

3. ВЈЕЖБА

3.1 *UNIVERSAL SERIAL BUS 2.0 – PCB ДИЗАЈН*

USB (енг. *Universal Serial Bus*) један је од најзаступљенијих серијских протокола који се користе у данашње вријеме. Прва верзија овог протокола развијена је 1996. године, а до данас је надограђена седам пута, па тако имамо:

- USB 1.0 (1996.);
- USB 1.1 (1998.);
- USB 2.0 (2001.);
- USB 3.0 (2008.);
- USB 3.1 (2013.);
- USB 3.2 (2017.);
- USB4 (2019.);
- USB4 v2.0 (2022.);

USB протокол се састоји од два сигнала (*Data+* и *Data-*) који су међусобно инвертовани. Информације се преносе као диференцијални сигнал. Ако говоримо о *USB 2.0* протоколу, максимална брзина преноса података је 480 Mbit/s.

Приликом дизајна лејаута за *USB 2.0*, морају се испоштовати одређена правила како би комуникација исправно функционисала. Нека од најважнијих правила која је потребно испоштовати су:

- водови којима се преносе сигнали требају бити што краћи,
- не правити углове од 90° на водовима,
- у слоју испод *USB* сигнала поставити полигон масе или *VDD*,
- користити што мање проводних рупа (енг. *via*),
- разлика у дужини диференцијалних сигнала не смије бити већа од 4000 мила и
- диференцијална импеданса вода мора бити 90Ω са толеранцијом од 15%.

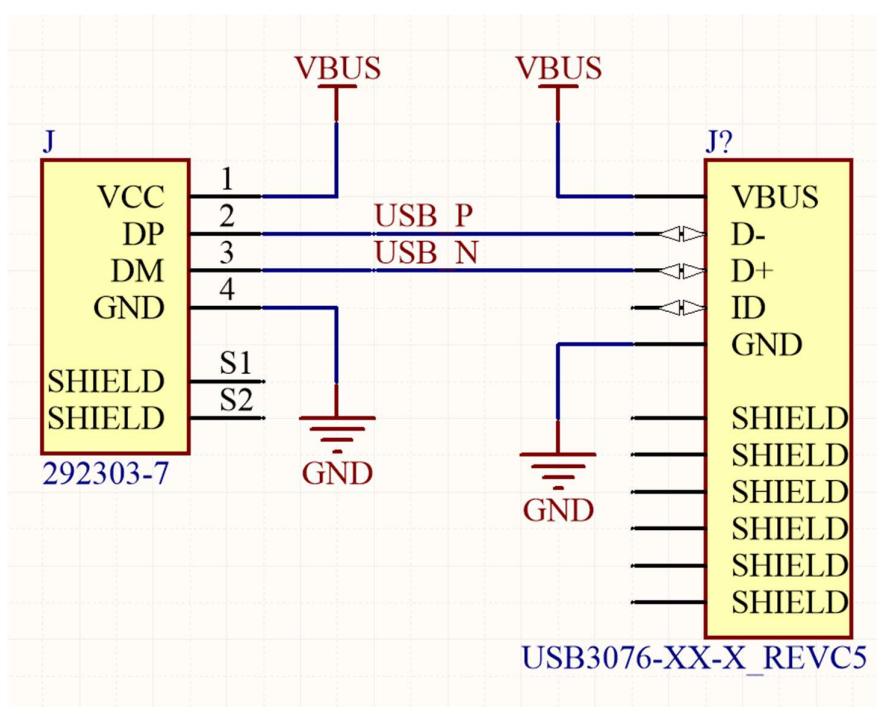
3.2 ПРОЈЕКТОВАЊЕ USB 2.0 АДАПТЕРА У ALTИUM DESIGNER АЛАТУ

Потребно је пројектовати врло једноставну штампану плочу на којој ће се налазити *USB A* и *USB Micro A* конектори, који ће бити међусобно повезани. Ова штампана плоча ће заправо представљати адаптер са једне врсте *USB* конектора на други.

Пројектовање је потребно одрадити у алату *Altium Designer 17.0*. Након покретања алата, потребно је креирати пројекат и потом додати шематик, лејаут, библиотеку за симболе и библиотеку за футпринт компонената.

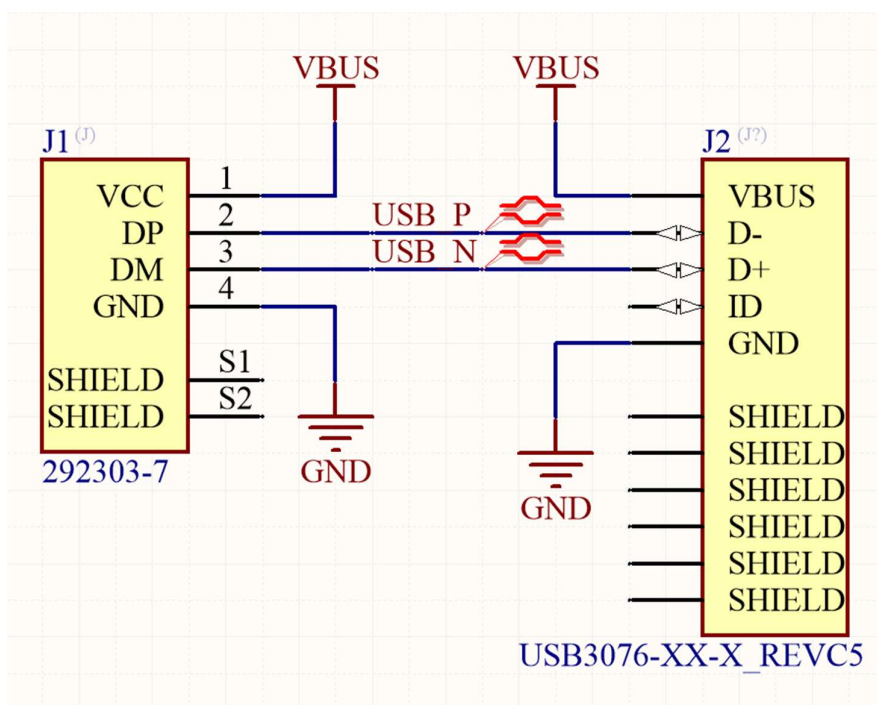
У библиотеци за симболе потребно је креирати симболе за *USB A* и *USB Micro A* конекторе. У библиотеци за футпринт компонената креирати футпринтове за двије поменуте компоненте.

Креирати једноставну електричну шему и повезати *USB A* и *USB Micro A* конекторе, као на слици 28. Одрадити анотацију компонената са електричне шеме.



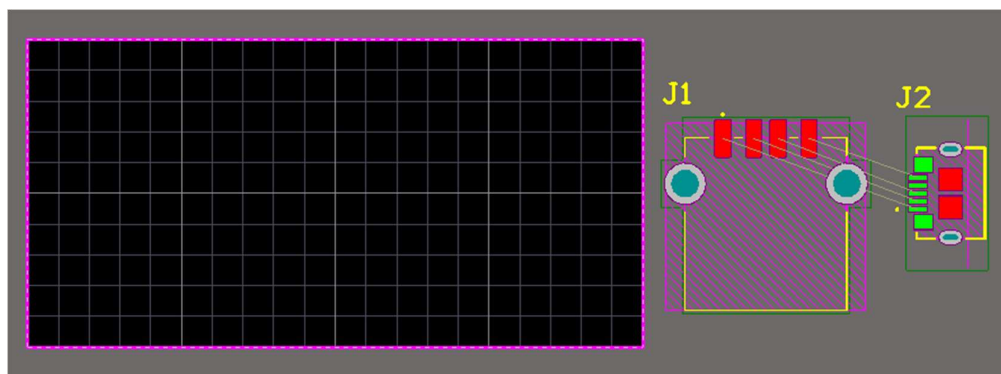
Слика 28. Електрична шема USB адаптера

Након што је електрична шема креирана, потребно је креирати класу за диференцијални вод односно пар. То се ради избором опције *Place – Directives – Net Class*. Преименовати класу тако да се зове *DIFF90* и поставити је на оба вода, као на слици 29.



Слика 29. Електрична шема USB адаптера са додатом класом за диференцијални пар

Након што је класа за диференцијални пар креирана и постављена, компоненте са електричне шеме треба да се увезу у лејаут. То се ради отварањем прозора лејаута и избором опције *Design – Import Changes From Sch.PrjPcb*. Оно што се добије након овог корака је приказано на слици 30.



Слика 30. Увезене компоненте у лејаут фајл

Једна од најважнијих ставки приликом одређивања импедансе на штампаним плочицама је одабир дебљине и материјала проводника и изолатора коришћених приликом израде плоче (енг. *stackup*). Дебљину и врсту материјала одређује дизајнер штампане плоче у складу са могућностима произвођача. На слици 31. је приказан типичан примјер *stackup*-а једног од познатих произвођача штампаних плоча, када се ради о четворослојним плочама.

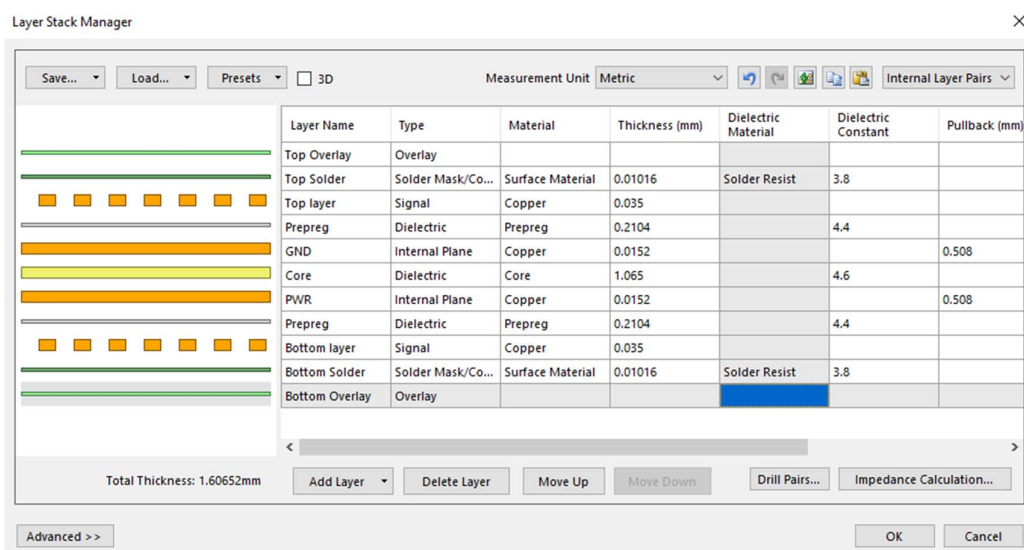
Layer	Material Type	Thickness	
Layer	Copper	0.035mm	
Prepreg	7628*1	0.2104mm	
inner Layer	Copper	0.0152mm	1.1mm (with copper core)
Core>	Core	1.065mm	
inner Layer	Copper	0.0152mm	
Prepreg	7628*1	0.2104mm	
Layer	Copper	0.035mm	

Prepreg type	Dielectric constant	Core dielectric constant
7628	4.4	4.6
3313	4.1	
1080	3.91	
2116	4.16	

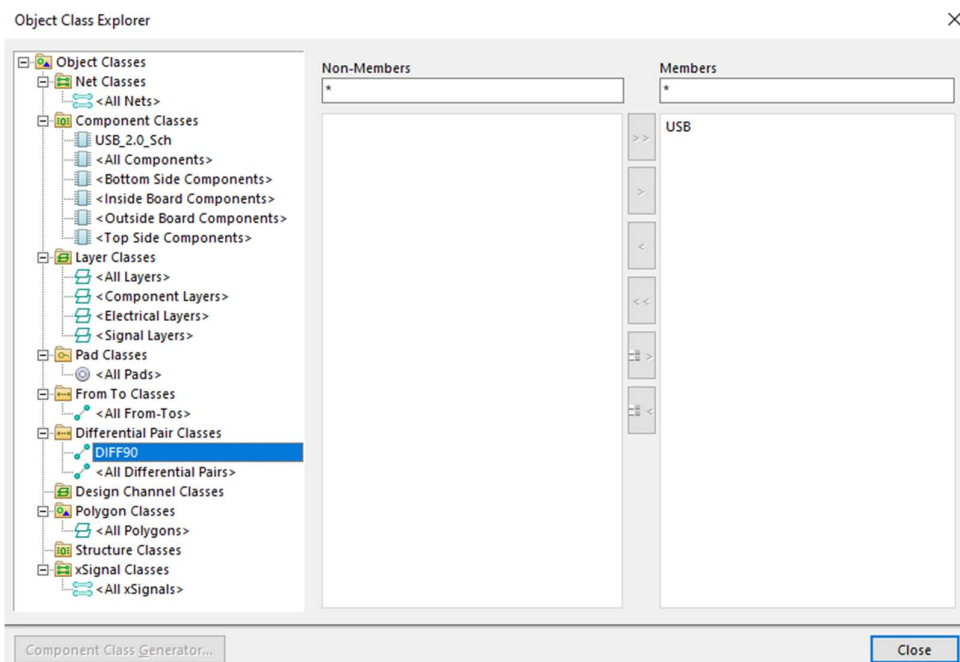
Coating Dielectric CER
3.8

Слика 31. Stackup добијен од произвођача штампаних плоча

У складу са информацијама са слике 31. потребно је подесити стекап у *Altium*-у. То се ради избором опције *Design – Layer Stack Manager*. Изглед *stackup*-а након подешавања треба да изгледа као на слици 32.

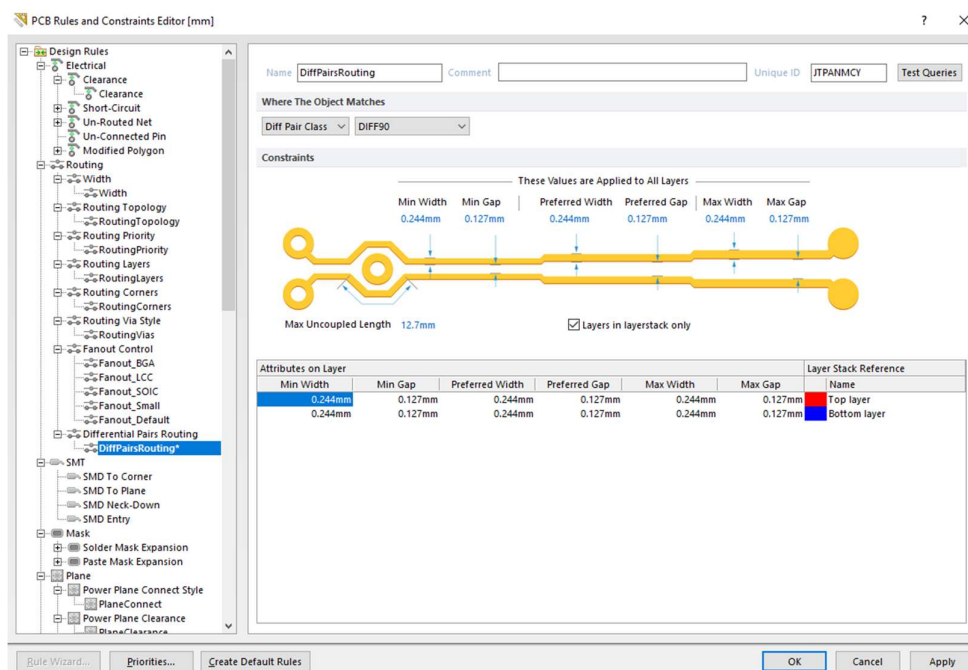
Слика 32. Stackup креиран у *Altium Designer*-у

Након дефинисања стекапа потребно је дефинисати и класу за диференцијални пар у прозору за лејаут. То се ради избором опције *Design – Classes – Differential Pair Classes* (десни клик) – *Add Class*. Класу назвати *DIFF90* и додати јој чланове односно *USB* сигнале. Креирана класа треба изгледати као на слици 33.



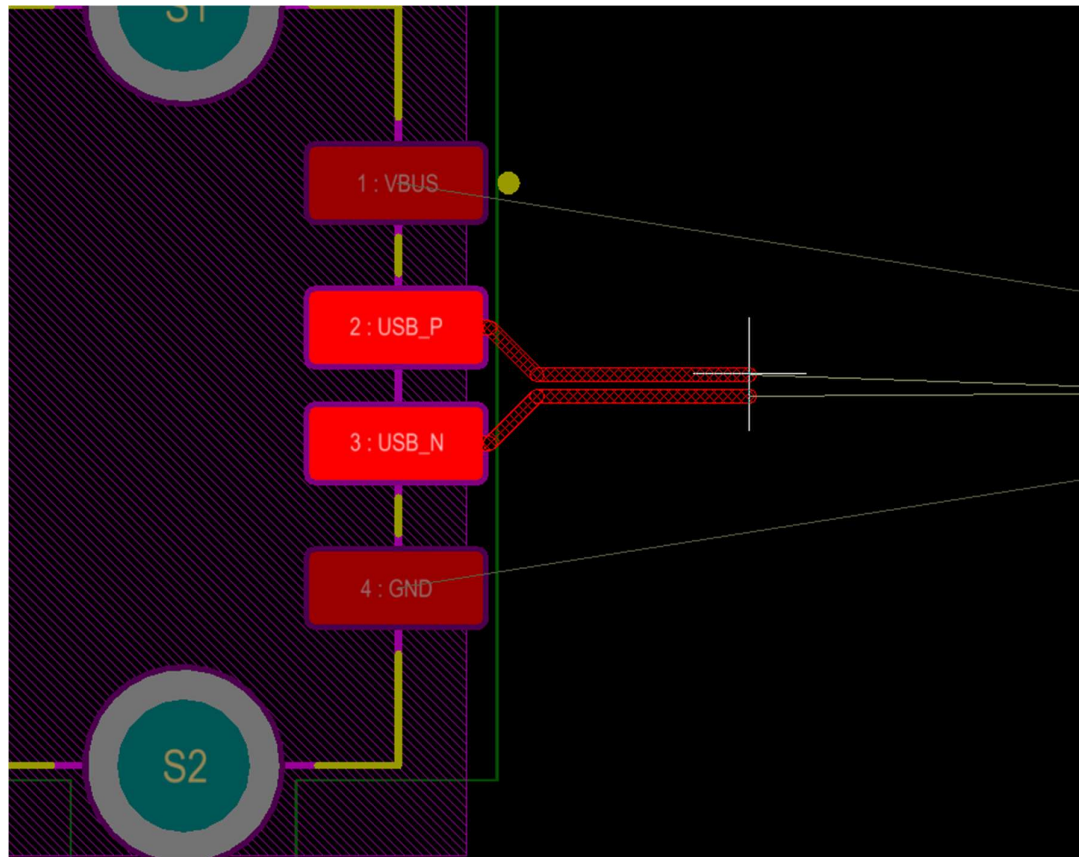
Слика 33. Креирање класе DIFF90

Након креирање класе, у *Rules*-има треба подесити параметре диференцијалних сигнала. У новијим верзијама *Altium*-а ово је могуће одрадити аутоматски, међутим у верзији 17 се то мора одрадити ручно. Сви параметри који су приказани на слици 34. добијени су из *Altium Designer* алата верзије 21. До ове опције се долази на следећи начин: *Design – Rules – DiffPairsRouting*.



Слика 34. Подешавање параметара класе DIFF90

Након свих наведених подешавања, могу се повезати *USB* сигнали избором опције *Route – Interactive Differential Pair Routing*. Повезују се оба вода истовремено, као што се може видјети на слици 35.



Слика 35. Рутирање диференцијалног вода

Напомена: Приликом реализације пројекта, уколико у пројектном задатку буде дио гдје је потребно дизајнирати штампану плочу, много боља опција је коришћење новије верзије *Altium Designer* алата (21) јер омогућава аутоматско подешавање параметара диференцијалних вода.