**שלב ראשון: הבאת הספריות הרלוונטיות לתרגיל (קבצי lbr)**

1. צור תיקיה חדשה במחשב שלך
2. פתח את הקישור לגיט: <https://github.com/giltal/Makers-course-2024/blob/main/Fusion360>

והורד את הקבצים תחת Fusion360 לתיקייה שפתחת

1. פתח את הקישור לגיט: <https://github.com/mrenouf/eagle-libraries/tree/master/Eagle>

והרד את הקובץ **con-lstb.lbr** לתיקייה שפתחת

1. פתח את הגיט: <https://github.com/chiengineer/Eagle-Libraries/blob/master/Resistors/resistor.lbr>

הורד את הקובץ לתיקייה שפתחת

1. פתח את הגיט: <https://github.com/sparkfun/SparkFun-Eagle-Libraries/blob/main/SparkFun-Electromechanical.lbr>

והרד את הקובץלתיקייה שפתחת

1. **פתח את הגיט:** [**https://github.com/sparkfun/SparkFun-Eagle-Libraries/blob/main/**](https://github.com/sparkfun/SparkFun-Eagle-Libraries/blob/main/)

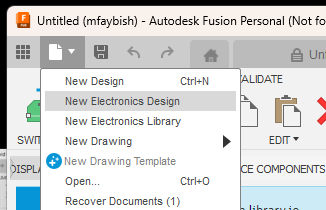
והורד את הקובץ: **SparkFun-PowerSymbols.lbr** לתיקייה שפתחת

1. פתח את הגיט[**https://github.com/chiengineer/Eagle-Libraries/blob/master/Transistors/transistor-neu-to92.lbr**](https://github.com/chiengineer/Eagle-Libraries/blob/master/Transistors/transistor-neu-to92.lbr)

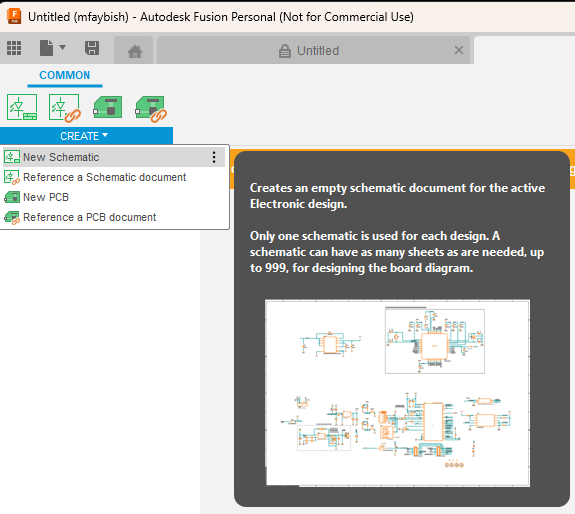
והורד את הקובץ לתיקייה שפתחת

1. פתח את התוכנה Fusion360

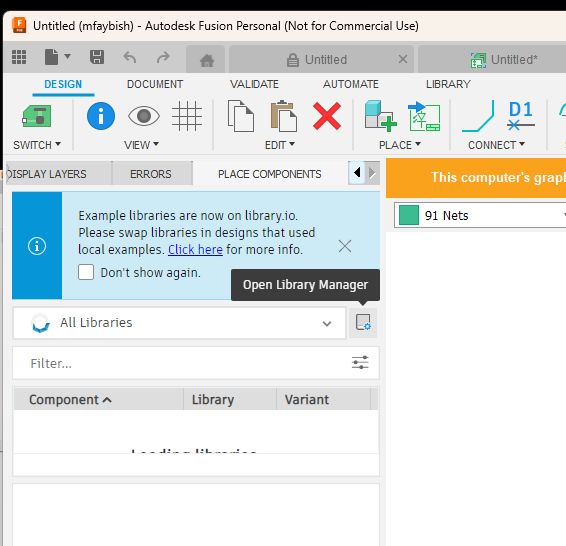
* **Open new electronic Design:**



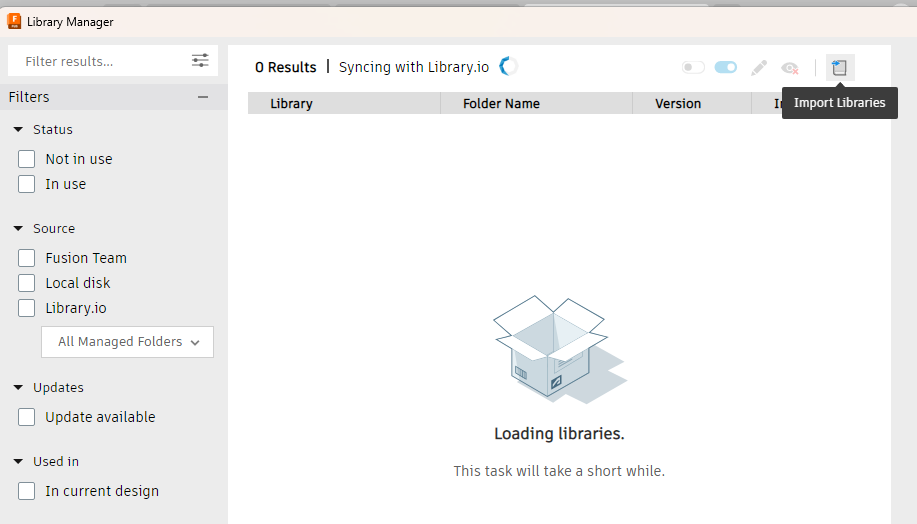
**Create new Schematic:**



* **Open library manager:**



* **Import relevant libraries:**



**chose import from local disk**

* **Import the libraries you saved from the git**

**בסרטון:** [**https://drive.google.com/file/d/1EWXYklT\_unnY4Cpudp-aRONs7NyvxkmO/view?usp=drive\_link**](https://drive.google.com/file/d/1EWXYklT_unnY4Cpudp-aRONs7NyvxkmO/view?usp=drive_link)

**בדקה 22:00 תוכלו לראות דוגמא לשלבים שביצענו מעלה**

**שלב שני - בניית הסכימה החשמלית:**

**הסכמה צריכה להראות כמו הרפרנס הבא, השתמשו בהמשך המידע בחלק זה כדי להבין כיצד ואיזה רכיבים להביא.(יש להשתמש באותם שמות כמו הרפרנס. ניתן למצוא את הרפרנס בצורה ברורה יותר במצגת שקף 8):**

**A diagram of electrical wiring

Description automatically generated**

**הבאת רכיבים:**

**DESIGN-> PLACE COMPONENT**

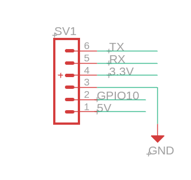
**ובשדה ה FILTER חפשו את שם הרכיב כמו שמופיע בסכימה , לחצו עליו וגררו את הסמן לסכימה.**

**(לעיתים שם הרכיב אינו כמו בסכימה, עבור רכיבים כאלה, השתמש בשמות שניתנו בהמשך חלק זה)**

**A screenshot of a computer

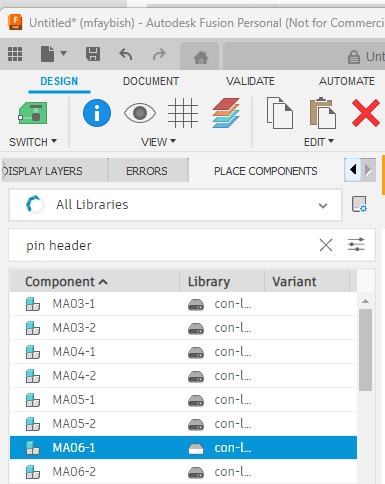
Description automatically generated**

* **הכנסת ה pin header:**

****

*pin header , בעברית: ראש פינים) הוא רכיב אלקטרוני המשמש לחיבור חשמלי בין רכיבים שונים במעגל מודפס (PCB). הוא מורכב משורה או כמה שורות של פינים מתכתיים המותקנים על מעגל מודפס. כל פין מחובר למסלול חשמלי במעגל ויכול להעביר אותות או חשמל בין רכיבים שונים או לחבר את המעגל ליחידות חיצוניות כמו כבלים, חיישנים, או מודולים אחרים.*

**מתוך הספריות נפלטר pin header , ונבחר את הרכיב MAD6-1:**

****

**נגרור אותו למסך העבודה וניתן לו שמות כמו ברפרנס**

**את רוב שמות הרכיבים , ניתן למצוא על פי חיפוש שמם.**

**הבהרות לרכיבים שקשה יותר למצוא על פי שמם:**

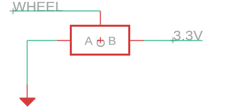
* **עבור ה buzzer נבחר את הרכיב הבא:**

****

**בVariant נשנה ל PTH\_KIT:**

****

* **עבור רכיב הגלגלת (פוטנציומטר):**

****

**נשתמש ברכיב הבא:**

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

* **עבור ה**

**A diagram of a circuit

Description automatically generated**

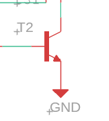
**נשתמש ברכיב הבא פעמיים:**

****

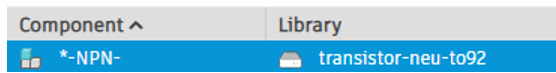
**\*עבור הנגד (שימו לב לבחירה נכונה בגודל הנגד 0805):**

****

**עבוד הדיודה:**

****

**נשמש ברכיב הבא:**

****

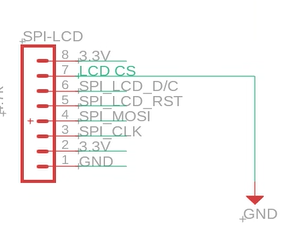
**ב Variant נשנה ל SOT23-BEC:**

****

**עבור הרכיב למסך:**

**A screenshot of a computer

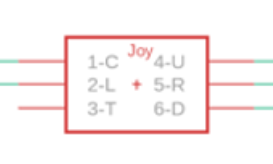
Description automatically generated**

****

**שימו לב, השם LCD\_CS, הוא היחידי שהוספנו כטקסט ולא כשם של נט, וזאת מכיוון שהוא מחובר ל GND**

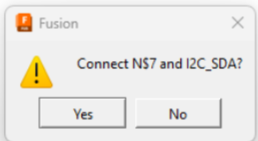
**בכדי להוסיף טקסט , לחצו את האות T,ושימו את הטקסט במקום הנבחר**

**עבור הרכיב:**

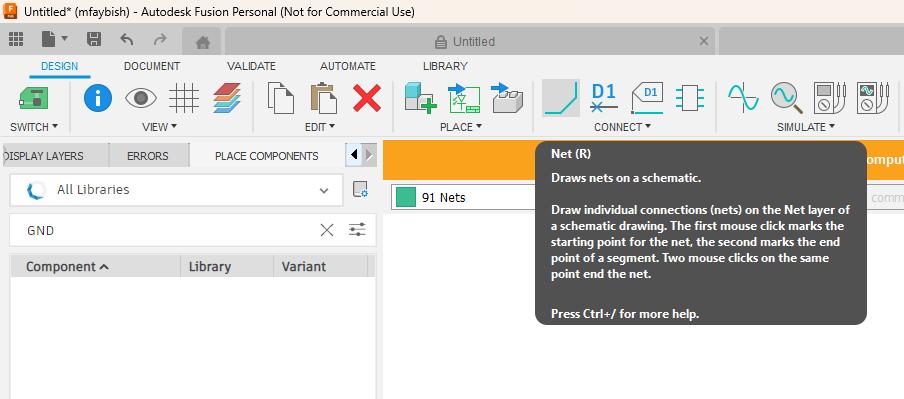
****

**נשתמש ברכיב הבא :**

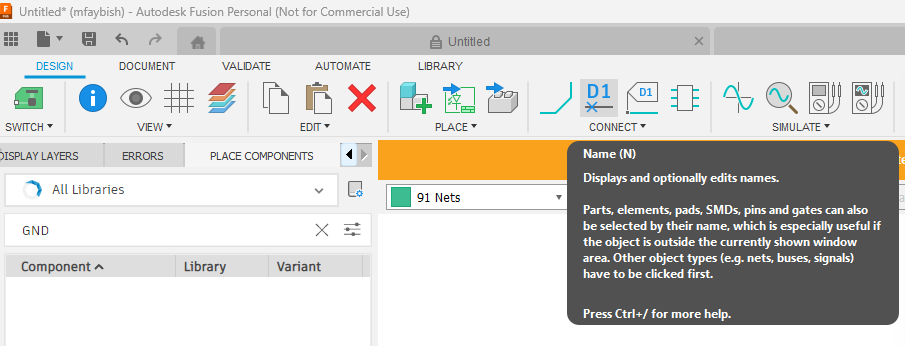
****

**\*שימו לב , כשניתן שם זהה לשני NET-ים, נקבל הודעה מהצורה: **

**זה בסדר**

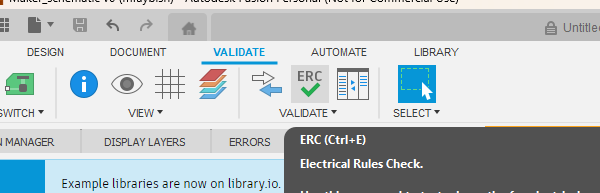
**\*להוסיף NET, לחצו על האייקון המתאים:** ****

**\*לתת שם ל NET , לחצו על האייקון המתאים:**

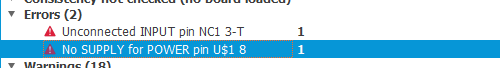
**

**הוסיפו שמות כמו בסכימה, שימו לב יש I2C\_SDA ו I2C\_SCL , אין I2C\_SCI**

**שלב 3 , שלב הוולידציה: validate -> ERC (בסיום הסכימה ורצוי אחרי בדיקת net list)**

****

**You should see only 2 errors:**

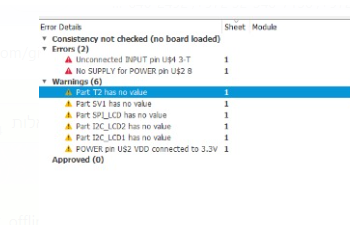


**You can approve it using the approve**

**A white rectangular object with a black border

Description automatically generated**

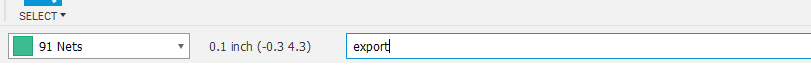
**יש מצב שתקבלו warnings על כך שחלק מהקומפוננטות אין להם VALUE:**

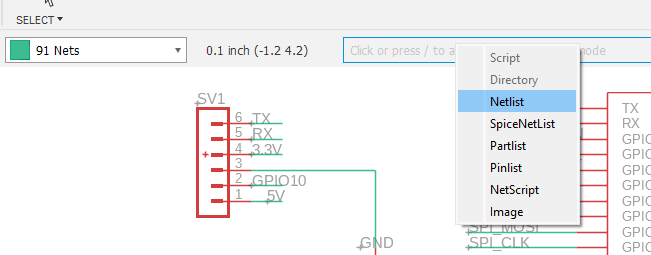
****

**זה בסדר, תעשו approve**

**יצירת NETLIST:**

* **כיתבו EXPORT בחלק העליון:**

****

* **ואז בחרו NETLIST ושמרו את הקובץ**

**שלב 4 – הפקת הלוח הפיזי (לא לבלבל עם ייצור!):**

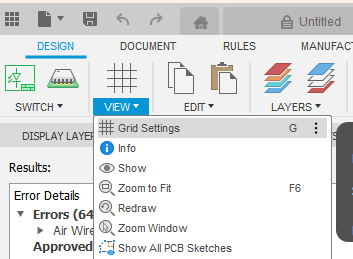
**Switch -> switch to PCB document**

**A screenshot of a computer

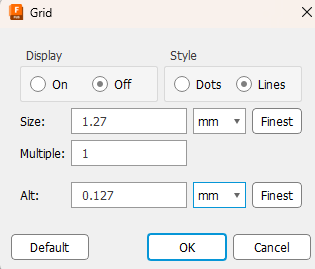
Description automatically generated**

**נשנה את הסקלה ל MM:**

* **view -> Grid Setting**

****

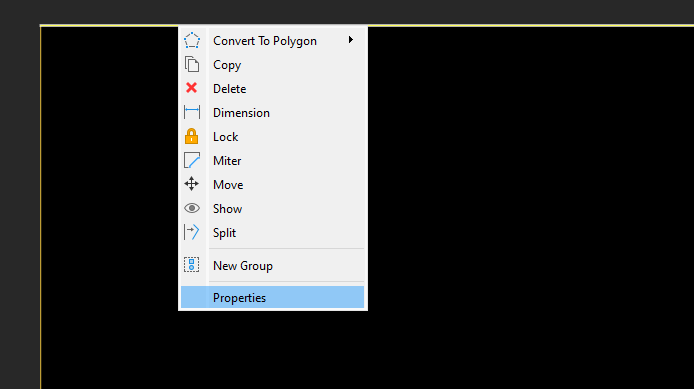
**ונשנה ל MM**

****

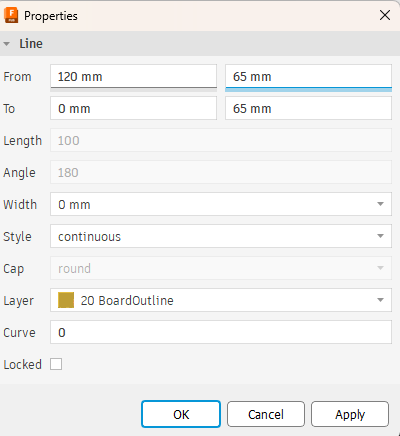
**נשנה את גודל הלוח:**

גודל רצוי: רוחב 120 גובה 65

* **חלק עליון: בחלק העליון של הלוח נלחץ כפתור ימני -> properties**



**ונשנה את הסקלה:**



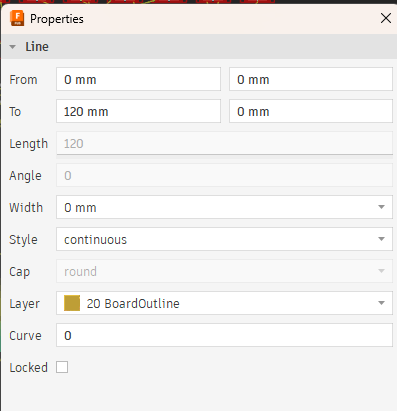
****

**ב FROM וב TO,**

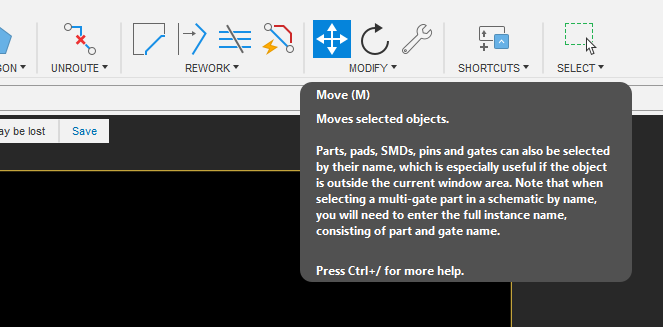
**הערך הראשון הוא הקואורדינטה ציר ה -X (הציר האופקי)**

**הערך השני הוא הקואורדינטה של ציר ה -Y (הציר האנכי)**

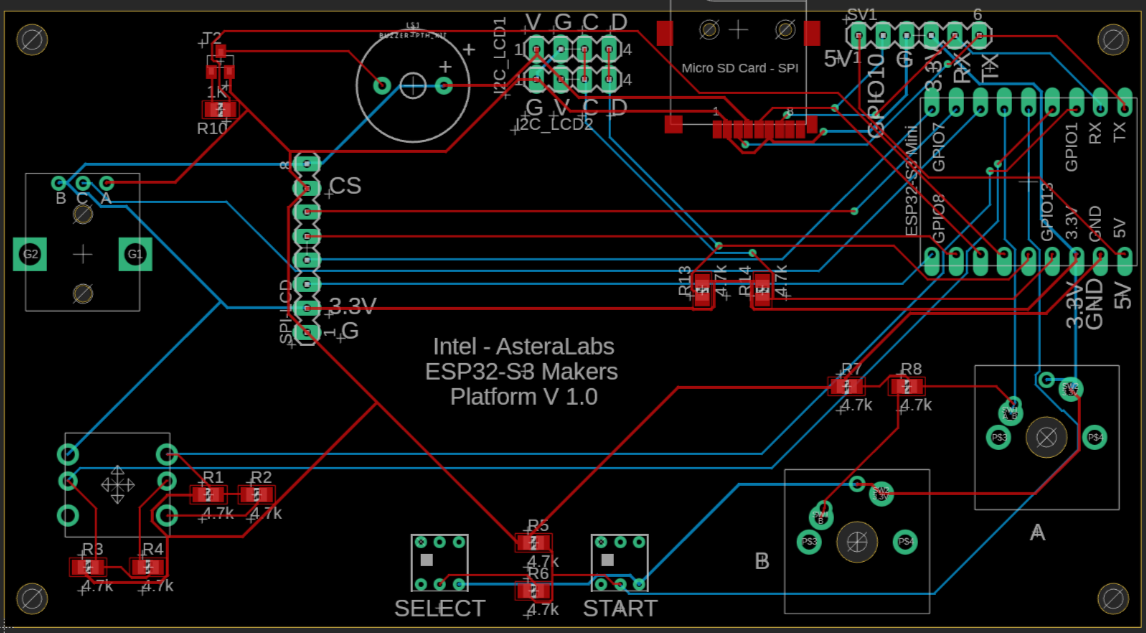
* **חלק תחתון: בחלק התחתון של הלוח נלחץ כפתור ימני -> properties**

****

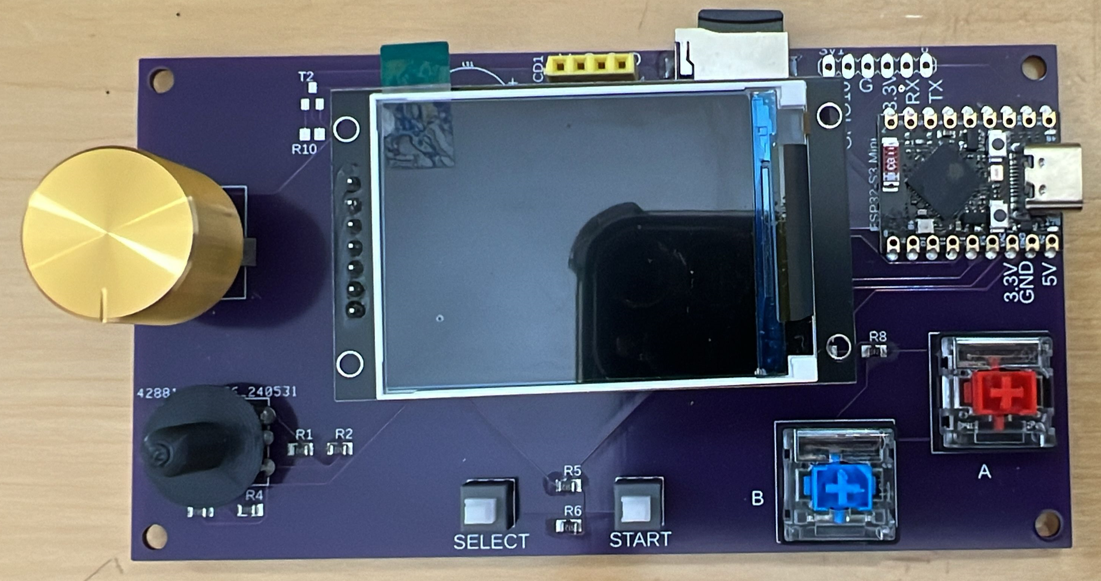
**נמקם את החלקים על הלוח בעזרת Move:**

****

**התוצאה הסופית צריכה להראות כך: (את הטקסט נוסיף בשלב הוספת הטקסט בהמשך)**

****

* שימו לב, הלוח הסופי שלנו יראה כך:

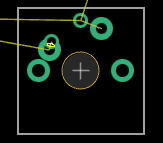


**ולכן יש לשים לב לכמה נקודות חשובות:**

* מסך - אורך MM62 גובה MM38 ועל כן יש להשאיר מספיק מקום עבורו כדי שיכנס בתושבת . כדי לחשב שהשארנו מספיק מקום, ניבדוק מיקום של הרכיב .עימדו על הרכיב ת בחלק העליון של המסך, בסוגריים , מופיעות הקוארדינטות של הרכיב )

A white rectangular object with a black border

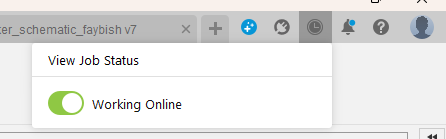
Description automatically generated

* פוטנציומטר(הכפתור הזהוב הכי שמאלי) -שימו לב קוטרו MM20, יש לוודא שהשארנו לו מקום
* הרכיבים הימניים התחתונים יראו אצלכם קצת שונה  , כדי לשנות ל X בתוכם במקום + :עמדו על הרכיב, כפתור ימני, lock (זה בעצם נועל את מיקומו על הלוח)
* מיקום הנגדים אינו משנה, אבל רצוי לשים ליד מי שמשתמש בהם

**קביעת חוקי הראוטינג ע"י עריכת הקלאס של החוקים:**

* **ודאו שאתם בגרסה האחרונה של fusion :**

**לחצו על השעון, אם יש גרסה לעדכון הוא ירשום לכם ויתן לכם קישור ללחוץ לעדכון, אם אתם כבר מעודכנים זה יראה כך:**

****

* **קינפוג העדפות:**

לחצו על האייקון העגול עם שמיכם בפינה הימנית וביחרו PREFERENCES

A screenshot of a computer

Description automatically generated

**וודאו שכל התיבות מסומנות : (במיוחד**

**and drill Auto Set Route Width)**

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

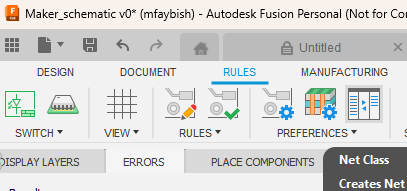
* **שנו חזרה את הסקלה ל MIL**

**design ->view -> Grid Setting**

* **הוספת קטגוריה של POWER:**

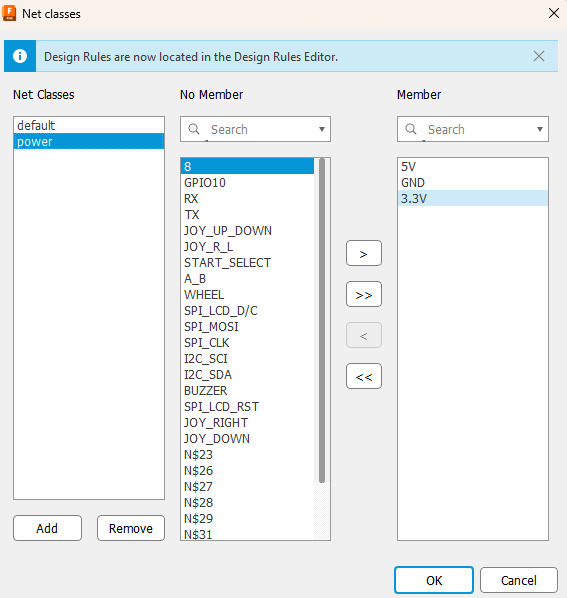
**Rules -> netClass**

****

****

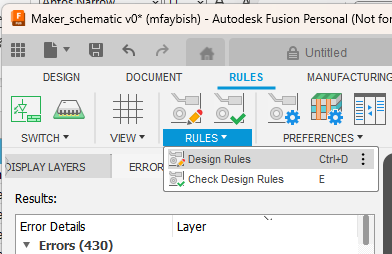
**נוסיף קטגוריה של power ע"י add**

**ניתן שם power ונזיז את הסיגנלים הרלוונטים ימינה (ע"י סימונם ולחיצה על החץ ימינה). זה צריך להראות כך בסוף התהליך:**

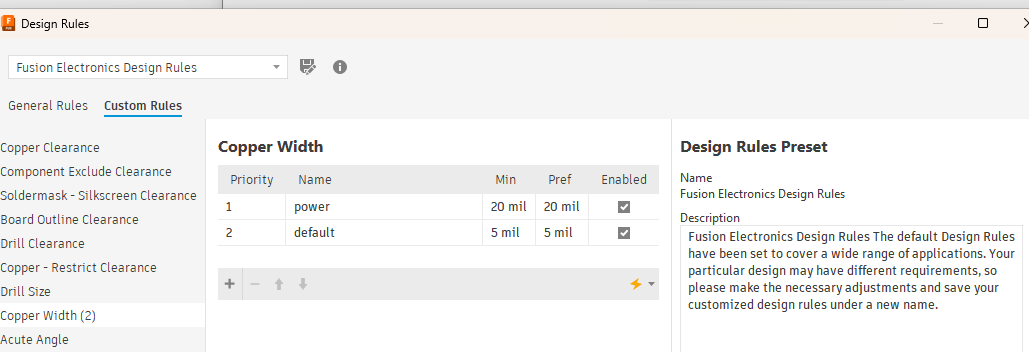
****

* **קביעת החוקים:**

**Rules ->design rules**

****

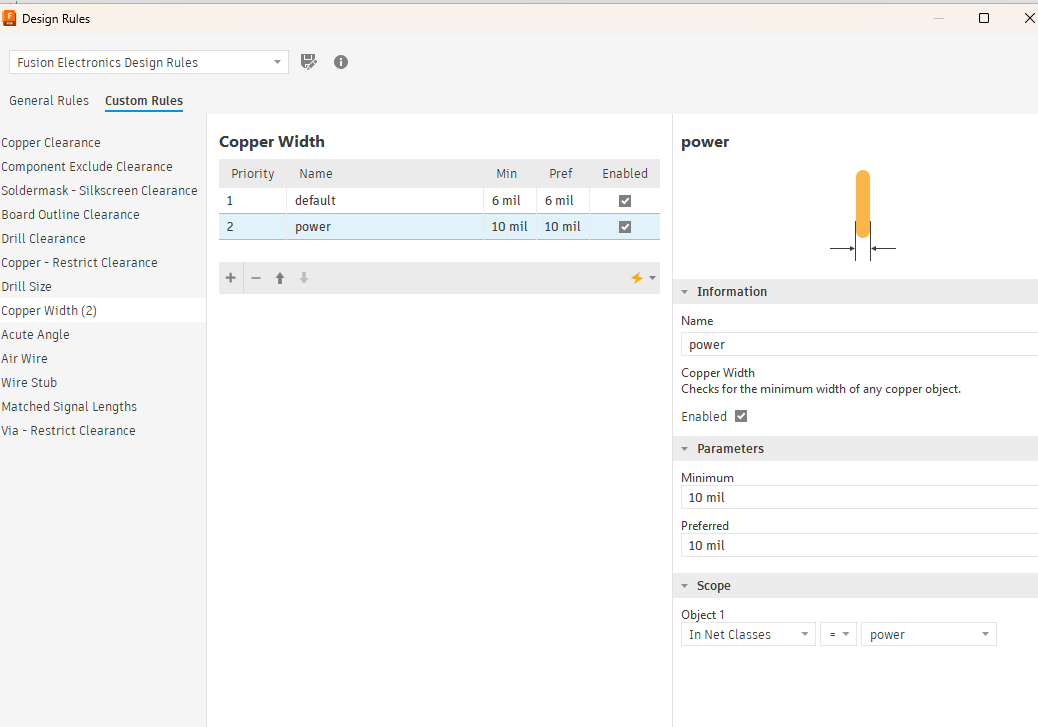
**Custom Rules -> Copper Width**

****

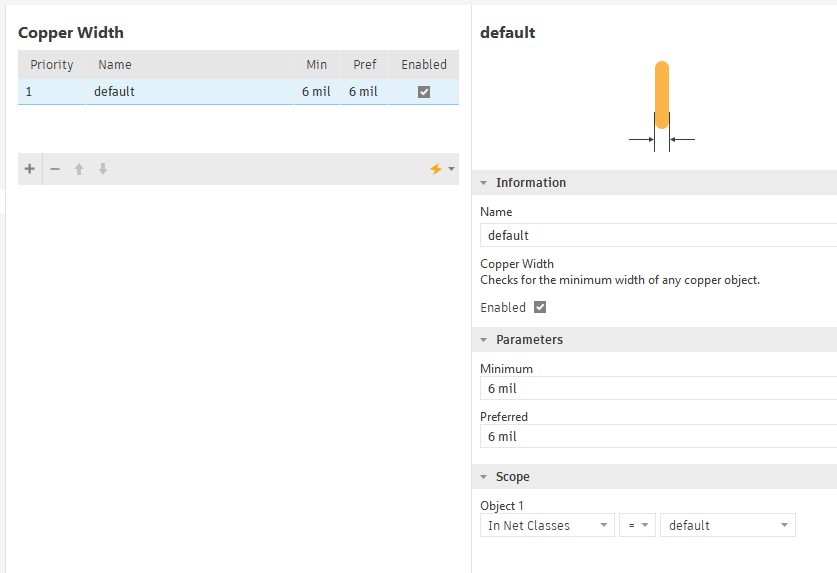
* **נלחץ על + בכדי להוסיף חוק,**

**נוסיף שני חוקים:**

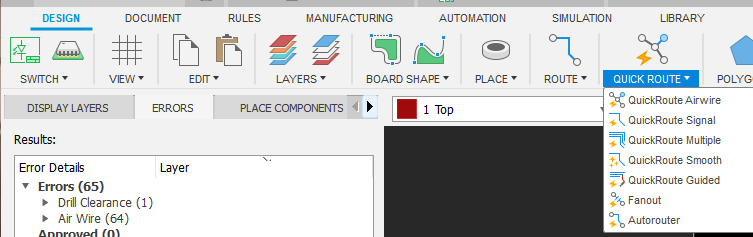
* **בצד ימין נשנה את השם ל power ונשנה את הרוחב ל 10MIL ונשנה את השדה object 1 שיהיה in\_net\_classes, זה צריך להראות כך (שימו לב לשדות בצד ימין):**

****

* **ניצור חוק נוסף, נשנה את השם ל default ונשנה את הרוחב ל 6MIL ונשנה את השדה object1 שיהיה in\_net\_classes , זה צריך להראות כך (שימו לב לשדות בצד ימין):**

****

**שלב 5 – שלב הראוטינג: design ->quick route -> autorouter**

****

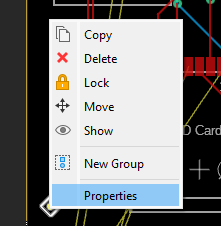
* **הוספת חורים מכניים: design -> hole**

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

**נשים שני חורים ונערוך אותם:**

**לחיצה ימנית על החור שהוספנו -> properties**

****

**נערוך את מימדי החור:**

Drill יהיה 3.1 מ"מ

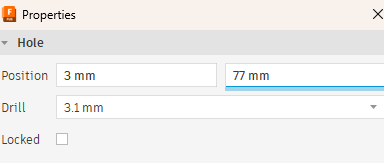
מרחק מכל קצה 3 מ"מ:

החור התחתון השמאלי:

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

**החור העליון השמאלי:**

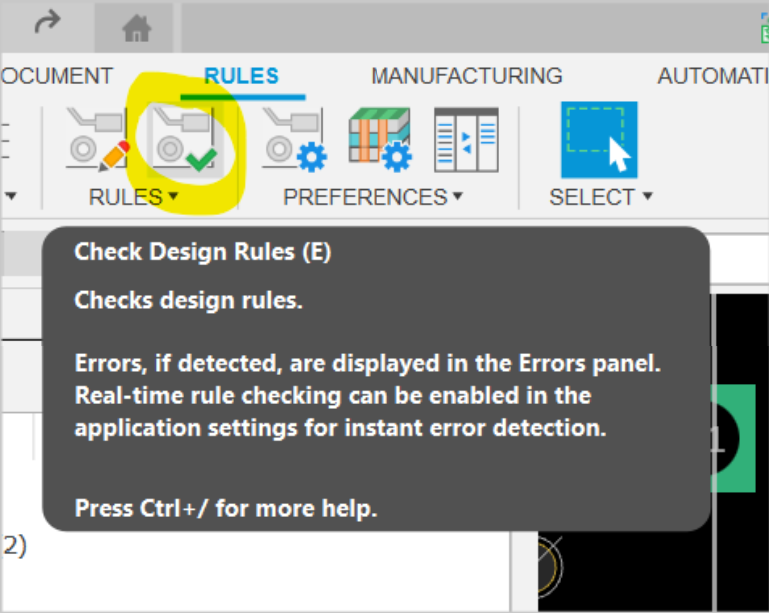
****

* **בדיקת הראוטינג - בדיקת החוקים RULES -> CHECK RULES DESIGN**

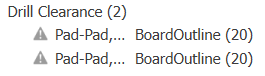
**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

**שלב 6 – בדיקת DRC:**

****

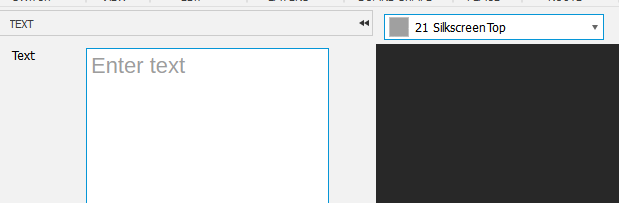
אם הכל תקין תקבלו רק שתי שגיאות (תאשרו אותם, הם בסדר):



**שלב 7 - הוספת טקסט:**

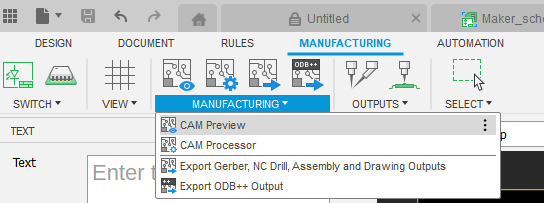
**לחץ על האות T**

**וודא שבחרת Silkscreen Top**

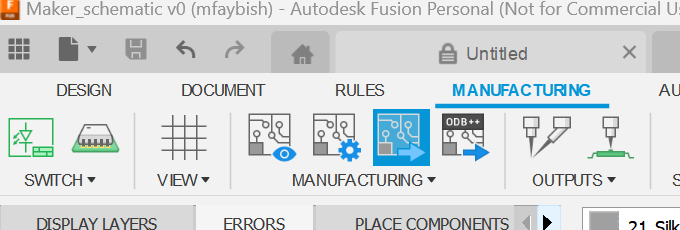
****

**שלב 8 - ייצור הלוח:**

**צפייה בלוח שייווצר: manufacturing -> CAM preview**



**ייצור הלוח: לחיצה על האייקון שמסומן בכחול ושמירת ה ZIP FILE שנוצר:**

****

**בסרטון:**

[**https://drive.google.com/file/d/13HXNhmdpWGmlUeDnYSGTIFV83jBHmd9n/view?usp=drive\_link**](https://drive.google.com/file/d/13HXNhmdpWGmlUeDnYSGTIFV83jBHmd9n/view?usp=drive_link)

**בדקה 00:58 תוכלו לראות דוגמא לשלב הזה ולבאים אחריו ולהמשיך את התרגיל בעצמכם**