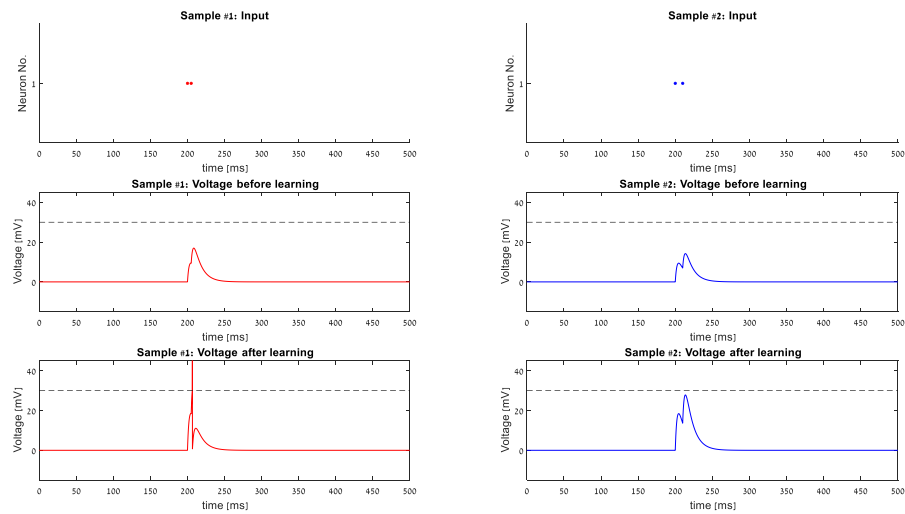
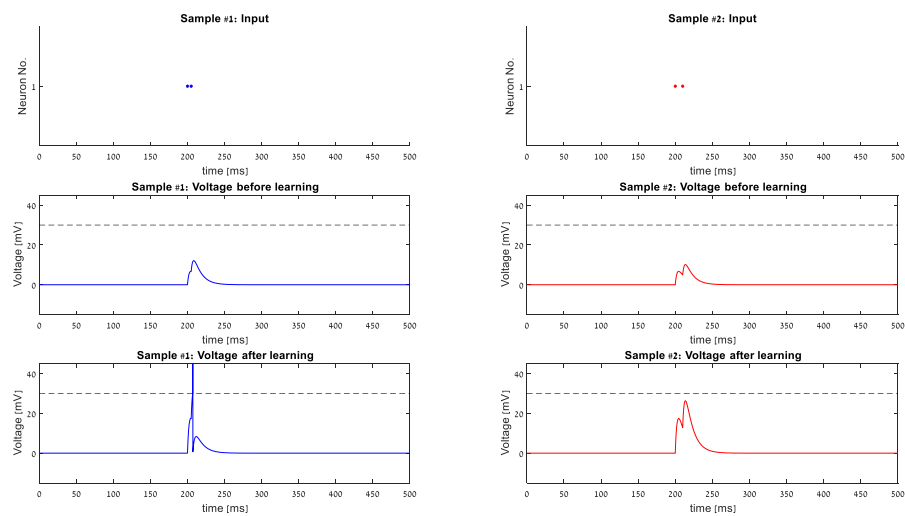


X\_2SDIW



מצליח ללמוד

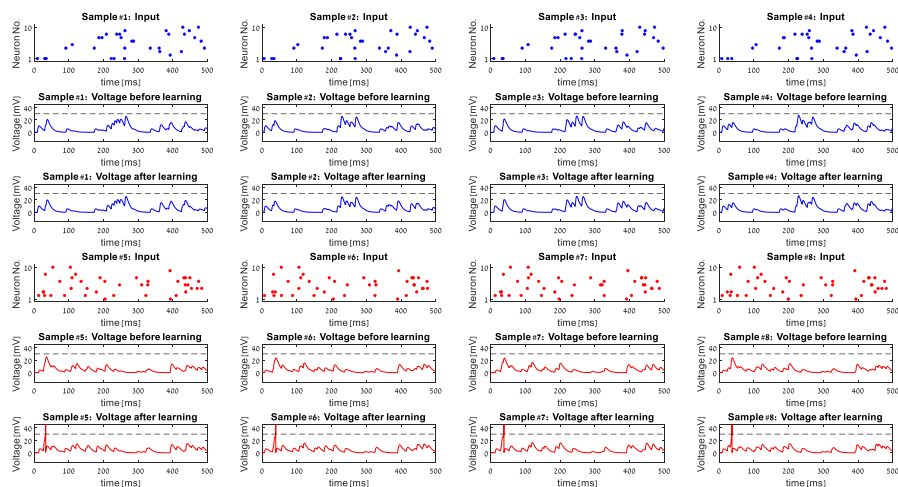
X\_2SDIF



לא מצליח ללמוד

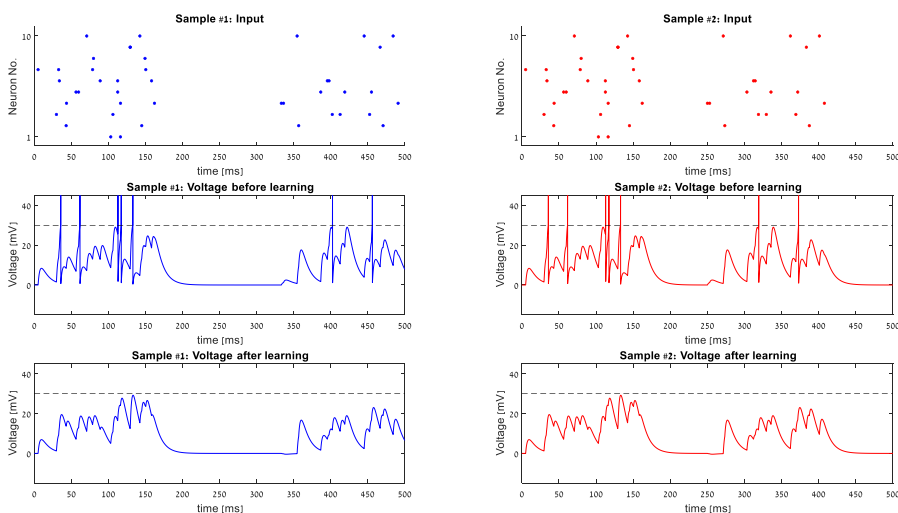
הסבר: ראשית נשים לב כי מדובר בדוגמא הפוכה מהתבנית הראשונה (ההבדל היחיד הוא תשובת המורה). בדוגמא הנ"ל – מתבקש הטמפוטון לייצר  $W$  אחד בלבד, שיאפשר סכימה בזמן של שני הספייקים הפרה סינפטים מ-2 sample - הפרש של 10 מ"ש עד לרמה שיחצו את הTH. בו בזמן, מתבקש הטמפוטון כי אותו  $W$  יהיה מספיק קטן כדי לא לסכום בזמן את הדוגמאות מ-1 sample – הפרש של 5 מ"ש ושלא יחצו את הTH. שני התנאים אינם יכולים להתקיים במקביל מאחר ומדובר ב  $W$  בודד ולכן הטמפוטון אינו מצליח ללמוד.

## X<sub>2</sub>PGN



מצליח ללמוד

## X<sub>2</sub>PVTG

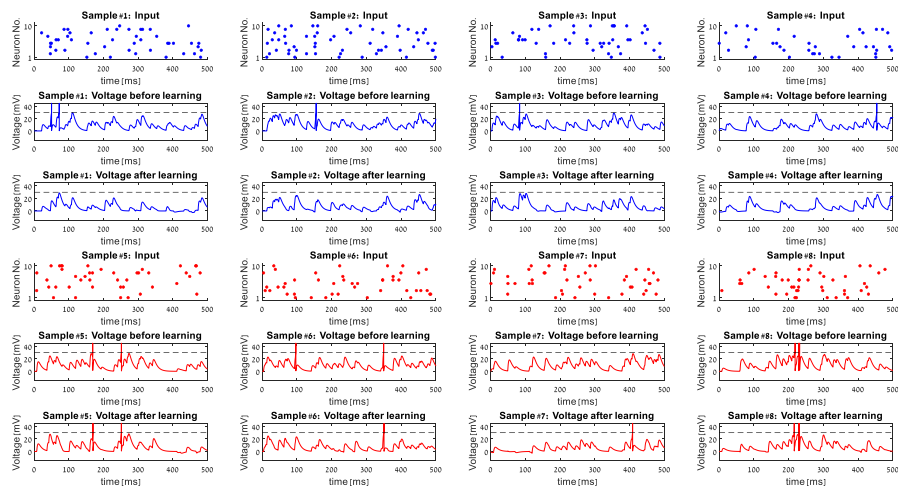


לא מצליח ללמוד

הסבר: ידוע כי אחד החסרונות הבולטים של הטמפוטרון הוא שאינו רגיש להבדלים גדולים בתזמונים. בדוגמאות הנ"ל ברור כי הדוגמאות זהות לחלוטין פרט להפרש הזמנים (הגדול יחסית בשניהם אך השונה) בין שני מקטעי הספייקים הפרה סינפטית. בזמני הבדל כה גדולים, המתח בטמפוטרון דועך לאותה הרמה ולכן הטמפוטרון מתקשה ללמוד את הכלל.

X\_PRND

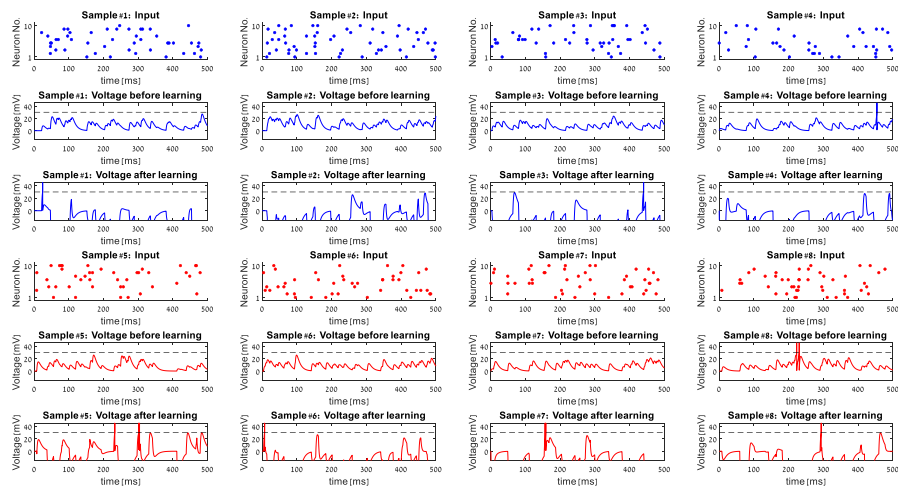
eta = 1e-3



מצליח ללמוד

X\_PRND

eta = 1e-2



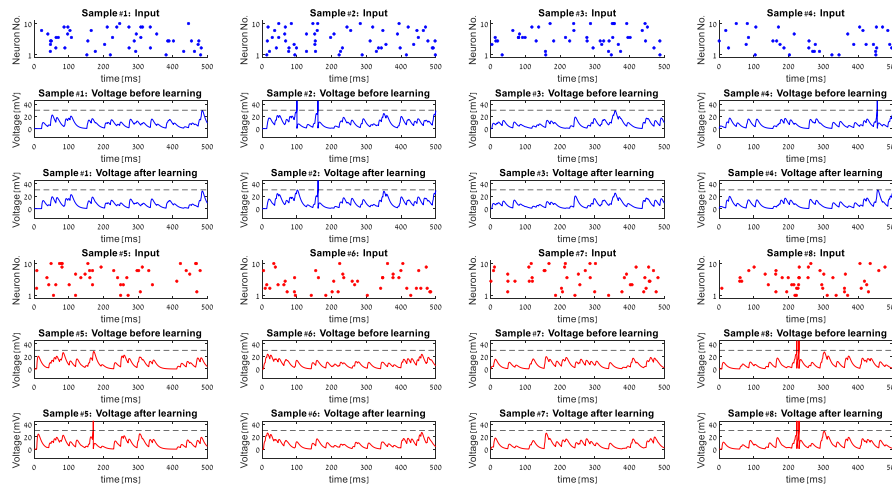
לעיתים לא מצליח ללמוד

הסבר: גודל האטא משפיע על גודל הצעד שעושים לעבר השגיאה המינימאלית (שבסופו משקפת את המרחק מהטרסהולד).

במקרה בו האטא גדולה העידכונים שיעשו לחוזק הסינפסות של כל נוירון בעקבות כל ספייק פרה סינפטי יהיו גדולים ( $\Delta W$ ), כלומר ההתקדמות אל השגיאה המינימלית תעשה בצעדים גדולים (ביחס לאטא אופטמלי), ולכן יתכן כי בחלק מן המקרים, "הקפיצות" בין Wold לWnew גדולות מדי עד למצב בו השגיאה אינה מתכנסת והטמפוסטרון אינו לומד. תלוי במשקלות הרנדומליות הראשוניות.

X\_PRND

eta = 1e-5



### לא מצליח ללמוד

הסבר: גודל האטא משפיע על גודל הצעד שעושים לעבר השגיאה המינימלית (שבסופו משקפת את המרחק מהטרסהולד).

במקרה בו האטא קטנה העידכונים שיעשו לחוזק הסינפסות של כל נוירון בעקבות כל ספייק פרה סינפטי יהיו קטנים ( $\Delta W$ ), כלומר ההתקדמות אל השגיאה המינימלית תעשה בצעדים קטנים (ביחס לאטא אופטמלי), בכל צעד  $\Delta W$  יקטן מאחר שהאטא הקטנה מוכפלת בגודל השגיאה הנוכחית (שקטנה במעט בכל צעד). במצב המתואר, השגיאה מתכנסת ככה"נ למינימום המקומי ו"נתקעת" בה עקב האטא הקטנה.

במצב כזה, קיים קושי להתכנס לשגיאה המינימלית המקיימת את הכלל של המורה (מינימום גלובלי).

### TODO 3

מבנה המידע שנוצר הוא structure array בעל מספר fields כמספר הנוירונים. כל field כולל 4 סוגי מידע על הנוירון התואם לו:

1. input שאותו נוירון מכיל (זמני הספייקים של הנוירון הפרה סינפטי הספציפי).
2. מספרו של הספייק הבא (מבחינת סדר כרונולוגי) שהנוירון הפרה סינפטי הספציפי יפיק.
3. מספר הספייקים הכולל שהנוירון הפרה סינפטי הספציפי מפיק.
4. המספר של הנוירון בטבלת הקלט (מ-1 עד מספר הנוירונים).

### TODO 4

הסימולציה בוחרת בכל שלב את הספייק הפרה סינפטי לפי זמן הסכימה בטמפוטרון. הכוונה – המתח בטמפוטרון נמדד לפי זמני הקלטים ללא התייחסות לאיזה נוירון שלח אותם (הניתוח לאיזה נוירון שלח והתאמת המשקלות מתבצע בהמשך). אם הקוד לא היה בוחר את הספייקים בסדר הזה לא הייתה משמעות לסכימה בזמן בטמפוטרון ולהבין את כלל ההשלכות ביחד של כלל הדוגמאות.