

03 PCB Tasarım

19 Eylül 2022 Pazartesi 14:37

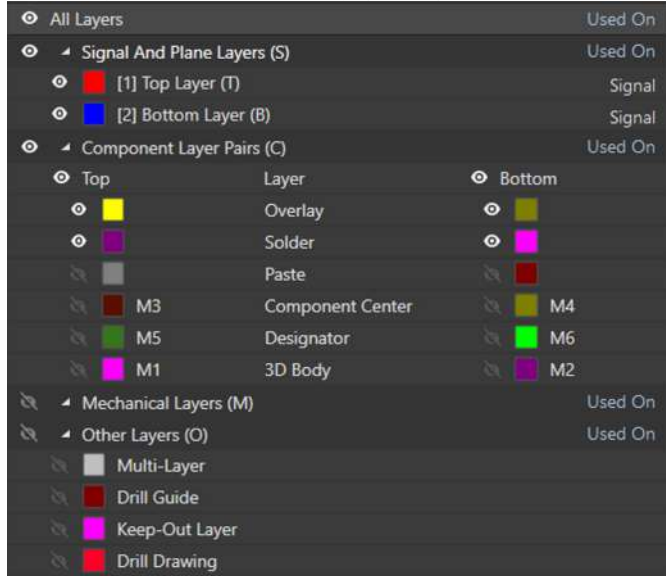
03 PCB Tasarım

Şematik Tasarımı PCB'ye Aktarma

- Tools kısmından Annotation'dan Annotate Schematics tıklarız. Sol taraftaki numaralandırmayı nasıl bir sıralamada yapmasını istiyorsak listeden seçiyoruz ve güncelleyip onaylıyoruz. Böylece numaralandırılmış olduk.
- Eğer hızlı bir şekilde yapmak istiyorsak Annotation'dan Annotate Schematics Quietly tıklarız.
- Eğer birden fazla schematic dosyası var ise ve bunları numaralandırmak istersek Tools kısmından Annotation'dan Number Schematic Sheet tıklarız ve buradan ayarlamaları yaparız.
- Şematik kısımda hata olup olmadığını öğrenmek için projeye sağ tıklayıp Validate tıklarız ve Messages kısmında bize olan hata ya da uyarıları gösterir böylece pcb'ye aktarmadan önce problemleri çözeriz.
- Şematik tarafında Design penceresinden Update yapıyoruz ve bize Componentets, Nets, Component Classes, Differential Pair, Rooms gibi başlıklar altında pcb tarafa eklenecek malzemeler geliyor. Validate tıklarız ardından Execute tıklayıp pcb tarafına aktarma işlemini tamamlamış oluruz.
- Room, her bir şematik dosyasını pcb kısmında ayrı kutu içerisinde alır bu işlem pcb kısmında birden fazla kart var ise işe yarayabilir fakat bir arada kullanımda olacak şematik dosyaları için room kısmındaki ticki kaldırmamız gerekiyor.

Katmanları Ayarlama

- PCB kütüphanesindeki komponentlerin 3D görünümünün hepsinin aynı katman olması gerekir. Biz Mechanical Layers'da Mechanical 1 olarak yaptık.
- İstersek bunları Component katmanına alıp var olan 3D Body olarak yapabiliriz. Bunun için 3D Body katmanı silinir eğer 3D katmanında komponent var ise hata verir. o yüzden katmanları önce Mechanical 1 yaparız ve 3D Body kısmını sileriz. Ardından sağ tıklayıp Add Component Layers Pairs tıklarız. Burada Number kısmında Top için 1 , Bottom için 2 yapılır. Tip olarak 3D Body seçilir.
- Böylece katmanlarımız aşağıdaki gibi olur.



- Daha sonra Pcb yaptığımız işlemi kütüphanedeki komponentlere tanımlamak için PCB Library kısmına gelip komponentlerin olduğu yere sağ tıklayıp Update PCB With All tıklarız OK deriz. Böylece arka planda açık PCB kartımız için kütüphaneden çekerek güncellenir. Ardından projeye gelip kütüphanede yaptığımız katman ayarlamaların aynısını burada da yaparız.
- View Options kısmında kartın rengini değiştirebiliriz.
- Kartın içinin gözükmemesi için aynı yerde Core'un Transparency kısmını düşürüyoruz.
- 3 boyutlu kısmında 8, 9 ve 0 tuşlarına basarak farklı görünüm elde edebiliriz.

Board Layer Stack

- PCB kartın kalınlığını değiştirmek için Design'dan Layer Stack Manager tıklarız. Bu kısımda mm çalışacağımızdan Tools penceresinden Measurement Units kısmından mm seçeneğini seçiyoruz.
- Kartın tam ortasında FR-4 Dielectric malzemesi var. Bu malzemenin kalınlığını 1.5 mm yapıyoruz. Properties'de total kalınlık yani PCB'nin kalınlığını yazar. Bu da 1.591mm'dir.
- Overlay kısmı pcb'deki yazıların olduğu yerler, Solder kısmı pcb'nin rengi olan yerlerdir.
- Top Layer ile Bottom Layer sinyal yollarımızın olduğu yerlerdir.

#	Name	Material	Type	Thickness	Dk	Weight
	Top Overlay		Overlay			
	Top Solder	Solder Resist	Solder Mask	0.01mm	3.5	
1	Top Layer		Signal	0.036mm		1oz
	Dielectric 1	FR-4	Dielectric	1.5mm	4.8	
2	Bottom Layer		Signal	0.036mm		1oz
	Bottom Solder	Solder Resist	Solder Mask	0.01mm	3.5	
	Bottom Overlay		Overlay			

- Katman sayısında değişiklik yapmak için Tools penceresinden Presets tıklanır ve katman sayısı seçilir.
- PCB üreticilerinden PCBWAY ile JLCPCB'nin katmanlar hakkındaki yazılıları <https://www.pcbway.com/multi-layer-laminated-structure.html> ile https://cart.jlpcb.com/impedance?_ga=2.263564300.1800643189.1661725222-1789881637.1661725222 linkten inceleyebiliriz.
- Surface kısmı aslında SMD komponentleri lehimlediğim yer oluyor.
- Biz dört katman seçersek ağıdaki gibi olur. Burada 2. ve 3.katmanları güç hattı olarak kullanacağımızdan plane yaptık istersek üzerine tıklayıp signal yapabiliriz.

#	Name	Material	Type	Thickness	Dk	Weight	Df
	Top Overlay		Overlay				
	Top Solder	SM-001	Solder Mask	0.025mm	4		0.03
	Top Surface Finish	PbSn	Surface Finish	0.02mm			
1	Top Layer	CF-004	Signal	0.035mm		1oz	
	Dielectric 1	PP-017	Prepreg	0.13mm	4.3		0.02
	Dielectric 2	PP-017	Prepreg	0.13mm	4.3		0.02
2	Int1 (GND)	CF-004	Plane	0.035mm		1oz	
	Dielectric 3	Core-039	Core	0.711mm	4.8		0.02
3	Int2 (PWR)	CF-004	Plane	0.035mm		1oz	
	Dielectric 4	PP-017	Prepreg	0.13mm	4.3		0.02
	Dielectric 5	PP-017	Prepreg	0.13mm	4.3		0.02
4	Bottom Layer	CF-004	Signal	0.035mm		1oz	
	Bottom Surface...	PbSn	Surface Finish	0.02mm			
	Bottom Solder	SM-001	Solder Mask	0.025mm	4		0.03
	Bottom Overlay		Overlay				

Devre Kartı Boyutlandırması

- Önce grid kısmını ayarlıyoruz. Breadbord ile aynı olacak şekilde 100mil yani 2.54mm ölçüsünde kullanıyoruz. Çizime göre bunu ayarlayabiliriz.
- G tuşuna iki kere basarak manuel olarak girebiliriz.
- Q tuşu ile mil ile mm arasında geçiş yapabiliriz.
- Çevresini belirliyoruz. Bunun için Track kullanıyoruz. Eğer track gözüküyorsa View Configuration kısmından Keep-Out Layer eklememiz gerekiyor. Eklediğimizde kartın ölçüsü olacak şekilde etrafını çiziyoruz. Çizdikten sonra tamamını seçip Design'dan Board Shape kısmından Define from selected objects tıklarız ve Yes diyoruz. Böylece kart çizdiğimiz ölçüde olmuş oldu.
- Kartın boyutlandırmasını istersem dışardan DXF/DWG uzantılı dosya ile yapabilirim. <https://dwgmodels.com/> link üzerinden çeşitli çizimler bulabilir ya da kendimiz çizerek projemize ekleyebiliriz.
- Kartımızın bir kısmı eğer kırılabilir olması gerekiyorsa bunun için Mechanical Layers olan Routh Tool Path katmanını kullanılır.

⊖	⚙ Mechanical Layers (M)	Used On
⊕	Route Tool Path	M7

- Katmanı ekledikten sonra bu katmanı kullanarak PCB kartımızda Line komutu ile istediğimiz kesme işlemini uygulayabiliriz. Önce 1mm ile kalın çizgi çizeriz ardından kırılacak kısımlara birkaç tane 0.3 mm kalınlıkta çizgi çizeriz.
- Bunu üreticiye belirtmemiz lazım yani M7 boşalt dememiz gerekiyor fakat eğer bunu söyleyemiyorsak Keep-Out Layer olarak çizeriz.

Devreye Komponentlerin Dizilimi

- Kart dizilimi yaparken komponent üzerindeki hataları, çalışma yapıyorken rahatsız etmesini istemiyorsak Tools penceresinden Reset Error Makers tıklarız böylece hatalar geçici süreliğine gider.
- Edit penceresinden Orijin kısmından Set dedikten sonra pcb tarafta tıkladığımız nokta kartın orijin noktası oluyor.
- Schematic tarafında seçtiğimiz komponentin pcb tarafta gözükmesi için Tools kısmından Cross Select Mod'un seçili olması gerekir.
- Pcb kısmında komponentleri birbiri ile en kısa yoldan birleştirebilmek için şematikte düzenleme yapabiliriz. Şematikte Ctrl + C işlemi ile komponenti devreyi bozmadan ayırabiliriz.

- Cross Probe ile şematik tarafta tıkladığımız komponenti, pcb tarafta ön tarafa çıkartır.
- Komponentleri hizalarken eğer padlerin aynı hizada olmasını istersek konumlandırmak istediğimiz komponentin padine getirip fare ile basılı tutmaya devam edip Shift ile ok tuşları ile hareket ettiririz.
- Delik için pad kullanıyoruz. Pad'lerin Pad Stack kısmındaki X/Y kısımları 0 girdik. Çapını Hole Size kısmından 3mm girdik.
- Osilatörü işlemciye yakın yere koymaya çalışıyoruz.
- Önce komponentleri yerleştiriyoruz ardından kondansatör ile dirençleri hangi komponente geliyorsa onun yakınına yerleştiriyoruz.
- Faremiz pin üzerindeyken klavyeden Shift tuşuna bastığımızda gidecek yolları gösteriyor.
- Komponentleri konumları düzeltmek için yan yana olan komponentleri için Ctrl + Shift + T bastığımızda seçilen komponentleri üst tarafa doğru hizalar, Ctrl + Shift + B bastığımızda alt tarafa doğru hizalar. Üst üste olan komponentleri Ctrl + Shift + R bastığımızda seçilen komponentleri sağ tarafa doğru hizalar.
- Osilatör işlemciye yakın koymaya çalışıyoruz.
- Hangi katmandaysak seçim işleminde o katmana öncelik verir.
- Komponenti alt tarafa almak için L tuşuna basarak alt katmana geçiririz.
- Pcb seçilen komponentin şematikte gözükmesi için Tools sekmesinde Cross Select Modu aktif etmemiz gerekiyor.

Rules

- Öncelikle çizime başlamadan önce ayarlamalar yapıyoruz. Design penceresinden Rules kısmına tıklıyoruz.
- Clearance, iki obje arası mesafeyi belirliyor. Minimum olarak 0.152 mm belirliyoruz. Yani 6 mil oluyor.



- Her bir için 0.152mm arası mesafe yaptık fakat istediğimiz gibi değiştirebiliriz. Advanced diyerek daha fazlası için ayarlama yapabiliriz.
- Test kısımların bir önemi olmadığından 0 diyebiliriz.

	Track	SMD Pad	TH Pad	Via	Copper	Text
Track	0.152					
SMD Pad	0.152	0.152				
TH Pad	0.152	0.152	0.152			
Via	0.152	0.152	0.152	0.152		
Copper	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	
Text	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152
Hole	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152

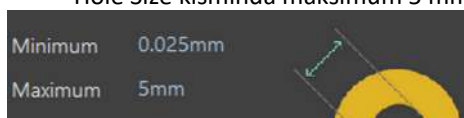
- Bazı komponentlerde kendi içinde padler yakın olduğu için hata veriyor fakat bunları biz kütüphane çiziminde datasheet'e göre çizdiğimiz için aslında hata olmaması gerekiyor. Bu yüzden bu hataları yok sayması için Ignore Pad to Pad clearances within a footprint kısmını işaretliyoruz böylece hatalar gitmiş olacak.
- Biz iki mesafe arasını ölçmek istersek Ctrl + M tuşlayarak fare ile iki nokta arası mesafeyi ölçebiliriz. Eğer bu gösterilen ölçü değerlerini kaldırmak istersek Shift + C yapılır.
- Width için aşağıdaki ayarlamaları yapıyoruz.

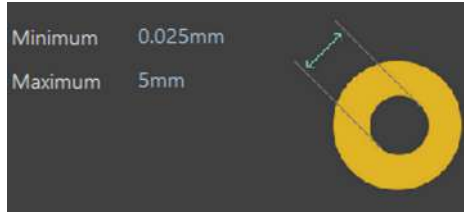


Aşağıda min ve max için verilen kalınlıklar her iki katman için geçerli oluyor. Preferred ise tercih edilen kalınlık oluyor. En çok kullandığımız kalınlık 0.3mm olacağından bu değeri yazıyoruz.

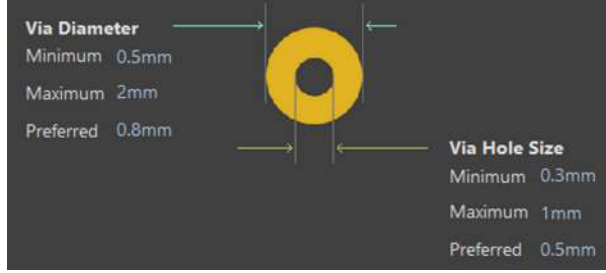
Min Width	Preferred Width	Max Width	Layer Name
0.152mm	0.3mm	2mm	1 - Top Layer
0.152mm	0.3mm	2mm	2 - Bottom Layer

- Biz bu ayarlamaları yaparken All seçeneği ile her şey için geçerli olacak şekilde ölçü veriyoruz. İstersek her bir Net, Layer için farklı kurallarda ölçüler oluşturabiliriz.
- Hole Size kısmında maksimum 5 mm olarak değiştirdik.





- Routing Via için aşağıdaki ayarlamaları yapıyoruz.



Via

- Via hakkında daha fazla bilgi için <https://www.aydinlatma.org/via-nedir.html> linkteki yazıyı okuyabiliriz.

Via Kullanımının Önemi ve Uygulamaları

- **Sinyal İletimi:** PCB'lerde, sinyallerin farklı katmanlar arasında iletilmesi gerektiği durumlarda viyalar kullanılır.
- **Güç Dağıtımı:** Güç ve toprak planları arasında bağlantı sağlamak amacıyla viyalar kullanılır. Bu, güç bölgesinin homojen bir şekilde beslenmesini sağlar.
Bileşen Montajı: Bileşenlerin farklı katmanlara monte edilmesi gerektiği durumlarda viyalar kullanılır. Özellikle BGA tipi bileşenler için viyalar önemlidir.
- **Gürültü Oluşturan Durumlar:**
Yakınlık Etkisi: Viyaların birbirine çok yakın olması veya yakınlık etkisi yaratabilir. Bu, bir via üzerinden iletilen sinyalin diğer vialar üzerindeki sinyalleri etkileyebileceği anlamına gelir. Bu nedenle, sinyal viyaları ile güç veya toprak viyaları arasında yeterli mesafe bırakılmalıdır.
Harmonik Gürültü: Hızlı geçişli sinyaller veya yüksek frekansta çalışan devrelerde harmonik gürültü oluşabilir. Bu, viyaların boyutu ve konumlarına dikkat edilmesi gerektiği anlamına gelir.
Toprak Dönüş Yolları: Toprak viyalarının yolu, döngü alanlarına izin vermemek ve düzgün bir topraklama yapmak için dikkatlice tasarlanmalıdır.
- **Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar:**
Viya Boyutları: Viya boyutları, taşıması gereken akım ve iletim hızına bağlı olarak seçilmelidir. İdeal boyutlar tasarım gereksinimlerine bağlı olarak değişebilir.
İzolasyon: İzole vialar, iki katman arasında elektriksel izolasyon sağlar. Bu, sinyal karışımını önlemek için önemlidir.
- **Via Dizilimi:** Viyaların düzgün bir şekilde dizilmesi ve sinyal yollarının kısa ve doğrudan olması, gürültüyü minimize etmek için önemlidir.

Via Çeşitleri

- Via çeşitleri Through Via, Tented Via, Blind Via, Buried Via ve Stacked Via'dır.

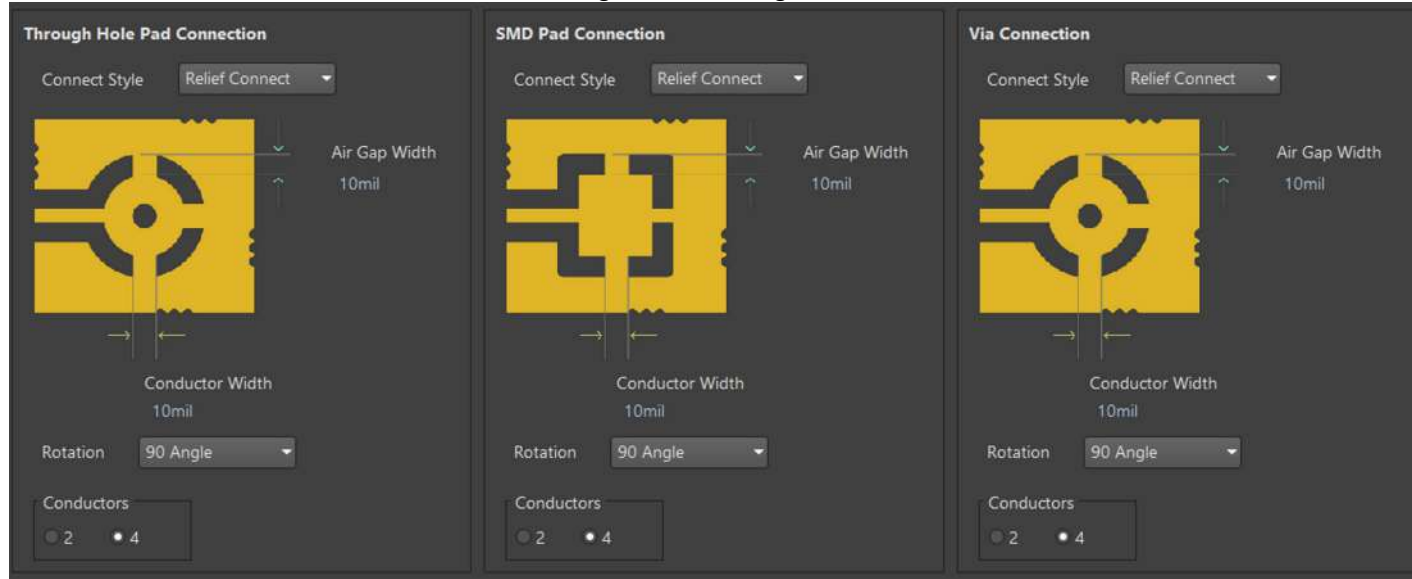
Cost	Standard	Standard	+\$	++\$	+++\$	+++\$
Duration	Standard	Standard	+🕒	+🕒	+🕒🕒	+🕒🕒🕒
Type	Through Via	Tented Via	Blind Via	Buried Via	Stacked Via	Via in Pad

- 2 katmanlı pcb için Through Via ile Tented Via kullanabilirken 4 ve daha fazla katmanda diğer Via türlerini de kullanabiliyoruz.
- Through Via ile Tented Via arasındaki fark pcb yüzeyinde **görünüp görünmemesidir**. Through Via'yı Tented Via'ya çevirmek için Properties kısmında Solder Mask Expansion altında Tented yazılı Top ve Bottom işaretlenir.
- Blind Via ile Buried Via arasındaki fark hangi **katmandan başladıklarıdır**. Blind Via Top ya da Bottom katmanında başlamak zorundayken Buried Via Top ile Bottom katmanları arasında olmak zorundadır. Bu Via'ları katmanlarda belirtebilmek için Layer Stack Manager kısmına gelip Via Types kısmı tıklayarak istediğimiz Via'yı ekleyebiliriz.

- Standart mekanik matkapların çapı genellikle 0,3 mm'nin üzerindedir. Bu nedenle devre tasarımında çizilen via, **en az 0.3 mm** çapında bir **deliğe** sahip ise **Via pedi** ise **deliğin iki katı büyüklükte** olmalıdır.

Thermal Relief

- Thermal relief padler, bir pad ile bakır düzlem arasında direkt geniş bir bakır bağlantı yerine, ince bakır izlerle yapılan bağlantılardır.
- Bu yapı, padin bakır düzlemden **ısı çekmesini sınırlayarak**, lehimlemenin daha kolay ve etkin yapılmasını sağlar. Büyük bakır alanlarıyla olan geniş ve direkt bağlantılar, lehimleme sırasında çok fazla ısı çekebilir ve bu da lehimin düzgün bir şekilde erimesini zorlaştırabilir. Özellikle yüksek güç uygulamaları ve yoğun ısı üretimi olan durumlar için önemlidir.
- Polygone için kurallardan düzenleme yapıyoruz. Bunun için Plane kısmından Polygon'a geliyoruz. Her bir komponent için farklı ayar yapabiliyoruz. Bunun için Advanced diyoruz. Relief ile Direct Connect bağlantı ile Through Hole, SMD Pad veya Via şekillerinden istediğimizi yapabiliriz.
- Toplamda 10 mil kalınlığında 4 yol gidiyor yani yoldan sebep akım bölüneceğinden bu sebeple ona göre yol kalınlığını değiştirebiliriz. Örnek verirsek normalde taşıyacağı akım 60mil ile taşınabiliyorsa her bir yol kalınlığı en az 15 mil olmalıdır.
- Bu sebeple 10 mil yerine 15 mil yaparız fakat her bir pad için kuraldan değişiklik yapabiliriz, pad'e özel kural tanımlayabiliriz ya da pad'in Properties kısmına gelip Pad Stack kısmında Thermal Relief'de tickle tıklarız ve üç nokta aktif olur ve ona tıklarız ve burada olması gereken kalınlık girilir.



PCB Yol Çizimi

- Ctrl + W kısayolu ile yolu çağırıyoruz. Öncelikle Sinyal yollarının yol genişliğini 0.3mm olarak yani 11.81mil ile çiziyoruz.
- Via kullanmak durumunda kalırsak yolumuz normal çizerken + tuşuna basıyoruz. Via çapını 0.6mm, Hole Size 0.3mm yaptık. Hole size çapı üreticiye bağlıdır. Üreticinin yapabileceği sınıra dikkat etmemiz gerekiyor. Via çapını 1mm, Hole Size 0.5mm'de yapabiliriz.
- Ana güç hatları olan besleme kaynaklarını 1mm yani 39.37mil ile çiziyoruz.
- 3.3V ile 5V için yol genişliği 0.5mm yani 19.685mil ile çiziyoruz. Komponentlere çizerken 0.3mm olarak çiziyoruz çünkü genişlik fazla olunca fazla yer kapladığından hata veriyor.
- 3.3V bağlantısı olanlar birbirleriyle bağlantısı olması gerekiyor. Özellikle gelen güç bağlantısı her bir noktaya ulaşabiliyor olması gerekiyor.
- Shift + Space ile yolu kıvrımlı şekilde döndürebiliriz.
- GND'leri en son yapacağımızdan bunları saklayabiliriz. Bunun için View penceresinden Connections kısmından Hide Net tıklarız ve saklayacağımız net'e tıklarsak onu saklar.
- Belirli bir net için giden yolların hangi komponentlere ulaştığını rahat bir şekilde görebilmek için CTRL tuşu ile net'e tıklarız ve ardından G tuşu ile parlaklığını azaltırız, arttırmak için Ü tuşuna basarız.
- Yolları renklendirmek istersek şematik tarafta özellikle GND veya VCC yollarını renklendirmek isteyebiliriz. Bunun için şematik tarafta View sekmesinden Set Net Colors kısmından istediğimiz renk seçilir ve şematik tarafta renklendirilecek yola tıklarız.
- Signal katmanında yol çizimini Wire komutunu ile kullanıyoruz fakat Plane katmanında kullanırken Signal katmanına atıyor. Bu yüzden Wire komutunu kullanamıyorum onun yerine Line komutunu kullanıyorum.
- CTRL+S ile tek katmanda çalışmamızı sağlar istersek bir daha tuşlayarak kalan kısımları da kaldırır.
- Layer isimlerini kısaltmak için alt taraftaki layer üzerine sağ tıklayıp Use Short Layer Names tıklanır.
- Çizilmemiş bağlantıları kaldırmak için View sekmesinde Connections kısmında Hide All tıklarız.
- Default ayarları değiştirmek istersek ayarlar kısmından istediğimiz özelliği buradan değiştirerek default olarak istediğimiz ayarlamada gelir.

- Active Route yani yarı otomatik çizim ile çizdirme yaparak işimizi kolaylaştırabiliriz. Bunu için ALT basılı tutup sağdan sola doğru sinyal yolları seçiyorum sonrasında PCB ActiveRoute penceresinden Route Guide seçip Top Layer tıklıyorum sinyal bağlantıyı çizmek için aktif oluyor ve yönünü belirtmek için biraz çiziyorum ve Active Route tıklıyorum ve otomatik çiziyor. Başka yol olarak Shift ile padleri seçiyorum ve üst tabtan Interactive Multi-Routig tıklıyorum böylece yolları çizebiliyorum.
- Montaj deliği oluştururken eğer içinde bakır olmasını istiyorsak Plated tick yapıyoruz.
- Net Tie ile iki yere aynı net bağlantı varsa araya kullanıyoruz bunun için tanımlı bir yol ekliyoruz.
- Storage Maneger ile kaydedilen projenin önceki versiyonlarını görüntüleyebiliyoruz.

Poligon Çizimi

- Her iki katmanı toprak ile kaplayacağız onun öncesinde GND adıyla birkaç tane via atıyoruz. Via'ları iki farklı GND katmanı yan yana olanlara yakın atıyoruz. Via çapını ve Hole Size 0.3mm yaptık.
- Gnd için polygone atayacağız. Bunun için kartın etrafını çiziyoruz ve net'e GND atıyoruz. Daha sonra Pour Over All Same Net Object seçiyoruz. Yani Polygone GND ile aynı isimde olanları ata demektir.
- Polygone, shelved yapılmışsa yani rafa kaldırılmışsa Tools kısmından Polygone Pours tıklarız ve kaldırılan polygon'un shelved ticki kaldırılır. Ardından apply dedikten sonra pcb tarafta polygone katmana tıklayıp repour deriz.
- Üst katmana attığımız poligonu alt katmana aynı şekilde atmak için Top Layer katmanında çizdiğimiz poligonu kopyalarız ve referans alacağımız herhangi pad'e işaretleriz sonra var olan polygonun tersini alırız sonra Top Layer'a gelip işaretlediğimiz pad'e tıklarız ve Repour yapılır.
- Poligon yaptığımız alanda oluşan ölü alanları kaldırmak için poligon özelliklerinde Remove Dead Copper ticki işaretleriz.
- Shift + S ile tek layer moduna geçerek kalan katmanları karartır.

Hesaplamalar

Via Akım Hesaplama

- 2 Layer için **Via Hole Diameter** değeri 0.3mm için 2.1613A, 0.5mm için 3.1571A ve 0.8mm için 3.7084A ve 1mm için 4.2057A **Via Current** değerini görüyoruz.

The screenshot shows the SATURN PCB DESIGN, INC. Via Properties calculator. The interface is divided into several sections:

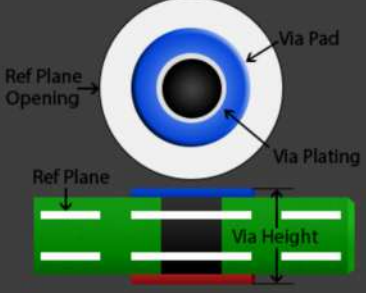
- Via Characteristics:** Includes a diagram of a via with labels for Via Pad, Via Plating, and Via Height. Below the diagram, it shows the calculated results for a 0.3mm hole diameter, 1.575mm height, and 0.0254mm plating thickness.
- Options:** Includes settings for Base Copper Weight (9um to 178um), Units (Imperial/Metric), Substrate Options (Material Selection: FR-4 STD, Er: 4.6, Tg: 130), Plating Thickness (Bare PCB to 106um), Property Selection (Via Properties/Differential Vias), Layer Set (2 Layer/Multi Layer/Microvia), and Information (Power Dissipation, Via Thermal Resistance, Via Count, Via Temperature, Via Voltage Drop).
- Results:** A table of calculated results for the 0.3mm hole diameter via.

Property	Value
Via DC Resistance	0.00131 Ohms
Power Dissipation	0.00614 Watts
Via Inductance	1.2740 nH
Conductor Cross Section	0.0260 Sq.mm
Via Current	2.1613 Amps

- **Internal Pad Diameter**, via deliğinin çapı genellikle lehim malzemesinin yeterli bağlantı sağlaması için delik çapından biraz daha büyük yapılır. İç katmanlarda, via deliğinin çapına yaklaşık 0.2 mm ila 0.3 mm eklemek uygun olabilir.
- **Reference Plane Opening Diameter**, referans düzlem açıklığı, via deliğinden daha büyük olmalıdır ve elektromanyetik etkileşimleri azaltma amaçlı bir miktar ek boşluk sağlar. Genellikle via deliğinden en az 0.5 mm ila 1.0 mm daha büyüktür.
- Via Plating Thickness 20 mikron ve Via Height ise PCB'nin kalınlığında olacak şekilde default değerleri kullanıyoruz.
- Multi Layer için **Via Hole Diameter** değeri 0.3mm için 2.1613A, 0.5mm için 2.8536A **Via Current** değerini görüyoruz.

Bandwidth & Max Conductor Length Conductor Impedance Conductor Properties Conversion Calculator Crosstalk Calculator Differential Pairs
 Embedded Resistors Er Effective Fusing Current Mechanical Information Min Conductor Spacing Ohm's Law Padstack Calculator
 PDN Calculator Planar Inductors PPM-XTAL Calculator Thermal Management Via Properties Wavelength Calculator XL-XC Reactance

Via Characteristics



Via Hole Diameter: **0,3 mm**
 Internal Pad Diameter: **0,6 mm**
 Ref Plane Opening Diam: **1 mm**
 Via Height: **1,575 mm**
 Via Plating Thickness: **0,0254 mm**

Options

Base Copper Weight
☐ 9um
☐ 18um
☐ 35um
☐ 53um
☐ 70um
☐ 88um
☐ 106um
☐ 142um
☐ 178um

Units
☒ Imperial
☐ Metric

Substrate Options
 Material Selection: **FR-4 STD**
 Er: **4,6** Tg (°C): **130**

Plating Thickness
☐ Bare PCB
☐ 18um
☐ 35um
☐ 53um
☐ 70um
☐ 88um
☐ 106um

Property Selection
☒ 0.5oz / 1oz
☐ 2oz

Layer Set
☐ 2 Layer
☐ Multi Layer
☐ Microvia

Information
 Power Dissipation (dBm): **7.8810 dBm**
 Aspect Ratio: **5.25:1**
 Via Temperature: **Temp in (°C) = 42.0**
 Temp in (°F) = **107.6**

Via Thermal Resistance: **153.9 °C/W**
 Via Count: **10**
 15.4 °C/W per via
 Via Voltage Drop: **2.8404 mV**

IPC-2152 with modifiers mode

Via Capacitance: **0.6033 pF**
 Via DC Resistance: **0.00131 Ohms**
 Power Dissipation: **0.00614 Watts**

Via Inductance: **1.2740 nH**
 Resonant Frequency: **5740.822 MHz**
 Conductor Cross Section: **0.0260 Sq.mm**

Via Impedance: **45.955 Ohms**
 Step Response: **30.4957 ps**
 Via Current: **2.1613 Amps**

SATURN
 PCB DESIGN, INC.
 Turnkey Electronic Engineering Solutions

Follow Us
[f](#) [i](#) [in](#) [t](#) [v](#)

Print Solve!

Yol Empedansı Hesaplama

- DC ile çalıştığımızdan frekans yoktur. Plating Thickness 35um, PCB Thickness 1.5748 gibi default değerleri kullanıyoruz. Conductor Width kısmına kalınlığı girdik ve Solve dedikten sonra bize Conductor Current sonucu 3.1787A akım çekebileceğini söylüyor.

Embedded Resistors Er Effective Fusing Current Mechanical Information Min Conductor Spacing Ohm's Law Padstack Calculator
 PDN Calculator Planar Inductors PPM-XTAL Calculator Thermal Management Via Properties Wavelength Calculator XL-XC Reactance
 Bandwidth & Max Conductor Length Conductor Impedance Conductor Properties Conversion Calculator Crosstalk Calculator Differential Pairs

Conductor Characteristics

Solve For
☒ Amperage **? Help**
☐ Conductor Width

Plane Present?
☐ No
☒ Yes

Parallel Conductors?
☐ No
☒ Yes

Conductor Width: **1 mm**
 Conductor Length: **25,4 mm**
 PCB Thickness: **1,5748 mm**
 Frequency: **DC**

Options

Base Copper Weight
☐ 9um
☐ 18um
☐ 35um
☐ 53um
☐ 70um
☐ 88um
☐ 106um
☐ 142um
☐ 178um

Units
☒ Imperial
☐ Metric

Substrate Options
 Material Selection: **FR-4 STD**
 Er: **4,6** Tg (°C): **130**

Plating Thickness
☐ Bare PCB
☐ 18um
☐ 35um
☐ 53um
☐ 70um
☐ 88um
☐ 106um

Plane Thickness
☐ 0.5oz / 1oz
☐ 2oz

Conductor Layer
☐ Internal Layer
☐ External Layer

Information
 Total Copper Thickness: **53 um**
 Conductor Temperature: **Temp in (°C) = 42.0**
 Temp in (°F) = **107.6**

Via Thermal Resistance: **N/A**
 Via Count: **10**
 N/A
 Via Voltage Drop: **N/A**

IPC-2152 with modifiers mode Etch Factor: 1:1

Power Dissipation: **0.11001 Watts**
 Conductor DC Resistance: **0.01096 Ohms**

Power Dissipation in dBm: **20.4145 dBm**
 Conductor Cross Section: **0.0502 Sq.mm**

Voltage Drop: **0.0347 Volts**
 Conductor Current: **3.1676 Amps**

SATURN
 PCB DESIGN, INC.
 Turnkey Electronic Engineering Solutions

Follow Us
[f](#) [i](#) [in](#) [t](#) [v](#)

Print Solve!

Design Rules Check

- Tools penceresinden Design Rule Check tıklıyoruz ardından Run Design Rule Check tıklıyoruz ve karşımıza hatalar çıkıyor. Ardından Design penceresinden Rules tıklıyoruz ve hataya göre burada düzeltme yaparak hataları önliyoruz.
- Minimum Solder Mask Sliver hatası için 0.05mm yaptık. Silk Solder Mask hatası için 0mm yaptık. Silk to Silk hatası için 0mm yaptık.

Logo/Icon Ekleme

- Linkteki https://youtu.be/EaUS_LBrr8?si=OE8vQ8RTaQwh6gY video ile pcb kartımıza logo veya icon ekleyebiliriz.
- Eklemek istediğimiz logo ya da icon BMP formatında olması gerekiyor. Var olan format JPG ya da PNG format ise Paint programında formatını Tek renkli Bit Eşlem yani siyah beyaz olacak şekilde BMP'ye çeviriyoruz ardından Word programına Insert ediyoruz ve bunu kopyalayıp Altium programına yapıştırıyoruz. Hepsini içerisinde ayrı ayrı çizgi olduğundan birleştirmemiz gerekiyor. Bunun için hepsini seçip sağ tıklayarak ve Unions kısmından Create Union from selected objects tıklayarak tek objeye dönüştürüyoruz. Şimdi küçültmek için logoyu seçim sağ tıklayıp Unions kısmından Resize Union deriz ve objemize sağ tıklayarak böylece köşelerde oluşan noktalar ile küçültüp büyütebiliriz.
- Metnin üzerine sağ tıklayıp Find Similar Object diyoruz. Buradan Designator kısmındaki Any yerine Same olarak değiştiriyoruz ve Ok tıklıyoruz. Böylece hepsini seçmiş oluyoruz. Daha sonra Properties kısmından True Type, Calibre ve 1.7mm yapıyoruz.

Tasarımda Dikkat Edilmesi Gerekenler

- <https://www.elektrobot.net/pcb-tasarim-kurallari-uygulama-notlari/>, <https://www.ahmetturanalin.com/pcb-yerlesim-ve-duzeni-1>, <https://www.ahmetturanalin.com/pcb-katman-secimi-ve-stackup-tasarimi> linklerdeki maddeleri okuyabiliriz.