The Andrew and Erna Viterbi Faculty of ELECTRICAL & COMPUTER ENGINEERING

Technion Israel Institute of Technology



מעבדה ב- VLSI ספרתי - 0450111

מימוש וסימולציות: ביצוע

http://www.ee.technion.ac.il/vlsi/

הערות נא לשלוח ל-goel@ee

כל הערה תתקבל בברכה!

עדכון אחרון - 11:08 19/09/2024

מסמך זה כתוב בלשון זכר ע"מ להקל על הכתיבה אך מתייחס לנשים ולגברים כאחד. עמכם הסליחה.

תוכן העניינים

ביצוע הניסוי – פגישה 1 3
הערות כלליות לעריכת הדו"ח:..... 3
1. מימוש וסימולציה של יחידית ה- Weights 4
2. מימוש וסימולציה של יחידית נוירון הקונבולוציה..... 4
3. מימוש וסימולציה של יחידית ה- Pooling 4
4. מימוש וסימולציה של יחידית נוירון ה-FC 4
5. מימוש וסימולציה של הבקר..... 4
6. מימוש וסימולציה של המערכת השלמה 4

ביצוע הניסוי – פגישה 1

<u>הערות כלליות למהלך העבודה:</u>

- הרצת פקודות תתבצע בחלון ה- **terminal** שבאופן טיפוסי יציג בשורה האחרונה טקסט דוגמת זה:

```
[ diglab1@vlsi-ria85 ~/Shimshon_Yovav ]$ _
```

- את הפקודות יש להקליד מימין לו. בהמשך השורה לעיל הנקראת **prompt** תסומן בקיצור כ-**$**. אין צורך להקליד את הסימן $. כאשר ה-**prompt** מופיע הוא מסמן שה-**terminal** מוכן לקלוט את הפקודה הבאה. כאשר הוא איננו מופיע זה סימן שה-**terminal** עסוק בפקודה הקודמת.
- כתיבת דו"ח הניסוי תתבצע במהלך הניסוי באופן ממוחשב בעזרת תבנית שברשותכם. כל הגרפים והסכמות ישולבו בדו"ח זה ללא הצורך בהדפסות כמוסבר בהמשך.

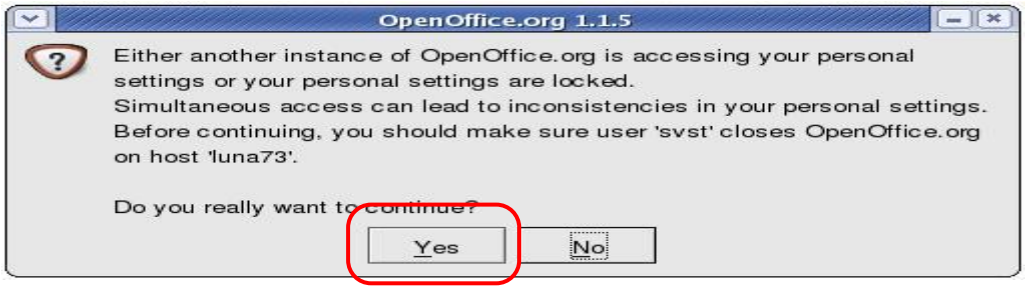
חשוב: אם אינך מסיים את כל הסעיפים בזמן, ניתן להשלים את החסר בפגישה הבא. הפגישה הרביעית אינה עמוסה ותאפשר לכם להשלים את כל חלקי הניסוי.

הערות כלליות לעריכת הדו"ח:

- יש להימנע מפתיחת הקובץ ע"י דאבל-קליק כיוון שאז לא ברור מאיזו גרסה נפתח הקובץ ואלול לגרום לקריסת התוכנה.
- לעריכת הדו"ח רשום:

```
$ oowrite name1_name2_sim.odt &
```

- כאשר **name1** ו- **name2** הם שמות הסטודנטים. שים לב ש- **name1_name2.odt** אינו קובץ ריק אלה תבנית עליה מתבסס הדו"ח.
- עריכת הדוח הממוחשב תעשה ע"י מעבד תמלילים של **Open Office**. יתכן ויפתח חלון ההערה הבא:



- לחץ על **Yes** בכדי להמשיך. בדוק שנפתח קובץ לפי שמות הסטודנטים שלכם.

<u>הערות עבור צירוף תמונות/סכמות לדוח:</u>

- ראשית יש צורך לצור קובץ **jpeg**.
- הפעל את תוכנת **ksnapshot** בחלון **terminal**.

```
$ ksnapshot &
```

- לחץ על **New Snapshot**.
- בחלון שנפתח בחר ב- **Region** עבור ה- **Capture mode**
- באמצעות הכפתור השמאלי בחר באיזור של המסך שברצונך להוסיף לדו"ח. ברגע שסיימת, לחץ במקלדת על מקש **Enter** והאזור המסומן ישמר.
- שמור את התמונה באמצעות **Save As**. בחר בפורמט **jpg** והכנס שם לתמונה עם סיומת **jpg** או לחץ על Copy to Clipboard וצרף לדו"ח עם CNTR V.



- רצוי להקטין את רוחב חלון ה- **waveform** כדי שהוא יכנס בצורה יפה יותר לדו"ח.
הכנס את הסכמה לדו"ח ב- **openoffice** עם **Insert→Picture→From File**.
<u>שינוי שפה</u> יעשה ע"י **Alt+Shift** ושינוי כיוון כתיבה ע"י **Ctrl+Shift**.
<u>שינוי כיוון הטקסט</u> יעשה ע"י: **Ctrl+Shift+A** ו- **Ctrl+Shift+D**.

<u>חשוב !! עריכת קוד</u> SystemVerilog

העריכה של כל קבצי ה- **SystemVerilog** תתבצע בעזרת כלי בשם **Euclide**. כלי זה עוזר מאד בגילוי ותיקון כל שגיאות ה- **syntax**. להפעלת הכלי רשום:

```
$ start_euclide
```

הוספה של קבצים **<u>תתבצע תמיד</u>** בתוך הכלי (לרוב עם **Save As**) ולא בעזרת פקודות **linux**.
חשוב שהנ"ל ל יתבצע בספריה:

/users/diglabN/student1_student2/DesignLib/SIM (N=1,2,3 or 4)

ביצוע ניסוי

בעזרת ה- script **בשם run_sim מריצים סימולציה. על מנת שה-** script **יעבוד, יש להקפיד על הכללים הבאים בזמן מתן שמות:**

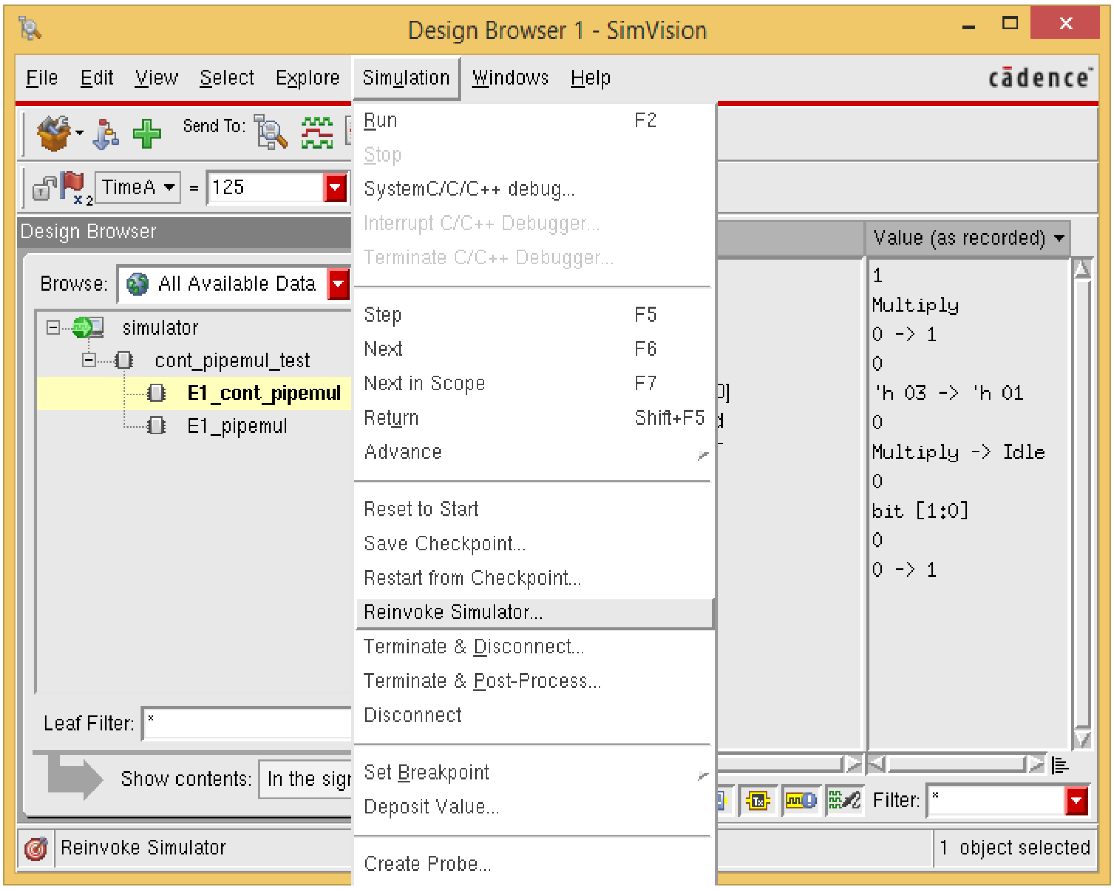
- כאשר שם המודול הוא **<design>** שם הקובץ הנדרש צריך להיות: **<design>.sv**.
- שם מודול-הבדיקה (**testbench**) של המודול **<design>** צריך להיות **<design>_test** ובהתאם שם הקובץ של מודול-הבדיקה צריך להיות: **<design>_test.sv**.
- **<design>** הוא שם כלשהו בהתאם לצורך לפי הדוגמה הבאה.
- למשל מודול בשם **CNeuron** ייכתב בקובץ בשם **CNeuron.sv**. ה-**testbench** יהיה במודול בשם **CNeuron_test** וייכתב בקובץ בשם **CNeuron_test.sv**.
- יש להריץ את הסימולציה עם הפקודה:

```
$ run_sim <design>
```

<u>עבור כל סעיף</u>, חשוב שהנ"ל יתבצע בספריה:

/users/diglabN/student1_student2/DesignLib/SIM/RTL (N=1,2,3 or 4)

- ניתן לסמלץ מחדש אם שיניתם את הקוד בעזרת:
- **Simulation** ➔ **Reinvoke Simulator** ➔ **Yes**



חשוב : במהלך הניסוי הינך מתבקש "להסביר את צורות הגל של הסימולציה". הכוונה היא שעליך לציין את אירועים העיקריים שמראים את נכונות הסימולציה.

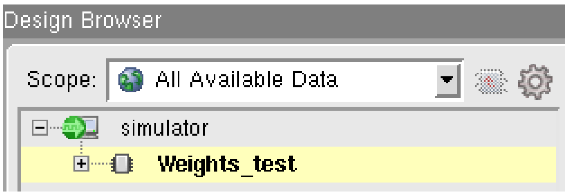
= =

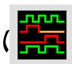
1. מימוש וסימולציה של יחידת ה- Weights

- השתמש בקבצים בשם **Weights.sv** ו- **Weights_test.sv** שהכנת. הרץ סימולציה של המודול בעזרת הפקודה :

```
$ run_sim Weights
```

- בחלון של ה- **Design Browser** בחר ביחידה **Weights_test**



- לחץ על כפתור ה- **Waveform** (). פעולה זאת פותחת חלון עבור צורות הגל של כל הסיגנלים של **Weights_test**.
- הבא את הסמן מעל ערך הסיגנלים **WA** ו- **WB** בעמודת **cursor** לחץ על הכפתור הימני וסמן **X** במשבצת שליד **signed**.
- לחץ על הכפתור **Play** () שמופיע בחלק העליון של חלון ה- **Waveform** להרצת ה- **testbench**.

1.1 : שמור תמונת מסך של צורת הגל וצרף את התמונה לדו"ח.

1.2 : בדוק את התוצאות המתקבלות. האם הן נכונות ? הסבר מדוע.
הצג את התוצאות למדריך.

- שנה את הערכים של **Wi** ב-**testbench** לערכים האמיתיים בהתאם לעמ' 10 במסמך ההכנה.

1.3 בצע את הסימולציה שוב. בדוק את התוצאות המתקבלות וצרף את התמונה לדו"ח. האם הן נכונות ? הסבר מדוע.

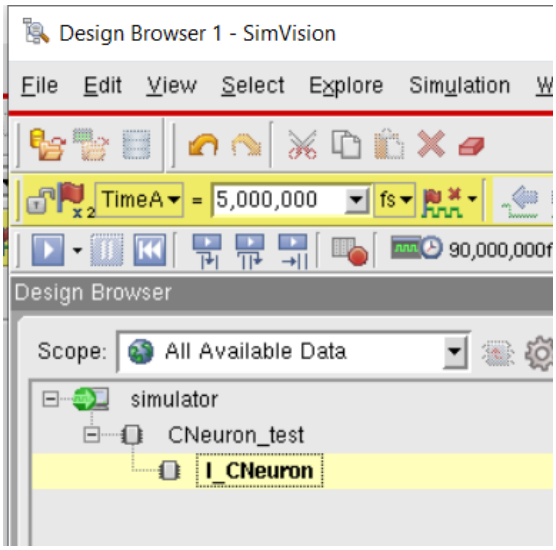
- **הצג את התוצאות למדריך.**

2. מימוש וסימולציה של יחידת נוירון הקונבולוציה

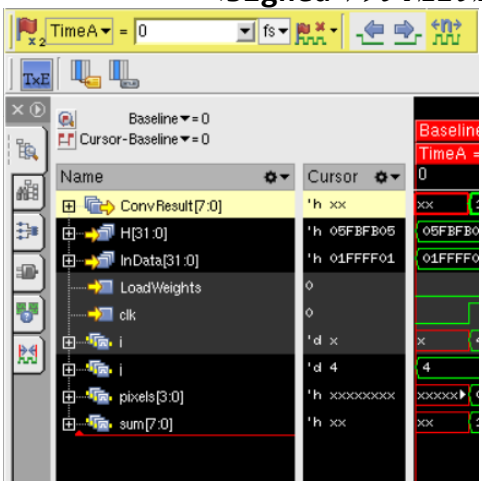
- השתמש בקבצים בשם **CNeuron.sv** ו- **CNeuron_test.sv** שהכנת. הרץ סימולציה של המודול בעזרת הפקודה :

```
$  run_sim CNeuron
```

- בחלון של ה- **Design Browser** לחץ על ה "+" שליד **CNeuron_test**. לחץ על **CNeruon**.



- לחץ על כפתור ה- **Waveform** ( ). פעולה זאת פותחת חלון עבור צורות הגל של כל הסיגנלים של **CNeuron**.
- הבא את הסמן מעל ערך הסיגנל **ConvResult** בעמודת **cursor** (במקרה זה 'hxx) לחץ על הכפתור הימני וסמן **X** במשבצת שליד **signed**.



-

- לחץ על הכפתור **Play** ( ) שמופיע בחלק העליון של חלון ה- **Waveform** להרצת ה- **testbench**.

2.1 : שמור תמונת מסך של צורת הגל וצרף את התמונה לדו"ח.

2.2 : בדוק את התוצאות המתקבלות. האם הן נכונות ? הסבר.

- שנה בקובץ **CNeuron_test.sv** את הערכים של **H** כך שהערכים יהיו **+5** ו- **5–** במקום **+1** ו- **-1**.
- הרץ את הסימולציה מחדש.

2.3 : שמור תמונת מסך של צורת הגל וצרף את התמונה לדו"ח.

2.4 : בדוק את התוצאות המתקבלות. האם הן נכונות ? הסבר.

- שנה את המימוש כך שהחישוב של ה- **sum** יתבצע הפעם באמצעות לולאת **FOR** בעזרת האופרטור **"-:"**.
- הרץ את הסימולציה שוב ובדוק את התוצאות המתקבלות.

2.5 : שמור את הקוד החדש ואת תמונת מסך של צורת הגל וצרף אותה לדו"ח.

- שנה את המימוש של ה- **FOR** עבור ה- **sum** אבל הפעם בעזרת האופרטור **"+:"**.

2.6 : הוסף את הקוד של חישוב ה- **sum** לדו"ח (תצלום מסך או הטקסט עצמו) עבור אינדקס עולה ואינדקס יורד.

2.7 : הסבר את האינדקסים שקבעת עבור **H**.

- **<u>הראה את המימוש למדריך.</u>**

הערות :

- ניתן לעשות **zoom** ע"י לחיצה על **Ctrl** + גלגלת בעכבר.
- חשוב להצביע על אזורים חשובים בפלטי ההדפסות.
- בסיום כל סימולציה, יש לצאת מהכלי עם **File** ➔ **Exit**.

3. מימוש וסימולציה של יחידת ה- Pooling

- השתמש בקבצים בשם **Pooling.sv** ו- **Pooling_test.sv** שהכנת. בצע את הסימולציה של המודול בעזרת הפקודה :

```
$ run_sim Pooling
```

- בחלון של ה- **Design Browser** בחר ביחידה **Pooling_test**.

- לחץ על כפתור ה- **Waveform** ( ) פעולה זאת פותחת חלון עבור צורות הגל של כל הסיגנלים של **Pooling_test**.
- לחץ על הכפתור **Play** ( ) שמופיע בחלק העליון של חלון ה- **Waveform** להרצת ה- **testbench**.

3.1 : שמור תמונת מסך של צורת הגל וצרף את התמונה לדו"ח.

3.2 : האם התוצאות המתקבלות ב- **PooledPixel** נכונות? הסבר ? הראה שאות ה- **En** עולה בזמן הנכון?

- את **convolution[i]** יש להשוות עם 2. עליך לבצע את ההשוואה פעם עם **convolution[i]** ופעם נוספת עם **$signed(convolution[i])**.

3.3 : רשום את הבדל בין שתי הריצות.

3.4 : שמור תמונת מסך של צורת הגל הנוספת וצרף את התמונה לדו"ח.

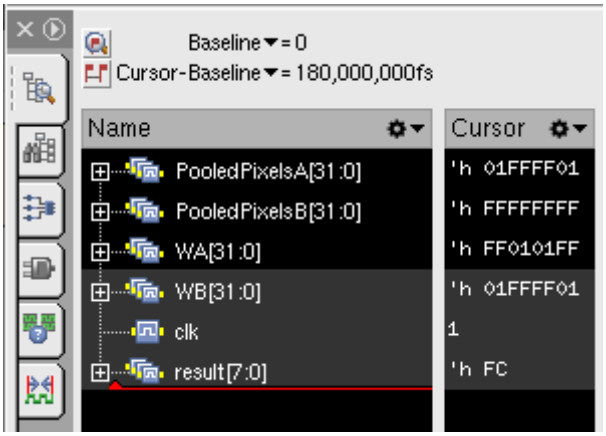
<u>חשוב מאד : לפני מעבר לסעיף הבא, וודא שהמימוש של Pooling.sv הוא אכן המימוש הנכון.</u>

4. מימוש וסימולציה של יחידת נוירון ה-FC

- השתמש בקובצים בשם **FCNeuron.sv** ו- **FCNeuron_test.sv** שהכנת. הרץ סימולציה של המודול בעזרת הפקודה :

```
$ run_sim FCNeuron
```

- בחלון של ה- **Design Browser** בחר ביחידה **FNCeuron_test**
- לחץ על כפתור ה- **Waveform** ( ). פעולה זאת פותחת חלון עבור צורות הגל של כל הסיגנלים של **FCNeuron_test**.
- לחץ על הכפתור **Play** ( ) שמופיע בחלק העליון של חלון ה- **Waveform** להרצת ה- testbench.



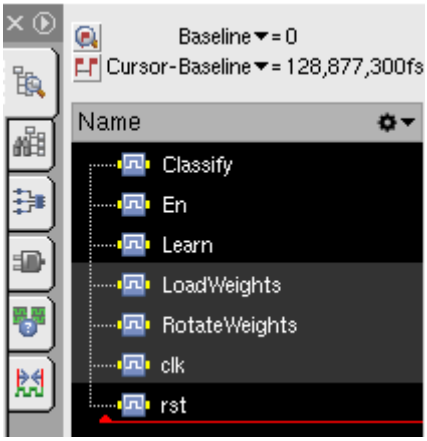
4.1: שמור תמונת מסך של צורת הגל וצרף את התמונה לדו"ח.
4.2: בדוק את התוצאות המתקבלות. האם הן נכונות ? הסבר את המשמעות של הערכים שמתקבלים ב- **result**.

5. מימוש וסימולציה של הבקר

- השתמש בקבצים בשם **NeuralNetCont.sv** ו- **NeuralNetCont_test.sv** שהכנתם. הריצו סימולציה של המודול בעזרת הפקודה :

```
$ run_sim NeuralNetCont
```

- בחלון של ה- **Design Browser** בחר ביחידה **NeuralNetCont_test.**
- לחץ על כפתור ה- **Waveform** ( ). פעולה זאת פותחת חלון עבור צורות הגל של כל הסיגנלים של **NeuralNetCont_test.**
- לחץ על הכפתור **Play** ( ) שמופיע בחלק העליון של חלון ה- **Waveform** להרצת ה- testbench.



5.1: שמור תמונת מסך של צורת הגל וצרף את התמונה לדו"ח.
5.2: בדוק את התוצאות המתקבלות. האם הן נכונות ? הסבר את ההתנהגות של כל אותות היציאה.

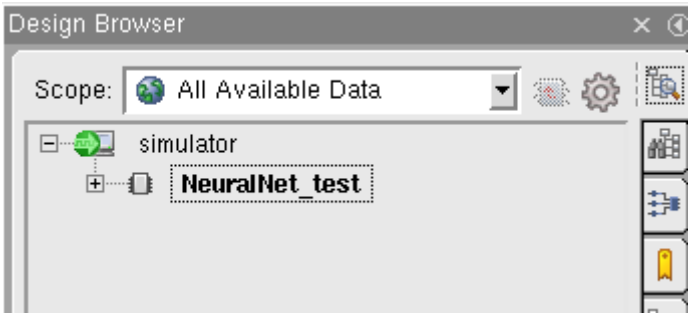
סימולציה של המערכת השלמה

6. מימוש וסימולציה של המערכת השלמה

- השתמשו בקבצים בשם **NeuralNet.sv** ו- **NeuralNet_test.sv** שהכנתם. הריצו סימולציה של המודול בעזרת הפקודה :

```
$  run_Top
```

- בחלון של ה- **Design Browser** בחר ביחידה **NeuralNet_test** שנמצאת ב- **NeuralNet_test**



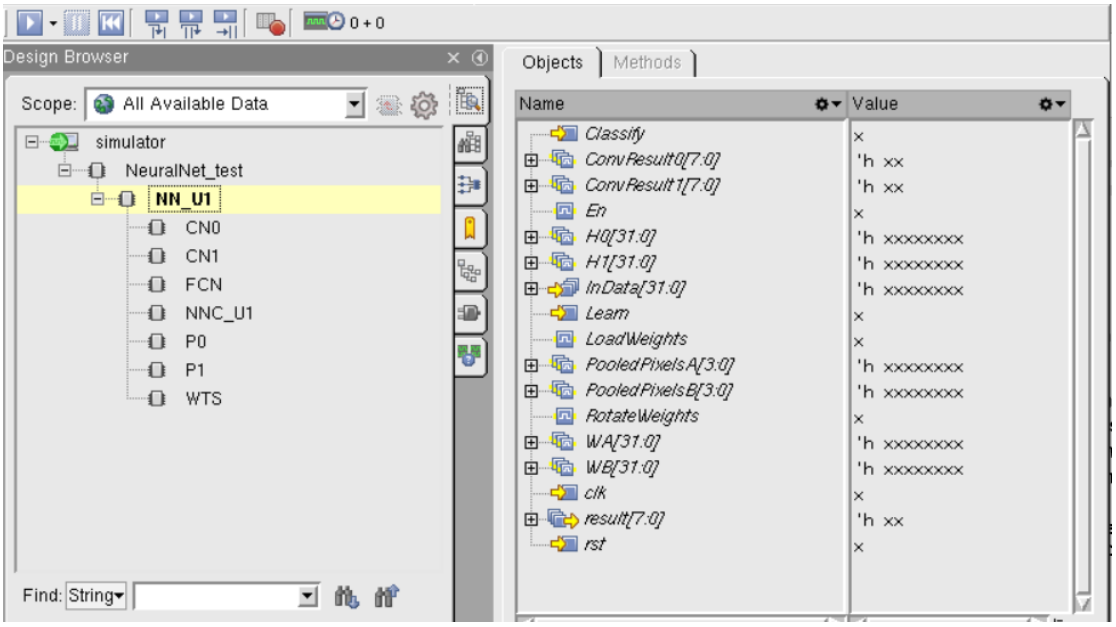
-

- לחץ על כפתור ה- **Waveform** ( ).. פעולה זאת פותחת חלון עבור צורות הגל של כל הסיגנלים של **Top_test**.
- לחץ על הכפתור Play ( ) שמופיע בחלק העליון של חלון ה- **Waveform** להרצת ה- **testbench**.

6.1 : שמור תמונת מסך של צורת הגל וצרף את התמונה לדו"ח.
6.2 : בדוק והראה על גבי צורות הגל שכל תוצאות הן בהתאם לצפוי.

הנחיות לביצוע **debugging** :

- אם התוצאות אינן נכונות, עליך לחפש את הסיבות. ניתן להוסיף כל סיגנל פנימי לחלון צורת הגלים:



- בדוק את היציאות של כל יחדיה פנימית: **CNeuron** , **Pooling**, **FCNeuron** ו- **Weights** וודא שהן נכונות.

- **<u>הראה את התוצאות הסופיות למדריך.</u>**

על כל קטעי הקוד שהכנת להופיע בדוח (עם רקע לא כהה).

כל הכבוד – סיום פגישה ראשונה!