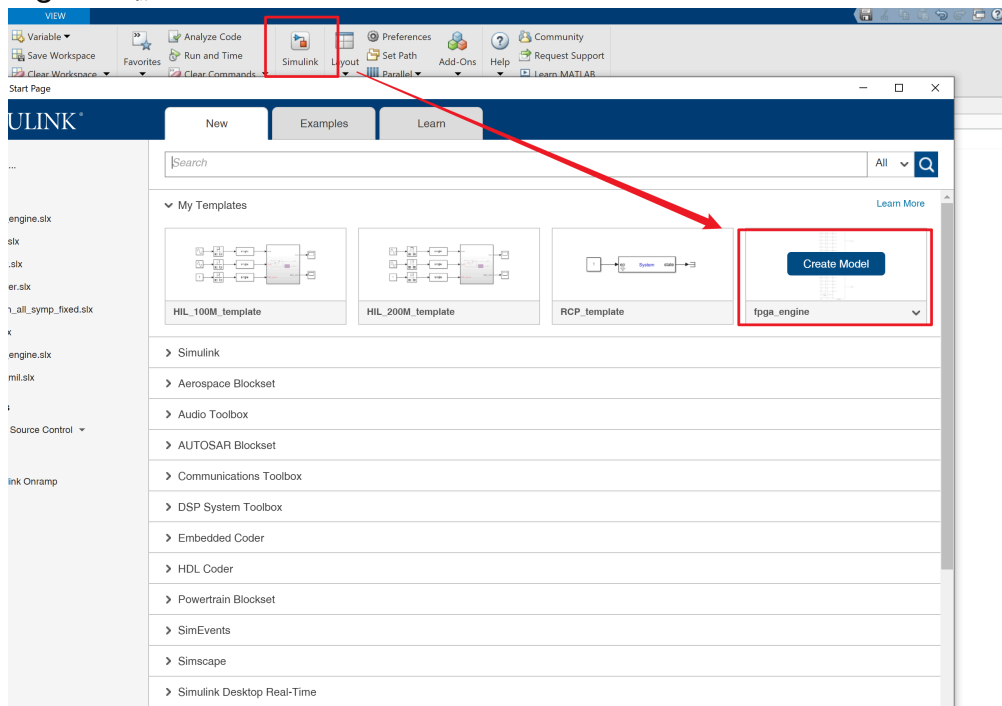


FPGA Engine使用流程

在此教程中，将使用FPGA Engine搭建一个Buck的测试demo，来讲解使用流程，使用之前需要先安装Insrealm安装包以及Vivado2023.2。

创建工程

创建一个新的文件夹，比如**buck_proj**，然后在matlab中进入此文件夹。点击simulink，创建一个fpga_engine模板。



保存工程，命名为**buck_hil.slx**。

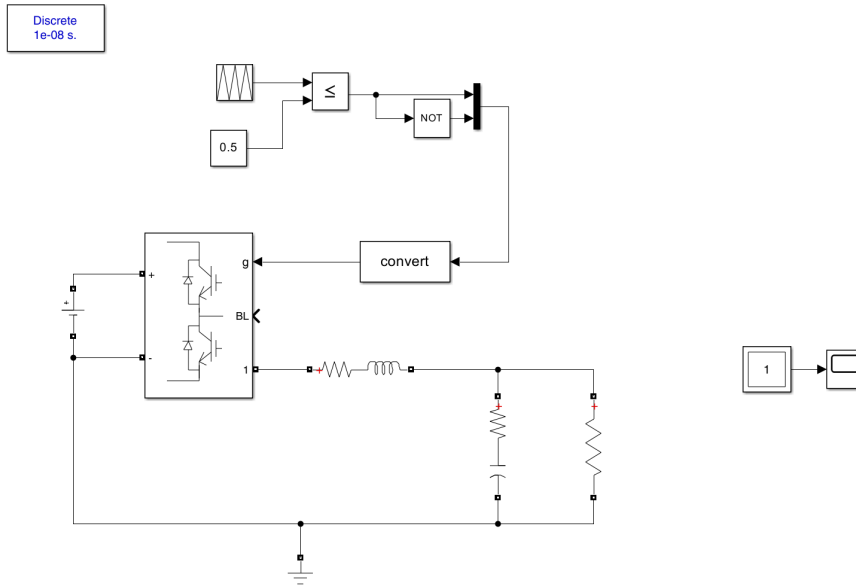
创建网表文件

通过slx转换网表

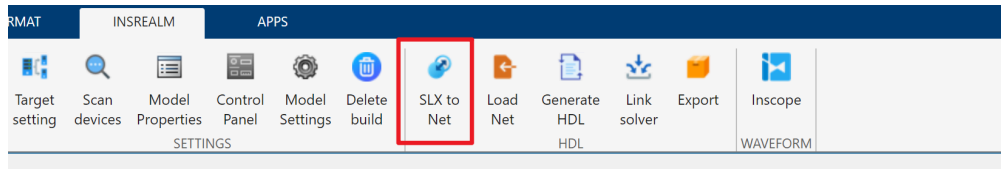
可以通过slx模型转换为网表（目前是开发测试版）。需要使用simscap/specialized power system库的模块，支持

- Series RLC
- Half bridge
- DC Voltage source
- AC Voltage source
- Ground

比如下图所示为基于目前已经支持的模块搭建的Buck电路，需要注意模型中必须要有一个Ground节点。



然后点击Slx to Net按钮，此时会提示输入额定电压和额定电流值，按照实际需求大概值即可（用于定点数定标），点击确认即可转换为spice文件。



手动编写网表

比如以下是Buck电路的网表文件，也可以在上一步转换出来的网表基础上改。网表的优势是修改方便快捷。

```
# Variables
Vbase = 200
Ibase = 10
fsw = 50e3

#netlist begin
* boost
Vin      1      0      1
Iin      1      0      1
Vsw      3      0      1
L2       3      4      2e-4
R2       4      5      1e-2
Cdc      5      0      1e-4
Rboost   5      0      20
Ssw      Vsw    Iin    1
% T 50e-9
#netlist end
```

网表中#开头的为注释部分，其余为网表定义以及变量定义。

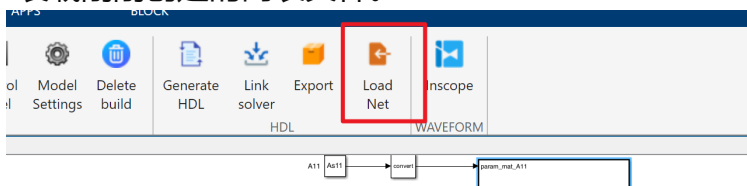
Variables部分定义一些变量，包含电压额定值和电流额定值（必须），也可以定义一些后续需要在模型中自定义要使用的变量（可以不定义）。

网表部分在 `#netlist begin` 和 `#netlist end` 中间定义。网表说明如下：

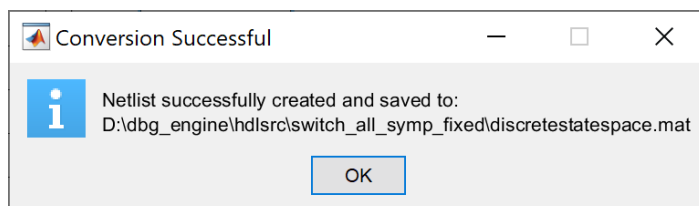
1. 网表第一列是元件的正节点，第二列是元件的负节点，第三列为元器件的数值（如果没有数值就填1占位）。节点0一般是电路的地。
2. 电阻、电感、电容的名字必须分别以 `R` `L` `C` 开头命名，电压源和电流源必须以 `V` 和 `I` 开头命名，数值列填1占位，桥臂等效为一个受控电压源和一个受控电流源，并通过以 `S` 开头的元件关联起来。
3. 网表中通过 `% T 50e-9` 这样的命令定义仿真步长为50ns，如果不定义，默认50ns。（实测50ns可以运行三个逆变器并联运行）。

导入网表文件

点击Load net按钮，装载刚刚创建的网表文件。



第一次load提示如下

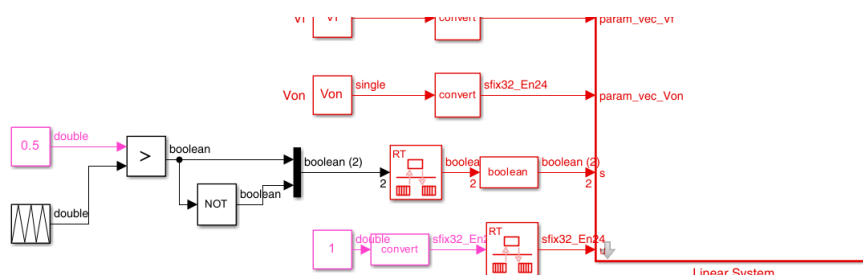


运行模型

模型中所有param开头的端口都不能修改。只需要修改s和u两个port连接的信号即可。

其中s端口为pwm控制信号输入，需要按照模型的开关数量，给模型连接输入信号，比如当前的Buck模型就只需要送入维度为2的pwm信号。

u端口为电压源输入，桥臂的等效受控源不算。比如当前Buck中只存在一个直流电压源输入，需要注意的是这里的u给的是标么值，也就是图中的1代表网表中写的额定电压200V。



此时模块的输出连接的scope即可查看信号，这里对几个输出端口进行说明。

信号名	信号说明
y	与桥臂相关的量，按照先桥臂dc电压，后桥臂电流的顺序排列，比如当前的Buck有一个半桥，因此y的第一个信号为dc侧的电压，第二个信号为桥臂中点的电流。如果有多个桥臂，则先排列所有的dc侧电压，然后再排列桥臂中点的电流
x	状态量，记录电容电压以及电感电流。顺序是先电容电压，后电感电流。
m	测量值。桥臂自带桥臂中点电压测量以及dc侧电流测量。剩下的是用户在网表中手动添加的测量。

综合电路并实时运行

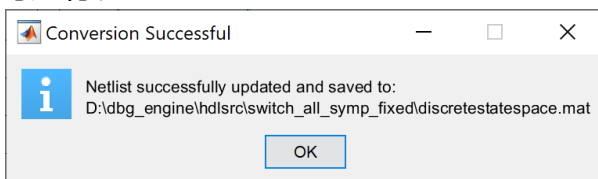
当离线仿真完成，即可实时编译并运行。步骤按照hdl的操作流程来即可，需要注意的是，如果要用dac输出波形，需要进入Linear System子模块，添加dac convert模块，并按照hdl的操作流程添加输出端口。按照hdl的操作流程编译好，创建FPGA Solver并链接模型，最后编译即可实时运行。

修改电路参数

运行成功后，如果需要修改电路参数，则修改刚刚的网表文件内的参数，然后重新点击 **load net**。根据网表修改的状态的不同，有以下几种提示

无需重新编译bit的情况

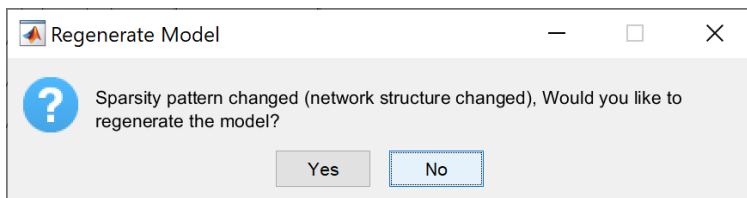
这种情况下提示如下，无需重新编译bit文件，通常参数修改变化不大的时候无需重新编译。此时直接编译实时模型即可运行。



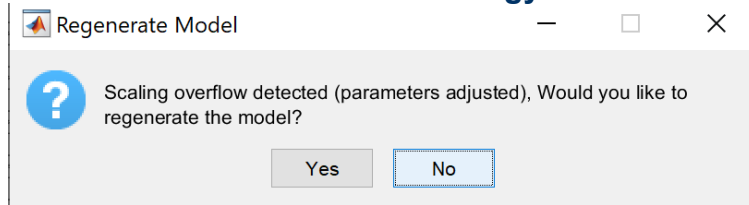
需要重新编译bit的情况

以下几种情况的修改，网表性质发生了变化（稀疏性、维度等），则需要重新编译bit文件。

一、修改了网表参数导致矩阵元素性质发生了变化，提示如下，此时点yes将重新对模型进行定标，并修改工程配置。



二、网表参数发生了定标溢出时提示如下，此时点yes将重新对模型进行定标，并修改工程配置。



三、载入全新拓扑，提示如下，此时点yes将重新对模型进行定标，并修改工程配置。

