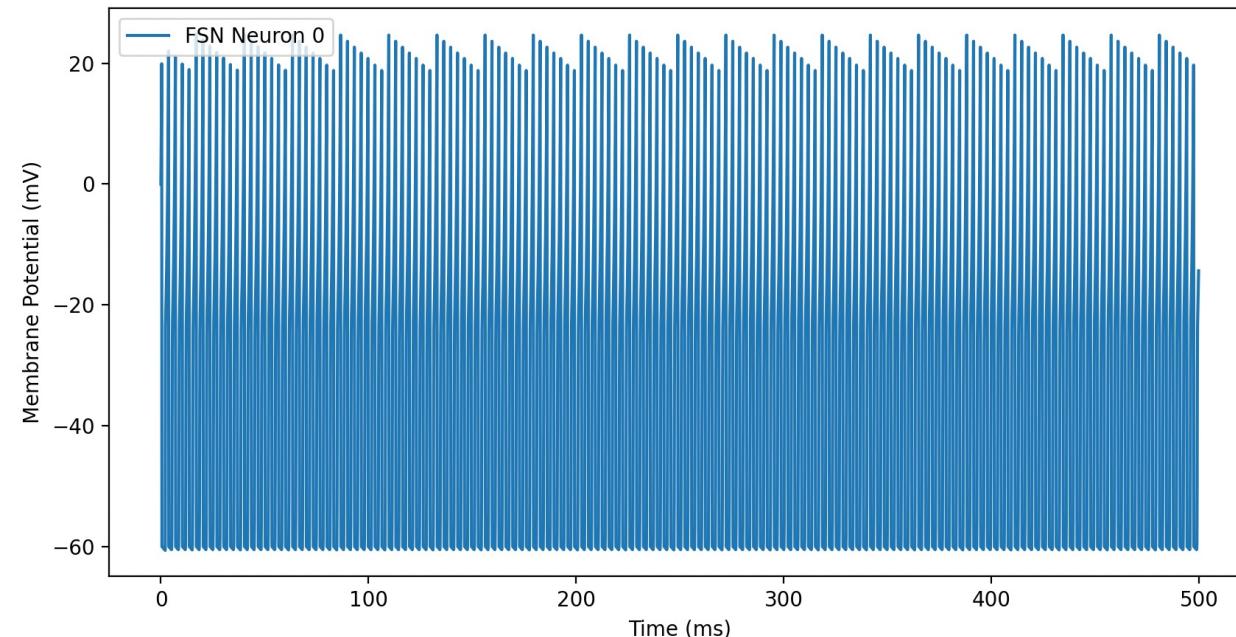


# Neuron Model Test

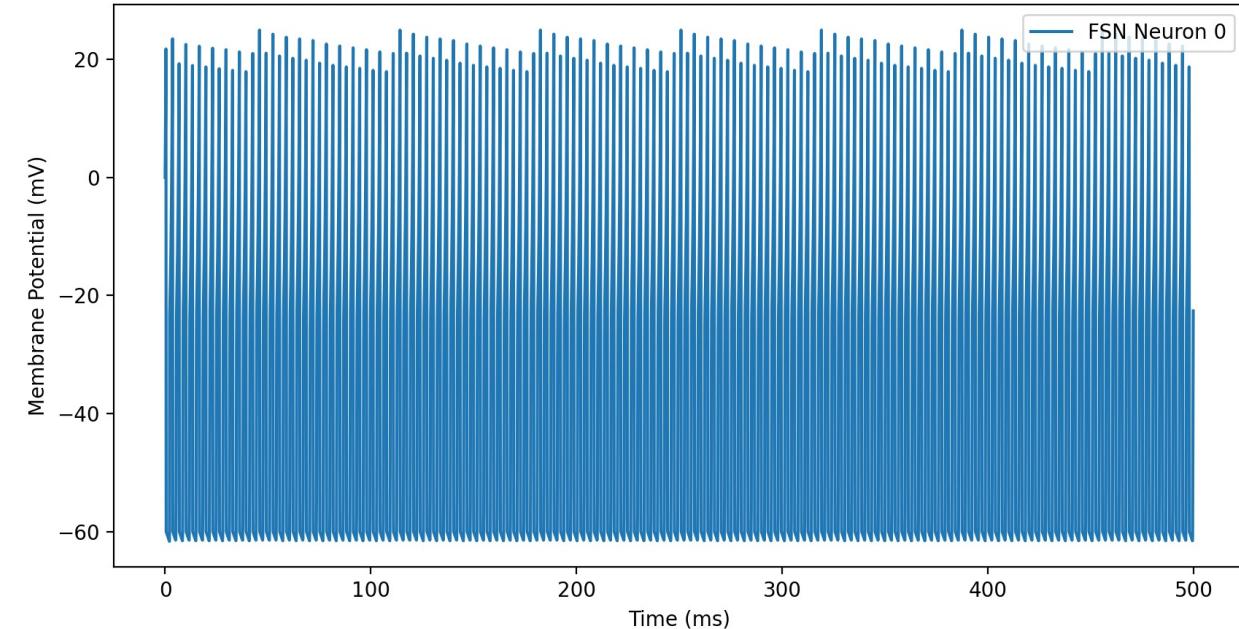
FSN-FSN

Membrane Potential Over Time



논문1 normal parameter

Membrane Potential Over Time

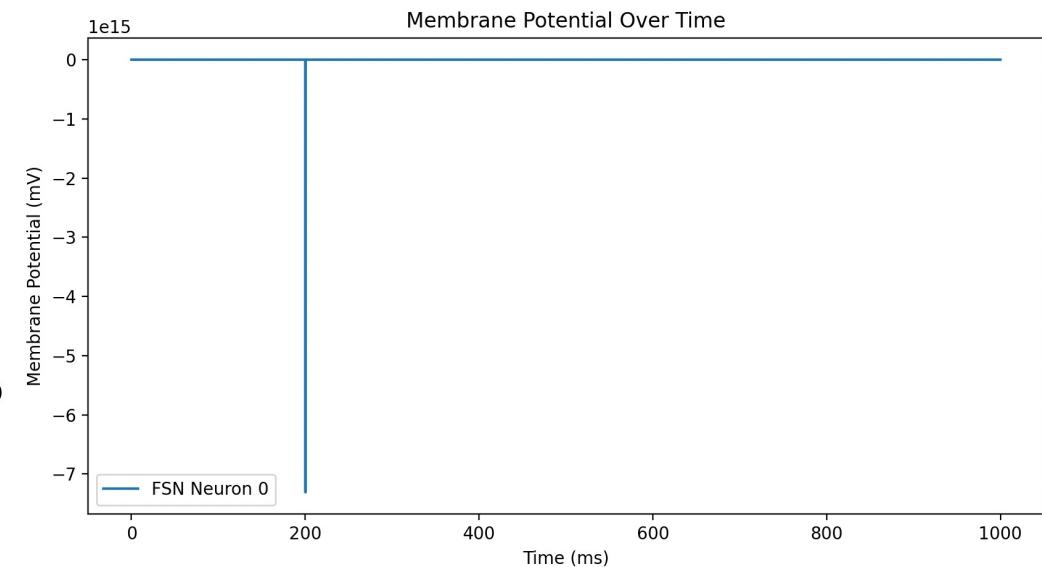
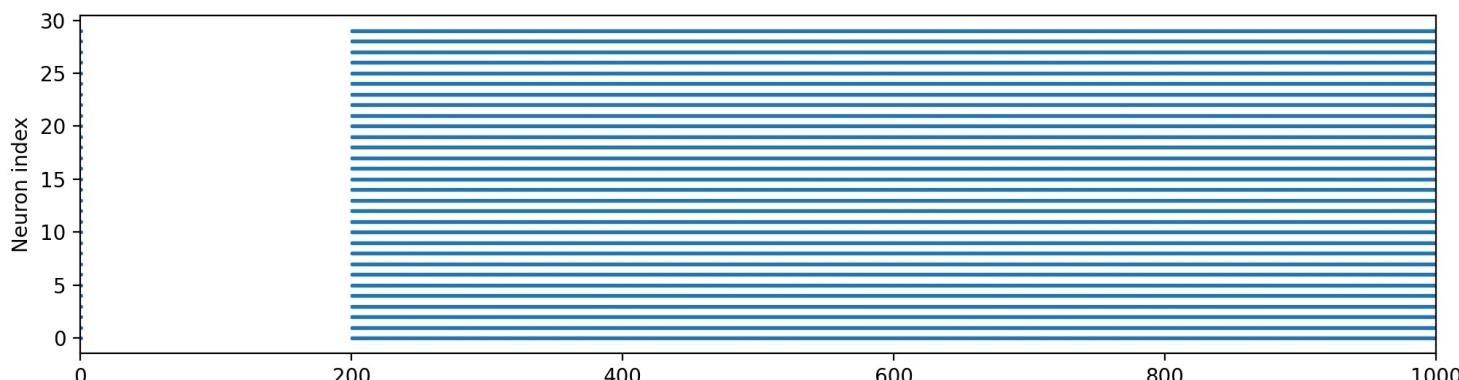


논문1 pd parameter

- FSN-FSN구조만 500ms로 simulation 했을 때 membrane potential 패턴
- 동일한 input에 대해 dopamine effect로 인해 낮아진 reset 값의 영향을 받음

# Neuron Model Test

## Cortex-FSN



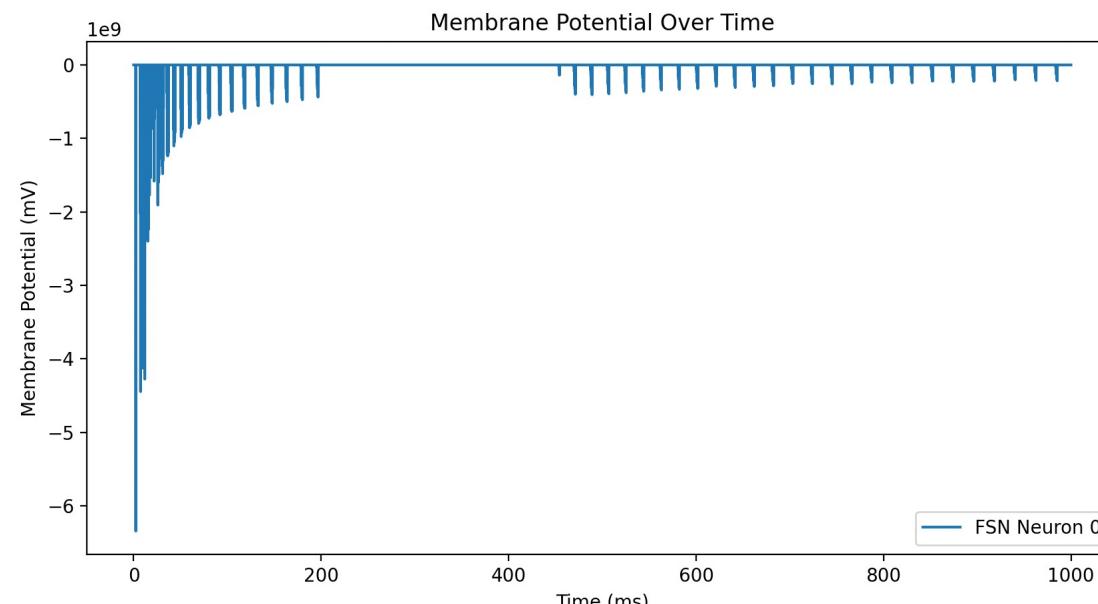
- Cortex-FSN구조만 simulation 했을 때 plot
- Delay 영향으로 인해 200ms 이후에 firing이 시작되는 것을 확인할 수 있고, 400ms 이후에 일부 뉴런에 대한 firing 확인
- "equation": " $0 \text{Hz} + (t \geq 200 \text{ms}) * (t < 400 \text{ms}) * 787 \text{Hz}$ "

=> receptor type을 ampa로 설정하고 시뮬레이션을 했는데 membrane potential의 범위가 예상과 달라서 다른 파라미터 단위를 수정해봤으나 이에 대한 논의가 필요할 것 같습니다

# Neuron Model Test

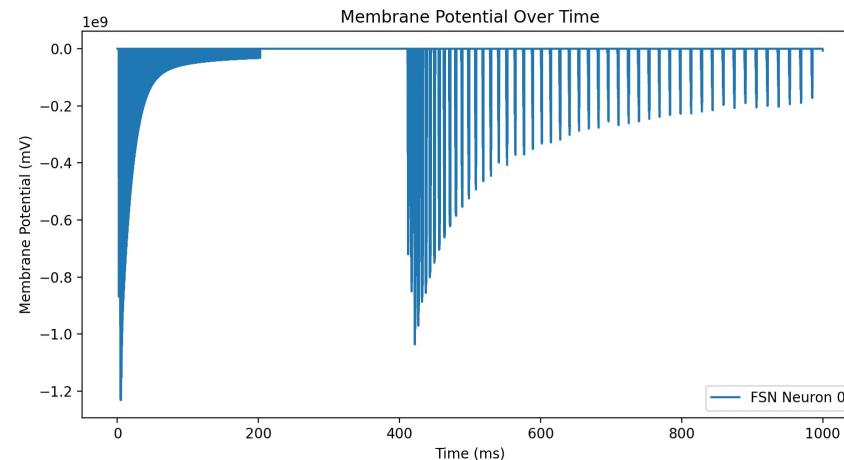
Cortex-FSN-FSN (synapse 수정 전)

$p = 0.74$



"equation": "0\*Hz + (t >= 200\*ms) \* (t < 400\*ms) \* 787\*Hz"

Membrane Potential Over Time

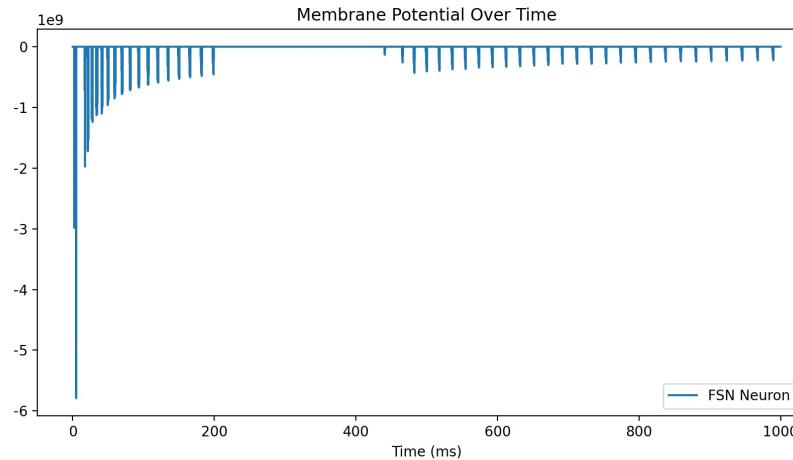


$p = 0.1$

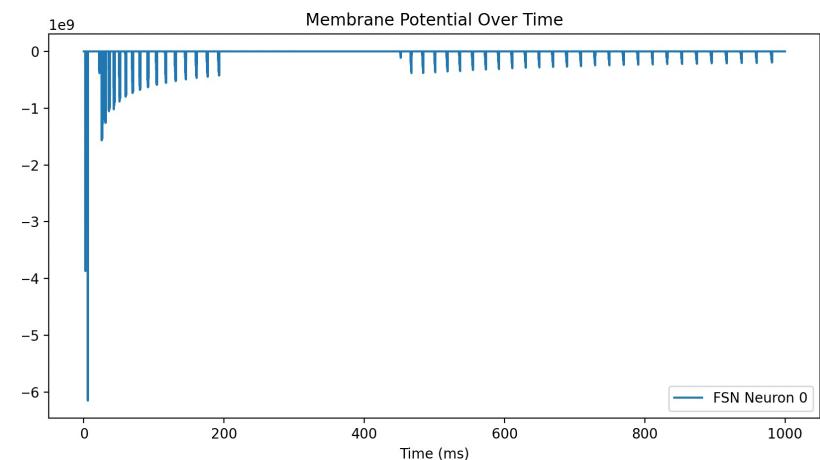
$p = 0.3$

$p = 0.5$

Membrane Potential Over Time



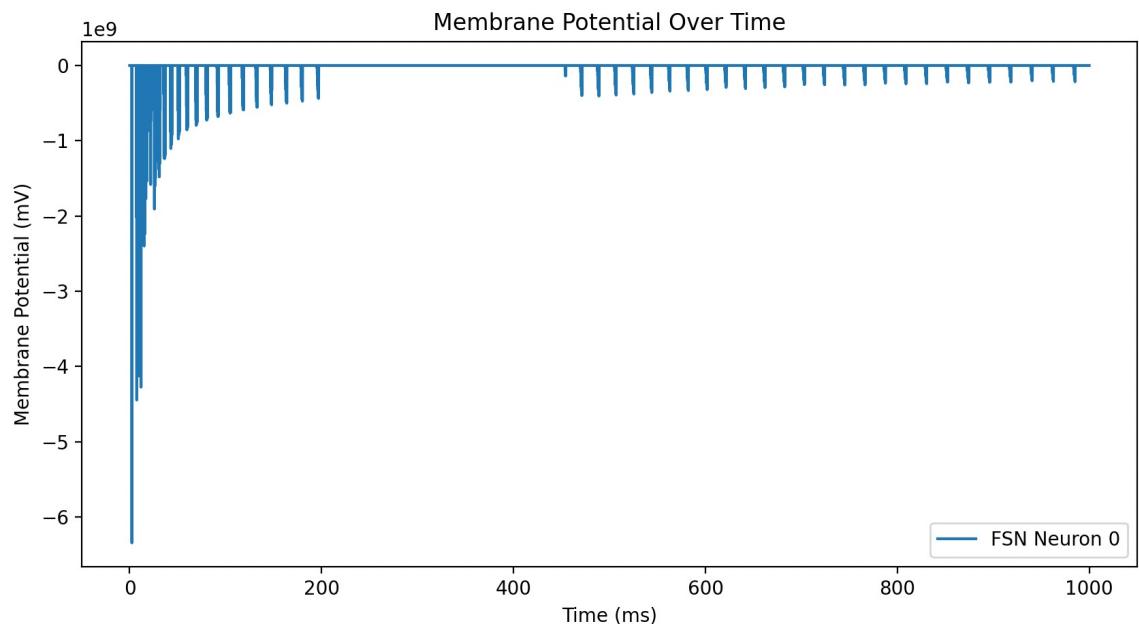
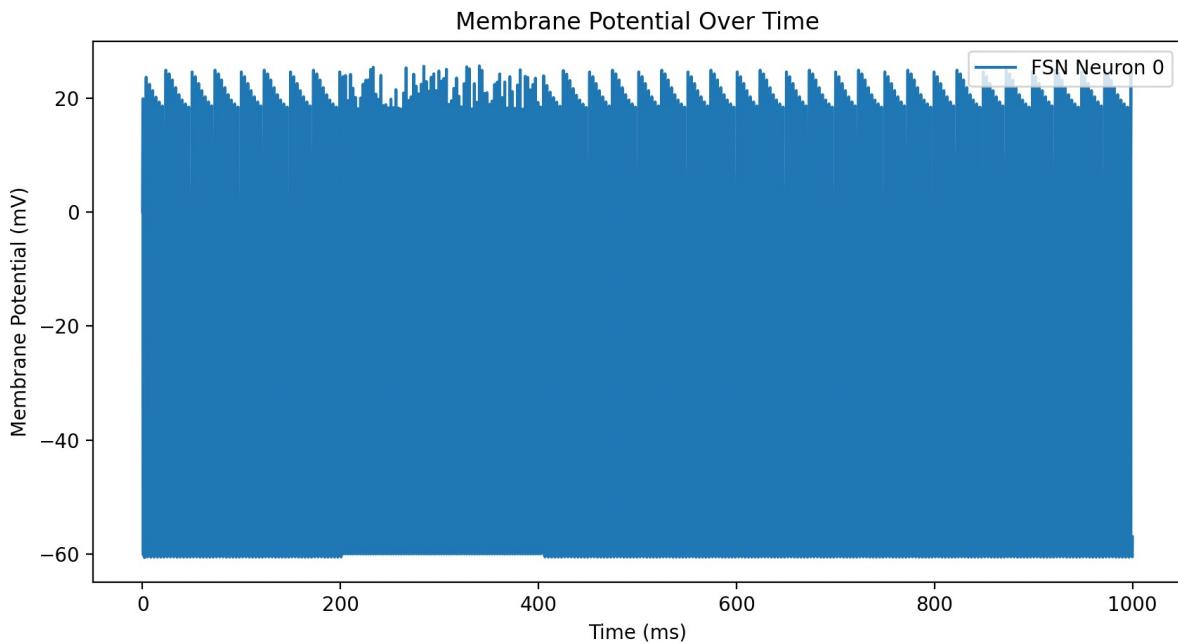
Membrane Potential Over Time



- Synapse를 수정하기 전 결과:  $I_{AMPA\_syn} = ampa\_beta * w * g_a * (E_{AMPA} - v)$ ,  $v_{post} += w * mV$ ;  $g_a += g_{0\_a}$
- Cortex-FSN-FSN구조 simulation 했을 때 FSN-FSN의 연결 확률을 다르게 설정한 후 plotting
- FSN-FSN의  $p$ 값을 높인 결과 inhibition이 강해져 membrane potential이 음전하 방향으로 작동

# Neuron Model Test

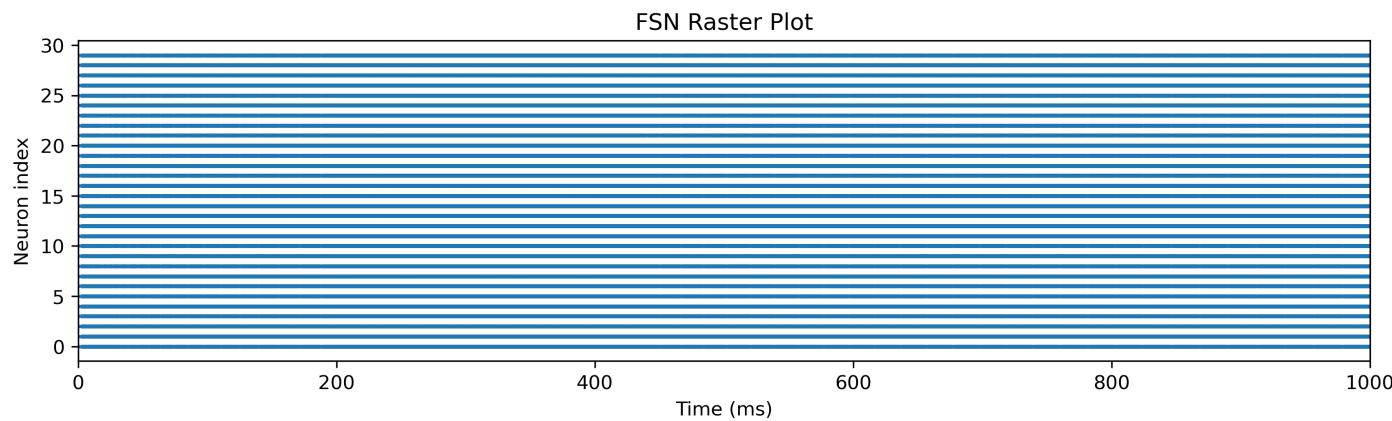
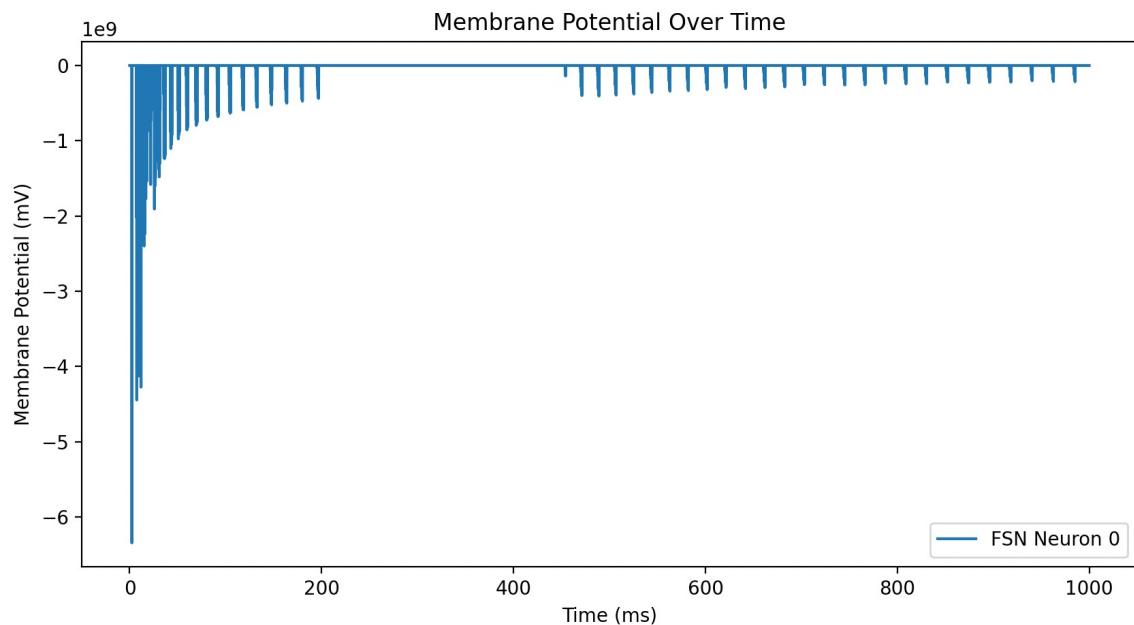
Cortex-FSN-FSN (synapse 수정 전)



- cortex-FSN 연결에서 FSN-FSN 연결 추가 시 GABA transmitter로 인해 inhibition 효과가 나타나는 것을 확인
- 입력 값의 범위가 동일한 상황에서 FSN membrane potential 값을 확인한 결과 낮은 범위의 값을 보임

# Neuron Model Test

Cortex-FSN-FSN (synapse 수정 전)

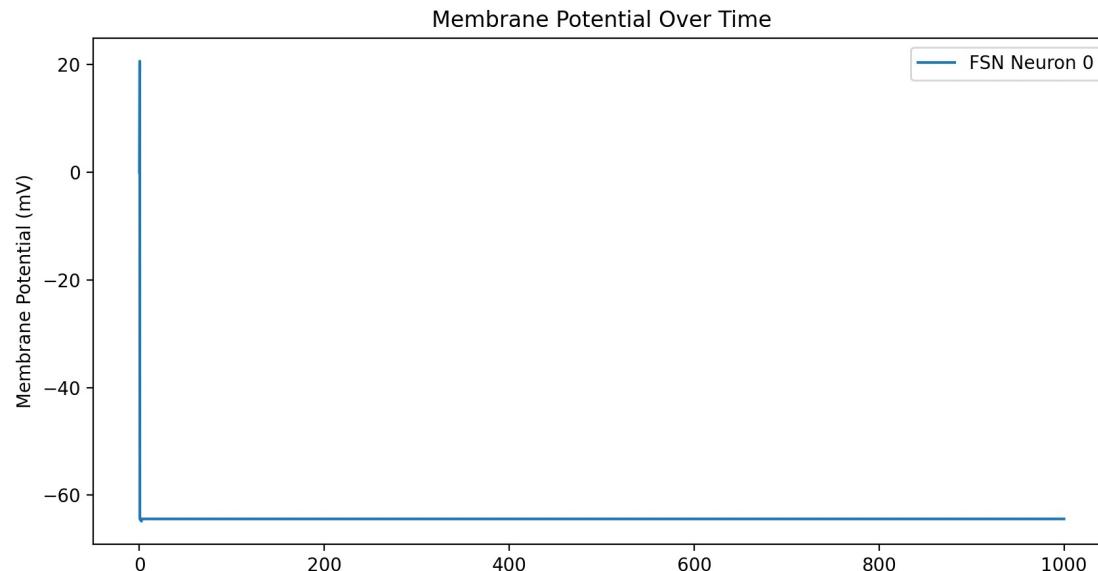


- threshold보다 membrane potential 값이 낮은데 FSN raster plot에서 모든 시점이 spiking하는 것을 확인
- FSN을 LIF 모델로 바꾸고 실행한 결과 threshold에 따라서 spiking되는 뉴런들이 달라지는 것을 확인
  - 이는 normal, pd에서 사용되는 파라미터를 사용해 시뮬레이션을 진행했을 때와 동일한 결과
  - synapse transmitter 혹은 단위 불일치 문제에 집중해 수정

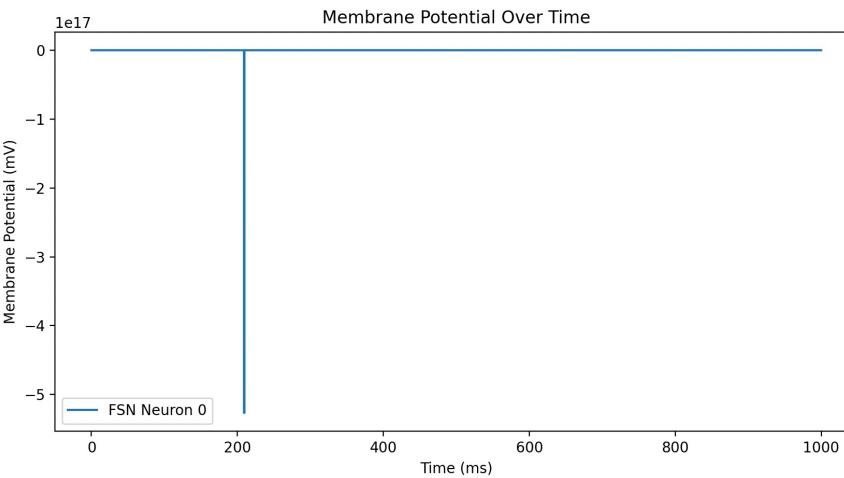
# Neuron Model Test

## Cortex-FSN-FSN (synapse 수정 후)

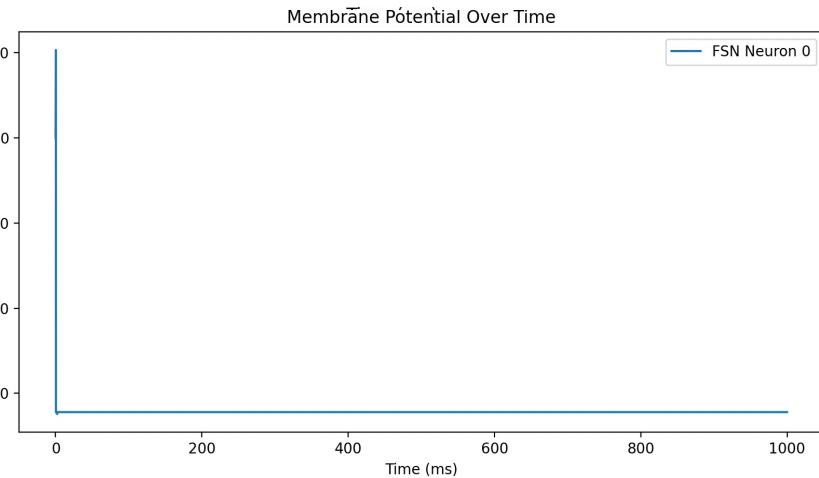
$$p = 0.74$$



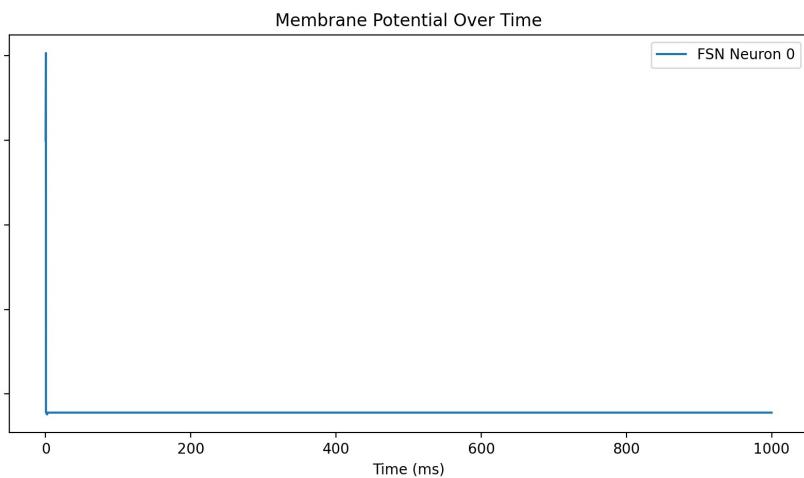
"equation": "0\*Hz + (t >= 200\*ms) \* (t < 400\*ms) \* 787\*Hz"



$$p = 0.1$$



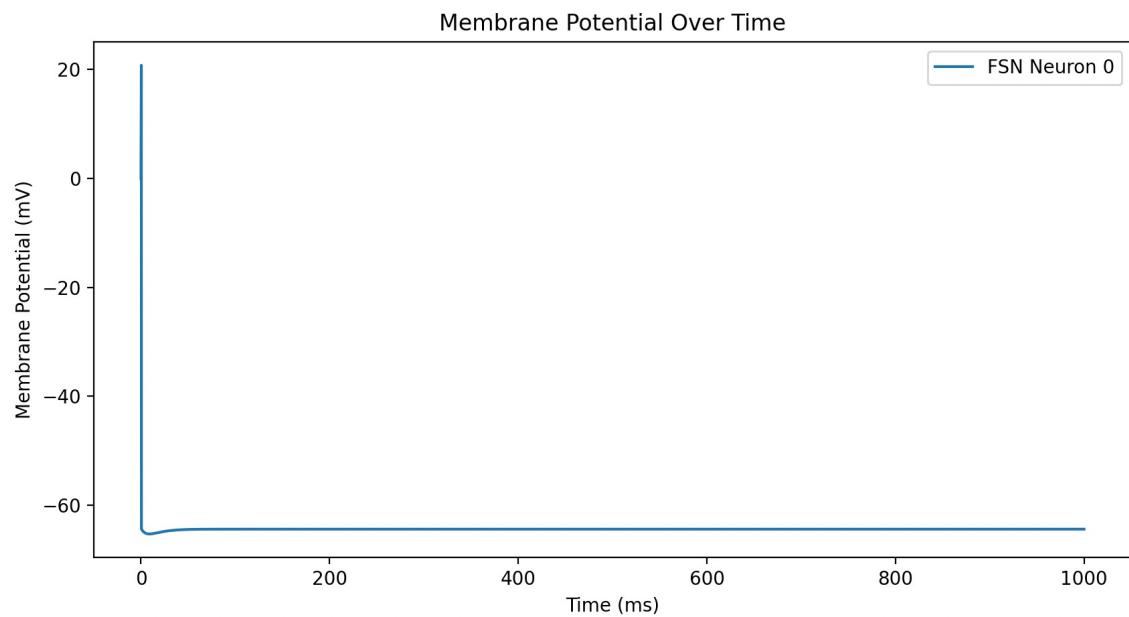
$$p = 0.3$$



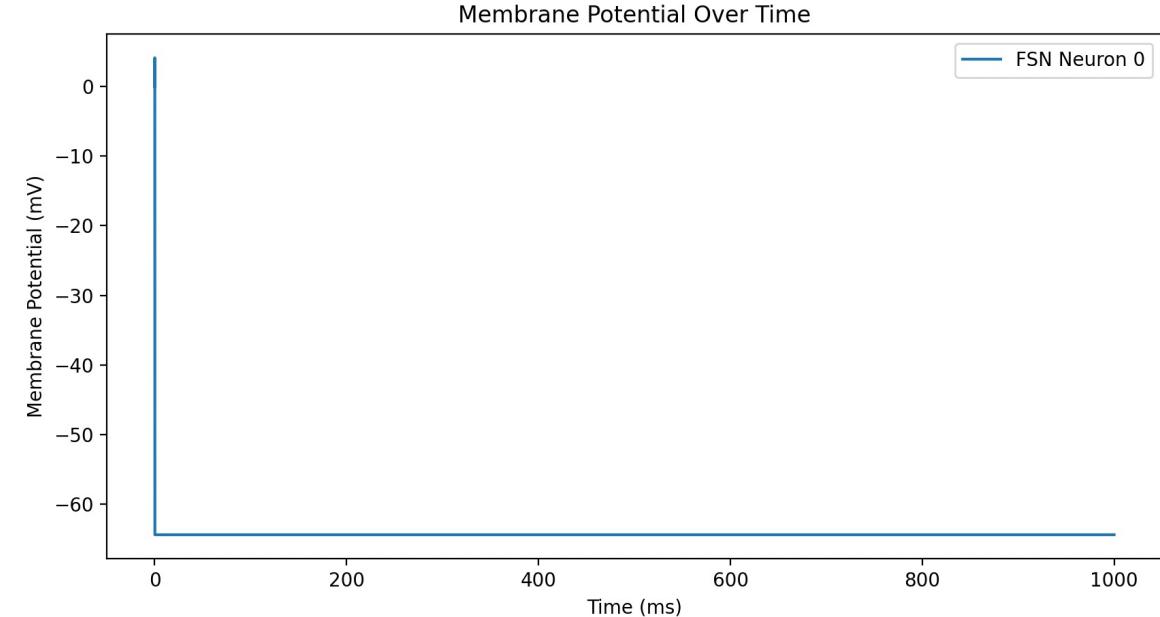
$p = 0.5$

- Synapse를 수정 후 결과:  $I_{AMPA\_syn} = amp\alpha\_beta * g_a * (E_{AMPA} - v)$ ,  $g_a += w * mV$
  - 연결관계가 강해질수록 membrane potential이 정상 범주에서 변화하나 inhibition에 의한 차이는 보기 어려움

# Neuron Model Test



on\_pre에 대한 수식을 설정하지 않은 경우  
초반 이후로 firing x



on\_pre에 대한 수식을 설정  
모든 시점에 firing

```
def _get_on_pre(self, receptor_type):  
    if receptor_type == 'AMPA':  
        return '''g_a += w * siemens'''  
    elif receptor_type == 'NMDA':  
        return '''g_n += w * siemens'''  
    elif receptor_type == 'GABA':  
        return '''g_g += 1 * siemens'''  
    else:  
        raise ValueError(f"Unknown receptor type: {receptor_type}")
```

-> v\_post에 대해 추가적인 수정 필요

## Future Works

---

- 전체 네트워크 중 일부 구조의 변화 패턴을 살펴본 결과 특정 조건을 추가했을 때 해석할 수 없는 패턴이 발생한다는 것을 발견
- 이에 transmitter 수식 및 연결 관계를 수정하기 위해 기존 코드들을 참고해 여러 방향으로 시도해봤으나, 동일한 상황이 발생
- 특히 membrane potential의 범주가 발산하는 경향을 보이는 것을 확인
  - FSN-FSN 구조 추가 시 범주가 안정적이나, inhibition의 영향으로 보긴 어려워보임
- 차주에는 해당 부분을 해결하고 이를 전체 구조에 적용할 예정