

دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین ٹولہ

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

## آموزش نرم افزار microwind

توسط:

حمید اصلانی

Soshiyans281@gmail.com



بهار 1392

hamid

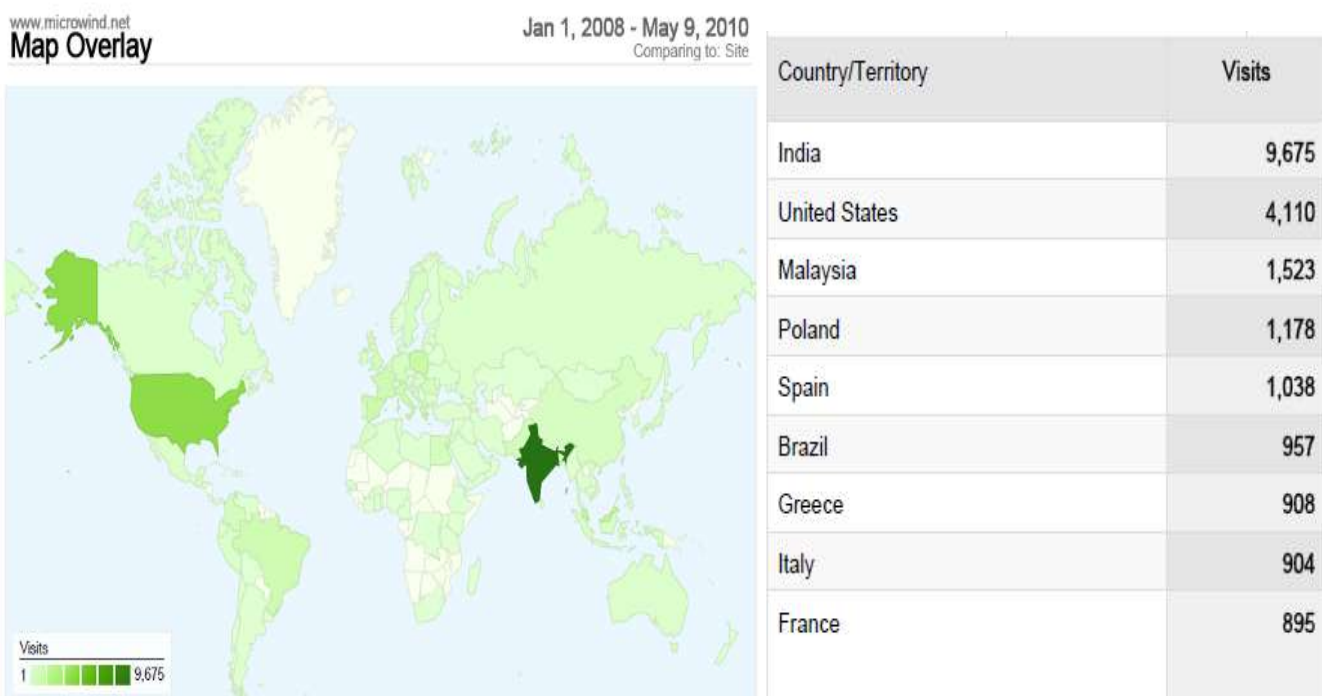
سید محمد حمید

*hamid*

www.hamid.com

## مقدمه:

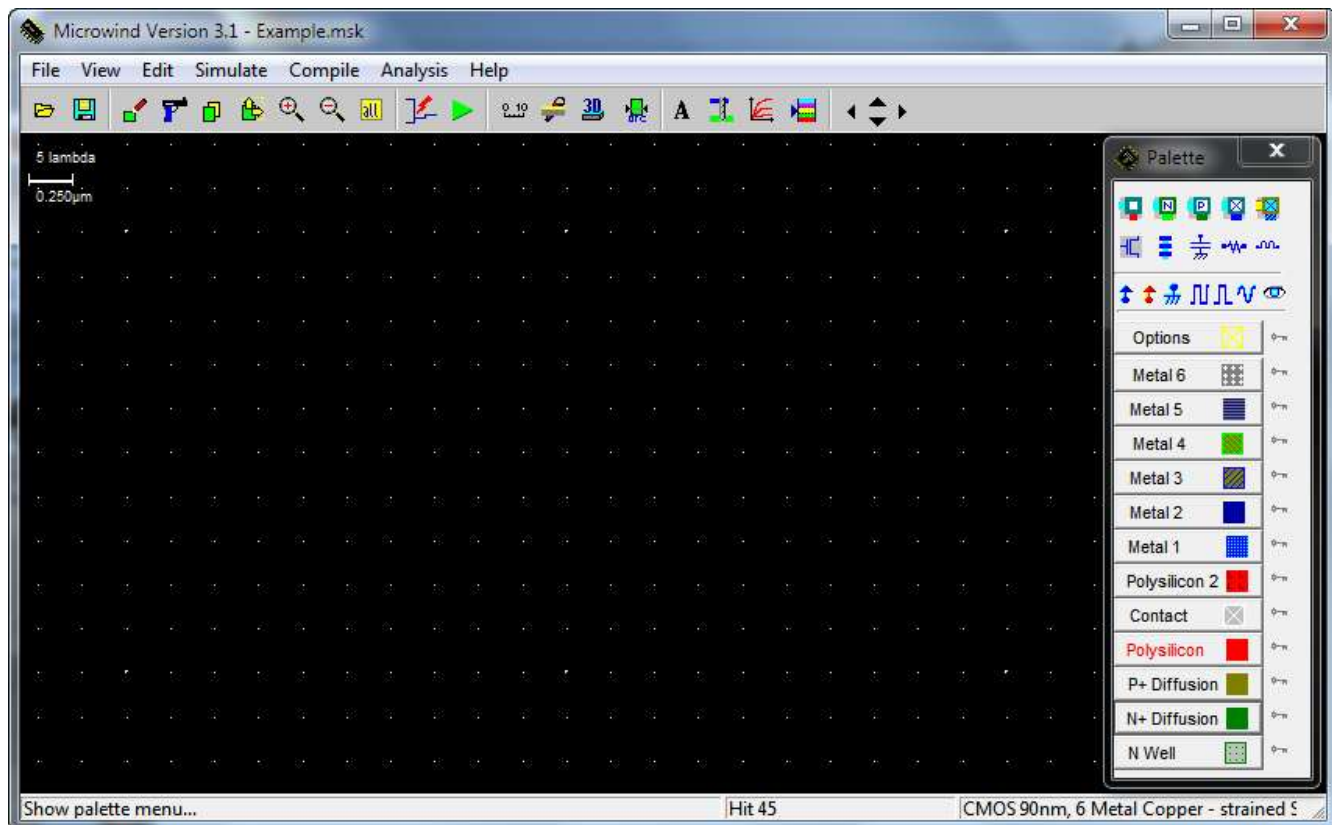
نرم افزار MicroWind یک نرم افزار سبک دانشگاهی است که برای طراحی و شبیه سازی مدارهای دیجیتالی و آنالوک در سطح طراحی layout می باشد. این نرم افزار یک برنامه کم حجم و رایگان می باشد که از طرف شرکت MicroWind ارائه شده است و به صورت پرتابل می باشد. همانطور که در شکل زیر مشاهده می کنید این نرم افزار در دانشگاه های کشورهای مختلفی مورد استفاده قرار می گیرد.



برای شروع به کار نرم افزار کافیسیت آن را دانلود کرده سپس از حالت فشرده فایل را خارج کنید و در داخل دایرکتوری مورد نظر در پوشه ی system فایل EXE را اجرا کنید.

برای دانلود نرم افزار کافیسیت به سایت مربوطه یعنی <http://www.microwind.net> مراجعه کنید. در حال حاضر ⌚ که این آموزش در حال تهیه شدن می باشد دسترسی به سایت امکان پذیر نمی باشد(نمی دانم چرا!!!!)، پس کافیسیت برای پیدا کردن این نرم افزار در گوگل سرچ کنید تا از سایت های دیگری که این نرم افزار را دارند دانلود کنید.

بعد از اجرای نرم افزار میحطی پیش روی شما باز خواهد شد مانند شکل زیر:



مانند اکثر نرم افزارهای شبیه سازی این نرم افزار هم دارای چندین بخش می باشد.

1- ناحیه ی کاری ما، همان قسمت مشکی رنگ

2- منوهای برنامه

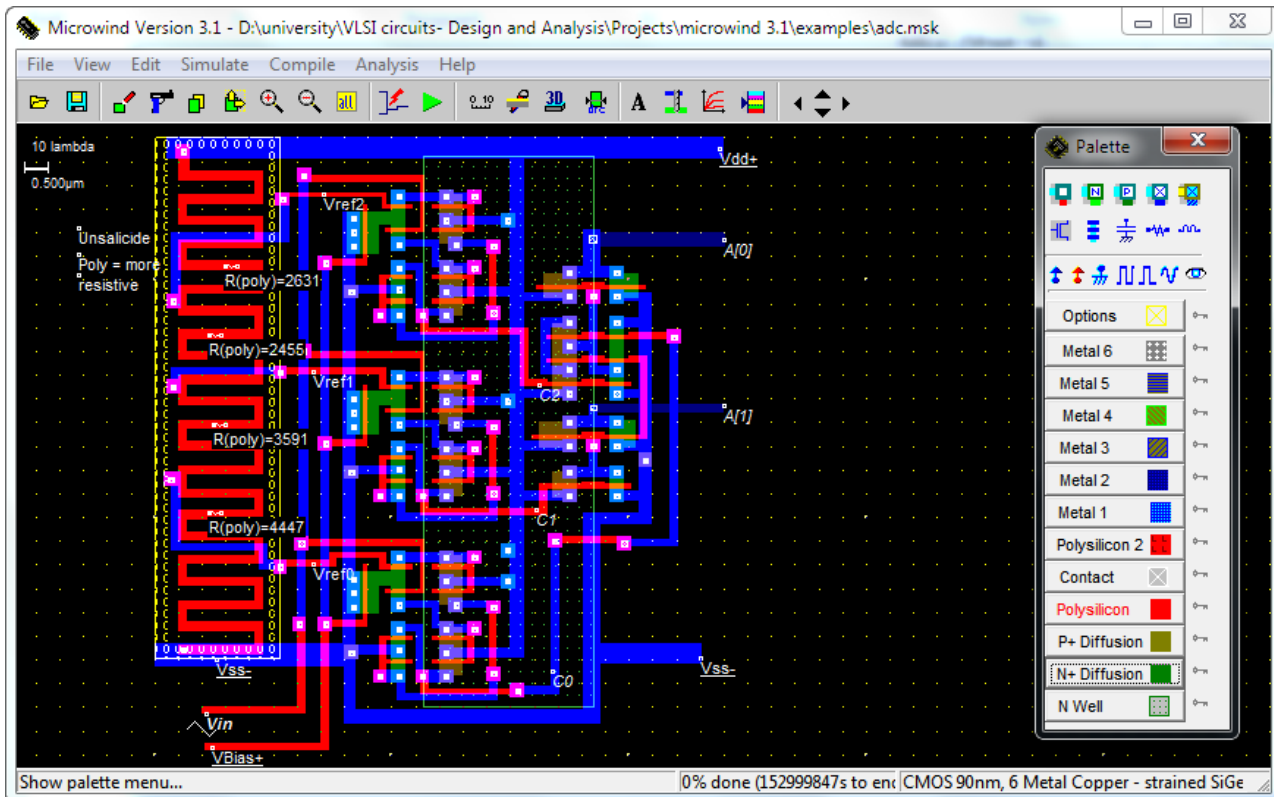
3- آیکون های پر کاربرد برنامه

4- palette

تشریح موارد فوق

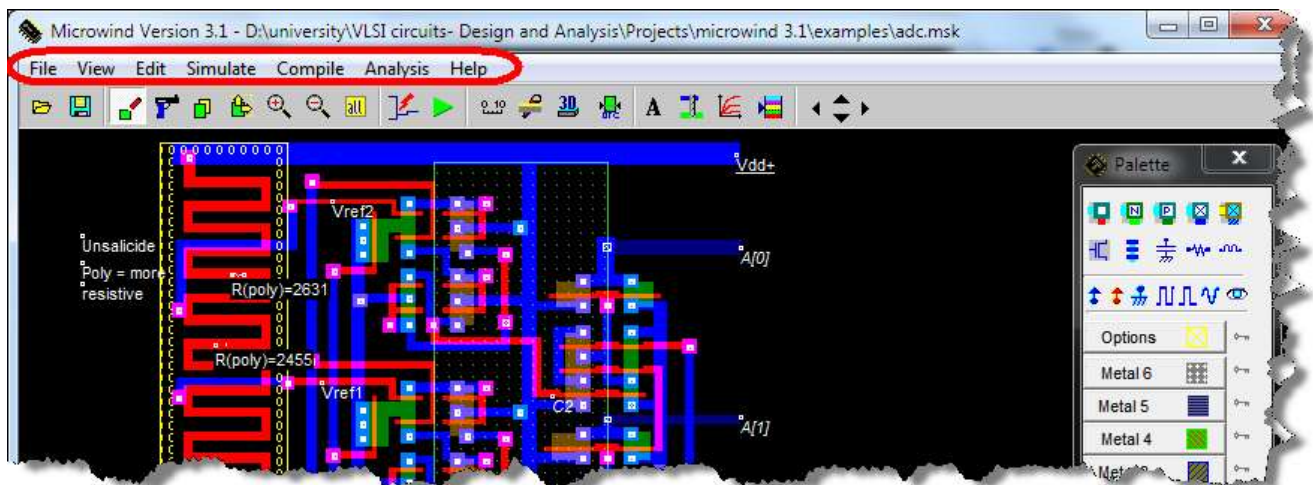


1- ناحیه کاری: در این قسمت ما مدار خود را رسم خواهیم کرد، البته به صورت layout. مثلا اگر بخواهید یک مبدل آنالوگ به دیجیتال طراحی کنید نتیجه کار به صورت شکل زیر می شود.



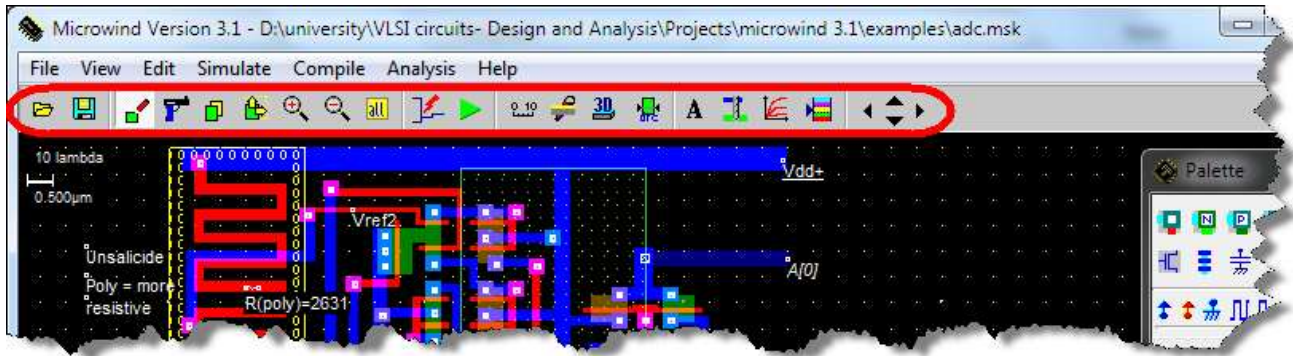
برای مشاهده مدار فوق کفایت از منوی file وارد پوشه example شده و فایل adc.MSK را انتخاب نمایید. نکته: پسوند فایل‌های ایجاد شده در این نرم افزار MSK. می‌باشد.(این نکته از خط بالا استخراج شده ©).

2-منوهای برنامه:



اگر قابلیت هایی که در این منو ها گنجانده شده در قسمت آیکونها و palette نیز آورده شده (برای سهولت استفاده) پس به جز چند مورد خاص از توضیح در مورد آنها صرفنظر می کنیم و توضیحات مربوطه را در قسمت آیکونها خواهیم داد.

3- آیکون های پر کاربرد برنامه



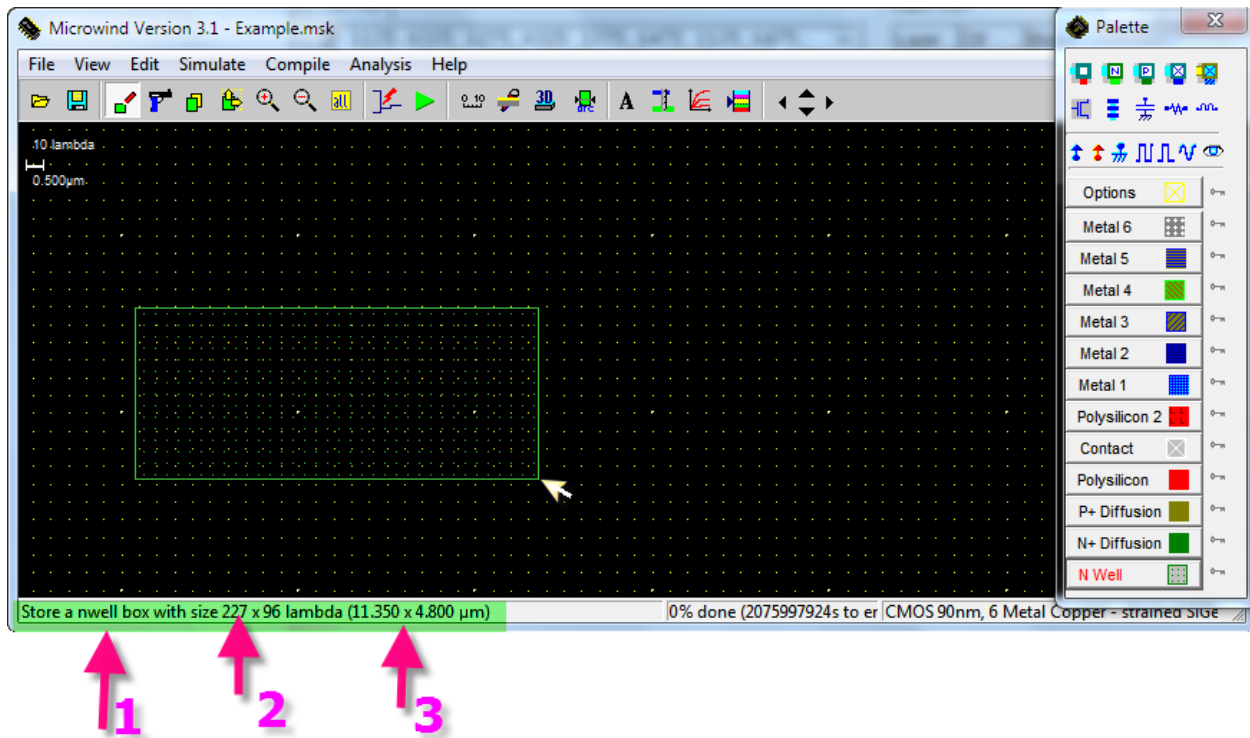
تشریح آیکونها به ترتیب از چپ به راست:

از این آیکون می تونید برای باز کردن فایل های ذخیره شده استفاده کنید. (نیازی به توضیح نداشت ولی خوب)

برای ذخیره سازی فایل جاری (فلایپی رو یادش بخیر!!! شما یادتون نمی آد!!!)

برای رسم لایه های مختلف در طراحی layout مورد استفاده قرار می گیرد. (روی این آیکون کلیک کنید بعد توی محیط کاری موس رو بزنید و درگ کنید، همین که موس رو رها کنید متوجه عملکردش خواهید شد)

تذکر: وقتی دارید یک لایه می کشید به انتهای سمت چپ پنجره هم دقت کنید و ازش زیاد استفاده کنید، زیاد!!!!!! (شکل زیر)



- 1- نوع باکسی که دارید می گشید رو مشخص می کنه
- 2- اندازه ی باکستون رو به صورت لحظه به لحظه نشان می دهد
- 3- اندازه بر حسب میکرومتر(قبلی بر حسب لاندا می باشد)


از شکلش معلومه دیگه، برای داقون کرده(همین الان امتحان کنید).


در طراحی گاهی نیاز است قسمتهایی را کپی کنیم که در این صورت از این آیکن استفاده می کنیم.(آزش حتما استفاده کنید سرعت طراحی رو بالا میبره)


جهت جابجایی لایه مورد نظر استفاده می شود به این صورت که ابتدا لایه را انتخاب می کنیم و سپس لایه را به محل مورد نظر منتقل می کنیم.  
به دو صورت می تونید استفاده کنید:


1- برای جابه جایی کامل قسمتی از طرح از جایی به جای دیگر: برای این کار کافیست دور قسمت مورد نظر درک کنید تا اون قسمت به موس بچسبه به هر جا خواستید ببرید کلیک کنید تا خودش کپی بشه.


2- برای تغییر اندازه‌ی باکسی که قبلا کشیدید (خیلی به این مسئله برخورد می کنید): برای این کار کافیست بر روی لبه باکسی که قصد تغییر اندازه ی اون رو دارید یک بار کلیک کنید، اون لبه از باکس که مد نظر شماست به صورت فعال در می آید که به راحتی با حرکت موس جابه جا می شود، در نهایت هم با کلیک دوباره به حالت ثابت در می آید.


 : اگه کارشو نفهمیدید ایمیل بزنید تا یک جلسه خصوصی براتون بزارم

 : برای مشاهده تمام صفحه‌ی layout کشیده شده استفاده می شود.

 : برای مشاهده گره های الکتیرکی مدار می توان از این گزینه استفاده کرد.

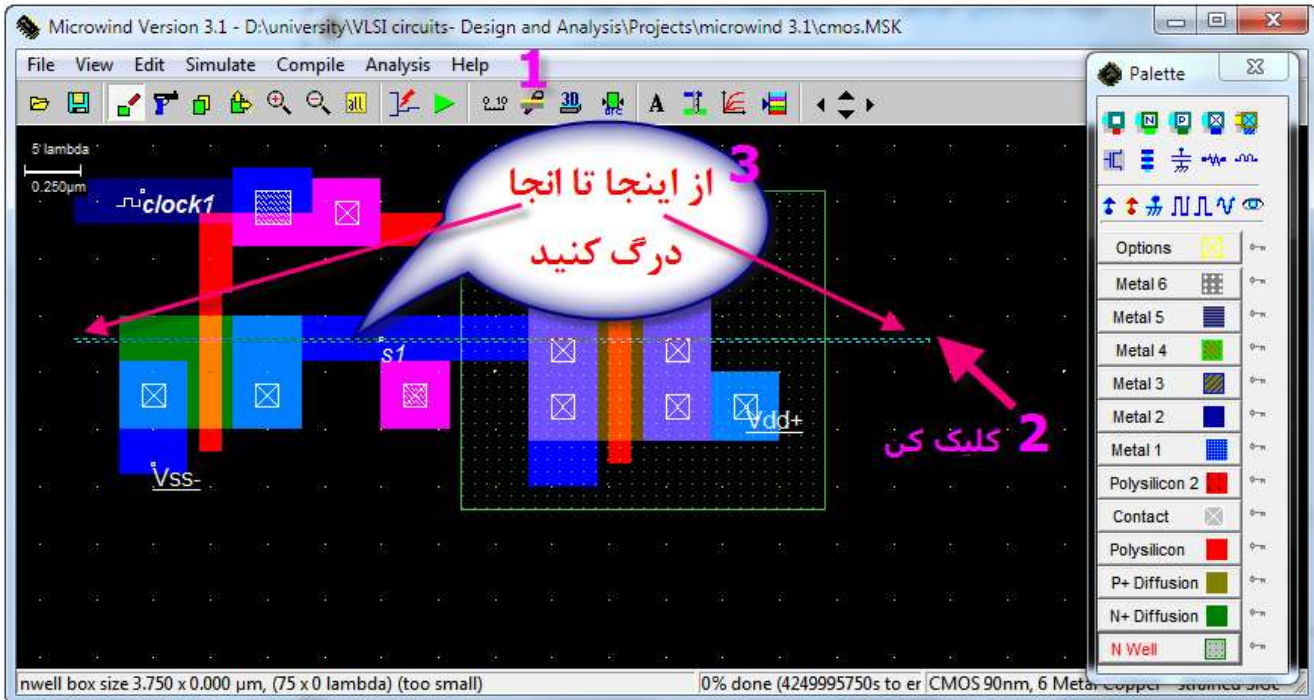
 : اگر مداری را جهت شبه سازی طراحی کرده باشیم میتوان با این آیکه عمل شبیه سازی را انجام دهیم. برای استفاده از این امکان باید قسمت های مورد نظر مدار را لیبل گذاری کنید. مثلا به ورودی کلاک بدید، تغذیه مدارتون رو مشخص کنید و و (یا ...)

 : برای اندازه گیری فاصله بین اجزای مدار مورد استفاده قرار میگیرد.

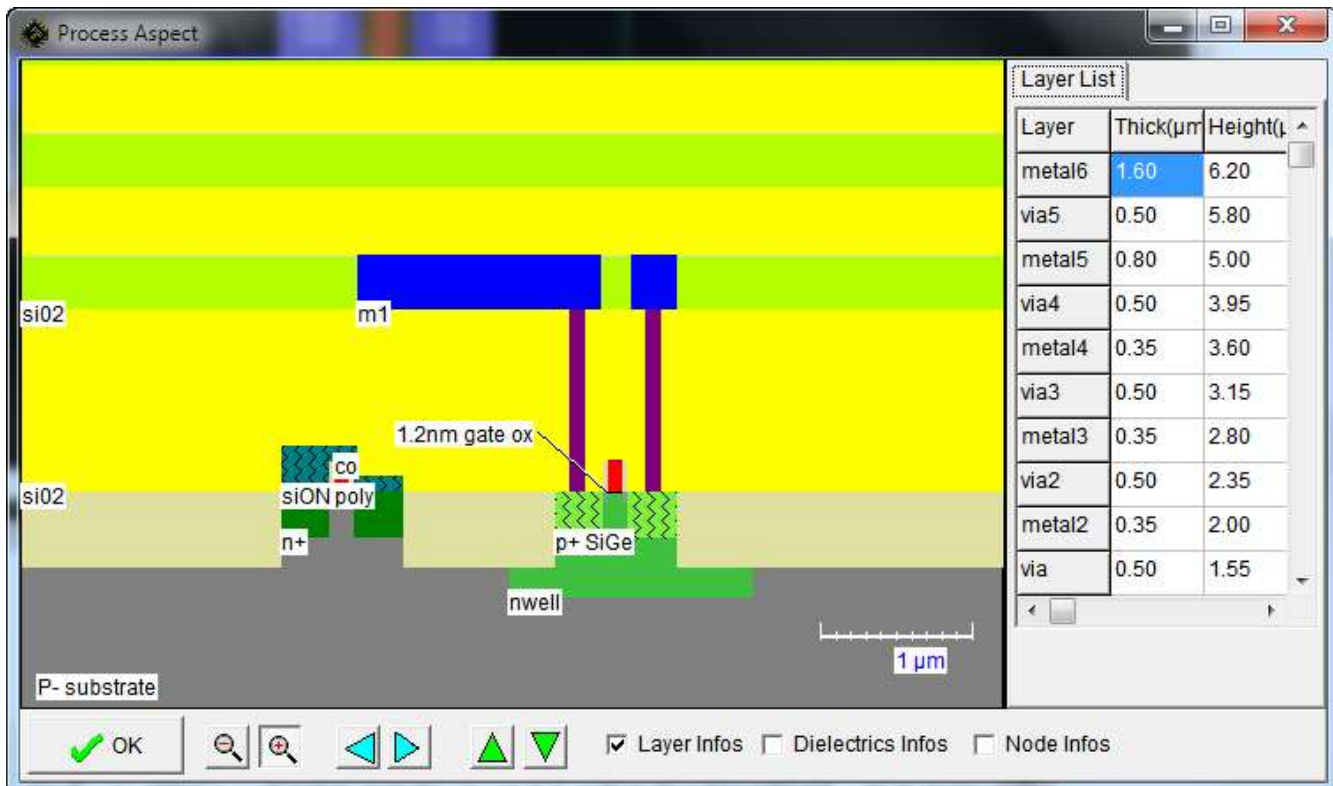
 : اگر بخواهیم نمای جانبی (دوبعدی یا بهش می گن cross section) قسمتی از layout را ببینیم ابتدا این آیکن را انتخاب می کنیم و سپس قسمتی از مدار را که می خواهیم نمای جانب ان را ببینیم انتخاب می کنیم و سپس در صفحه ی جدید نمای جانب به نمایش در می آید.

مثل شکل زیر:





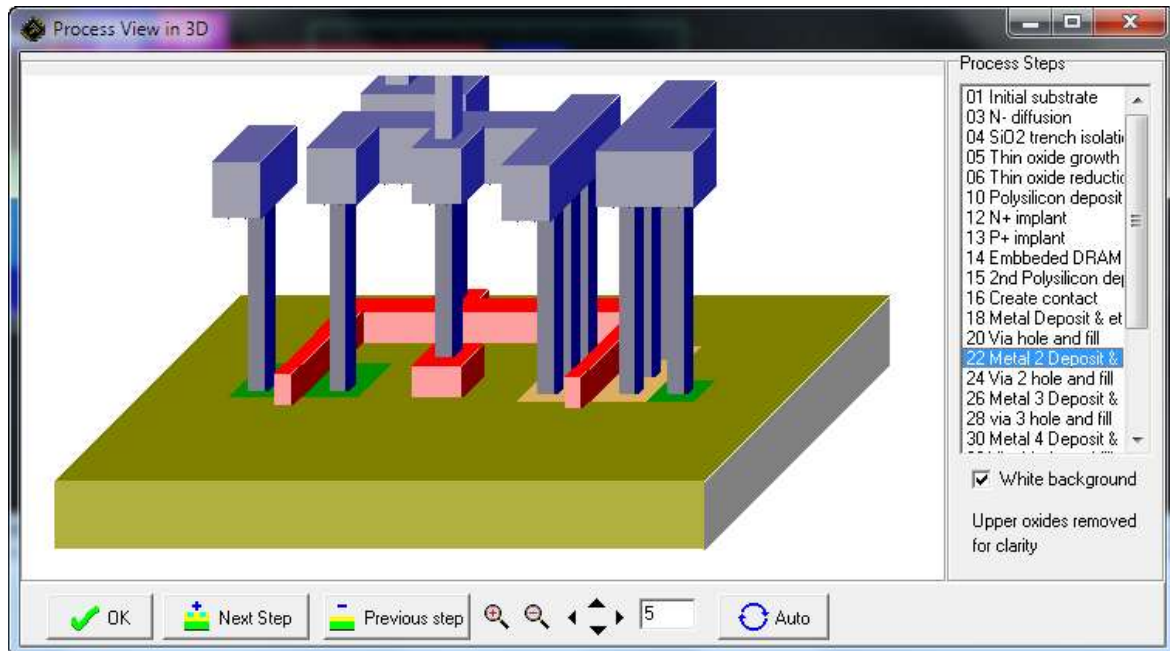
یکدفعه این ظاهر میشه(☺):





: بعد از طراحی layout میتوانیم طرح خود را به صورت سه بعدی تماشا کنیم. با انتخاب این گزینه

صفحه ای دیگر مراحل مختلف پیاده سازی layout را به صورت سه بعدی نمایش میدهد.



(توجه: در این مرحله تن تن روی next step کلیک کنید.)



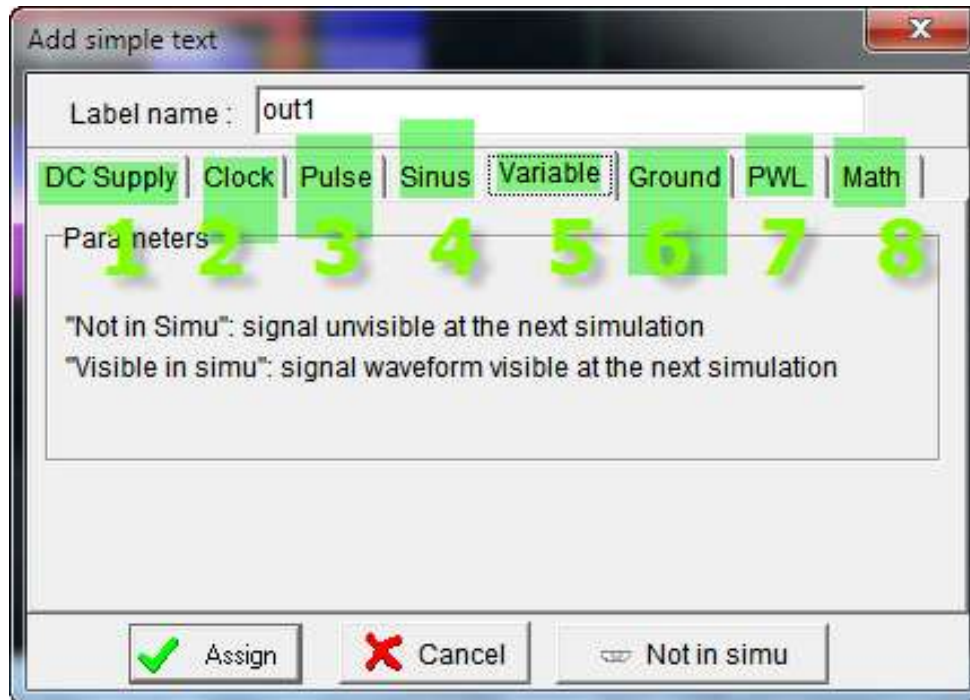
: جهت بررسی design rules از این گزینه استفاده می شود.


فراموش نکنید در حین طراحی هر از چندگاهی بر روی این آیکون هم کلیک کنید، ثواب داره!!!!




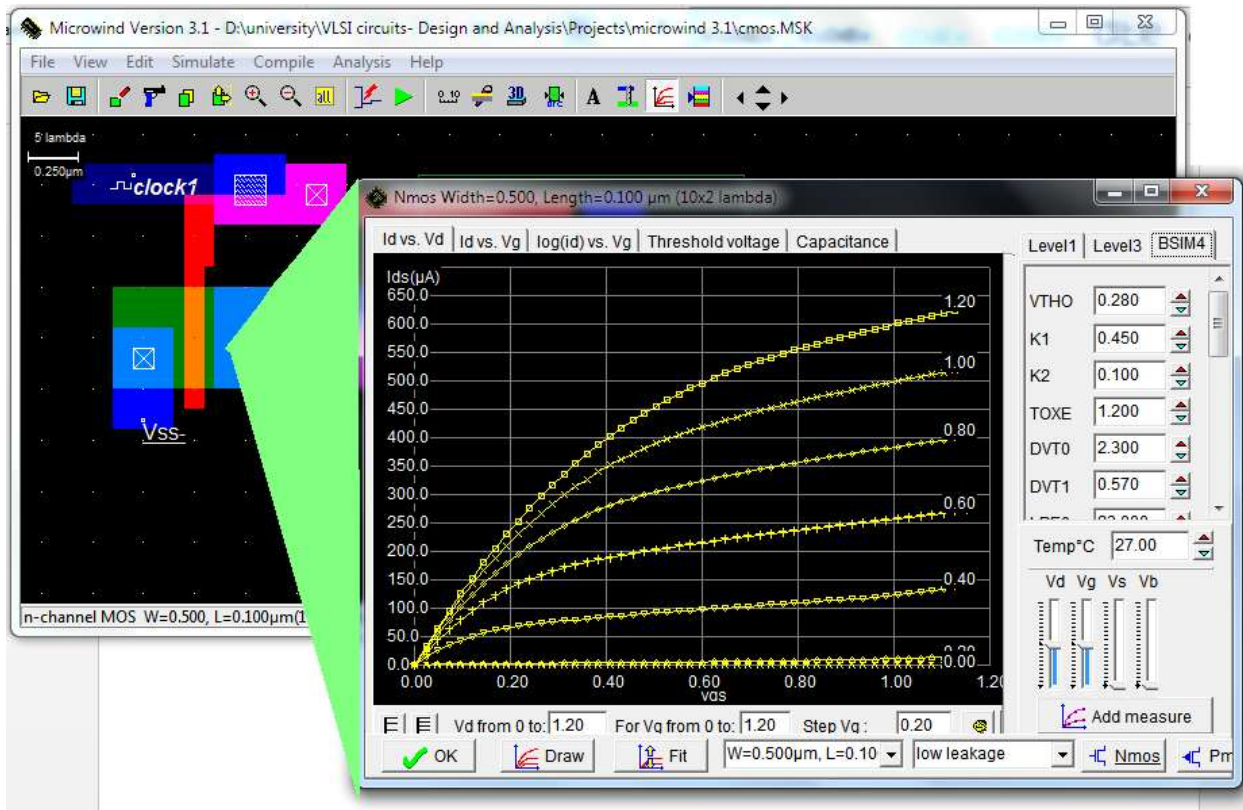
: اگر بخواهید اسمتونو روی طرح اضافه کنید باید از این آیکن استفاده کنید، البته کار اصلیش برای

لیبل گذاری برای این که بتونید مدارتونو شبیه سازی هم بکنید. همه جور لیبل هم میشه گذاشت، از شکل زیر کاملاً مشخصه.

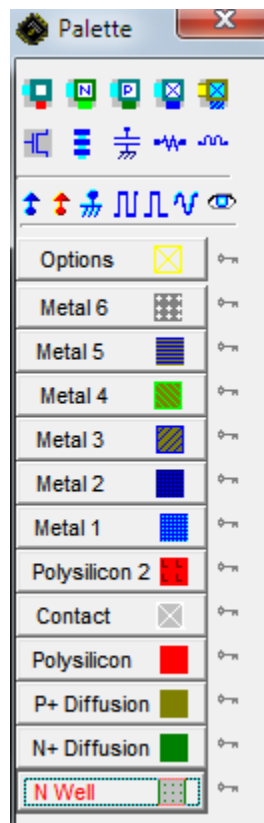


: جهت ایجاد اتصال بین لایه های مختلف از این گزینه استفاده میشود. 

: برای رسم مشخصه ی انتقالی ترانزیستور از این گزینه استفاده می کنیم. بر روی آیکن کلیک کنید بعد بروی هر کدام از ترانزیستورها که دوست دارید کلیک کنید، کلی چیز میز میاره!!! مثل شکل زیر(من روی nmos کلیک کردم اینجوری شد) 

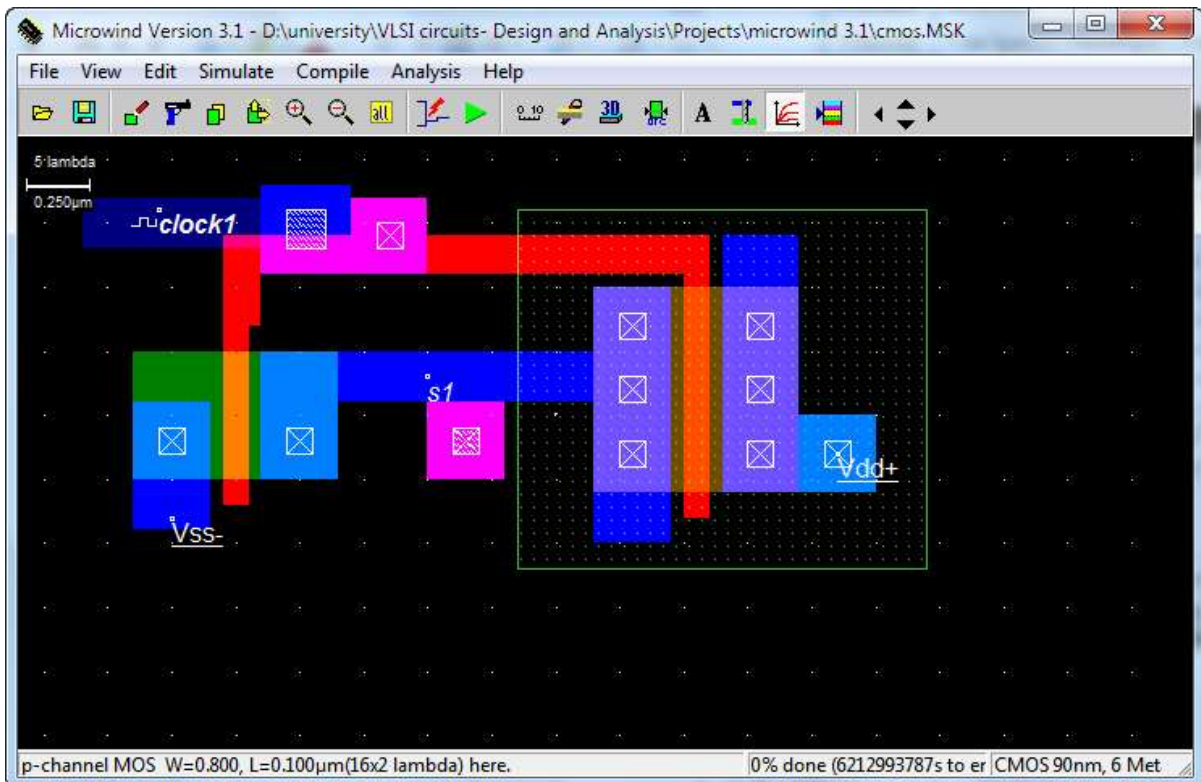


هر وقت منوی palette غیب شد روی این آیکن کلیک کنید سریع سروکلش پیدا میشه

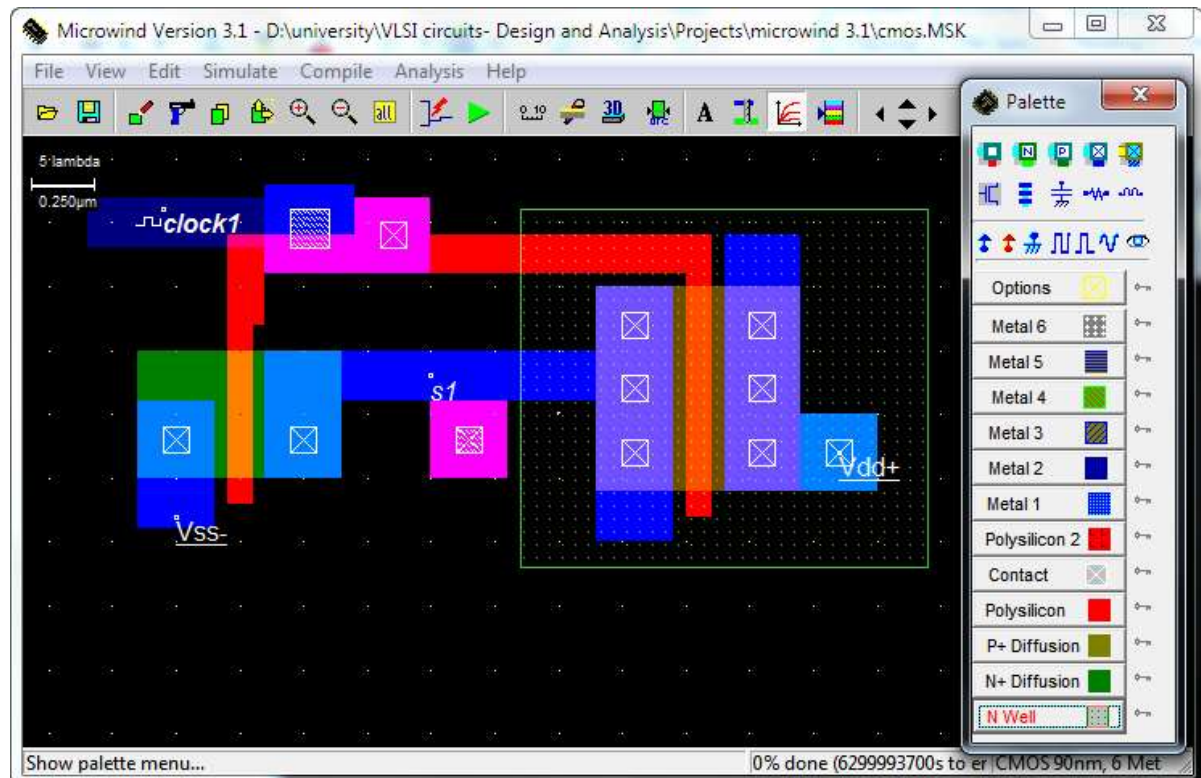





مثلا الان نیست!!



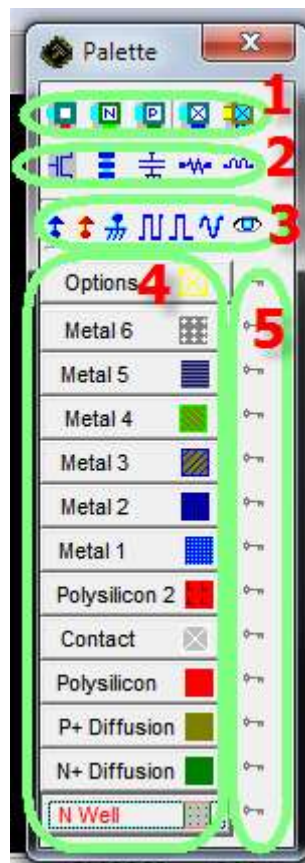
روی آیکنه کلیک می کنیم حالا هست!!






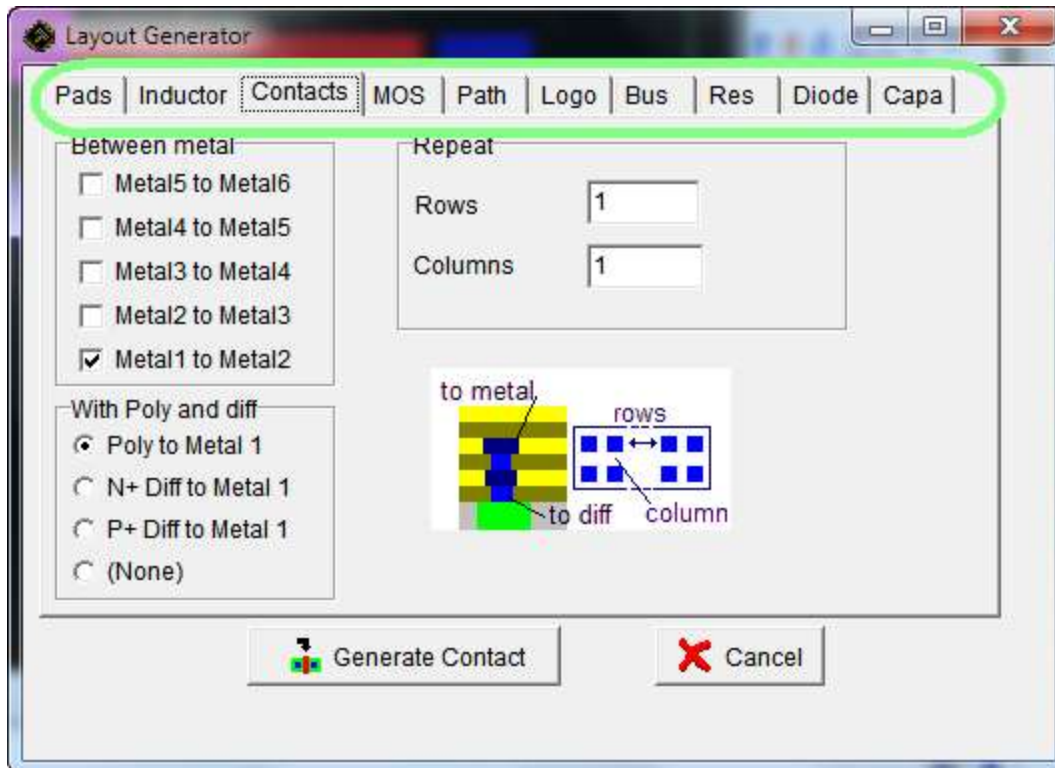
جهت حرکت بر روی صفحه ی اصلی در چهار جهت میباشد(کلیدهای جهتی روی کیبرد هم همین کار رو انجام می دن). 

4-میرسم به palette که در گوشه سمت راست صفحه ی اصلی نرم افزار وجود دارد که برای رسم layout استفاده می شود.

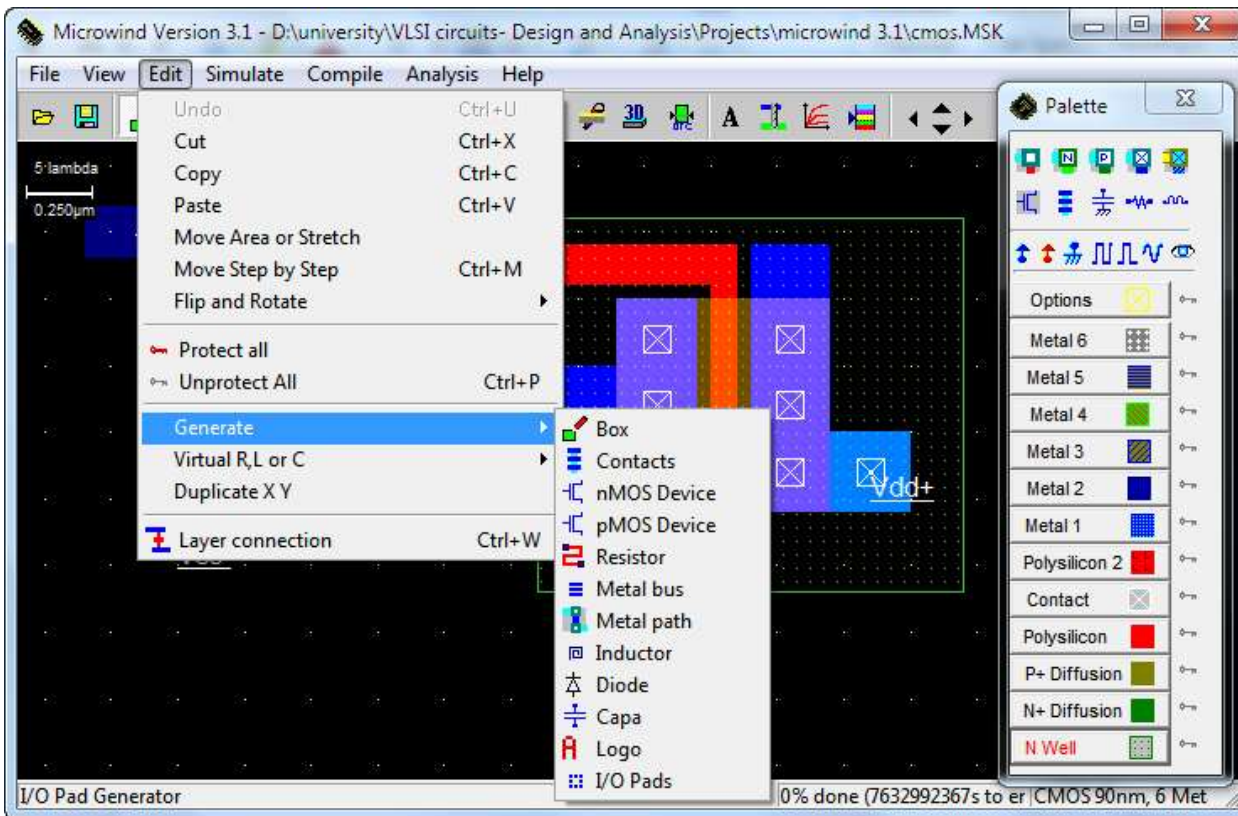


1-  اینها کانتکت های آماده هستند، موس رو روی هر کدام نگه دارید برای تون مینویسه برای چه جایی استفاده میشه.

2- از این دوتا برای ایجاد ترانزیستور، کانتکت و چند تا چیز دیگه به صورت ویزارد میتونید استفاده کنید. (چیزا رو می تونید توی سربرگ های زیر ببینید)



از این عناصر هم برای شبیه سازی به صورت مجازی استفاده می شود. تذکر: همه موارد گفته شده در منو Edit\generat قابل دسترسی می باشند.



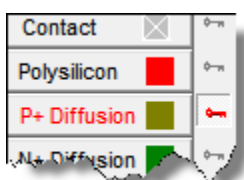
3- برای انتصاب تغذیه و انواع و اقسام سیگنال ها به نقاط مورد نظر طراح در طرح



مورد استفاده قرار می گیرد.

توجه: همه این موارد از آیکون لیبل گذاری هم قابل دسترس می باشد.(امتحان کنید!!!!!!)

4- از این قسمت هم می توانید جنس لایه مورد نظرتان را انتخاب کنید.



5- با استفاده از این کلیدها می اوانید به فعال و غیرفعال کردن لایه ها مبادرت کنید. مخصوصا زمانی که می خواهید لایه را حذف کنید و لایه های دیگر هم با آن حذف می شوند می توانید با استفاده از این امکان از حذف آنها جلوگیری

کنید. برای جابه جایی هم به همین صورت می توانید اقدام کنید. در کل این امکان برای جلوگیری از ویرایش لایه مورد نظر استفاده می شود.

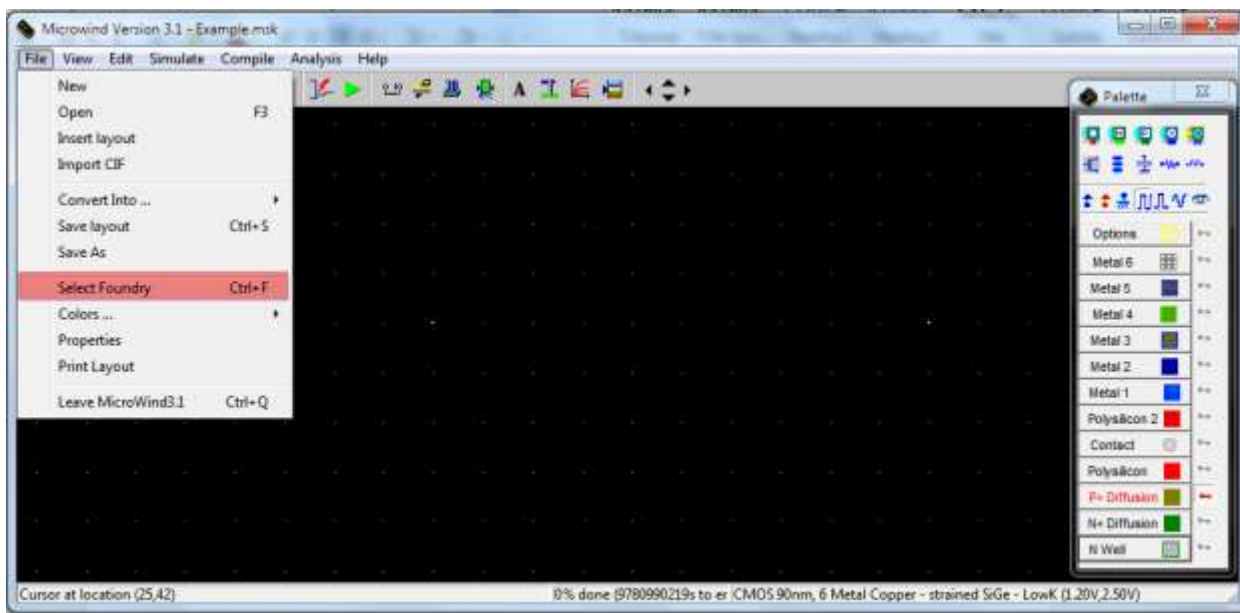
این همه گفتیم تازه رسیدیم اول راه:  
خوب حالا چطور مدار طراحی کنیم؟  
از کجا شروع کنیم؟

قبل از شروع باید با قوانین طراحی آشنایی داشته باشیم، در انتهای آموزش این قوانین تحت عنوان design rule آورده شده اند.

فرض کنید قصد طراحی یک mosfet را داریم مثلا از نوع N

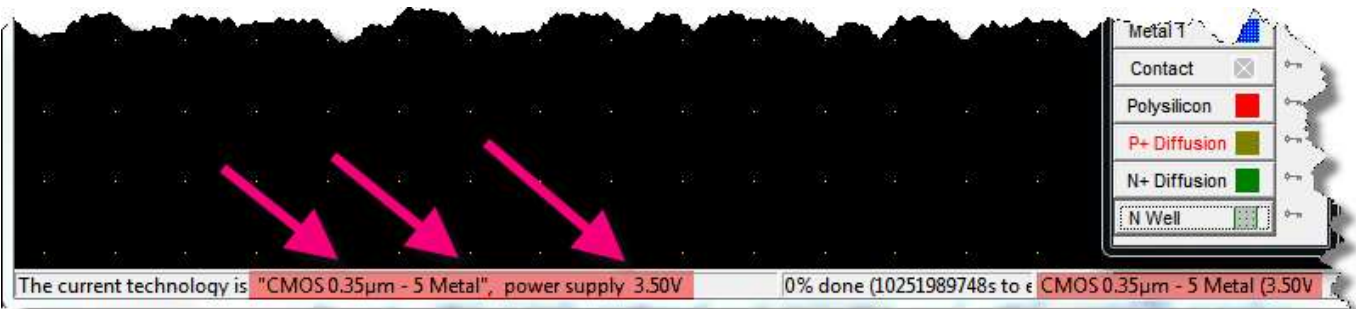
بعد از اجرای نرم افزار اولین کاری که باید انجام شود انتخاب نوع تکنولوژی می باشد برای این کار از منوی File بر روی گزینه select foundry کلیک کنید.

از پنجره ی باز شده می توانید تکنولوژی مورد نظر خود را انتخاب کنید.



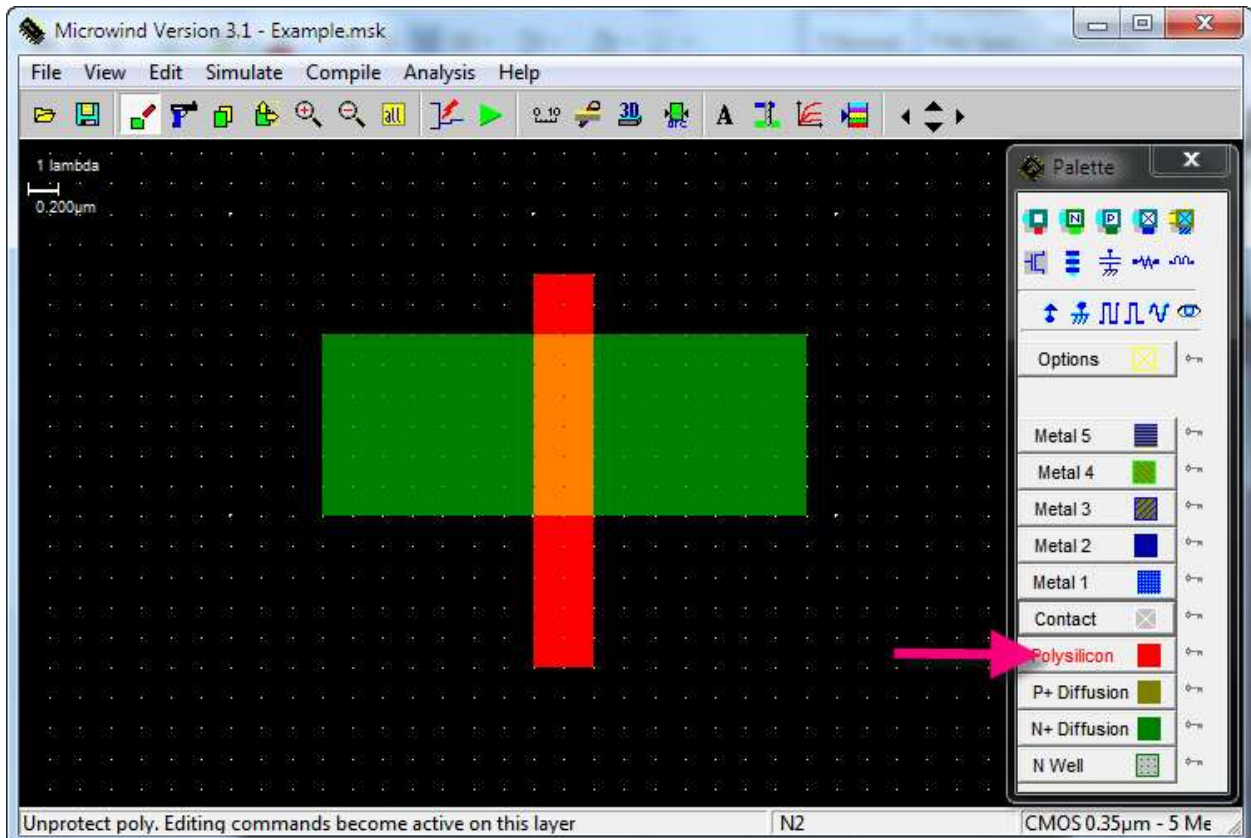
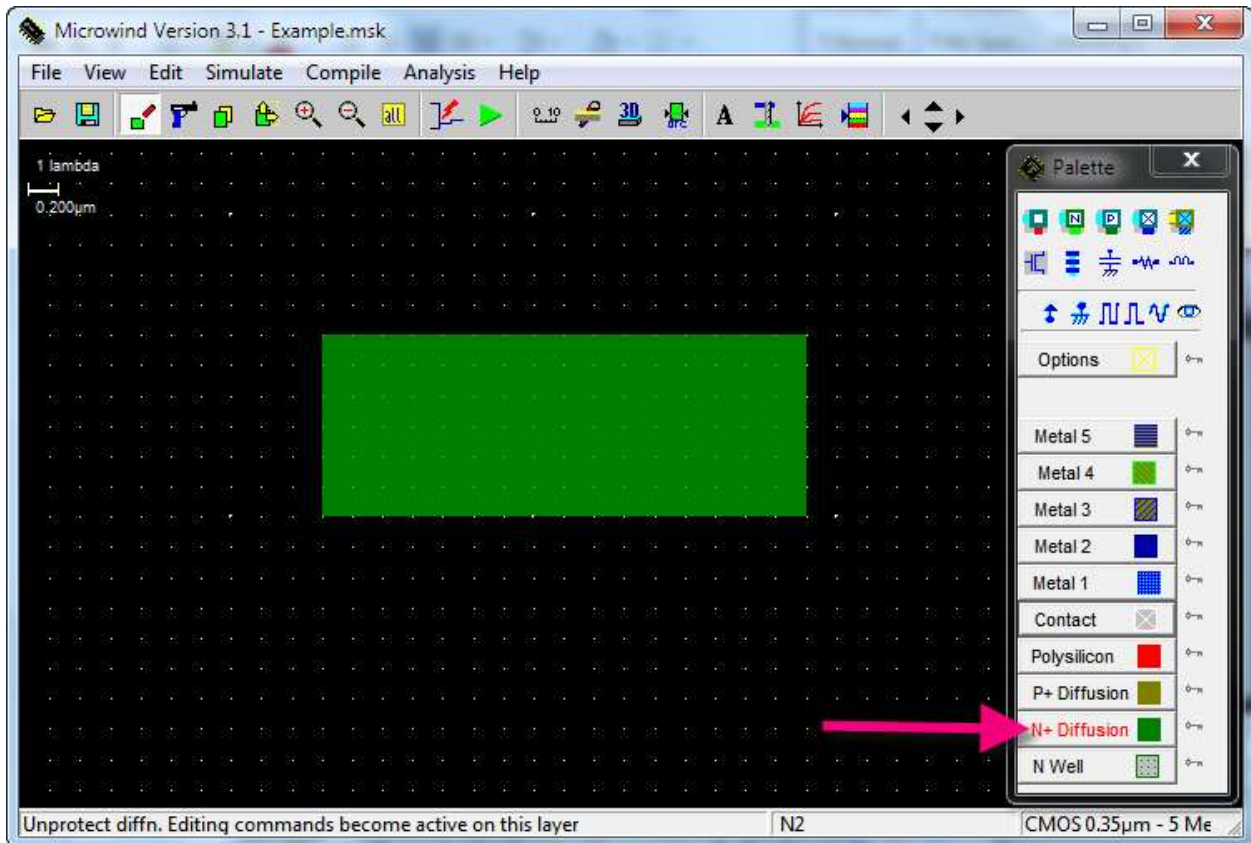


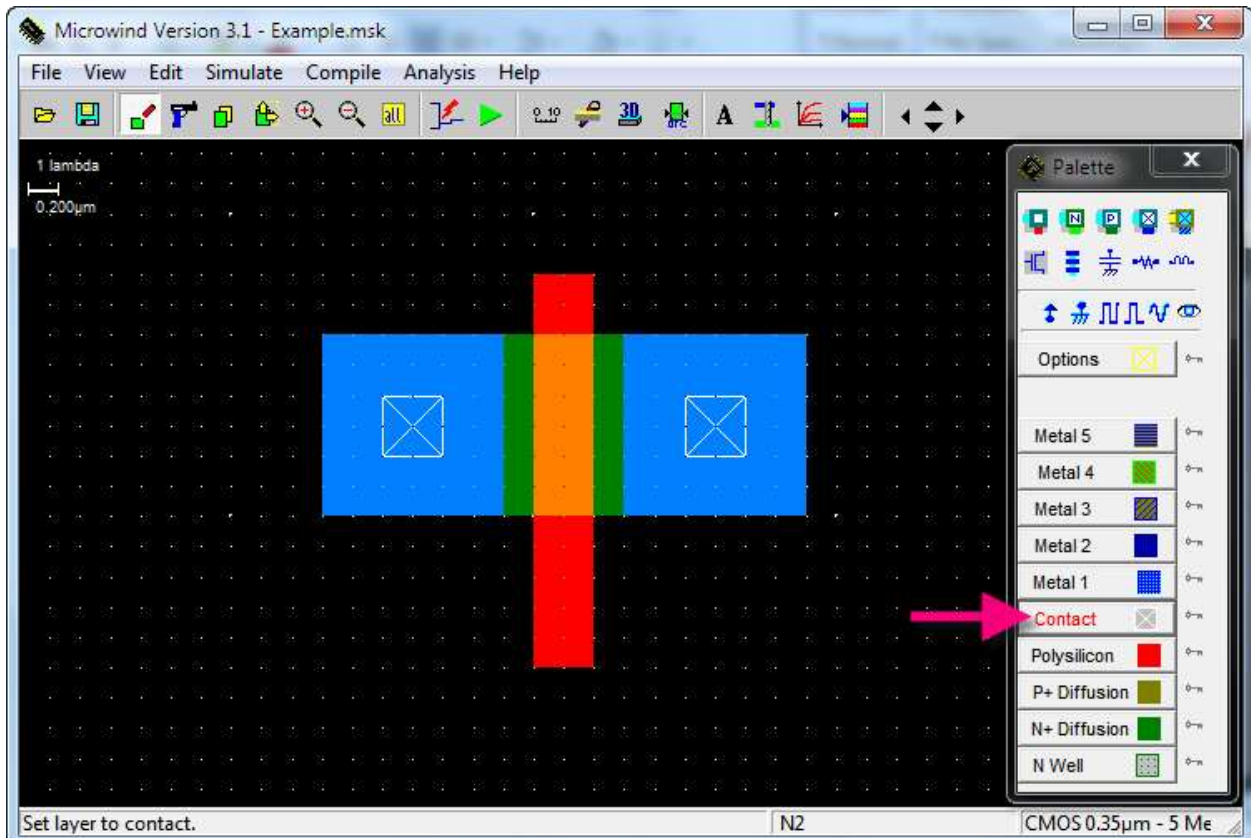
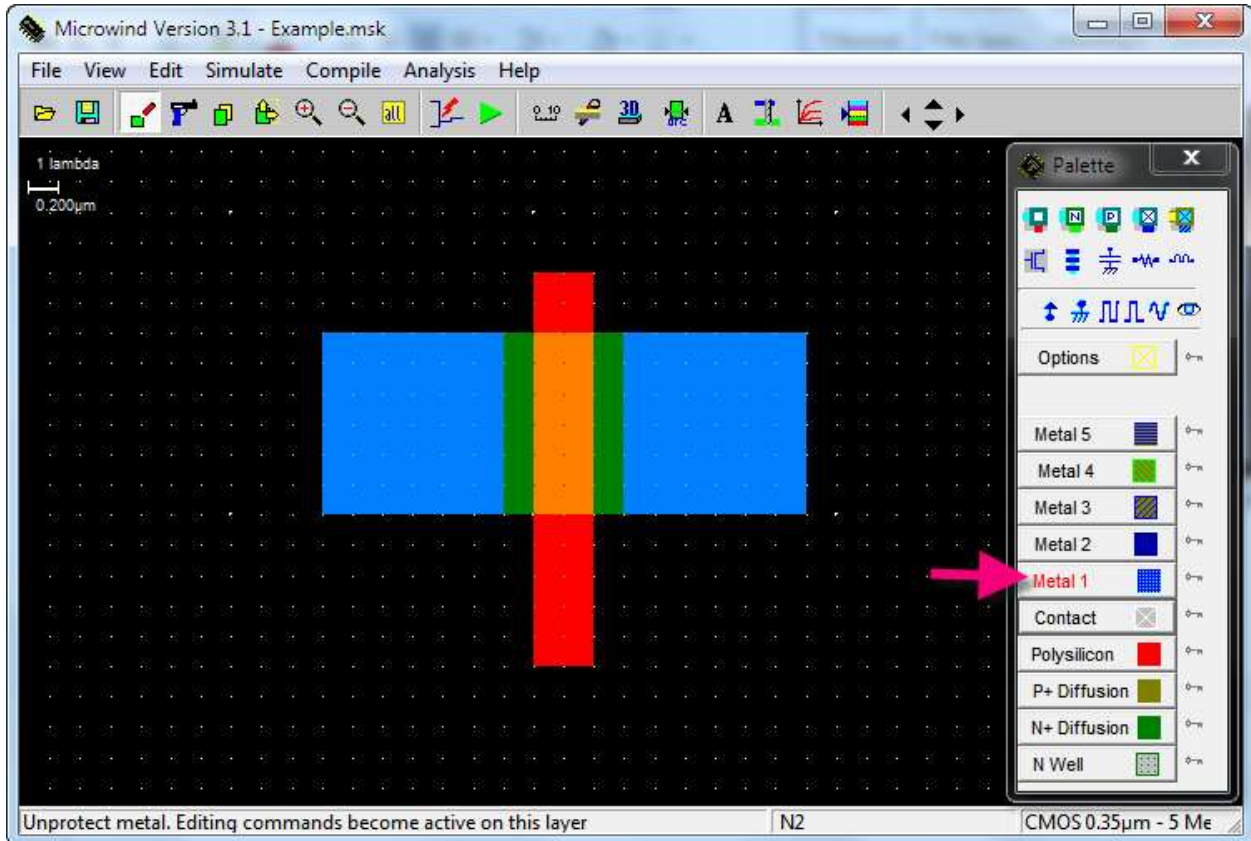
ما تکنولوژی 350 نانومتر را انتخاب کردیم، توجه داشته باشید که مشخصات تکنولوژی انتخابی پایین پنجره سمت راست مشخص می باشد.



حالا تصاویر زیر را مرحله به مرحله دنبال کنید.

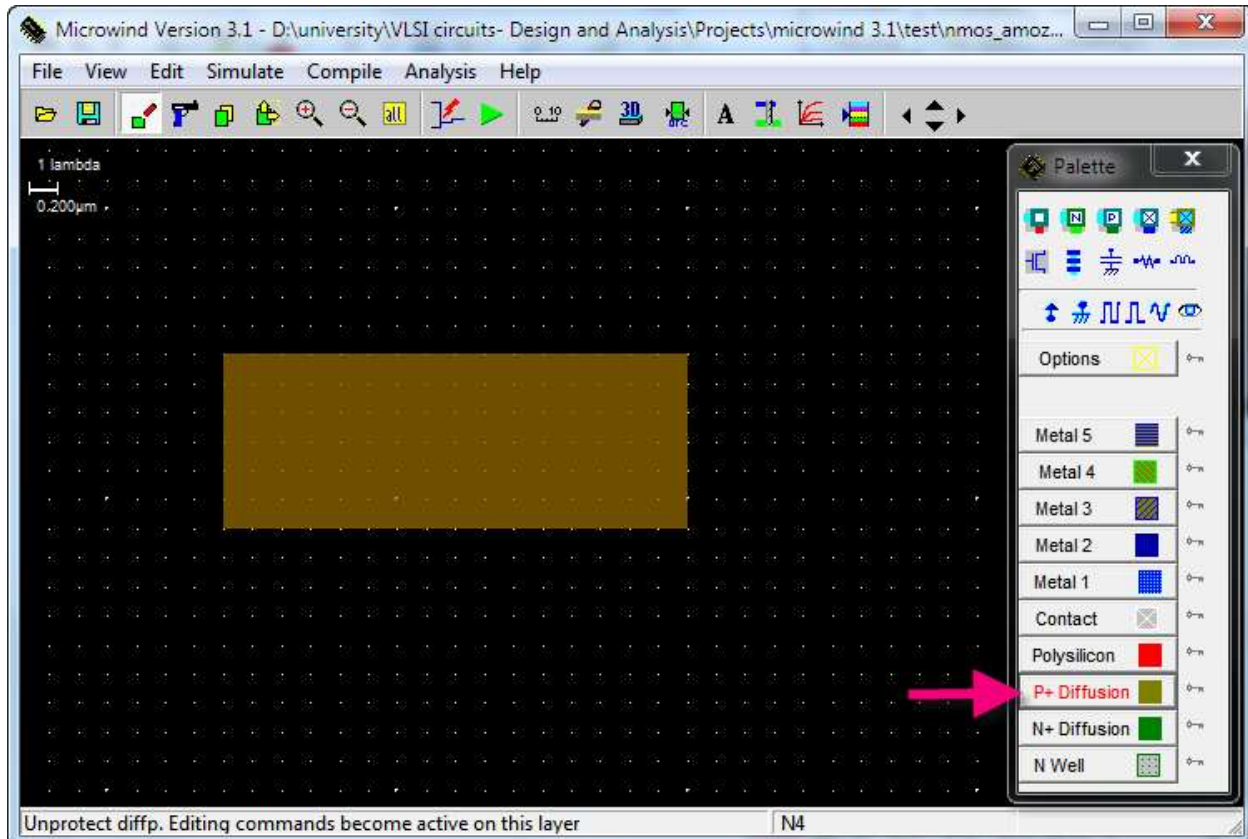






طراحی NMOS به پایان رسید بریم سراغ طراحی Pmos.

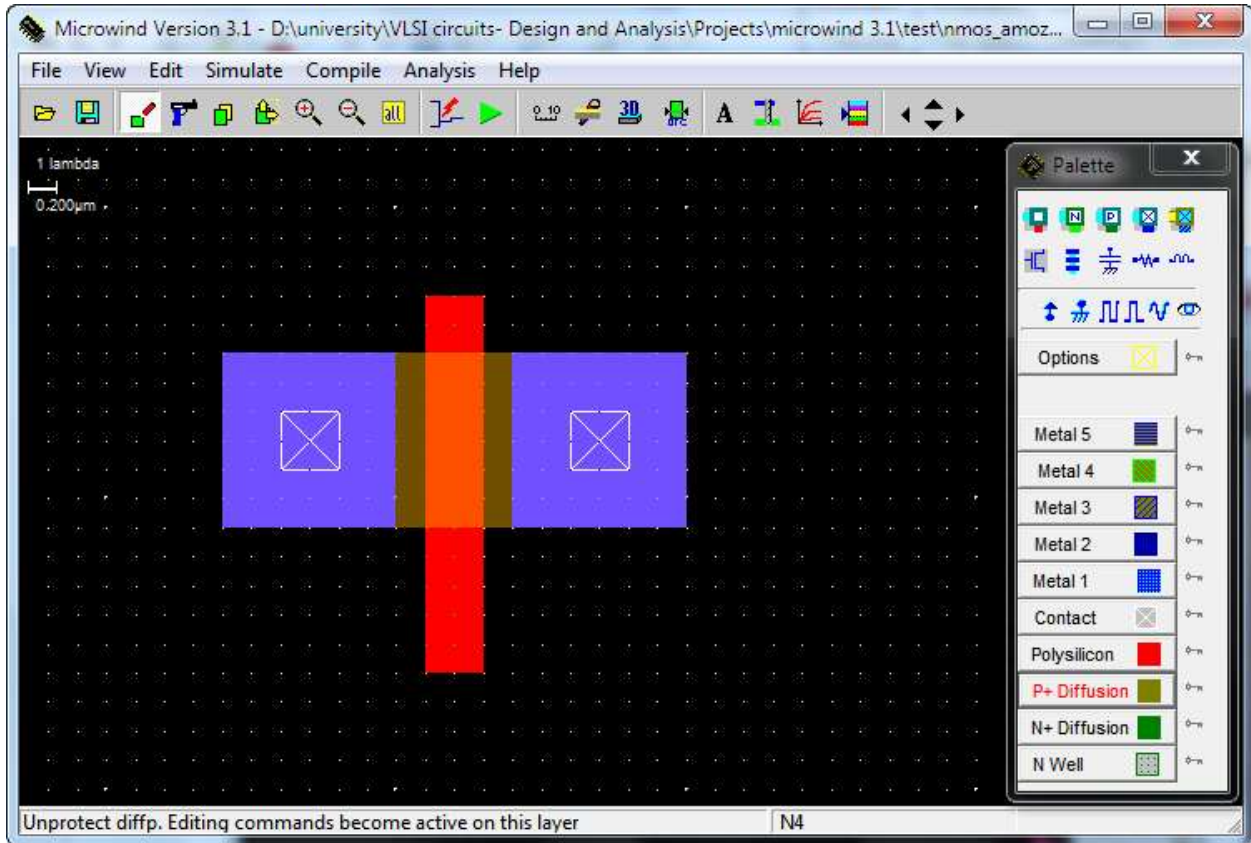
برای طراحی Pmos مراحل بالا را تکرار می کنیم با این تفاوت که به جای N+ Diff از P+Diff استفاده می کنیم.



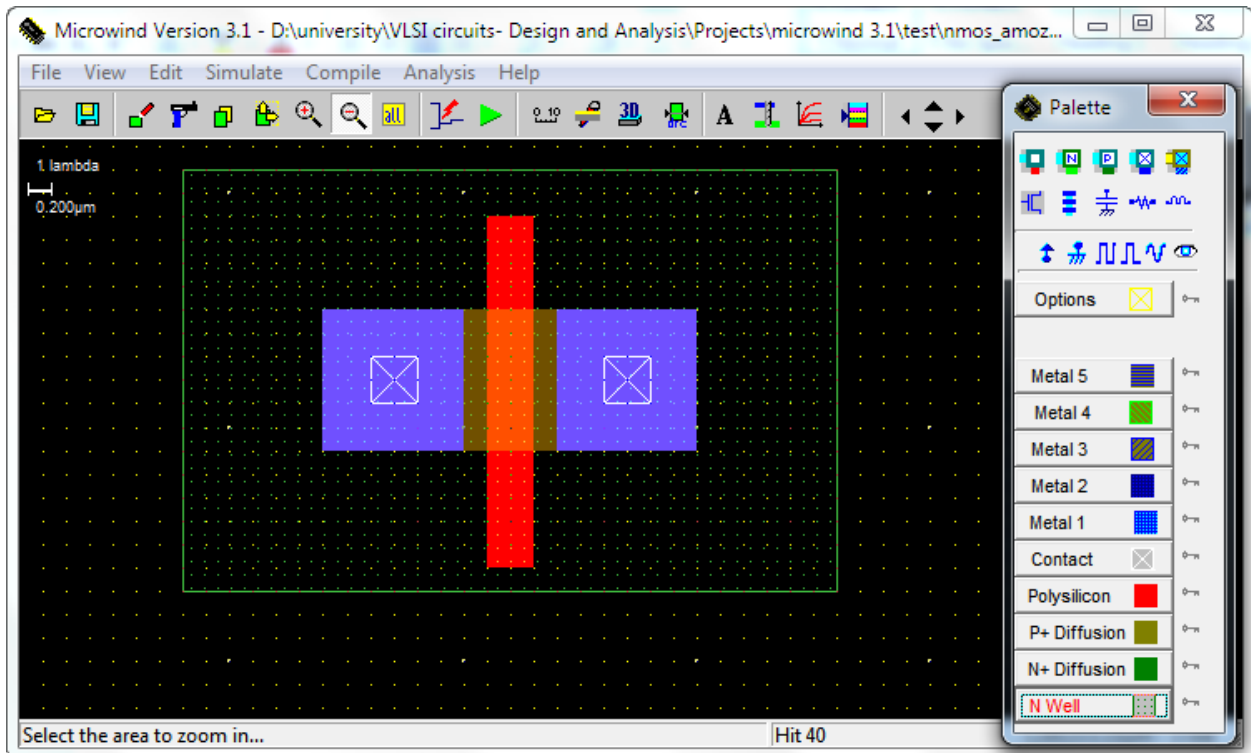
اما شکل زیر به تنهایی یک pmos نمی باشد و ما باید آن را در یک چاه از نوع N ایجاد می کردیم، پس ما باید ابتدا یک N-well ایجاد می کردیم سپس pmos مورد نظر را درون آن طراحی می نمودیم.

در تصویر بعدی اشکال فوق را اصلاح کردیم.

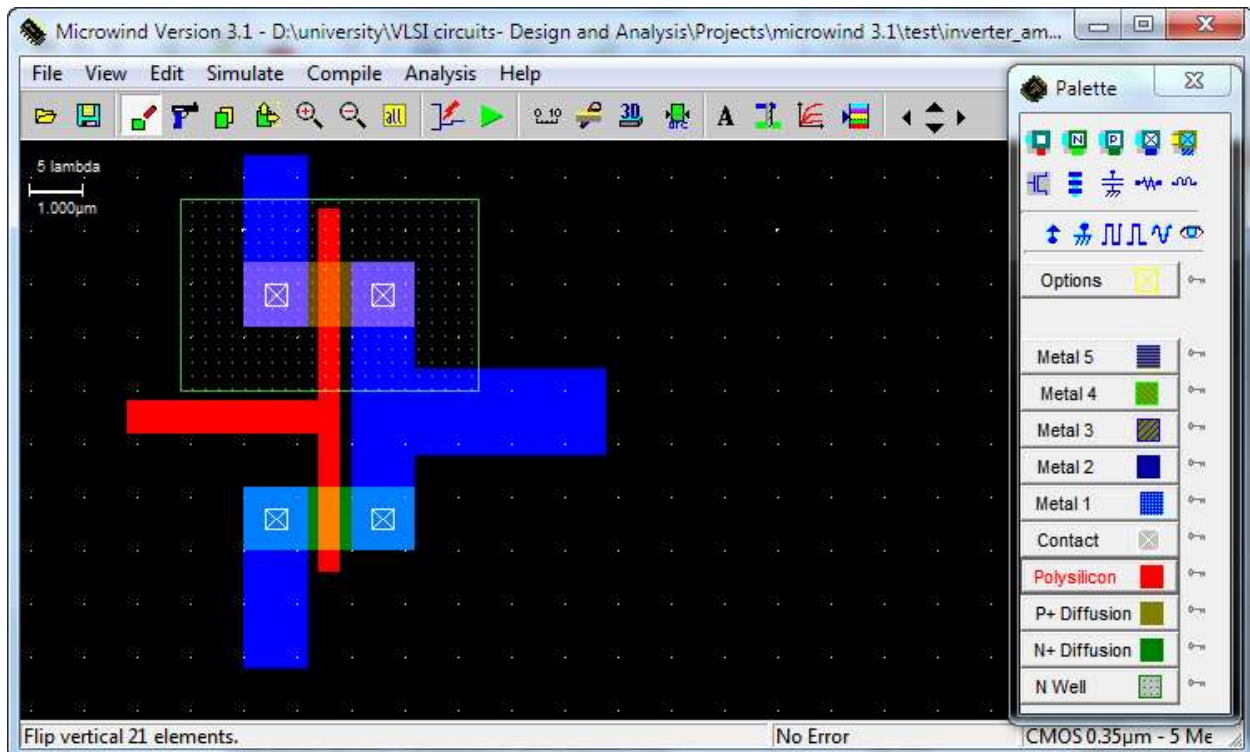
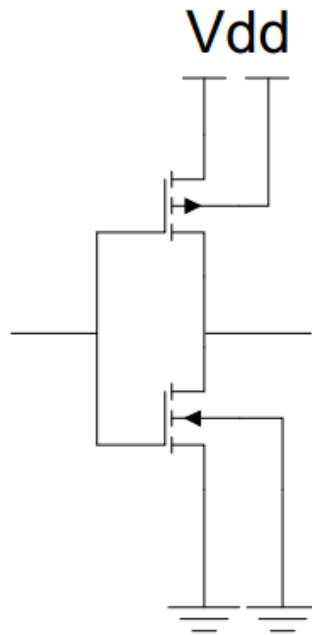




PMOS اصلاح شده



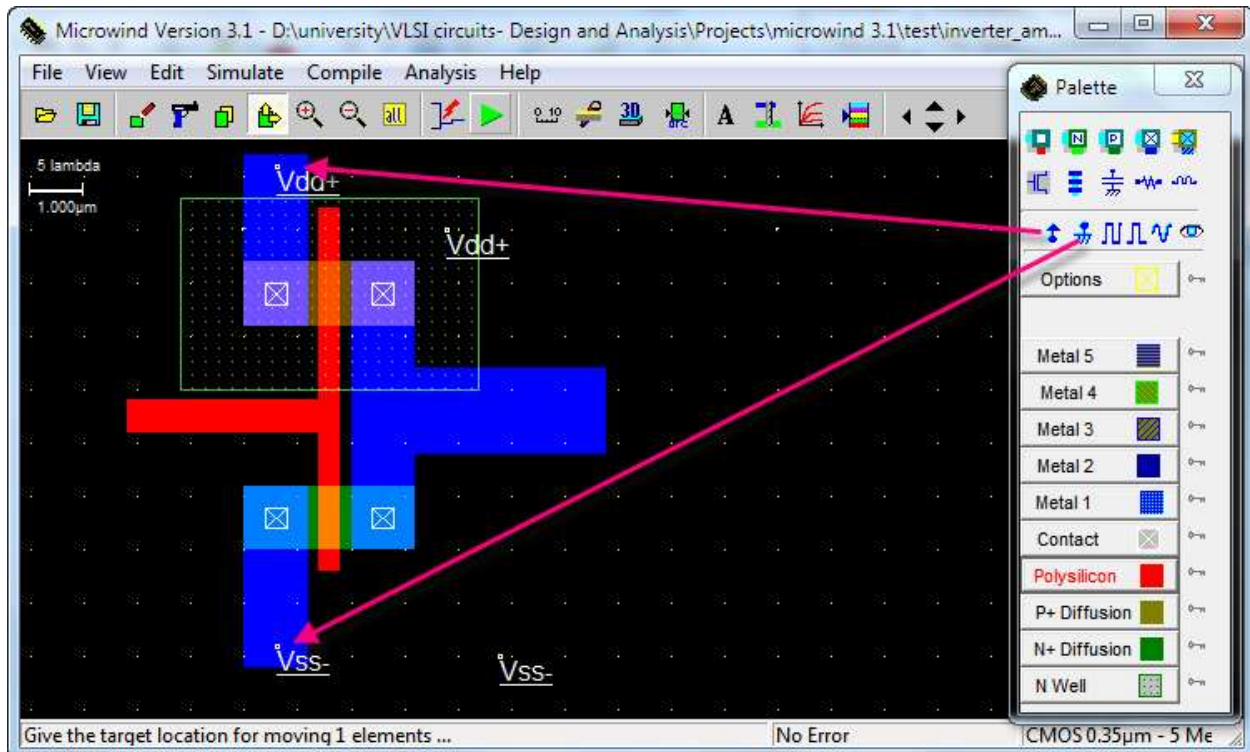
حال که ما دو نوع ترانزیستور را در اختیار داریم با اتصال آنها به یگ دیگر می توانیم یک اینورتر طراحی کنیم.



در این مرحله نوبت به شبیه سازی می رسد. قبل از شبیه سازی باید مشخص کنیم کجا ورودی مدار است و کجا خروجی، همچنین باید تغذیه مدار را هم وصل کنیم.

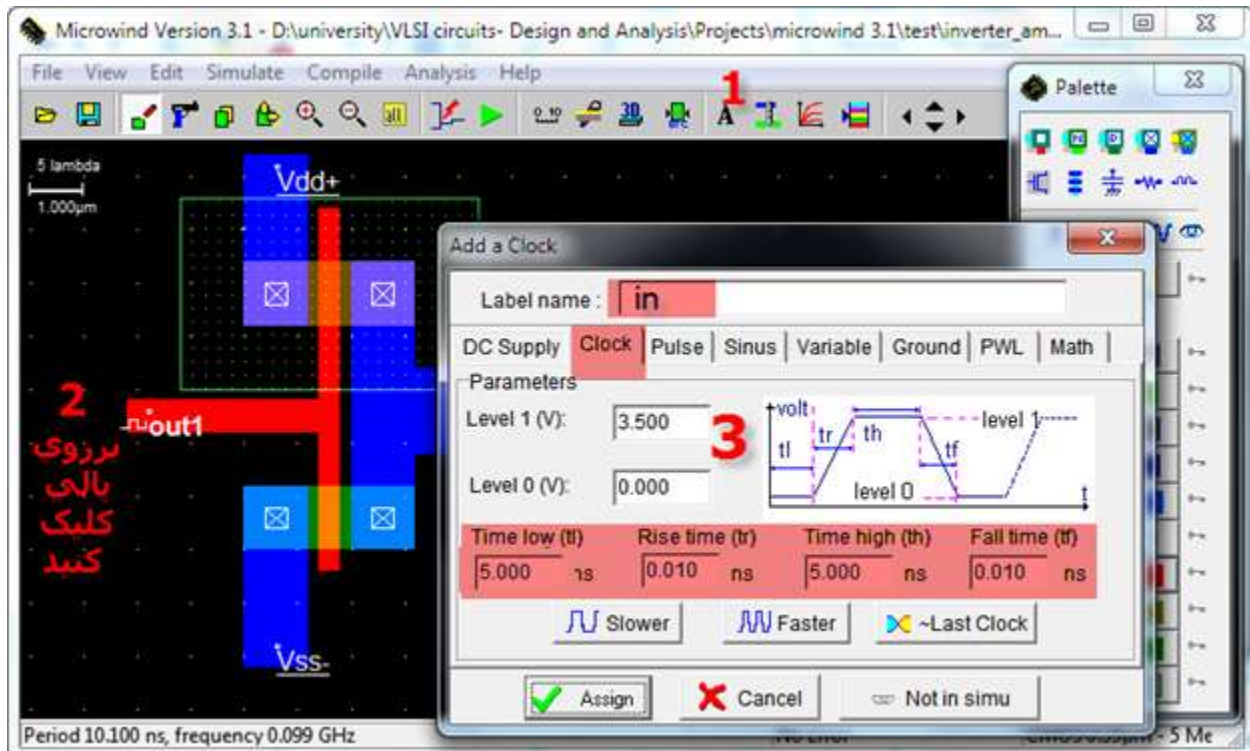


برای تغذیه می توانید از palette ، vdd و GND (Vss) رو انتخاب و در محل مورد نظر قرار دهید.

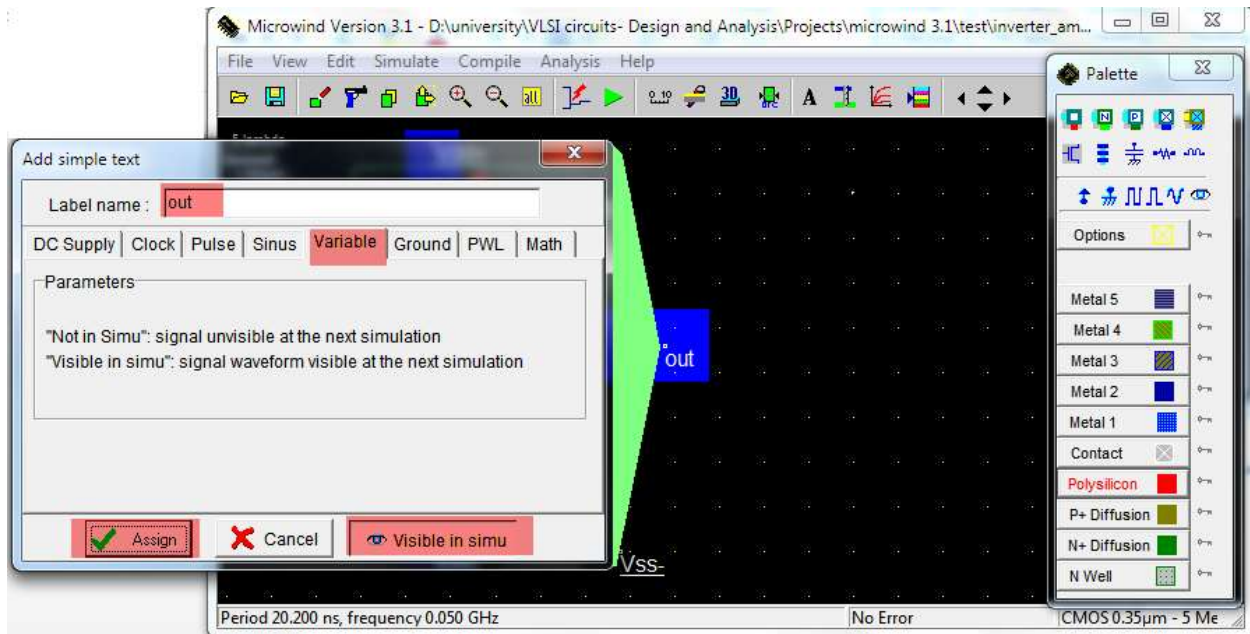


حواستون باشه چاه n رو هم به vdd وصل کنید و یک گراند هم در زمینه مشکی رنگ قرار دهید (اینها همون بالک ترانزیستورها هستند)


حال بر روی آیکون لیبل گذاری کلیک کنید و مانند شکل تنظیمات مورد نظر را انجام دهید.

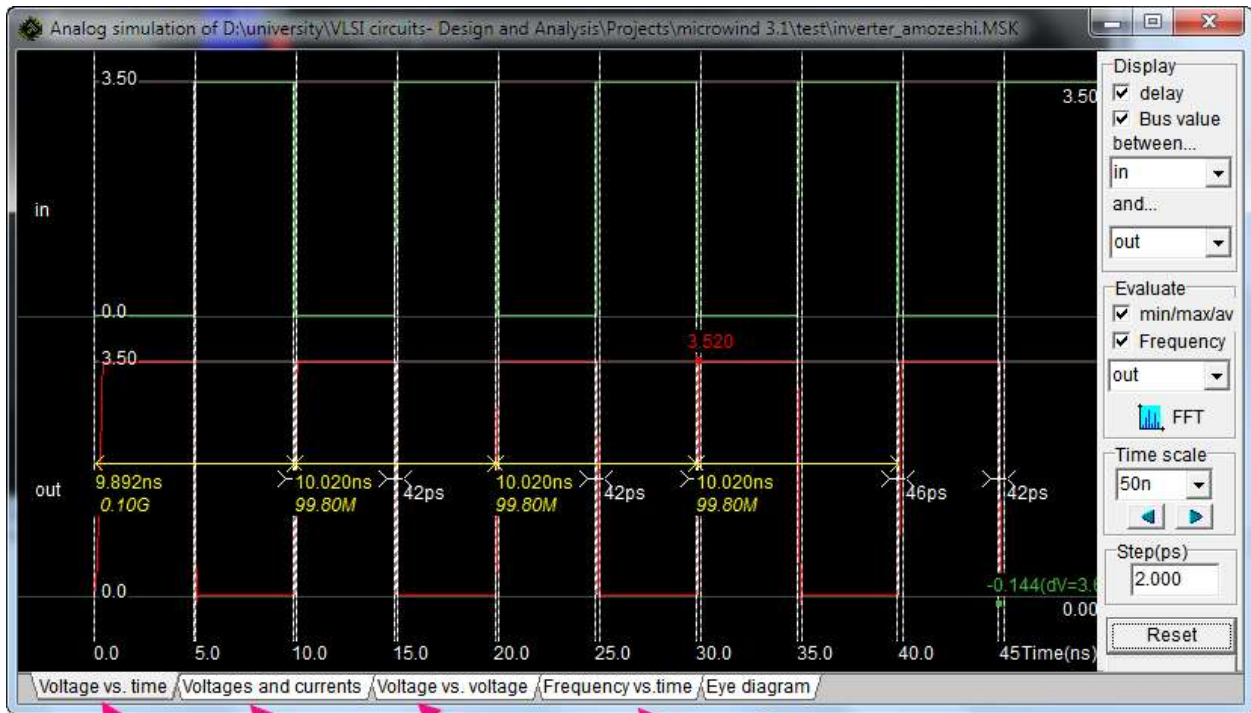


همین کار را برای خروجی هم انجام دهید. ولی این بار به عنوان variable

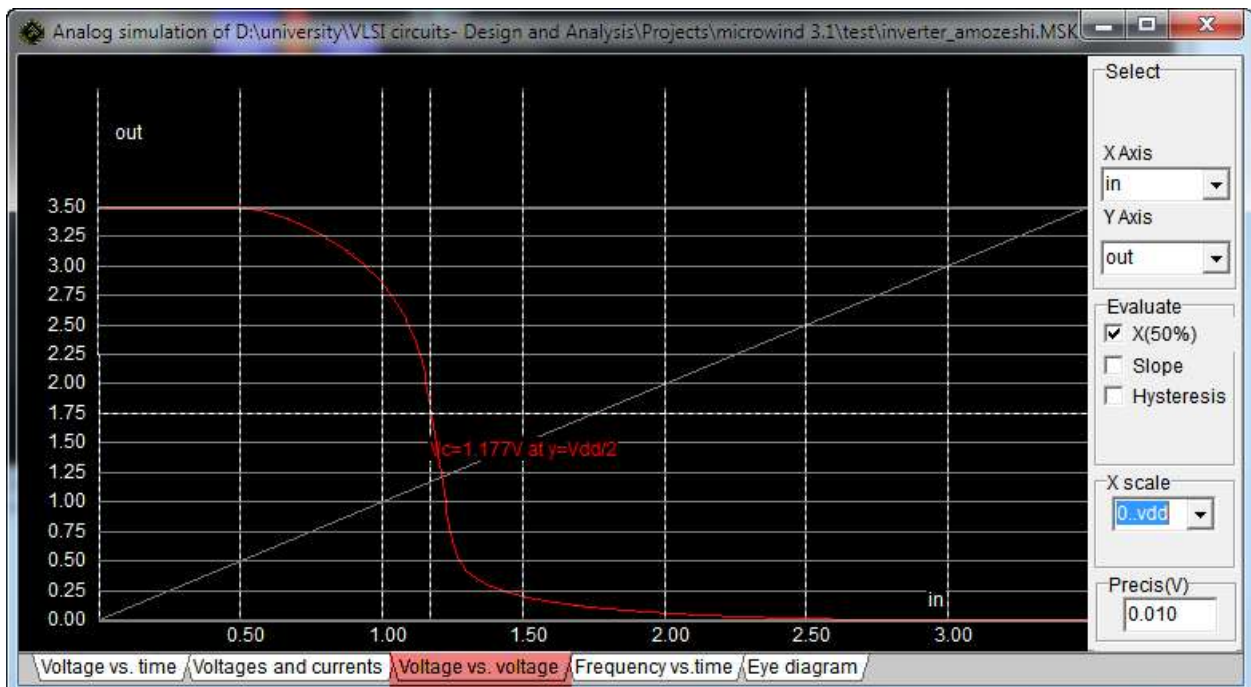


راستی قبلی رو یادم رفت در حالت visible in simu بزارم!!!! شما این کار رو حتما انجام دهید.

خوب دیگه وقتشه روی آیکن  کلیک کنید نتیجه می شه تصویر صفحه بعد.

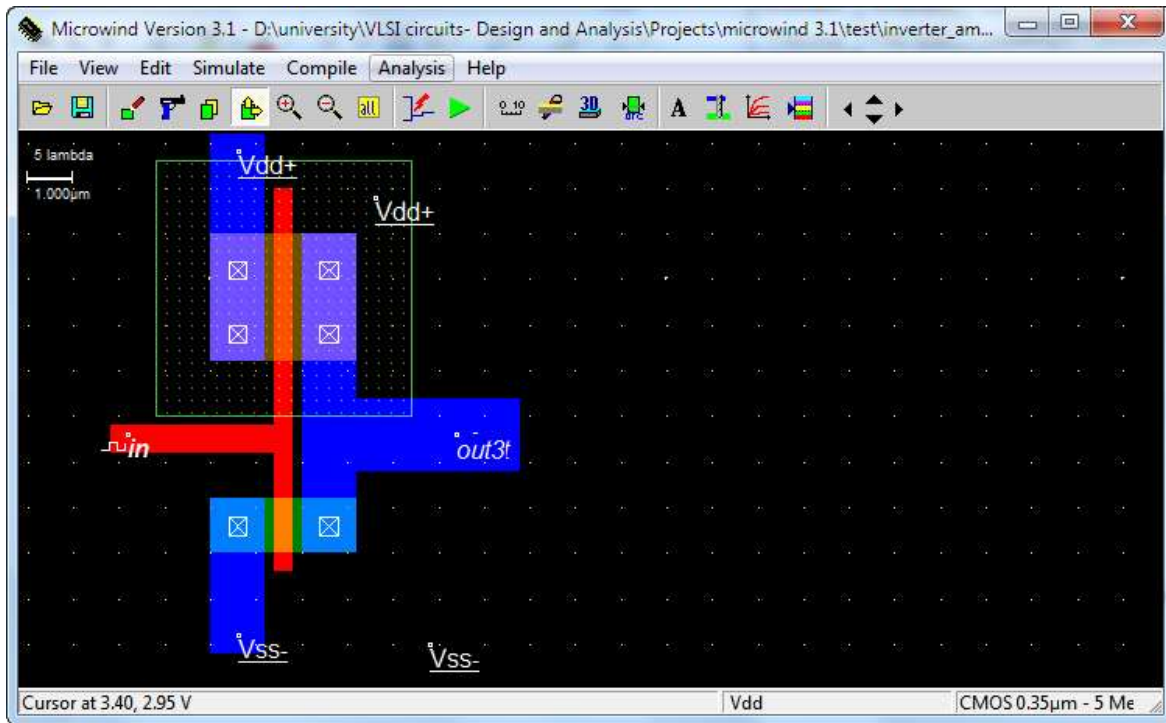


اگرچه سربرگ سوم مراجعه کنید می بینید که اینورتر طراحی شده متقارن نیست. برای متقارن کردن کافیست  $w$  ماسفت نوع  $p$  را دو و نیم برابر نوع  $N$  بگیریم.





یعنی اگر اینجوریش کنید:

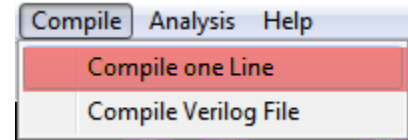
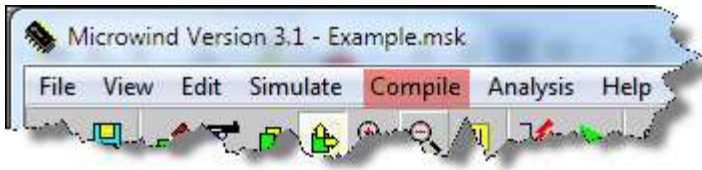


خروجی همیشه اینطوری:



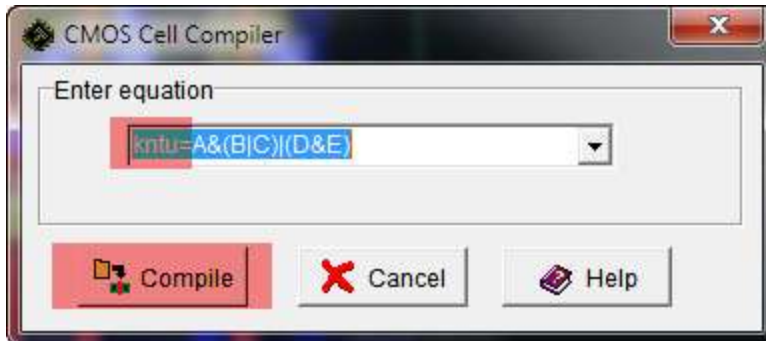
نکات تکمیلی:

عملکرد گزینه compile در منو :

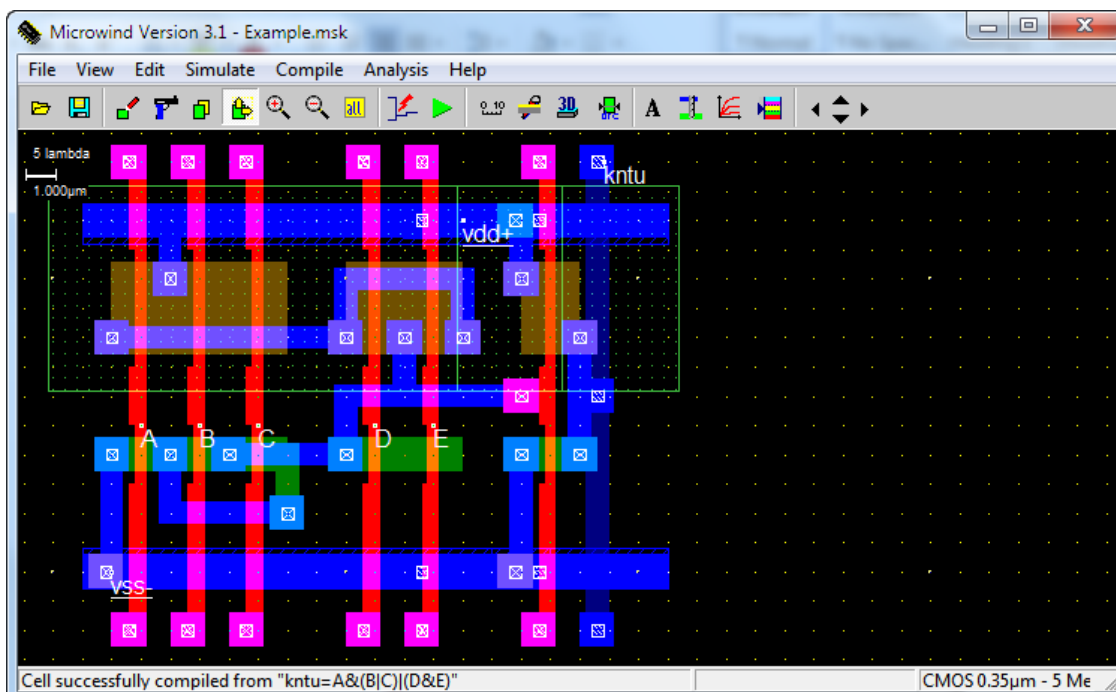


توضیح لازم نیست فقط به مثال خدمتون عرض می کنم.

فرض کنید میخواهید جبر بولی  $A \& (B|C) | (D \& E)$  را پیاده سازی کنید پیاده سازی دستی این تابع مطمئنا زمان زیادی نیاز دارد و لی می توانید به سادگی عبارت فوق را در کادر مربوطه به صورت زیر بنویسید و دکمه ی compile کلیک کنید تا نتیجه را در کسری از ثانیه ببینید.



فراموش نشود که عبارت فوق را باید برابر با یک متغیر قرار دهید وگرنه ...

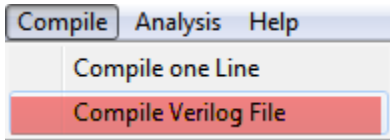


حاصل کلیک بر روی دکمه کامپایل

Cell successfully compiled from "kntu=A&(B|C)|(D&E)"

CMOS 0.35µm - 5 Me

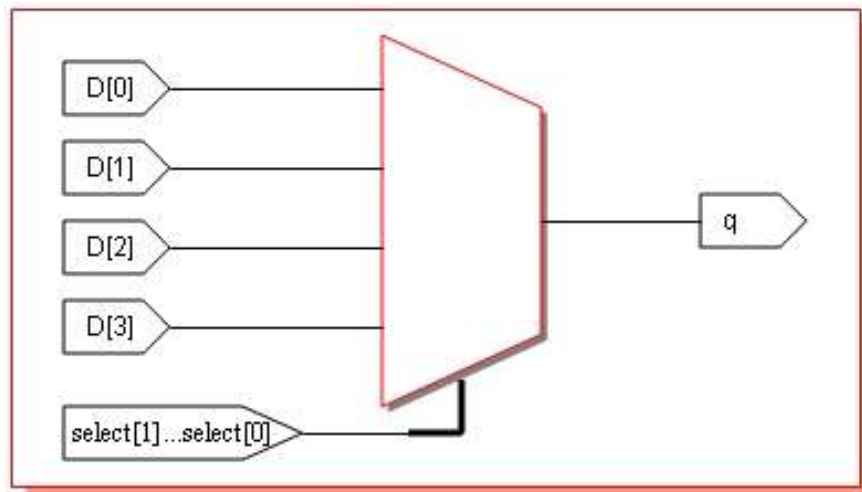




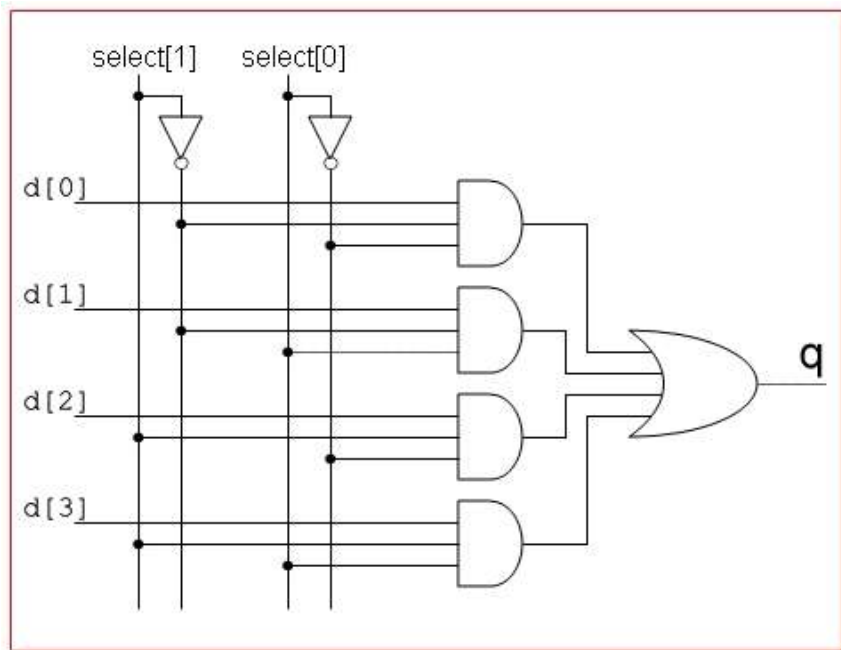
حالا جالب اینجاست، در زیر منو دوم از منوی compile یعنی این:

یعنی اگر شما مدار خود را بتوانید به زبان Verilog بنویسید یا فایل آن را از جایی بدست آورده باشید کافیست مسیر فایل مورد نظر را از این منو به خورد نرم افزار بدهید تا layout آن را آماده در اختیارتان قرار دهد.

به طور مثال فرض کنید ما میخواهیم یک مالتی پلکسر  $4 \times 1$  طراحی کنیم.



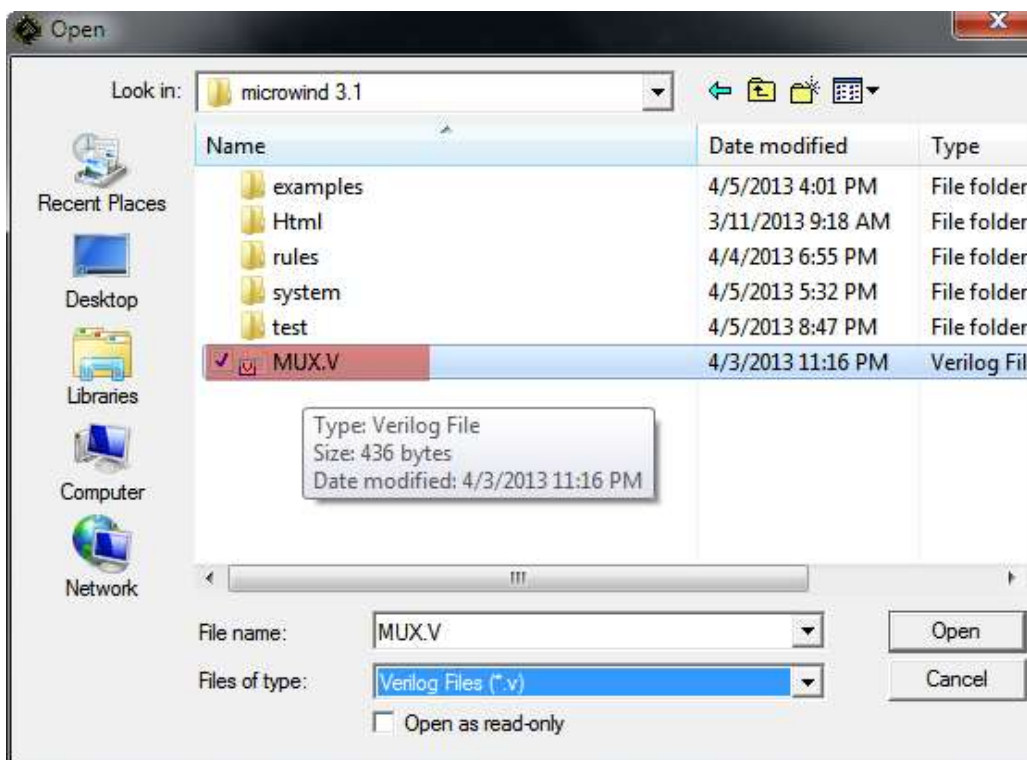
یعنی ما باید همچین چیزی رو با زبان verilog باید کد نویسی کنیم.



کد Verilog مدار بالا:

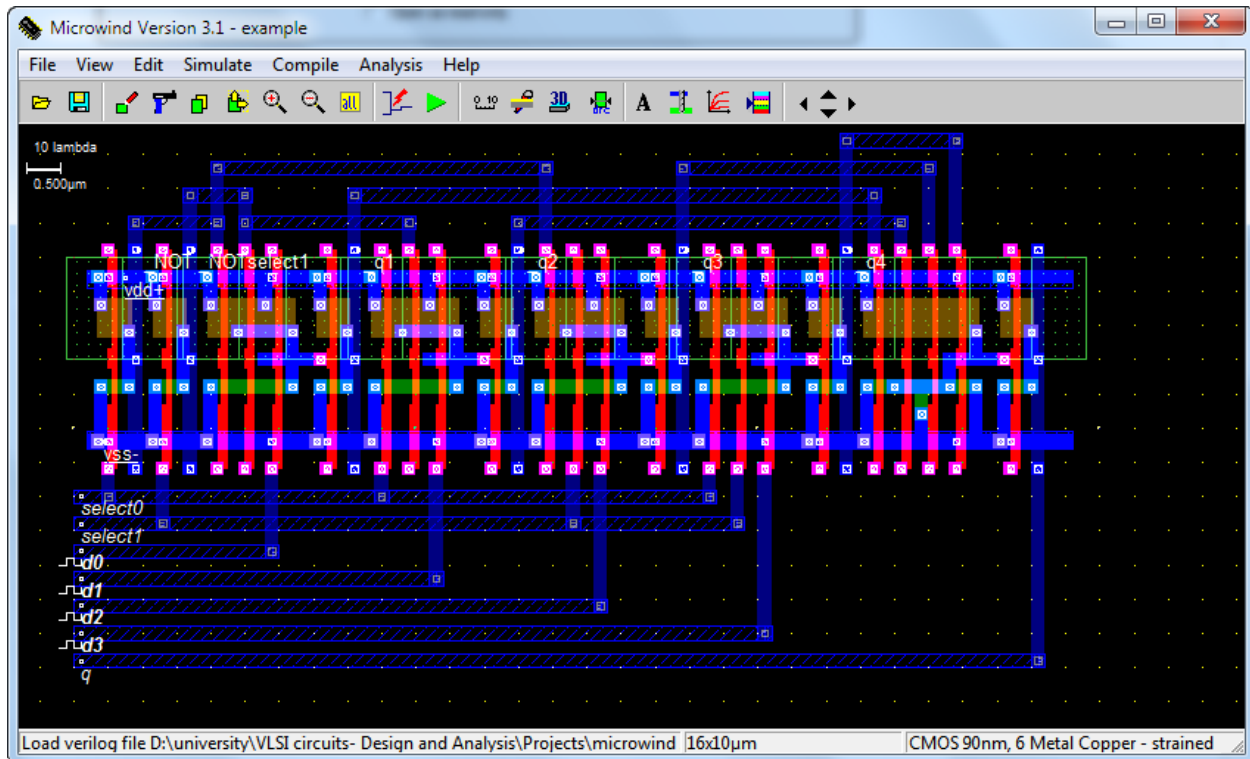
```


module mux ( select1, select0, d3, d2, d1, d0, q );
input select1, select0;
input d3, d2, d1, d0;
output q;
wire q1, q2, q3, q4, NOTselect0, NOTselect1;
not n1 (NOTselect0, select0);
not n2 (NOTselect1, select1);
and a1 (q1, NOTselect0, NOTselect1, d0);
and a2 (q2, select0, NOTselect1, d1);
and a3 (q3, NOTselect0, select1, d2);
and a4 (q4, select0, select1, d3);
or o1 (q, q1, q2, q3, q4);
endmodule
    
```

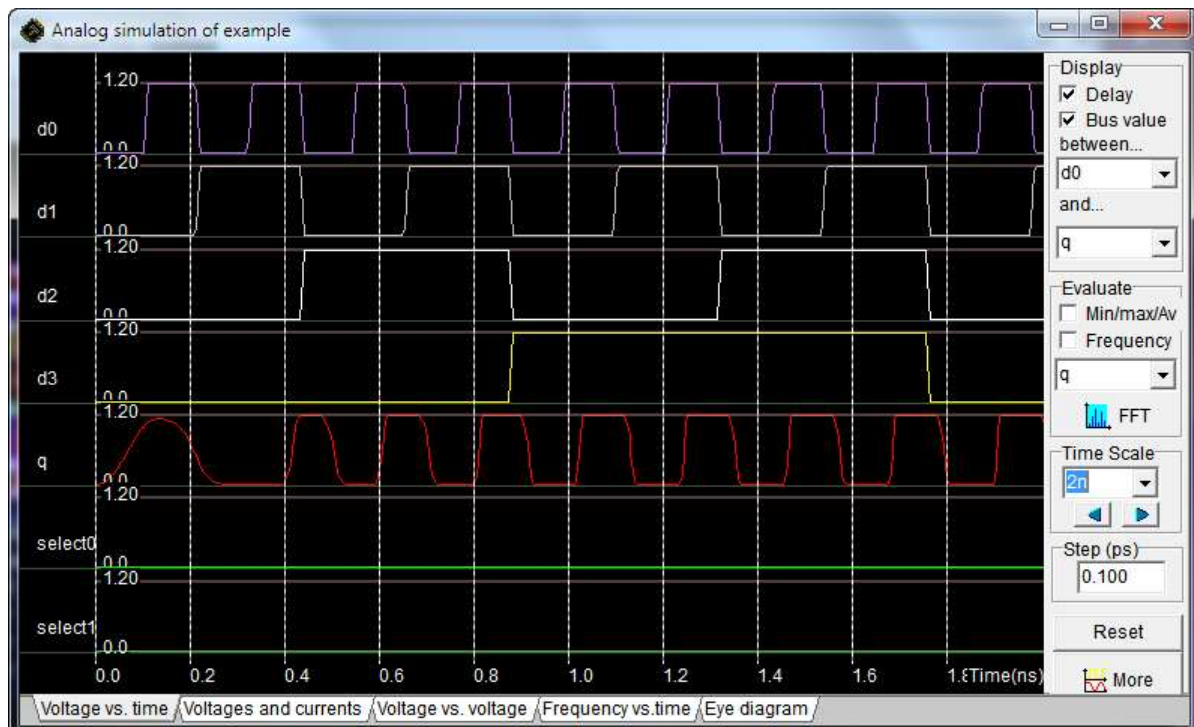


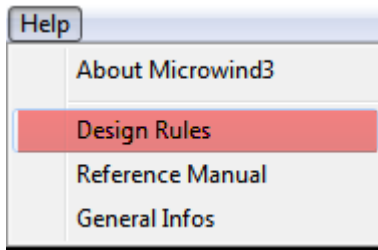
کد بالا را در یک فایل notepad کپی کنید و با پسوند .v (مثلا با نام MUX.V) و یا همان پسوند .txt ذخیره کنید. سپس از منو compile روی Verilog compile file کلیک کنید. و فایل مورد نظر را لود کنید.

حال بر روی گزینه ی compile کلیک کنید، کار تمام است back to edit را بزنید تا نتیجه را مشاهده کنید.



بر روی  کلیک کنید تا نتیجه سیمولینک را هم ببینید.





## Design Rules

از منو help گزینه Design Rules را انتخاب کنید.

Design rules for CMOS 90nm, 6 Metal Copper - strained SiGe - LowK

Design rules and electrical parameters

Layer	Width	Spacing	Surface	Surf capa	Lin capa	Ctk capa	Res	Unsalicid	Thickn	Height	Permitt
	lambda	lambda	lambda2	af/μm2	af/μm	af/μm	ohm	ohm	μm	μm	
nitride	0	0	0								
siOxNy	800	800	0								
metal6	8	8	100	30.00	35.00	45.00	0.03/sq	1.00/sq	1.60	6.20	3.10
via5	6	8	0				0.80/via		0.50	5.80	4.00
metal5	3	4	16	30.00	35.00	45.00	0.05/sq	1.00/sq	0.80	5.00	3.10
via4	2	4	0				0.80/via		0.50	3.95	4.00
metal4	3	4	16	25.00	25.00	40.00	0.15/sq	1.00/sq	0.35	3.60	3.10
via3	2	4	0				2.00/via		0.50	3.15	4.00
metal3	3	4	16	25.00	25.00	40.00	0.15/sq	1.00/sq	0.35	2.80	3.10
via2	2	4	0				2.00/via		0.50	2.35	4.00
metal2	3	4	16	25.00	25.00	40.00	0.15/sq	1.00/sq	0.35	2.00	3.10
via	2	4	0				1.00/via		0.50	1.55	4.00
metal	3	4	16	28.00	42.00	35.00	0.15/sq	1.00/sq	0.35	1.20	3.10
poly	2	3	16	80.00			4.00/sq	40.00/sq	0.20	0.01	4.00

OK Techno: CMOS 90nm, 6 Metal Copper - strained SiGe - LowK loaded from file "default.rul"

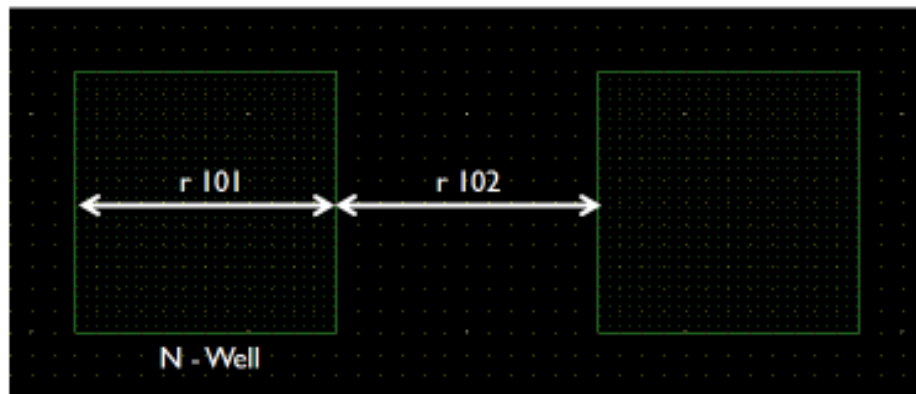
کلیه مواردی که در طراحی باید رعایت شود به طور خلاصه در این پنجره آورده شده است، برای درک بهتر موارد بالا در ادامه موارد پر کاربرد به صورت تصویری نمایش داده شده است.

# Design Rules

---

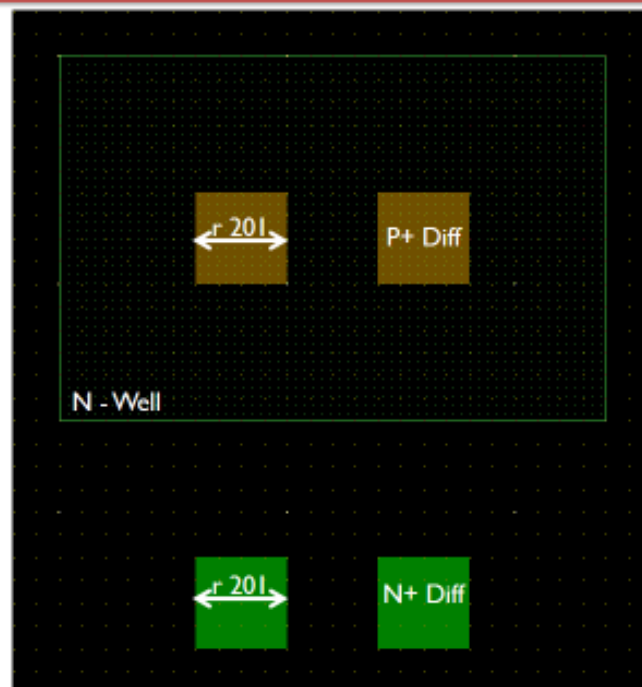
## N- Well

r101	Minimum width	$12\lambda$
r102	Between wells	$12\lambda$
r110	Minimum well Area	$144\lambda^2$



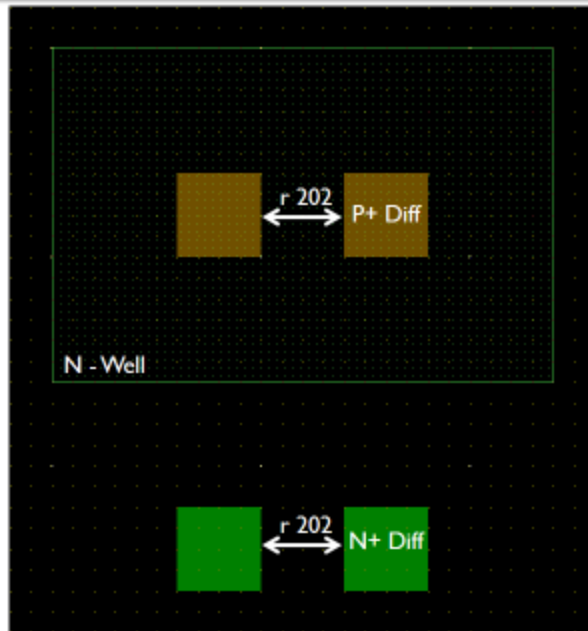

---

r201 Minimum N+ and P+ diffusion width  $4\lambda$

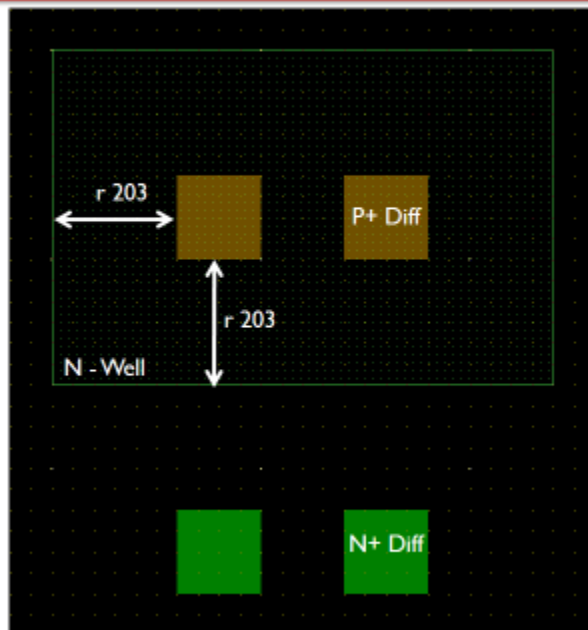




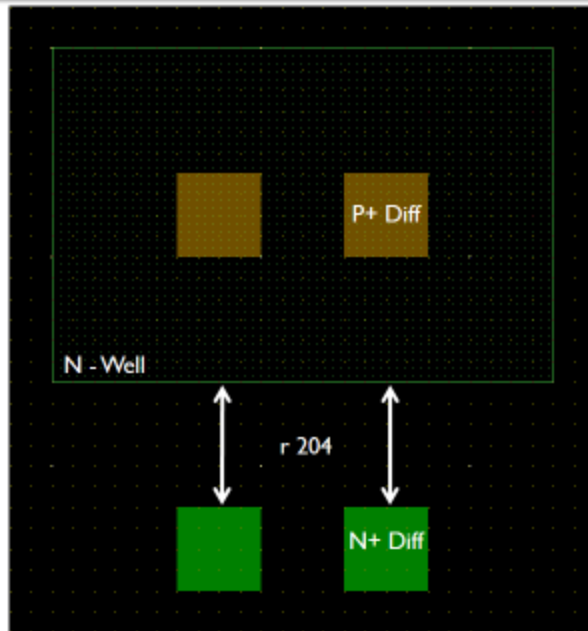
r202 Between two P+ and N+ diffusions  $4\lambda$



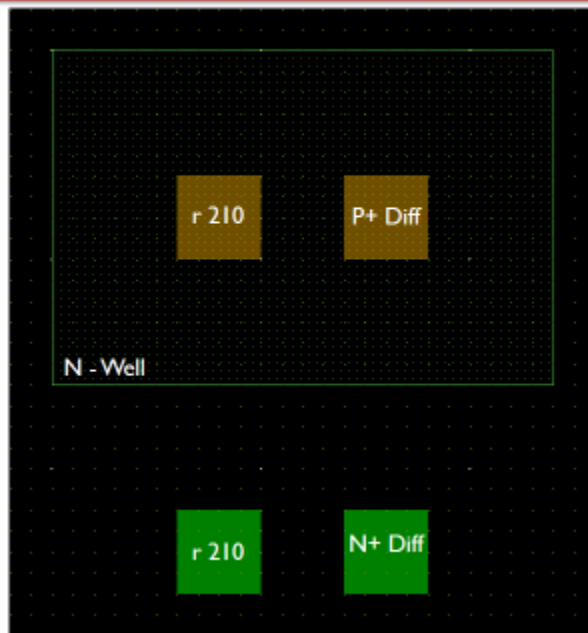
r203 Extra N-well after P+ diffusion  $6\lambda$



r204 Between N+ diffusion and n-well  $6\lambda$

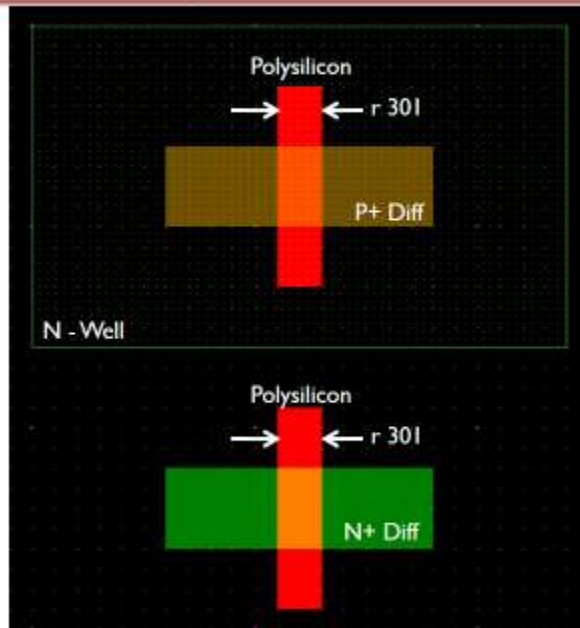


r210 Minimum diffusion area  $16\lambda^2$



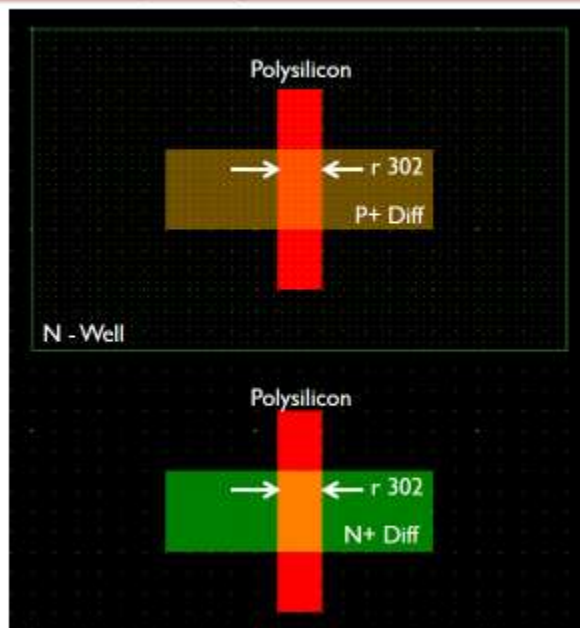
r301 Polysilicon Width

$2\lambda$

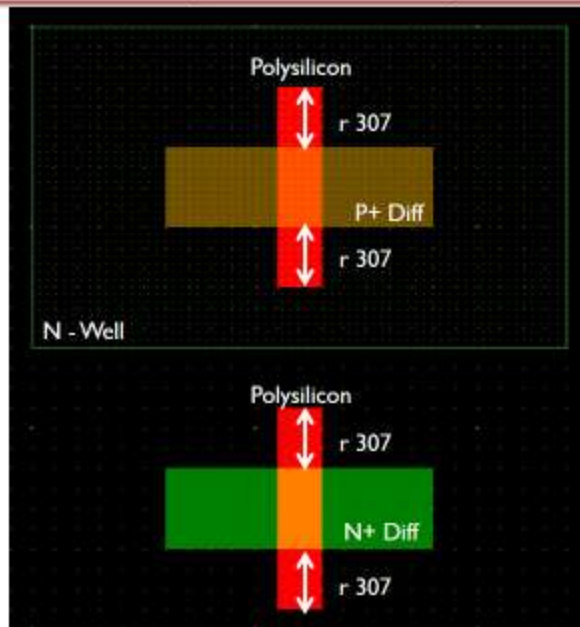


r302 Polysilicon gate on Diffusion

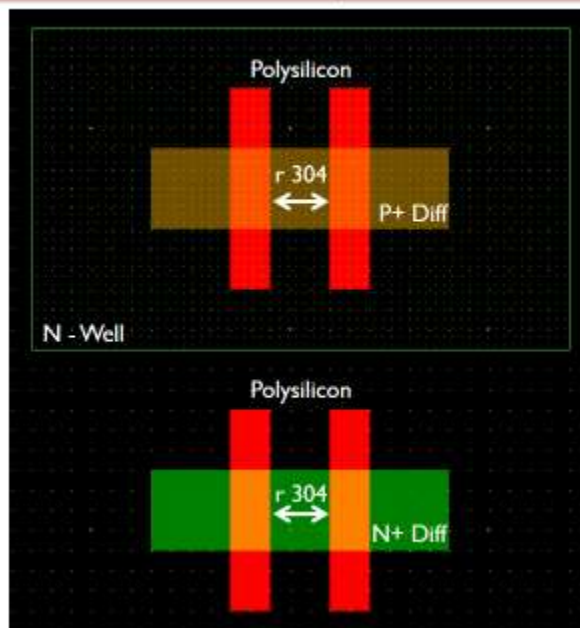
$2\lambda$



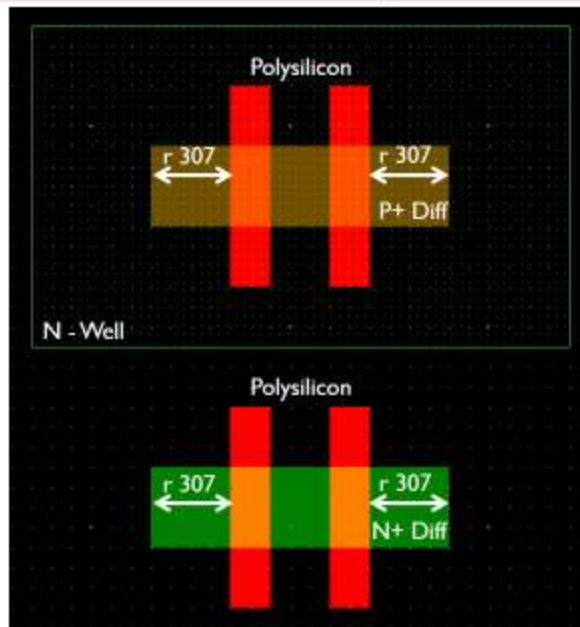
r307 Extra Polysilicon surrounding Diffusion  $3\lambda$



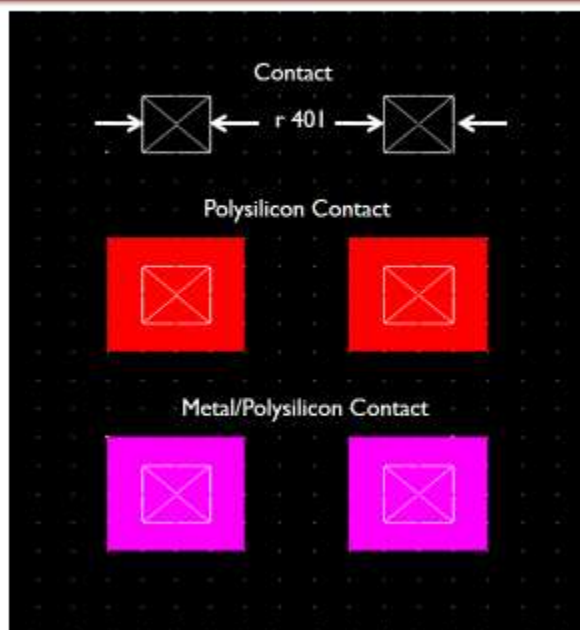
r304 Between two Polysilicon boxes  $3\lambda$



r307 Diffusion after Polysilicon  $4\lambda$

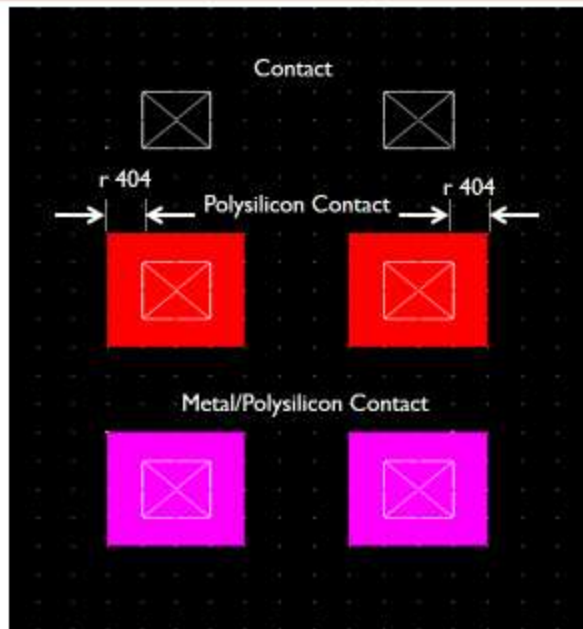


r401 Contact width  $2\lambda$

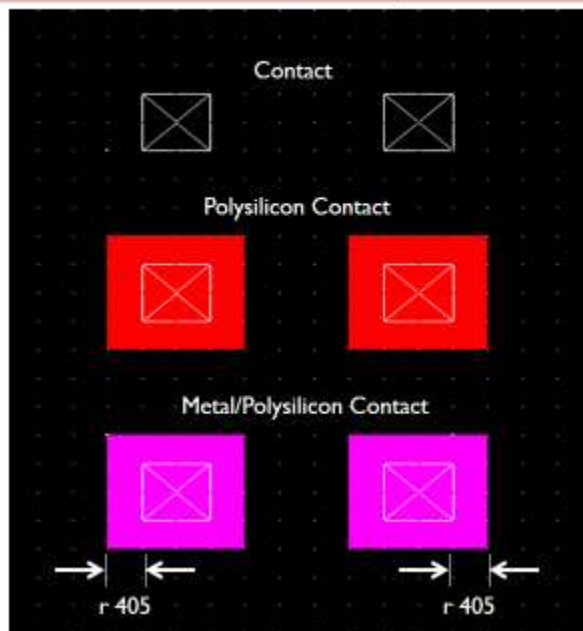




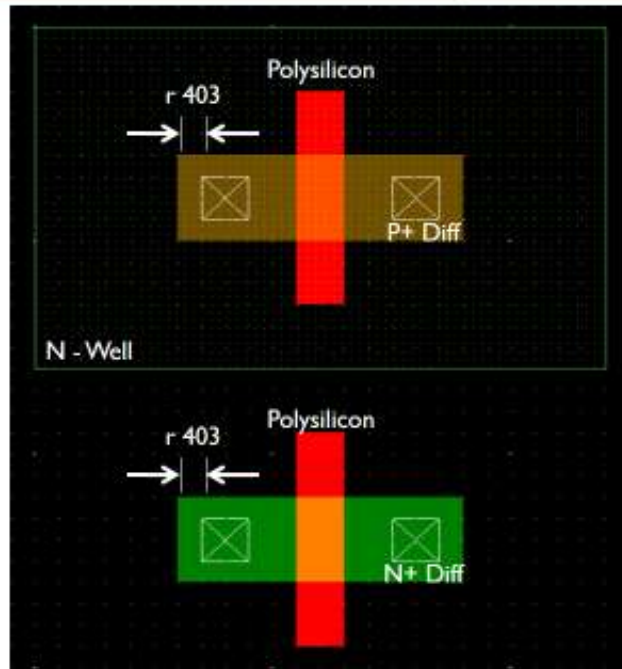
r404 Extra Poly surrounding contact  $1\lambda$



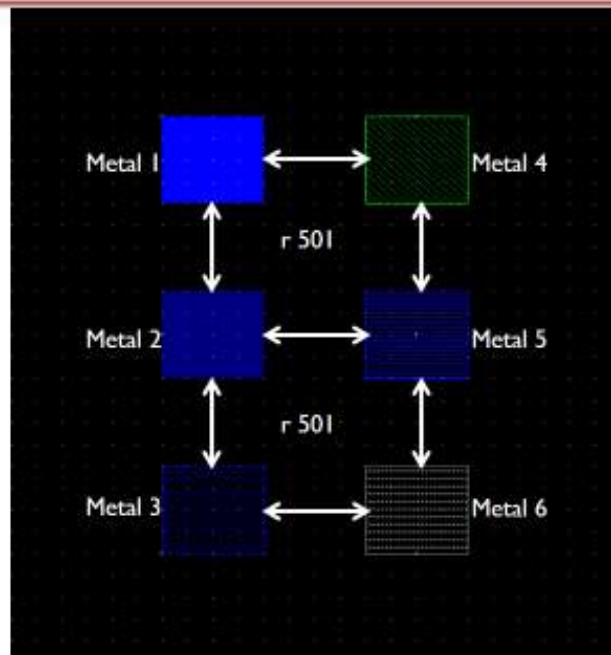
r405 Extra metal surrounding contact  $1\lambda$



r403 Extra diffusion surrounding contact  $1\lambda$



r501 Between two Metals  $4\lambda$



r510 Minimum Metal area  $16\lambda^2$

