

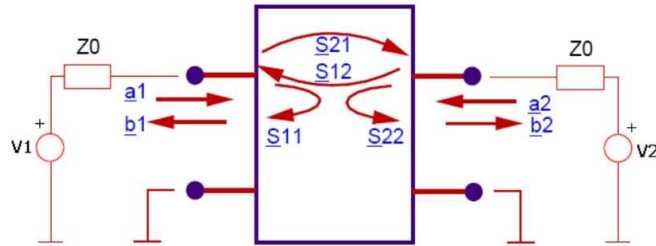
6. ВЈЕЖБА

6.1 S – ПАРАМЕТРИ

Параметри расејања, познатији под називом S параметри, спадају у групу параметара који се користе у електронским комуникационим системима, а служе као основно средство за описивање линеарних мрежа са n приступа које се побуђују малим сигнаlima. Уколико се мрежа посматра као дио трансмисионе линије, тада је преко S параметара могуће описати расејање и рефлексију таласа током њиховог простирања. Електричне карактеристике мрежа и компоненти, као што су појачање, губици, коефицијент рефлексије, стабилност и слично, могу се дефинисати преко S параметара [8].

Иако се параметри расејања могу користити за описивање n приступних мрежа на било ком фреквенцијском опсегу, њихова највећа примјена је у мрежама које раде на високим фреквенцијама (RF и микроталасни опсег). За сваки од ових параметара је потребно дефинисати карактеристичну импедансу трансмисионе линије (најчешће је у питању 50Ω), портове у односу на које се параметар посматра и услове чија промјена може утицати на понашање мреже, као на примјер промјена температуре, контролног напона/струје у колу и слично. Важно је напоменути да су S параметри бездимензионе комплексне величине које зависе од фреквенције и да се на свакој од фреквенција елементи мреже, односно S параметри, представљају преко амплитуде и фазе. Из тог разлога, S параметри се често називају и комплексни параметри расејања [8].

На слици 55. приказан је примјер двопрístupне мреже, са назначеним параметрима од интереса [8].



Слика 55. Примјер мреже са два приступа

Параметри $a_{1,2}$ и $b_{1,2}$ са слике 55. представљају нормализоване вриједности улазних и рефлектованих напона на крајевима посматране мреже. Дефинишу се као:

$$a_{1,2} = \frac{V_{1,2} + I_{1,2}Z_0}{2\sqrt{Z_0}}, \quad (5)$$

$$b_{1,2} = \frac{V_{1,2} - I_{1,2}Z_0}{2\sqrt{Z_0}}, \quad (6)$$

гдје су $V_{1,2}$ и $I_{1,2}$ вриједности напона и струја на улазним и излазним прикључцима, а Z_0 импеданса трансмисионих линија. На основу математичког модела приказане мреже:

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}, \quad (7)$$

могу се дефинисати изрази за сва четири S параметра која се описују:

$$S_{11} = \left. \frac{b_1}{a_1} \right|_{a_2=0}, \quad (8)$$

$$S_{22} = \left. \frac{b_2}{a_2} \right|_{a_1=0}, \quad (9)$$

$$S_{21} = \left. \frac{b_2}{a_1} \right|_{a_2=0}, \quad (10)$$

$$S_{12} = \left. \frac{b_1}{a_2} \right|_{a_1=0}. \quad (11)$$

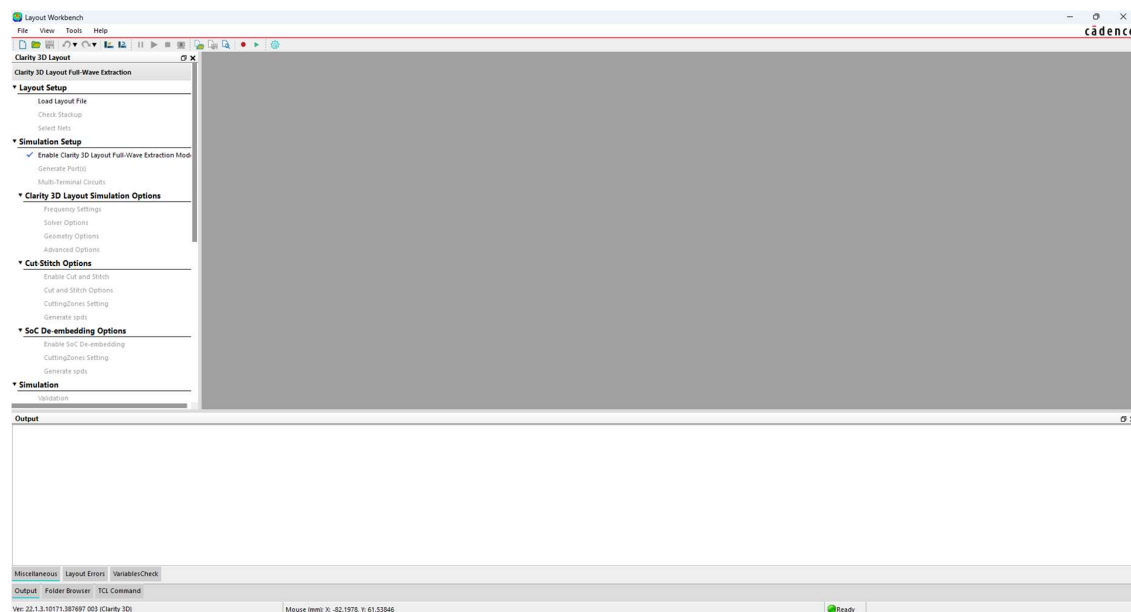
Параметри S_{11} и S_{22} описују рефлексију сигнала на његовим улазним, односно излазним приступима. Њихова амплитуда је увијек мања од 1, а у идеалном случају њена вриједност је 0. Преко параметара S_{12} и S_{21} описује се простирање сигнала од улазног до излазног приступа и обратно. Њихова вриједност може да буде и већа од 1, а уколико је негативна долази до промјене фазе сигнала [8].

Теорија о максималном преносу снаге говори да ће се највећа снага извора пренијети у оптерећење када је његова импеданса чисто реална и једнака импеданси оптерећења. Међутим, када су у питању временски промјенљиви таласи, теорема говори да се максимална вриједност снаге преноси у случају када је комплексна импеданса извора једнака коњуговано комплексној импеданси оптерећења. Када је имагинарни дио комплексне импедансе фреквенцијски зависан, веома је тешко постићи њено прилагођење у широком фреквенцијском опсегу. Уколико се импеданса извора не подудара са импедансом оптерећења тога извора, долази до рефлексије једног дијела долазећег таласа назад у извор [8].

S параметри се могу мјерити коришћењем *VNA (Vector Network Analyzer)* или се могу симулирати помоћу различитих софтверских алата.

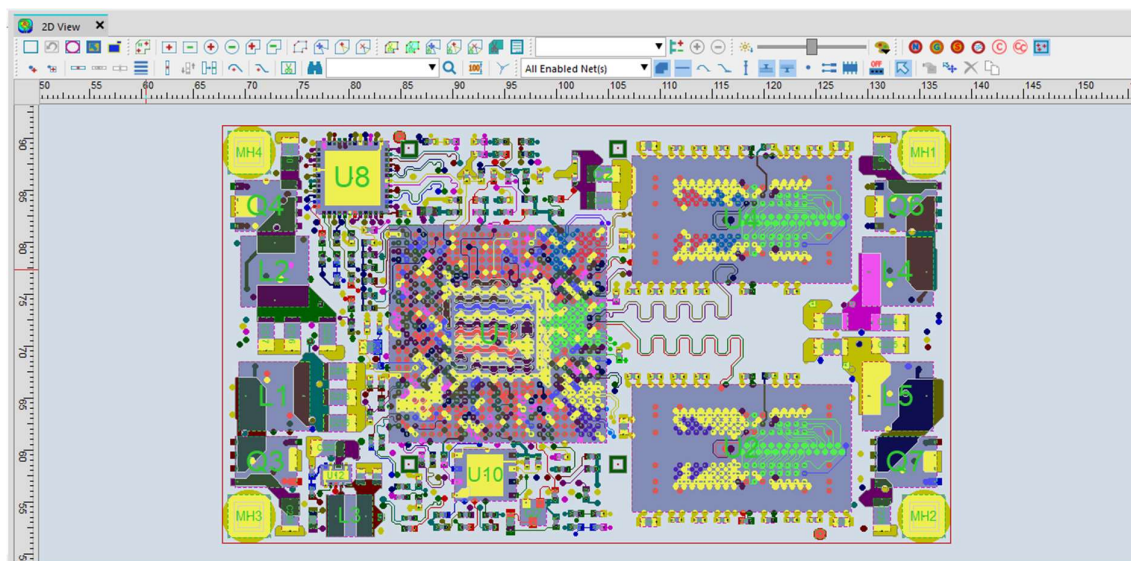
6.2 СИМУЛАЦИЈА S – ПАРАМЕТАРА

Алат који се може користити за симулацију S параметара је *Clarity 3D EM Solver*. Изглед прозора након што се покрене алат приказан је на слици 56.



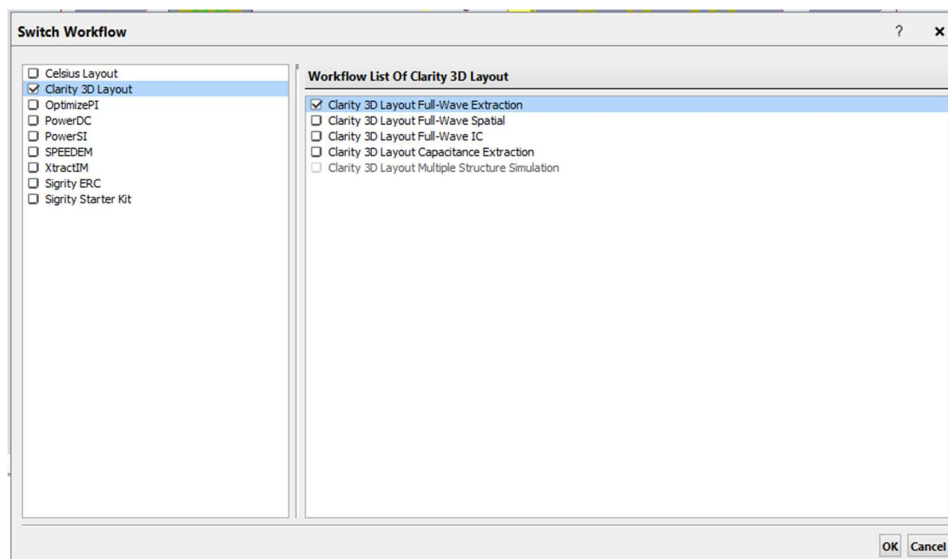
Слика 56. Изглед алата *Clarity 3D EM Solver*

Први корак је отварање лејаут фајла и то се врши избором опције *Load Layout File*. Након што се лејаут фајл отвори, алат изгледа као на слици 57. У десном углу, у картици *Layer Selection* бирају се слојеви плоче који су видљиви, да ли се види само активни слој или сви и сл. У истом дијелу алата, избором опције *Net Manager* могуће је одабрати све сигнале са плоче или само неке од интереса. У овом случају, потребно је одабрати сигнале за масу (*GND*) и сигнале *DRAM_CLK0_N* и *DRAM_CLK0_P*).



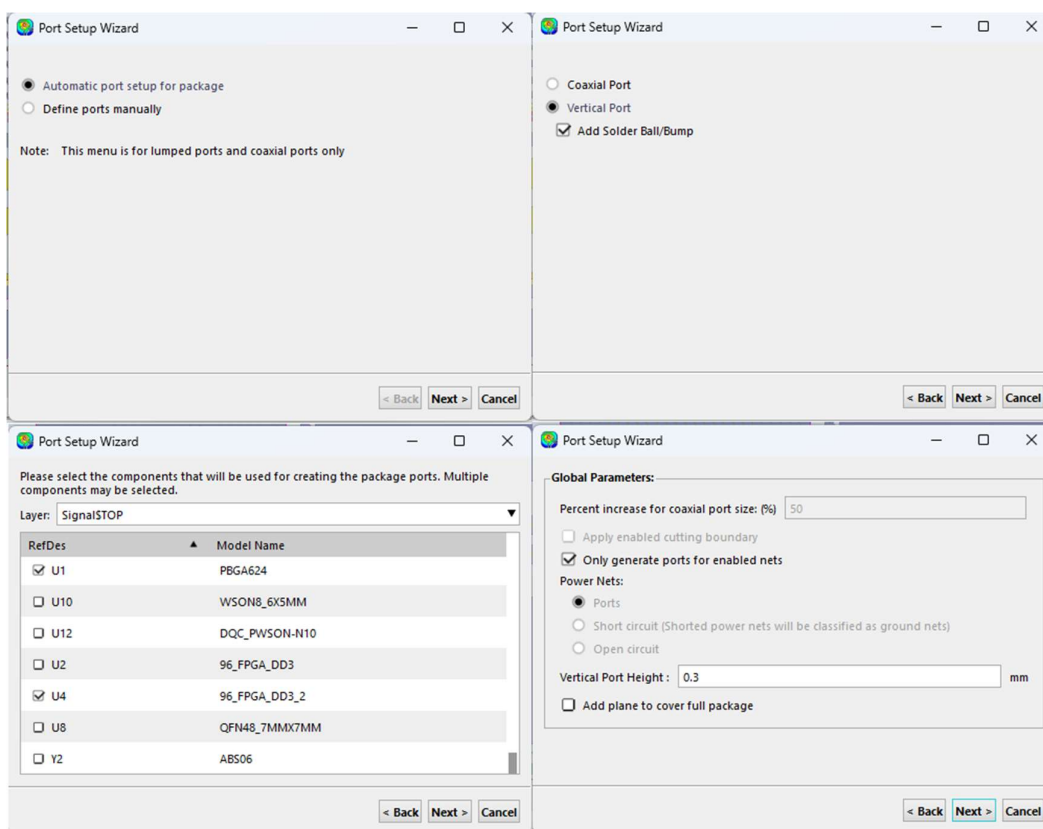
Слика 57. Слика алата након што се увезе лејаут фајл

За симулацију S параметара, потребно је подесити *workflow* алата, и то се ради избором опције *File – Switch Workflow – Clarity 3D Layout Full-Wave Extraction*. Подешавање је приказано на слици 58.



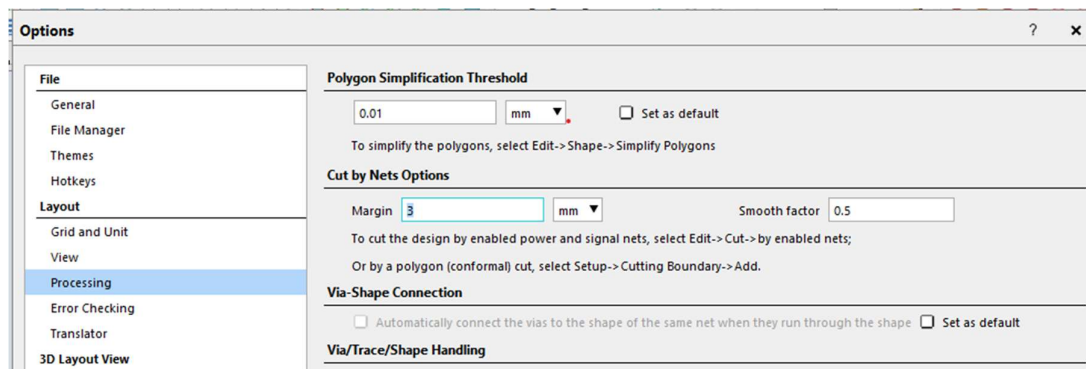
Слика 58. Подешавање "workflow"-а алата

Наредни корак је генерисање портова. Претходно су одабрани само сигнали *DRAM_CLK0_N* и *DRAM_CLK0_P* па ће исти бити и симулирани. Генерисање портова се врши избором опције *Generate Port(s)* а начин на који се подешавају је приказан на слици 59.



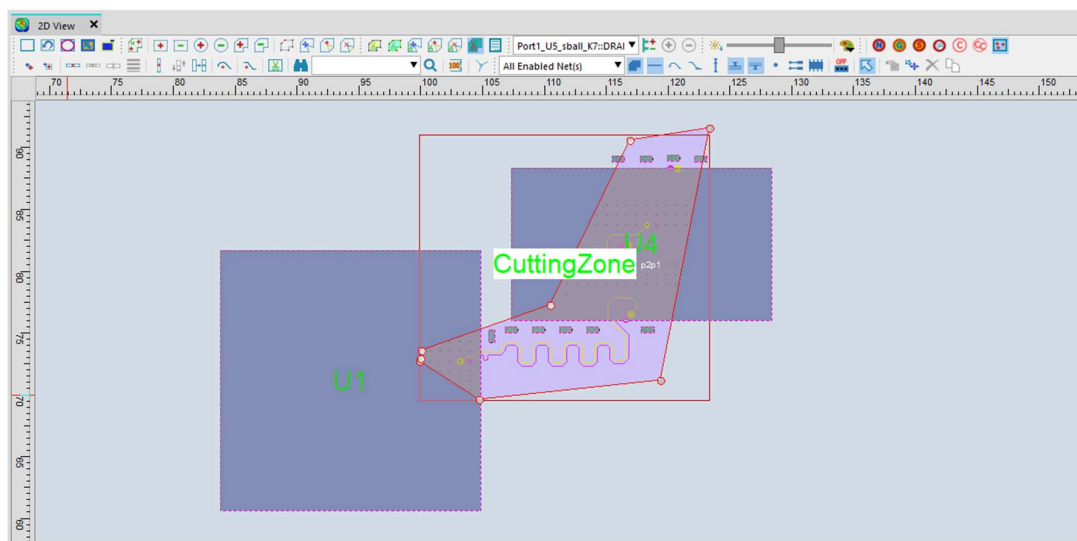
Слика 59. Генерисање портова

С обзиром на то да се ради тзв. 3D симулација, ако се симулира читава штампана плоча вријеме потребно за извршење симулације би било превелико. У алату постоји опција да се „одсјече“ само дио штампане плоче од интереса односно дио штампане плоче на којем се налазе сигнали које је потребно симулирати. Прво је потребно подесити маргине односно удаљеност ивица „одсјеченог“ дијела штампане плоче од сигнала и то се подешава у опцијама на следећи начин, као што је приказано на слици 60.



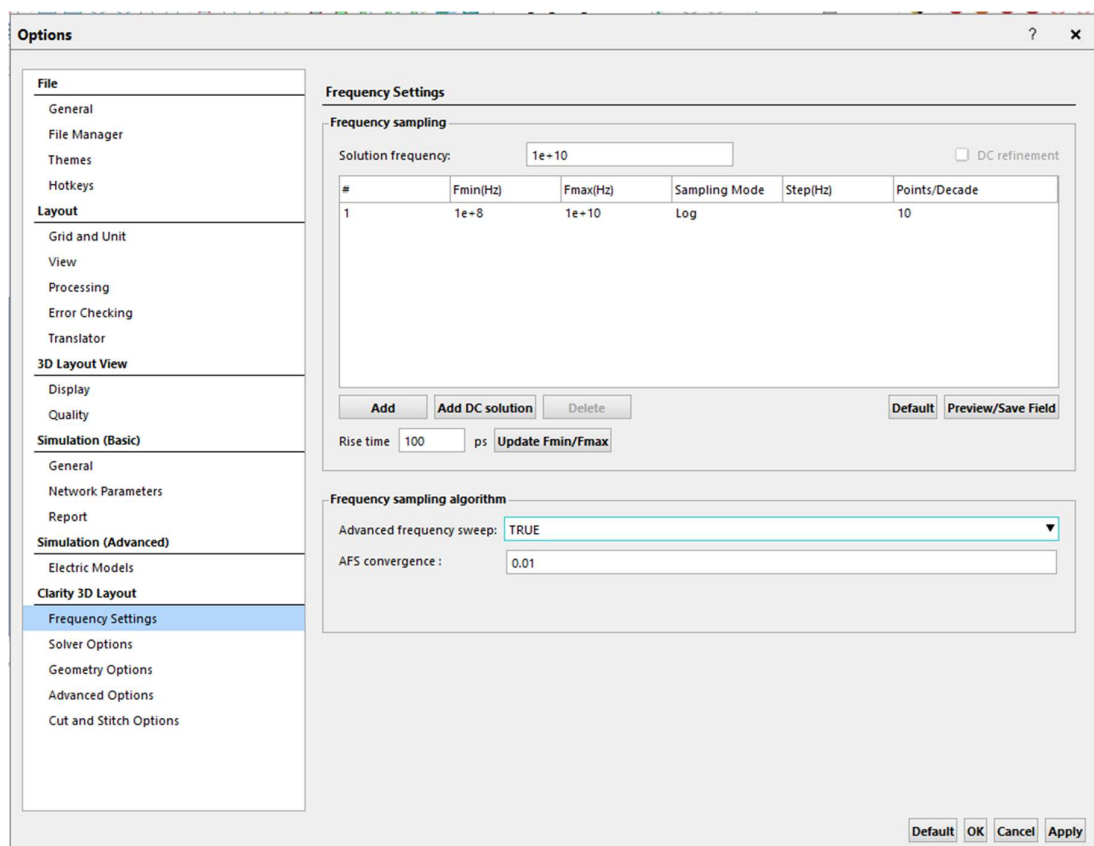
Слика 60. Подешавање зоне за одсјецање штампане плоче

Наредни корак је да се одаберу ивице односно полигон који ће да „одсјече“ штампану плочу. То се ради избором опције *Add CuttingPolygon (by Enabled Net)* а затим кликом на опцију *Summary Cutting Polygon – Edit Cutting Boundary – Preview – Save Preview Result As* и потом чувањем новодобијеног фајла. Симулација ће бити одрађена на новом, „одсјеченом“ дијелу штампане плоче. Изглед новог, односно „одсјеченог“ дијела штампане плоче приказан је на слици 61.



Слика 61. Одсјечени дио штампане плоче на којем се врши симулација

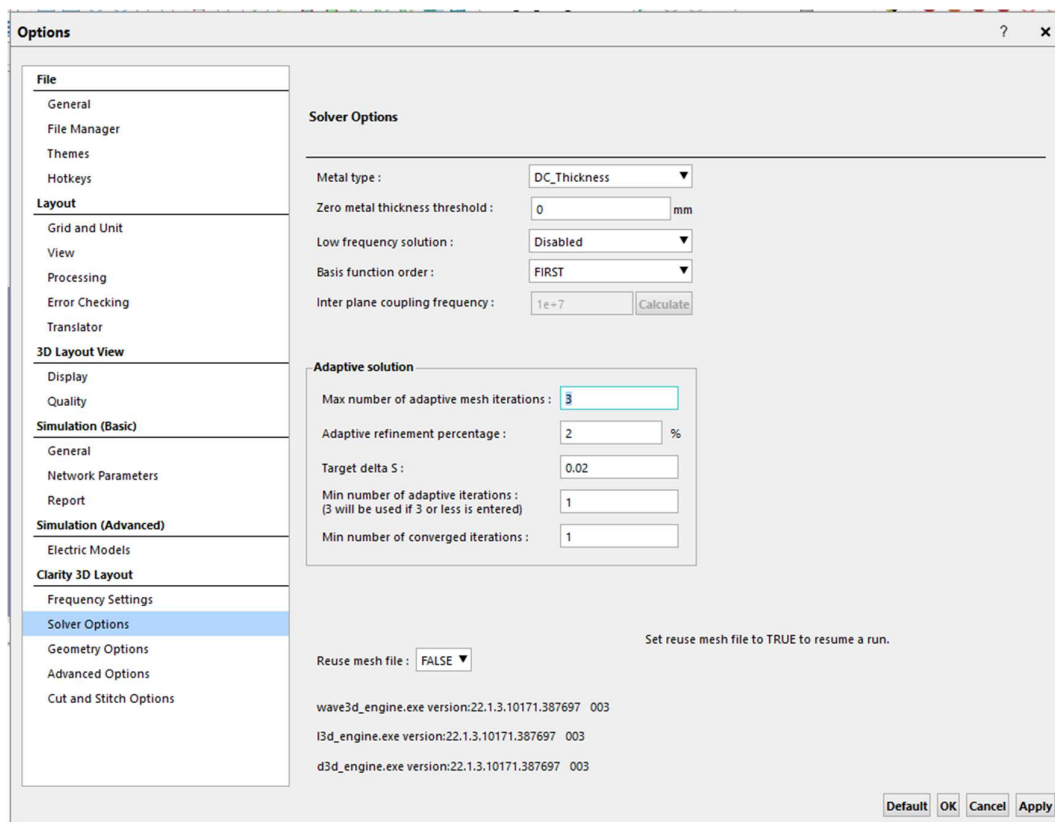
Подешавање фреквенције односно фреквенцијског опсега симулације врши се избором опције *Frequency Settings*, слика 62.



Слика 62. Подешавање фреквенцијског опсега симулације

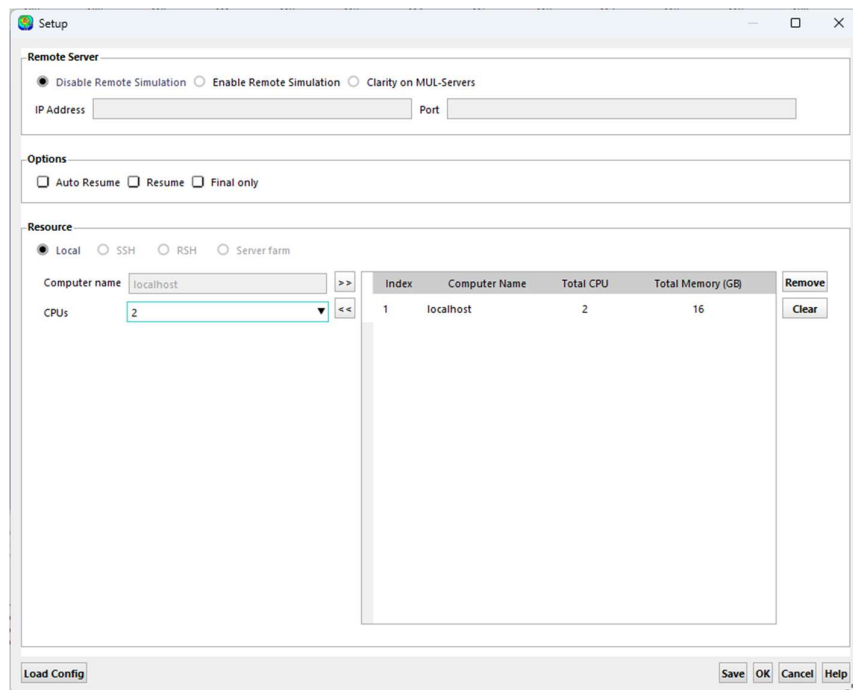
Као што се може видјети са слике 62. фреквенцијски опсег за симулацију је од од 100MHz до 10GHz. Семпловање се врши логаритамски, са 10 тачака по декади.

Осим фреквенцијског опсега, потребно је подесити и максимални број тзв. *mesh* итерација. То се ради избором опције *Solver Options* и приказано је на слици 63.



Слика 63. Подешавање броја mesh итерација

Важан корак прије покретања симулације јесте и подешавање ресурса рачунара који се користе за симулацију. То се ради кликом на опцију *Set up Computer Resources*. Примјер подешавања приказан је на слици 64.



Слика 64. Подешавање ресурса рачунара доступних за симулацију

Након свих претходно наведених подешавања, покретање симулације се врши избором опције *Start Simulation*.