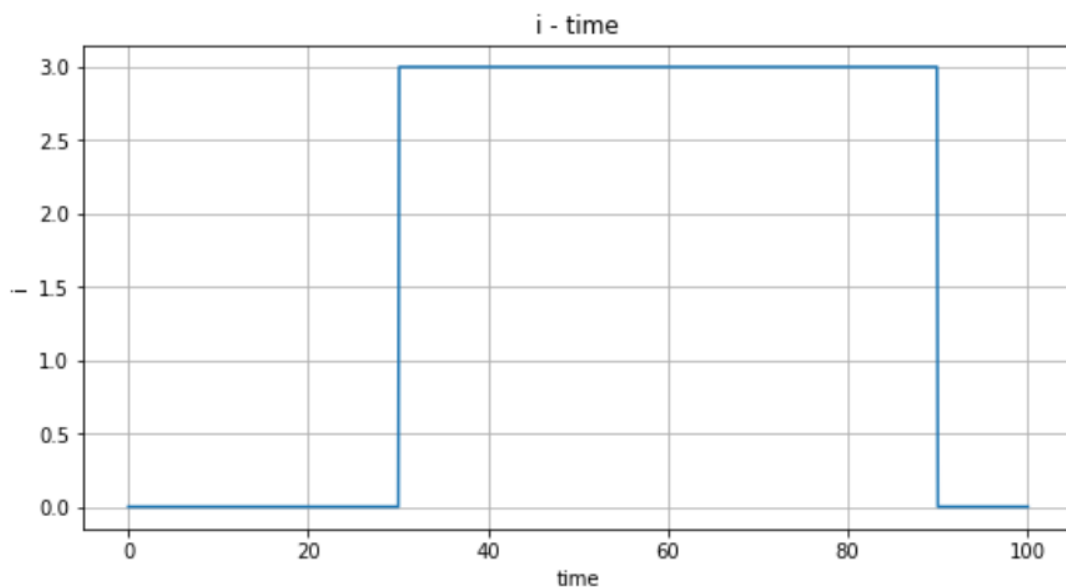
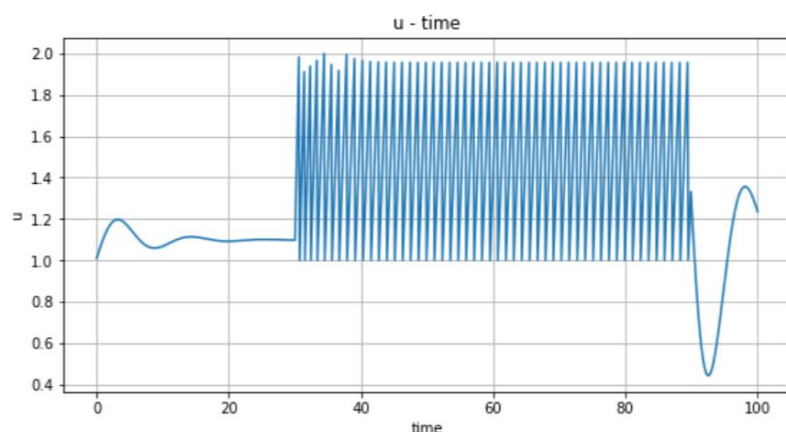
```
circuit = Circuit(i=4)
alif = ALIF(i_function=circuit.step_i, u_rest=0, R=2, C=3.5, threshold=1, cons_w=2, a=3, b=2)
alif.start()
plott = Plot(alif)
plott.plotting()
```

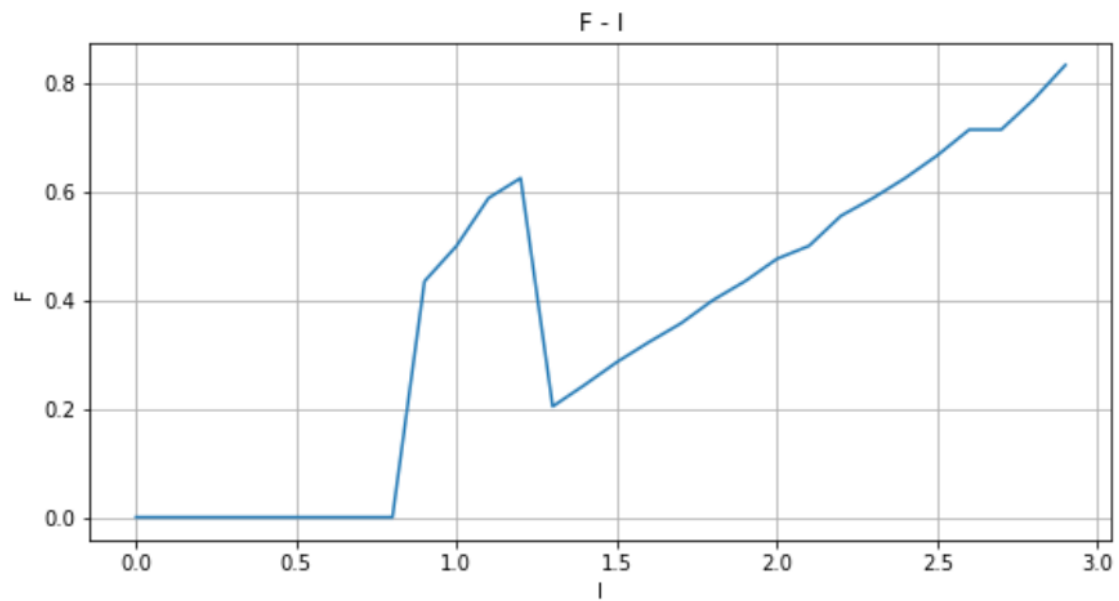


## "AELIF model"

۱- جریان ثابت : در ابتدا نورون در حالت رست است و جریان به صورت ثابت در بازه زمانی به نورون داده می شود. پتانسیل افزایش می یابد چون جریان افزایش یافته. سپس نورون اسپایک می زند. پس از اسپایک اولیه، پتانسیل با تاخیر شروع به افزایش می کند(بخاطر سازگاری مدل در لحظه اسپایک). رفته رفته فاصله بین اسپایک ها هم بیشتر می شود. سپس با قطع جریان ناگهان افت پتانسیل چشمگیری رخ می دهد و نورون به حالت استراحت برمی گردد.

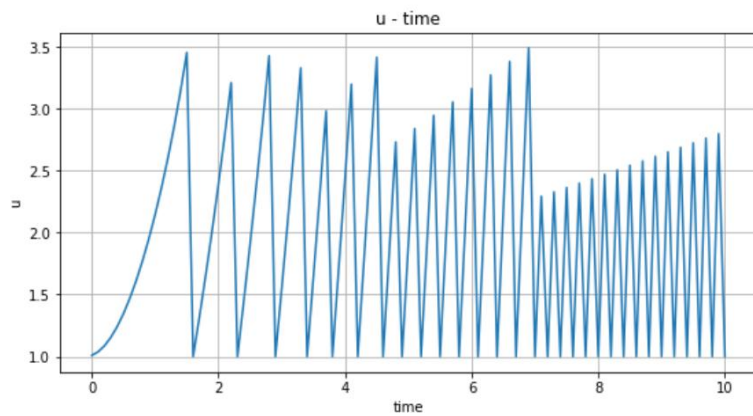
```
circuit = Circuit(i=3)
aelif = AELIF(i_function=circuit.interval_i, u_rest=1, R=6, C=2, threshold=2, delta=2, theta=2, cons_w=3, a=2, b=2)
aelif.start()
plott = Plot(aelif)
plott.plotting()
```

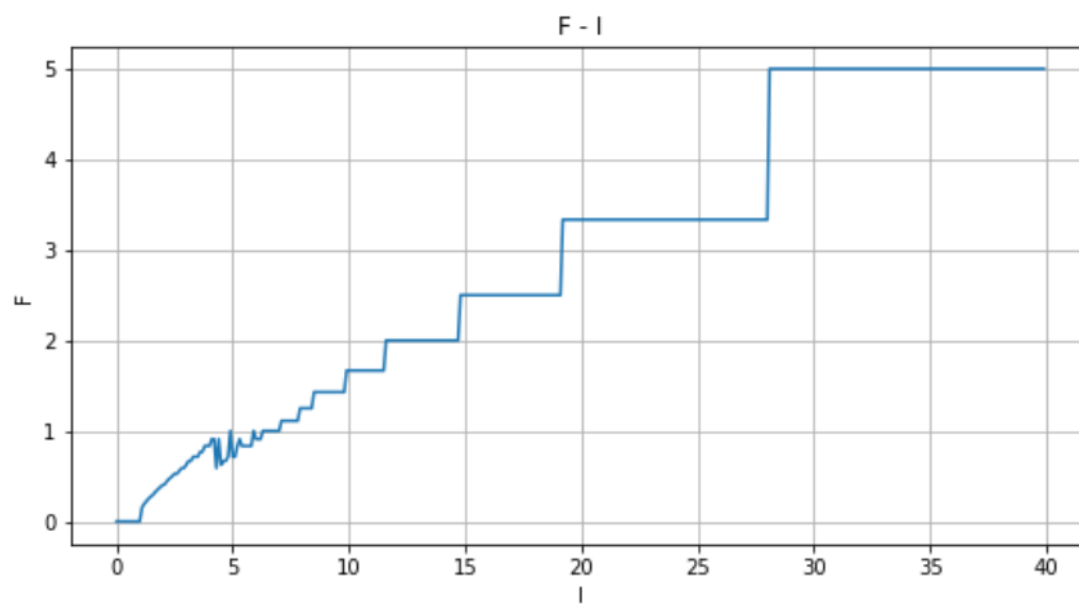
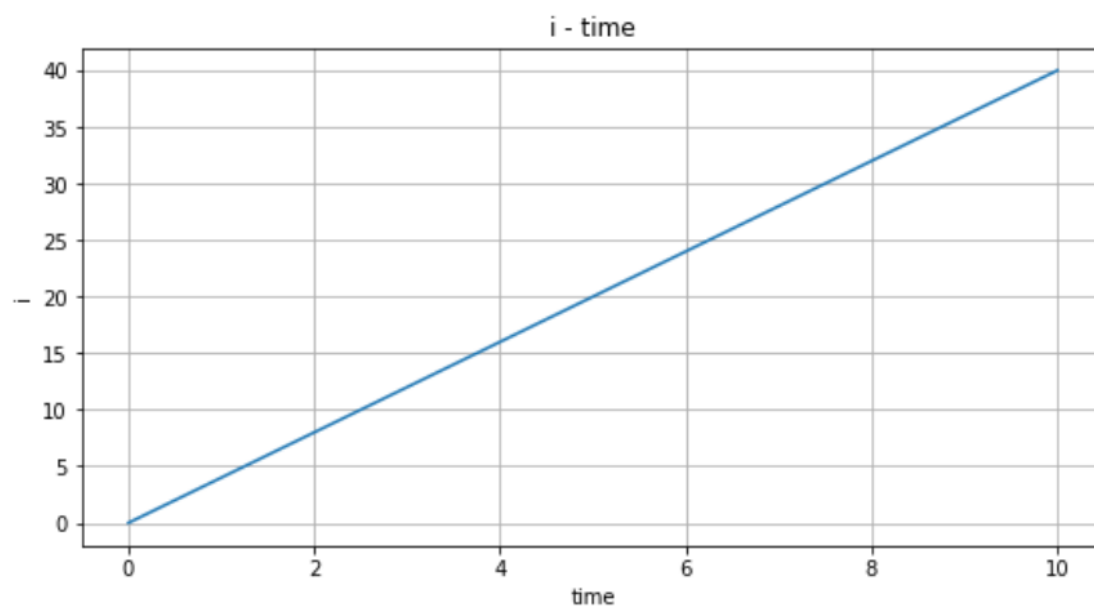




۲- جریان خطی : در اینجا جریان به صورت خطی وارد مدل نرونی می شود. با گذشت زمان، فاصله ی بین اسپایک های نرونی کمتر می شود.

```
circuit = Circuit(i=5)
aelif = AELIF(time_interval=10, i_function=circuit.linear_i, u_rest=1, R=2, C=2, threshold=3.5, delta=1, theta=2, cons_w=4, a=1,
aelif.start()
plott = Plot(aelif)
plott.plotting()
```

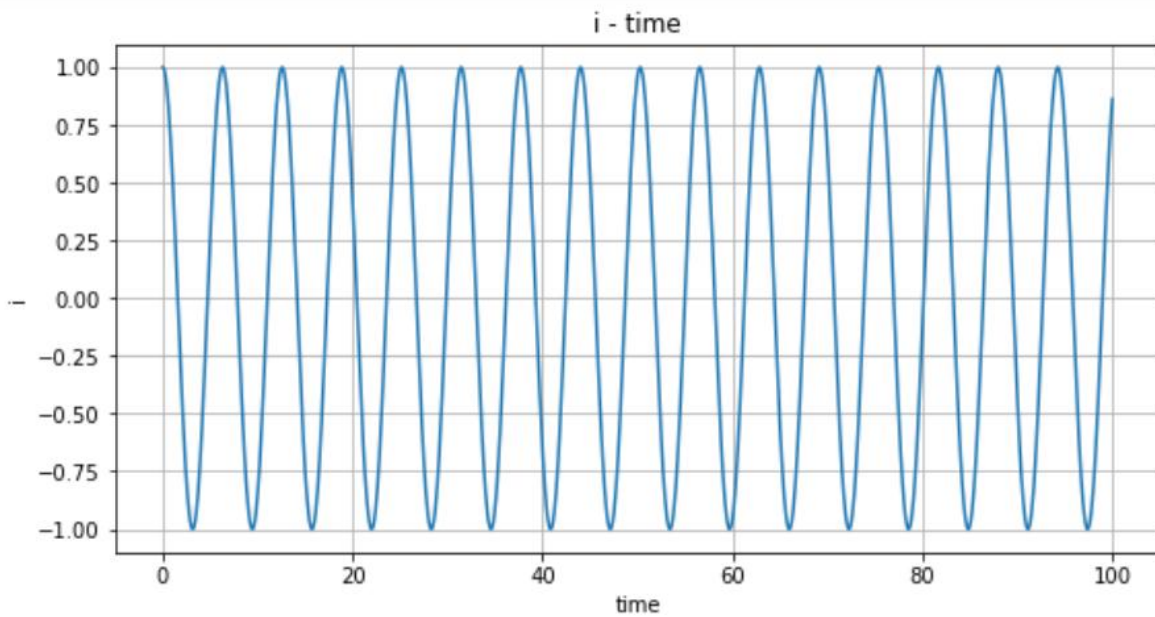
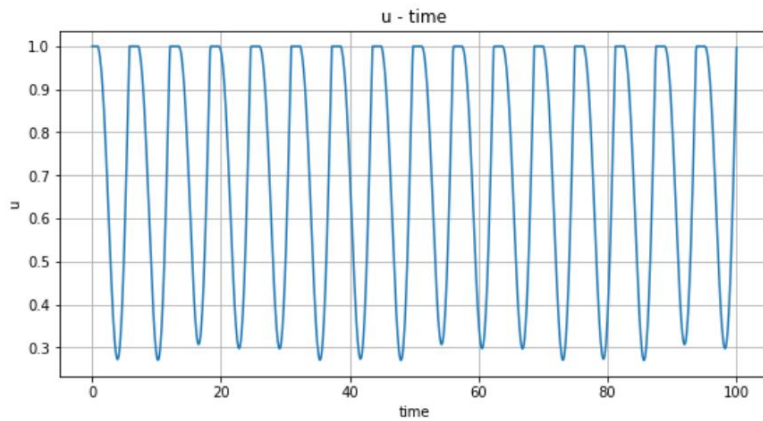


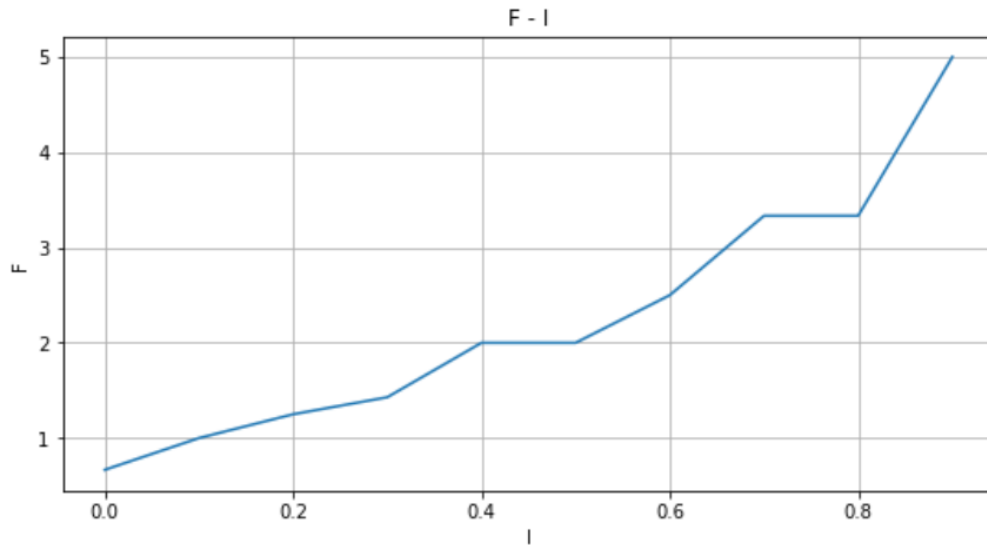




۳- جریان سینوسی : اینجا جریان سینوسی وارد نورون می شود که عملکردش مشابه مدل LIF است. در این مدل گاهی هنگام روند نزولی جریان، در عین اینکه جریان مثبت است ممکن است پتانسیل کاهش یابد. (بخاطر ضریب سازگاری)

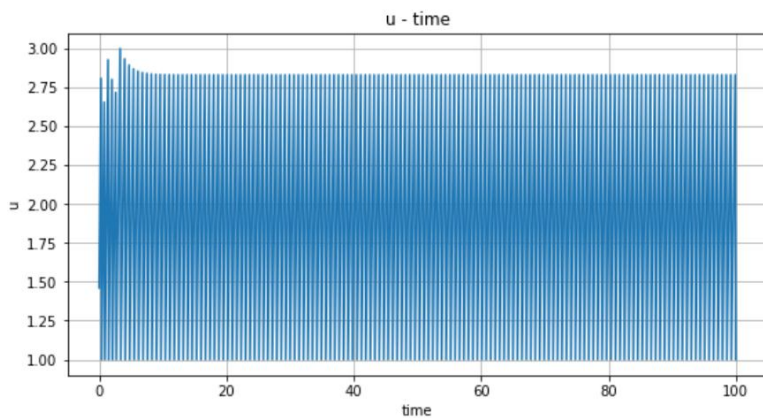
```
circuit = Circuit(i=5, c=1)
aelif = AELIF(i_function=circuit.sine_cosine_i, u_rest=1, R=2, C=2.5, threshold=1, delta=1, theta=2, cons_w=3, a=2, b=1)
aelif.start()
plott = Plot(aelif)
plott.plotting()
```

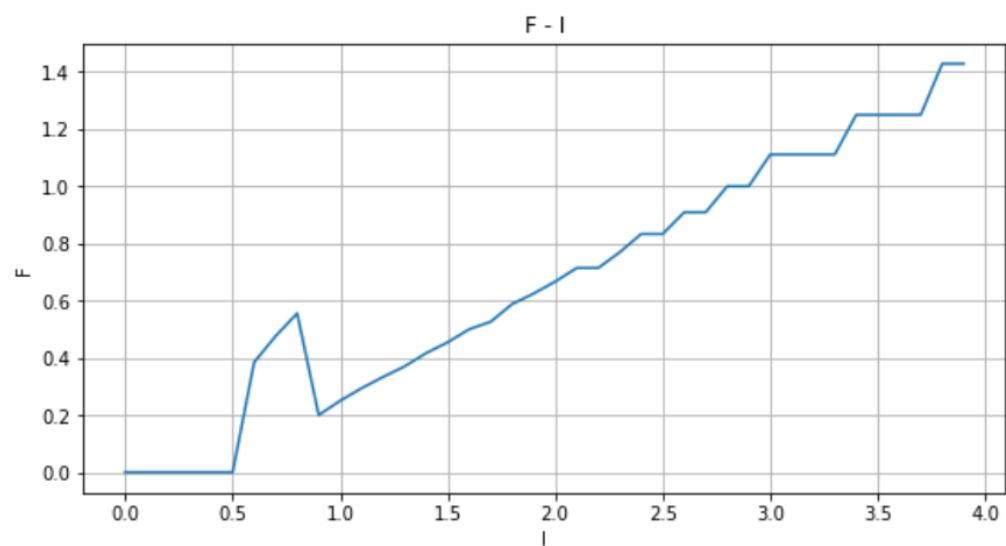
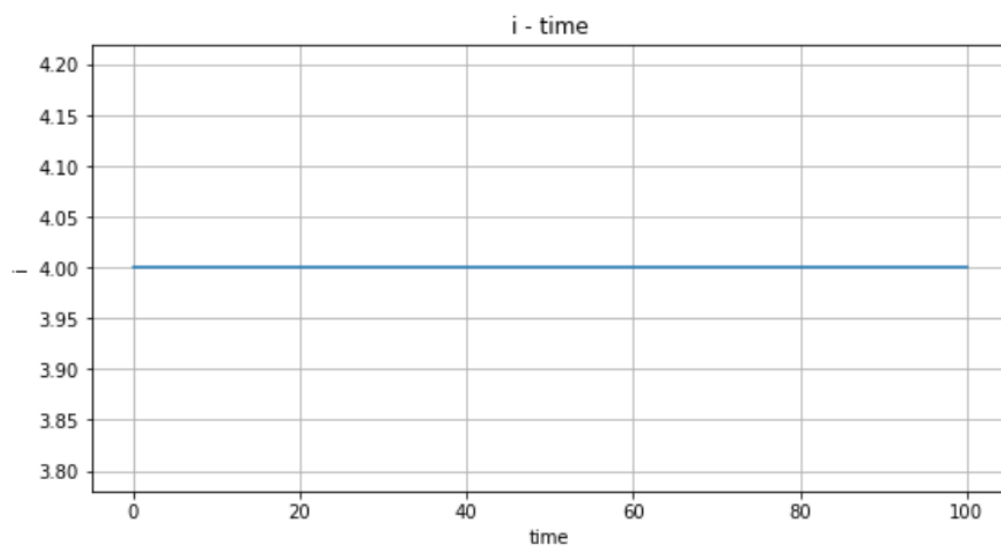




۴- جریان ثابت : اینجا جریان ثابت در همه لحظات وارد مدل نورونی می شود. دوبار پتانسیل افزایش می یابد و و نوروون به آستانه می رسد و اسپایک میزند و سپس ریست می شود. ضربی سازگاری باعث می شود از یک جایی به بعد دیگر اسپایکی زده نشود و با وجود افزایش پتانسیل، تمایل به بازگشت به حالت رست دارد. پتانسیل از یه جایی به بعد ثابت خواهد ماند. با قطع جریان، پتانسیل به حالت استراحت حرکت می کند.

```
circuit = Circuit(i=5)
aelif = AELIF(i_function=circuit.constant_i, u_rest=1, R=2, C=1, threshold=3, delta=2, theta=2, cons_w=2, a=1, b=2)
aelif.start()
plott = Plot(aelif)
plott.plotting()
```





۵- جریان بازه ای : اینجا جریان طی دو بازه وارد مدل می شود. در بازه اول با دادن جریان به نورون، پتانسیل افزایش می یابد و به آستانه می رسد و سپس به حالت اولیه برمی گردد. پس از قطع جریان بازه اول، پتانسیل افت می کند و بعد به حالت اولیه می رسد. سپس دوباره جریان وارد می شود و بازه دوم شروع می شود.

```
circuit = Circuit(i=4)
aelif = AELIF(i_function=circuit.step_i, u_rest=1, R=2.5, C=3, threshold=2, delta=1, theta=2, cons_w=4, a=2, b=2)
aelif.start()
plott = Plot(aelif)
plott.plotting()
```

