

بسمه تعالی  
معاونت آموزش  
دفتر طرح و برنامه های درسی

## استاندارد آموزش شغل

# طراح مدارات نانوالکترونیکی آنالوگ

## گروه فناوری نانو

کد ملی آموزش شغل

۲۱۴۹-۹۵-۰۰۳-۱

تاریخ تدوین استاندارد: ۱۳۹۴/۲/۱۵



نظارت بر تدوین محتوا و تصویب: دفتر طرح و برنامه های درسی

کد ملی شناسایی آموزش شغل: ۱-۰۳-۹۵-۲۱۴۹

اعضاء کمیسیون تخصصی برنامه ریزی درسی رشته فناوری نانو:

علی موسوی

محمد رضا سیببانی

سید نورالدین موسوی

رامک فرح آبادی

لیلا فرهادی راد

بینا بهمنیار باروق

حوزه های حرفه ای و تخصصی همکار برای تدوین استاندارد آموزش شغل:

- اداره کل آموزش فنی و حرفه ای استان آذربایجان شرقی

- شرکت رایا نانو صنعت ارس

فرآیند اصلاح و بازنگری:

-

-

آدرس دفتر طرح و برنامه های درسی

تهران، خیابان آزادی، خیابان خوش شمالی، نبش خیابان نصرت، ساختمان شماره ۲، سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور، پلاک ۹۷

تلفن ۶۶۵۶۹۹۰۷ - ۶۶۹۴۴۱۲۰

دورنگار ۶۶۹۴۴۱۱۷

آدرس الکترونیکی: [Barnamehdarci@yahoo.com](mailto:Barnamehdarci@yahoo.com)



تهیه کنندگان استنادارده آموزش شغل  شایستگی

ردیف	نام و نام خانوادگی	آخرین مدرک تحصیلی	رشته تحصیلی	شغل و سمت	سابقه کار مرتبط	آدرس ، تلفن و ایمیل
۱	روزبه جعفری	کارشناسی ارشد	مهندسی نانو الکترونیک	مربی	۳ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۱۰۶۸۶۷۵ ایمیل : rzbhjafari@gmail.com
۲	فرشاد نبی زاده	کارشناسی ارشد	مهندسی میکرو الکترونیک	کارشناس مدعو	۳ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۳	امیر لطفی	کارشناسی ارشد	فیزیک حالت جامد	پژوهشگر	۴ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۱۰۱۶۲۹۹ ایمیل : amir.lotfi.k@gmail.com
۴	علی محمدی سفیدان	کارشناسی ارشد	مهندسی مکانیک	مربی	۲ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۷۳۷۰۷۱۶ ایمیل : ams.۱۳۶۷@yahoo.com آدرس :
۵	بیبا بهمنیار باروق	کارشناسی	مهندسی مواد	مسئول گروه برنامه ریزی درسی فناوری نانو	۹ سال	تلفن ثابت : ۰۲۱-۶۶۵۶۹۹۰۰ تلفن همراه : ایمیل : آدرس: دفتر طرح و برنامه های درسی



## **تعاریف :**

### **استاندارد شغل :**

مشخصات شایستگی ها و توانمندی های مورد نیاز برای عملکرد موثر در محیط کار را گویند در بعضی از موارد استاندارد حرفه ای نیز گفته می شود.

### **استاندارد آموزش :**

نقشه ی یادگیری برای رسیدن به شایستگی های موجود در استاندارد شغل .

### **نام یک شغل :**

به مجموعه ای از وظایف و توانمندی های خاص که از یک شخص در سطح مورد نظر انتظار می رود اطلاق می شود .

### **شرح شغل :**

بیانیه ای شامل مهم ترین عناصر یک شغل از قبیل جایگاه یا عنوان شغل ، کارها ارتباط شغل با مشاغل دیگر در یک حوزه شغلی ، مسئولیت ها ، شرایط کاری و استاندارد عملکرد مورد نیاز شغل .

### **طول دوره آموزش :**

حداقل زمان و جلسات مورد نیاز برای رسیدن به یک استاندارد آموزشی .

### **ویژگی کارآموز ورودی :**

حداقل شایستگی ها و توانایی هایی که از یک کارآموز در هنگام ورود به دوره آموزش انتظار می رود .

### **کارورزی:**

کارورزی صرفاً در مشاغلی است که بعد از آموزش نظری یا همگام با آن آموزش عملی به صورت محدود یا با ماکت صورت می گیرد و ضرورت دارد که در آن مشاغل خاص محیط واقعی برای مدتی تعریف شده تجربه شود.(مانند آموزش یک شایستگی که فرد در محل آموزش به صورت تئوریک با استفاده از عکس می آموزد و ضرورت دارد مدتی در یک مکان واقعی آموزش عملی ببیند و شامل بسیاری از مشاغل نمی گردد).

### **ارزشیابی :**

فرآیند جمع آوری شواهد و قضاوت در مورد آنکه یک شایستگی بدست آمده است یا خیر ، که شامل سه بخش عملی ، کتبی عملی و اخلاق حرفه ای خواهد بود .

### **صلاحیت حرفه ای مربیان :**

حداقل توانمندی های آموزشی و حرفه ای که از مربیان دوره آموزش استاندارد انتظار می رود .

### **شایستگی :**

توانایی انجام کار در محیط ها و شرایط گوناگون به طور موثر و کارا برابر استاندارد .

### **دانش :**

حداقل مجموعه ای از معلومات نظری و توانمندی های ذهنی لازم برای رسیدن به یک شایستگی یا توانایی که می تواند شامل علوم پایه (ریاضی ، فیزیک ، شیمی ، زیست شناسی)، تکنولوژی و زبان فنی باشد .

### **مهارت :**

حداقل هماهنگی بین ذهن و جسم برای رسیدن به یک توانمندی یا شایستگی . معمولاً به مهارت های عملی ارجاع می شود .

### **نگرش :**

مجموعه ای از رفتارهای عاطفی که برای شایستگی در یک کار مورد نیاز است و شامل مهارت های غیر فنی و اخلاق حرفه ای می باشد .

### **ایمنی :**

مواردی است که عدم یا انجام ندادن صحیح آن موجب بروز حوادث و خطرات در محیط کار می شود .

### **توجهات زیست محیطی :**

ملاحظات است که در هر شغل باید رعایت و عمل شود که کمترین آسیب به محیط زیست وارد گردد.



<b>نام استاندارد آموزش شغل:</b>	
<b>طراح مدارات نانوالکترونیکی آنالوگ</b>	
<b>شرح استاندارد آموزش شغل:</b>	
طراح مدارات نانوالکترونیکی آنالوگ از مشاغل حوزه فناوری نانو بوده و شایستگی‌هایی از قبیل طراحی و شبیه سازی مدار، طراحی Layout، شبیه سازی بعد از (Post-Layout) Layout، طرح ریزی پروسه ساخت و شبیه سازی و نظارت بر تست سیستم پس از ساخت را دارد.	
<b>ویژگی های کارآموز ورودی:</b>	
حداقل میزان تحصیلات : کارشناسی مهندسی الکترونیک، کامپیوتر گرایش سخت‌افزار و فیزیک حالت جامد حداقل توانایی جسمی و ذهنی : سلامت کامل جسمی و ذهنی مهارت های پیش نیاز : ندارد	
<b>طول دوره آموزش :</b>	
طول دوره آموزش	: ۱۲۰ ساعت
- زمان آموزش نظری	: ۳۵ ساعت
- زمان آموزش عملی	: ۸۵ ساعت
- زمان کارورزی	: - ساعت
- زمان پروژه	: - ساعت
<b>بودجه بندی ارزشیابی ( به درصد )</b>	
- کتبی :	۲۵%
- عملی :	۶۵%
- اخلاق حرفه ای :	۱۰%
<b>صلاحیت های حرفه ای مربیان :</b>	
- دارا بودن مدرک کارشناسی ارشد در رشته مهندسی نانوالکترونیک و الکترونیک با ۲ سال سابقه کار مرتبط	



\* تعریف دقیق استاندارد ( اصطلاحی ) :

مدارات نانوالکترونیک آنالوگ (Analog Nano Electronic Circuits) مدار های الکترونیکی آنالوگی هستند که در مقیاس نانو طراحی و ساخته شده و کاربردهای گسترده ای در تمامی زمینه های الکترونیک، مخابرات و صنعت دارند.

\* اصطلاح انگلیسی استاندارد ( و اصطلاحات مشابه جهانی ) :

- Analog Nano Electronic Circuit Designer

\* مهم ترین استانداردها و رشته های مرتبط با این استاندارد :

\* جایگاه استاندارد شغلی از جهت آسیب شناسی و سطح سختی کار :

- الف : جزو مشاغل عادی و کم آسیب  طبق سند و مرجع .....
- ب : جزو مشاغل نسبتاً سخت  طبق سند و مرجع .....
- ج : جزو مشاغل سخت و زیان آور  طبق سند و مرجع .....
- د : نیاز به استعلام از وزارت کار



## استاندارد آموزش شغل

- شایستگی‌ها

ردیف	عناوین
۱	طراحی مدار
۲	طراحی چیدمان (Layout)
۳	نظارت بر تست سیستم پس از ساخت



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : طراحی مدار
	جمع	عملی	نظری	
	۴۵	۳۰	۱۵	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه سیستم کامپیوتری وسایل کمک آموزشی کپسول آشنشانی جعبه کمک های اولیه وایت برد ماژیک وایت برد تخته پاک کن نوشت افزار برگه اتاق تمیز نرم افزارهای شبیه سازی				دانش : - مدار های آنالوگ - پروسه ساخت ترانزیستورها در مقیاس میکرو - مدارات آنالوگ در تکنولوژی ساخت ۹۰ نانومتری - مدارات آنالوگ در تکنولوژی ساخت ۶۵ نانومتری - مدارات آنالوگ در تکنولوژی ساخت ۴۵ نانومتری - مدارات آنالوگ در تکنولوژی ساخت ۳۲ نانومتری - مدارات آنالوگ در تکنولوژی ساخت ۲۲ نانومتری - مدارات آنالوگ در تکنولوژی ساخت زیر ۲۲ نانومتری - المان‌های مدارات نانو الکترونیکی (CNT- FinFET, GNR-FET, FET, Nanowire و ...) - فرایند ساخت ترانزیستور ها در مقیاس نانو - اصول طراحی مدارهای آنالوگ در مقیاس نانو - ماتریس کمی مقایسه مشخصات سیستم با نیاز مطرح شده - نرم افزارهای شبیه سازی (HSPICE , Cadence IC Design) - نحوه شبیه سازی مدار - مقاومت و خازن های افزوده شده به مدار توسط نرم افزار شبیه سازی اولیه مدار - اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی





استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : طراحی مداری
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				<b>مهارت :</b>
				- تشکیل ماتریس مقایسه
				- طراحی کلی مدار بصورت مازولار
				- طراحی بلوک‌های پایه
				- شبیه سازی نرم‌افزاری مدار
				- تصحیح خطاها و تکمیل
				- پر کردن ماتریس مقایسه با نتایج شبیه‌سازی
				<b>نگرش :</b>
	- طراحی بهینه مدار از نظر تعداد ادوات و توان مصرفی - توجه به سازگاری سیستم با محیط کاری آن - دقت در انجام کار - پیروی از دستورالعمل‌ها			
				<b>ایمنی و بهداشت :</b>
- رعایت اصول ارگونومی				
			<b>توجهات زیست محیطی :</b>	
- آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی و مواد مصرفی				



استاندارد آموزش  
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : طراحی چیدمان (Layout)
	جمع	عملی	نظری	
	۶۰	۴۵	۱۵	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه وسایل کمک آموزشی کپسول آشنشانی جعبه کمک های اولیه وایت برد ماژیک وایت برد نوشت افزار برگه				<b>دانش :</b>
				- اصول طراحی Layout
				- تفاوت‌های Planar FET و FinFET در طراحی Layout
				- اصول طراحی Layout در مقیاس نانو
				- نرم افزار L-Edit
				- نرم افزار Cadence IC Design
				- مفهوم شبیه سازی POST-Layout
				- نحوه استفاده از Design Rule های مختلف برای طراحی Layout
				- نحوه merge کردن و تاثیر آن بر روی بهینه شدن مدار
				- چگونگی وارد شدن مقاومت و خازن‌های اتصال‌ها و خطوط به شبیه‌سازی
				- اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
				<b>مهارت :</b>
				- طراحی Layout در نرم افزار Cadence IC Design
				- استخراج نتایج Layout و انتقال به HSPICE
			- شبیه سازی POST-Layout در نرم افزار HSPICE	
			- تصحیح خطاها بعد از Layout	
			- پر کردن ماتریس مقایسه با نتایج شبیه‌سازی	



استاندارد آموزش  
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			<b>عنوان :</b> طراحی چیدمان (Layout)
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	<b>نگرش :</b> - توجه به نحوه طراحی بهینه از نظر سطح مقطع مدار - توجه به تطابق طراحی با Design Rule - دقت در نگارش و شبیه سازی - پیروی از دستورالعمل ها - بهینه سازی برای رسیدن به طراحی مورد نظر			
	<b>ایمنی و بهداشت :</b> - رعایت اصول ارگونومی			
	<b>توجهات زیست محیطی :</b> - آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی و مواد مصرفی			



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	نظری	عملی	جمع	
	۵	۱۰	۱۵	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			نظارت بر تست سیستم پس از ساخت
رایانه وسایل کمک آموزشی کپسول آتشنشانی جعبه کمک های اولیه وایت برد ماژیک وایت برد نوشت افزار برگه ست ابزار آمپر متر ولت متر منبع تغذیه DC اسیلوسکوپ سیگنال ژنراتور اسپکتروم آنالایزر				<b>دانش :</b> - روش های اندازه گیری خواص - نحوه مشخص کردن پارامترهای مهم سیستم مورد نظر برای اندازه گیری و گزارش - نحوه اندازه گیری امپدانس های ورودی و خروجی - نحوه اندازه گیری توان مصرفی - نحوه اندازه گیری جریان و ولتاژ تغذیه ورودی - مفهوم آفست ولتاژ و جریان و اندازه گیری آنها - مفاهیم SINAD و SNR و نحوه اندازه گیری آنها - مفاهیم Inband Noise Floor، RMS jitter و ... و نحوه اندازه گیری آنها - روش های سنجش پارامترهای الکتریکی در مقیاس نانو - اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
				<b>مهارت :</b> - رعایت موارد ایمنی - تعیین پارامتر های مورد نیاز برای اندازه گیری بسته به مدار آنالوگ (تقویت کننده، مبدل داده، رادیویی ...) - اندازه گیری مشخصات الکترونیکی مورد نیاز برای سیستم - پر کردن ماتریس مقایسه و تطبیق آن با ماتریس شبیه سازی - تصحیح خطا



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : نظارت بر تست سیستم پس از ساخت
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	<b>نگرش :</b> - توجه به فاکتور کیفیت یا هزینه که در اولویت درخواست است - دقت در انجام اندازه‌گیری‌ها و تطبیق جداول - پیروی از دستورالعمل‌ها - استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار			
	<b>ایمنی و بهداشت :</b> - رعایت اصول ارگونومی - رعایت موارد ایمنی هنگام نظارت			
	<b>توجهات زیست محیطی :</b> - آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی و مواد مصرفی			



– برگه استاندارد تجهیزات، ابزار و مواد مصرفی

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	رایانه	با تمام متعلقات	۴ عدد	
۲	وسایل کمک آموزشی	سری کامل	۱ سری	
۳	کپسول آتشنشانی	۶ کیلو گرمی کف شیمیایی و CO <sub>2</sub>	۲ عدد	
۴	جعبه کمک های اولیه	با تمام وسایل	۱ جعبه	
۵	وایت برد	بزرگ	۱ عدد	
۶	ماژیک وایت برد	در رنگ های مختلف	هر کدام ۱ عدد برای هر دوره	
	آمپر متر	با متعلقات	۱۵ عدد	
۳	ولت متر	با متعلقات	۱۵ عدد	
۴	منبع تغذیه DC	با متعلقات	۱۵ عدد	
۵	اسیلوسکوپ	با متعلقات	۱۵ عدد	
۶	سیگنال ژنراتور	با متعلقات	۱۵ عدد	
۷	اسپکتروم آنالایزر	با متعلقات	۱ عدد	
۸	ست ابزار	شامل هویه، سیم لحیم، فیبر سوراخ دار، سیم، سیم چین، پنس	۱۵ عدد	
۹	تخته پاک کن	مخصوص وایت برد	۲ عدد	
۱۰	برگه	A۴	۳ بسته	
۱۱	نوشت افزار	مداد و خودکار	۲ عدد از هر کدام	

توجه :

– تجهیزات برای یک کارگاه به ظرفیت ۱۵ نفر در نظر گرفته شود .

– مواد به ازاء یک نفر و یک کارگاه به ظرفیت ۱۵ نفر محاسبه شود .

– ابزار به ازاء هر سه نفر محاسبه شود .



– منابع و نرم افزار های آموزشی ( اصلی مورد استفاده در تدوین و آموزش استاندارد )

ردیف	عنوان منبع یا نرم افزار	مؤلف	مترجم	سال نشر	محل نشر	ناشر یا تولید کننده
۱	طراحی مدارهای مجتمع CMOS آنالوگ	بهزاد رضوی	داریوش شیری، حسن معارفی	۱۳۹۳	تهران	نص
۲	تحلیل و طراحی مدارهای مجتمع آنالوگ	پاول ار.گری، رابرت جی.میر	احسانی، اردکانی، سعید منصوری	۱۳۹۳	تهران	نص
۳	مقدمه ای بر فناوری نانو	چارلز پی. پول، فرانک جی.اونسز	نیما تقوی نیا	۱۳۹۳	تهران	صنعتی شریف
۴	مجموعه مقالات سایت باشگاه نانو	باشگاه نانو	-	۱۳۹۱	تهران	کوچک آموز
۵	HSPICE	Synopsys	-	-	<a href="http://www.synopsys.com">http://www.synopsys.com</a>	Synopsys
۶	Cadence IC Design Suite	Cadence	-	-	<a href="http://www.cadence.com">http://www.cadence.com</a>	Cadence
۵	L-Edit	Tanner-EDA	-	-	www.tannereda.com/l-edit-pro	



- سایر منابع و محتواهای آموزشی (پیشنهادی گروه تدوین استاندارد) علاوه بر منابع اصلی

ردیف	نام کتاب یا جزوه	سال نشر	مؤلف / مؤلفین	مترجم / مترجمین	محل نشر	ناشر	توضیحات
۱	Design of Analog CMOS Integrated Circuits	۲۰۰۰	Behzad Razavi	-	New York	McGraw-Hill Science/Engineering/Math	-
۲	Nanoelectronic Circuit Design	۲۰۱۱	Jha, Niraj K., Chen, Deming	-	New York	Springer	-
۳	CMOS Nanoelectronics: Analog and RF VLSI Circuits	۲۰۱۱	Krzysztof Iniewski	-	New York	McGraw-Hill Professional	-
۳	Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, ۵th Edition	۲۰۰۹	Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis, Robert G. Meyer	-	New Jersey	Wiley	-
۴	RF Microelectronics (۲nd Edition) (Prentice Hall Communications Engineering and Emerging Technologies Series from Ted Rappaport)	۲۰۱۱	Behzad Razavi	-	New Jersey	Prentice Hall	-
۵	MEMS Materials and Processes Handbook	۲۰۱۱	Reza Ghodssi, Pinyen Lin	-	New York	Springer	-





## فهرست سایت های قابل استفاده در آموزش استاندارد

ردیف	عنوان
۱	<a href="http://www.edu.nano.ir/">www.edu.nano.ir/</a>
۲	<a href="http://www.Synopsys.com/">www.Synopsys.com/</a>
۳	<a href="http://www.Cadence.com">www.Cadence.com</a>
۴	<a href="http://www.nanoskills.eu">www.nanoskills.eu</a>