

معاونت پژوهش، برنامه ریزی و سنجش مهارت
دفتر پژوهش، طرح و برنامه ریزی درسی

استاندارد آموزش شایستگی

تحلیل مغناطیسی ماشین های الکتریکی با روش اجزا

محدود (FEM) در Ansoft Maxwell

گروه شغلی

برق

کد ملی آموزش شغل

۲	۱	۵	۱	۴	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۱	۱
Isco-۰۸				سطح مهارت	شناسه گروه			شناسه شغل			شناسه شایستگی		نسخه

تاریخ تدوین استاندارد: ۱۳۹۷/۶/۱۰

نظارت بر تدوین محتوا و تصویب استاندارد : دفتر پژوهش، طرح و برنامه‌ریزی درسی
 کد ملی شناسایی آموزش شایستگی : ۲۱۵۱۴۰۰۵۰۰۰۰۰۱۱

اعضاء کارگروه برنامه‌ریزی درسی : برق					
ردیف	نام و نام خانوادگی	آخرین مدرک تحصیلی	رشته تخصصی	شغل و سمت	سابقه کار
۱	اشکان علیدوستی	کارشناسی ارشد	مهندسی برق - قدرت	کارشناس آموزش	۶ سال
۲	مهدی دادخواه	کارشناسی ارشد	مهندسی برق - قدرت	مدرس دانشگاه	۵ سال
۳	علیرضا صدوقی	دکتری	مهندسی برق - قدرت	هیات علمی دانشگاه	۲۷ سال
۴	یاسمین رئیسی	کارشناسی ارشد	مهندسی برق - کنترل	کارشناس آموزش	۴ سال
۵	لیلا فرهادی راد	کارشناسی ارشد	مهندسی برق	دبیر کارگروه برنامه‌ریزی درسی برق	۱۲ سال

کلیه حقوق مادی و معنوی این استاندارد متعلق به سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور بوده و هرگونه سوء استفاده مادی و معنوی از آن موجب پیگرد قانونی است.

آدرس: دفتر پژوهش، طرح و برنامه‌ریزی درسی

تهران، خیابان آزادی، نش خیابان خوش جنوبی، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

تلفن ۶۶۵۸۳۶۲۸

دورنگار ۶۶۵۸۳۶۵۸

آدرس الکترونیکی : rpe@irantvto.ir

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 :

نقشه‌ی 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 حرفه‌ای 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 تواناییکه 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.

نام استاندارد آموزش شایستگی :
تحلیل مغناطیسی ماشین های الکتریکی با روش اجزا محدود FEM در نرم افزار Ansoft Maxwell
شرح استاندارد آموزش شایستگی :
تحلیل مغناطیسی ماشین های الکتریکی با روش اجزا محدود FEM در نرم افزار Ansoft Maxwell از شایستگی های حوزه برق می باشد و کارهای بررسی روش اجزا محدود، قابلیت ها و محاسبات آن در Ansoft Maxwell، نصب نرم افزار و کتابخانه های تخصصی Ansoft Maxwell، کار با محیط و منوهای مربوط به تحلیل اجزا محدود در نرم افزار Ansoft Maxwell، تبادل مدل، ورودی و خروجی با دیگر نرم افزارها، ترسیم مدل، مش بندی و اهمیت تنظیمات آن در اجرای تحلیل اجزا محدود در نرم افزار Ansoft Maxwell، ترسیم مدارات الکتریکی و مغناطیسی در محیط ویرایشگر مدار Maxwell circuit editor را شامل می شود و با مشاغل مهندسين و تکنسین های برق در ارتباط می باشد.
ویژگی های کارآموز ورودی:
حداقل میزان تحصیلات : کارشناسی برق (کلیه گرایش ها) حداقل توانایی جسمی و ذهنی : سلامت کامل جسمی و ذهنی مهارت های پیش نیاز : ندارد
طول دوره آموزش :
طول دوره آموزش : ۷۵ ساعت - زمان آموزش نظری : ۱۲ ساعت - زمان آموزش عملی : ۶۳ ساعت - زمان کارورزی : - ساعت - زمان پروژه : - ساعت
بودجه بندی ارزشیابی (به درصد)
- کتبی : ۲۵٪ - عملی : ۶۵٪ - اخلاق حرفه ای : ۱۰٪
صلاحیت های حرفه ای مربیان :
دارا بودن حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد برق و ۳ سال سابقه کار مرتبط

*** تعریف دقیق استاندارد (اصطلاحی) :**

تحلیل مغناطیسی ماشین های الکتریکی با روش اجزا محدود FEM در نرم افزار Ansoft Maxwell یکی از بهترین روش های تحلیلی ماشین های الکتریکی ، مکانیکی و الکترومکانیکی می باشد. این روش با استفاده از روش مش بندی (مش های مثلثی) در کل ساختار ماشین و با استفاده از معادلات ماکسول به حل تحلیلی رفتار آن ماشین در برابر ورودی های الکتریکی و مکانیکی می پردازد. به منظور شبیه سازی به روش اجزا محدود از نرم افزار Maxwell در حوزه ماشین های الکتریکی استفاده می شود. در این نرم افزار محیط های کاری مختلفی برای ترسیم دو بعدی و سه بعدی و تحلیل بر اساس مدار معادل مغناطیسی صورت می گیرد.

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

Magnetic Analyst of Electrical Machines by Finite Element Method (FEM) in Ansoft Maxwell (Ansys Maxwell)

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

–طراح و شبیه ساز ماشین های الکتریکی با نرم افزار Ansoft Maxwell

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

- | | | |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| طبق سند و مرجع | <input type="checkbox"/> | الف : جزو مشاغل عادی و کم آسیب |
| طبق سند و مرجع | <input type="checkbox"/> | ب : جزو مشاغل نسبتاً سخت |
| طبق سند و مرجع | <input type="checkbox"/> | ج : جزو مشاغل سخت و زیان آور |
| | <input checked="" type="checkbox"/> | د : نیاز به استعلام از وزارت کار |

استاندارد آموزش شایستگی

- کارها

ردیف	عناوین	ساعت آموزش		
		نظری	عملی	جمع
۱	بررسی روش اجزا محدود، قابلیت ها و محاسبات آن در An soft Maxwell	۲	۶	۸
۲	نصب نرم افزار و کتابخانه های تخصصی An soft Maxwell	۲	۱۰	۱۲
۳	کار با محیط و منوهای مربوط به تحلیل اجزا محدود در نرم افزار An soft Maxwell	۲	۱۲	۱۴
۴	تبادل مدل، ورودی و خروجی با دیگر نرم افزارها	۲	۱۲	۱۴
۵	ترسیم مدل، مش بندی و تنظیمات آن در اجرای تحلیل اجزا محدود در نرم افزار An soft Maxwell	۲	۱۲	۱۴
۶	ترسیم مدارات الکتریکی و مغناطیسی در محیط ویرایشگر مدار Maxwell circuit editor	۲	۱۱	۱۳
جمع ساعات		۱۲	۶۳	۷۵

	زمان آموزش			عنوان: بررسی روش اجزا محدود، قابلیت‌ها و محاسبات آن در Ansoft Maxwell
	جمع	عملی	نظری	
	۸	۶	۲	
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه نرم افزار Ansoft Maxwell Flash memory	دانش:			
	- معادلات ماکسول و روابط الکترومغناطیسی حاکم بر ماشین			
	- ویژگی‌های روش اجزا محدود و معایب و مزایای آن			
	- نرم افزارهای مختلف در حوزه ماشین‌های الکتریکی			
	مهارت:			
	- نصب نرم افزار Ansoft Maxwell			
	- نصب کتابخانه‌های مختلف نرم افزار Ansoft Maxwell			
	نگرش:			
	- دقت در انجام کار			
	- مدیریت زمان			
- استفاده بهینه از مواد مصرفی				
- استفاده صحیح از ابزار و تجهیزات				
ایمنی و بهداشت:				
- رعایت موارد ایمنی در هنگام کار در کارگاه				
- تنظیم نور مناسب				
- رعایت اصول ارگونومی				
توجهات زیست محیطی:				
- بهینه سازی مصرف انرژی				
کاهش آلودگی صوتی محیط				

	زمان آموزش			عنوان : نصب نرم افزار و کتابخانه های تخصصی Ansoft Maxwell
	نظری	عملی	جمع	
	۲	۱۰	۱۲	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه نرم افزار Ansoft Maxwell Flash memory				دانش : -اساس کار نرم افزار Ansoft Maxwell و اهمیت آن در رشته های مهندسی -مراحل نصب نرم افزار و کتابخانه های ANSYS Maxwell -امکانات نرم افزاری و سخت افزاری لازم برای نصب نرم افزار ANSYS Maxwell مهارت : - نصب نرم افزار و کتابخانه های مختلف ANSYS Maxwell -اجرای نرم افزار و ورود به محیط های کاربری - ارتباط و مدیریت بین سایر محیط ها Ansoft Maxwell - تنظیمات پیش فرض و تغییر آن در نرم افزار Ansoft Maxwell نگرش : -دقت در انجام کار -استفاده و نگهداری صحیح ابزار و تجهیزات ایمنی و بهداشت : -رعایت موارد ایمنی در هنگام کار در کارگاه -تنظیم نور مناسب -رعایت اصول ارگونومی توجهات زیست محیطی : -کاهش آلودگی صوتی محیط -مدیریت انرژی

	زمان آموزش			عنوان : کار با محیط و منوهای مربوط به تحلیل اجزا محدود در نرم افزار Ansoft Maxwell
	جمع	عملی	نظری	
	۱۴	۱۲	۲	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه نرم افزار Ansoft Maxwell Flash memory				دانش :
				- اهمیت کاربرد تحلیل اجزا محدود در Ansoft Maxwell
				- اهمیت مش بندی
				- چگونگی استفاده از online help Maxwell
				- چگونگی استفاده از online help RMxprt
				- چگونگی استفاده از online help MaxwellCircuitEditor
				- چگونگی تنظیمات اجزا محدود
				مهارت :
				- کار با محیط های مختلف راهنما
				- کار با راهنمای آنلاین، آفلاین، تنظیمات و نمونه های موجود
				- کار در محیط های مرتبط با تحلیلگر اجزا محدود
	نگرش :			
	-دقت در انجام کار -استفاده و نگهداری صحیح ابزار و تجهیزات			
	ایمنی و بهداشت :			
-رعایت موارد ایمنی در هنگام کار در کارگاه -تنظیم نور مناسب -رعایت اصول ارگونومی				
توجهات زیست محیطی :				
-کاهش آلودگی صوتی محیط -مدیریت انرژی				

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۱۴	۱۲	۲	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه نرم افزار Ansoft Maxwell Flash memory				دانش :
				-انواع فایل های واسط در نرم افزار Maxwell
				-مدل ها و فرمت های قابل انتقال
				-چگونگی انتقال طرح های ترسیمی در ماکسول به سایر نرم افزار ها (... , Ansys, Catia, CAD)
				مهارت :
				-ذخیره مدل به فرمت های قابل انتقال
				-ورودی و خروجی گرفتن از نرم افزار
				-کار با منوهای Import, Export
				نگرش :
				-دقت در انجام کار
				-استفاده و نگهداری صحیح ابزار و تجهیزات
				ایمنی و بهداشت :
				-رعایت موارد ایمنی در هنگام کار در کارگاه
				-تنظیم نور مناسب
			-رعایت اصول ارگونومی	
			توجهات زیست محیطی :	
			-کاهش آلودگی صوتی محیط	
			-مدیریت انرژی	

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۱۴	۱۲	۲	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه نرم افزار Ansoft Maxwell Flash memory				دانش : -ویژگی ها و امکانات محیط ۳D - ۲D - RMXprt -چگونگی کار با system coordinate -چگونگی کار با project manager -چگونگی کار با properties نرم افزار -چگونگی کار با history نرم افزار -چگونگی کار با صفحه ترسیم نرم افزار -چگونگی کار با modeler draw wire -چگونگی کار با modeler draw -چگونگی کار با modeler draw sheet -چگونگی کار با modeler boolean -چگونگی کار با modeler arrange -چگونگی کار با modeler duplicate -چگونگی کار با materialmodeler -چگونگی کار با modeler clip plane
				مهارت : -تغییر مبدا مختصات نرم افزار به منظور ترسیم راحت تر -تغییر رنگ، جنس و ابعاد شکل ترسیمی در نرم افزار -ترسیم اشکال مختلف در نرم افزار و کار با واحد های split و intersect.unite subtract

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				مهارت:
				- استفاده از دستورات mirror .rotate.move
				- کار با واحد های duplicate در راستای افقی و عمودی و شعاعی
				-رنگ آمیزی سطوح و حجم های مدل
				-تعریف سیم پیچ داخلی و خارجی
				-تعریف و تعیین باند و انواع سیم پیچی های تحریک Assign boundaries and excitations
				-تبدیل سطح به حجم و سطح مقطع گیری از حجم
				-انتخاب روش حل: solver type Magnetostatic • Eddy Current • Transient • Electrostatic • AC Conduction • DC Conduction •
				-تعریف عمق مدل set model depth
				-تعریف بالون اطراف مدل Assign/Balloon
				-تعریف روش مناسب تحلیل مدل (المان محدود، مدار معادل مغناطیسی و ...)

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				مهارت:
				-تنظیم زمان، گام های زمانی و جزئیات شبیه سازی <ul style="list-style-type: none"> • add solution setup • time step • stop time
				-تعریف مش بندی مناسب برای مدل
				-تنظیم پارامتر مناسب برای تحلیل و شبیه سازی مدل <ul style="list-style-type: none"> • Assign parameter/Torque • Assign parameter /Force
				-بررسی نهایی طرح و یافتن خطاها و هشدارها <ul style="list-style-type: none"> • Validation check • Errors • Warning
				-اجرای شبیه سازی و تحلیل مدل
				-دسترسی به نتایج و گزارش گیری از آن Result/ Create quick report
				نگرش : -دقت در انجام کار -مدیریت زمان -استفاده بهینه از مواد مصرفی - استفاده صحیح از ابزار و تجهیزات

	زمان آموزش			عنوان : ترسیم مدل، مش بندی و تنظیمات آن در اجرای تحلیل اجزا محدود در نرم افزار Ansoft Maxwell
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	ایمنی و بهداشت : - رعایت موارد ایمنی در هنگام کار در کارگاه - تنظیم نور مناسب - رعایت اصول ارگونومی			
	توجهات زیست محیطی : - بهینه سازی مصرف انرژی کاهش آلودگی صوتی محیط			

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۱۳	۱۱	۲	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه نرم افزار Ansoft Maxwell Flash memory				دانش : - محیط circuit editor و نقش و اهمیت آن -تنظیمات در محیط circuit editor -نحوه استفاده از properties , project manager - نحوه تعریف پروژه سیم بندی در circuit editor -منوها، ابزارها و دستورات در محیط circuit editor -انواع المان های موجود و چگونگی استفاده از آنها در circuit editor -چگونگی ترسیم مدارات در نرم افزار circuit editor مهارت: -کار با انواع دستورها، عملگرها، منوها و تنظیمات در محیط circuiteditor -ترسیم مدار سیم پیچی در circuit editor و گرفتن netlist از آن -نامگذاری المان ها در circuit editor به منظور ارتباط مستقیم با maxwell -استخراج خروجی از محیط circuit editor -برقراری ارتباط بین circuit editor و maxwell
				نگرش : -دقت در انجام کار

	زمان آموزش			عنوان : ترسیم مدارات الکتریکی و مغناطیسی در محیط ویرایشگر مدار Maxwell circuit editor
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	نگرش: -مدیریت زمان -استفاده بهینه از مواد مصرفی - استفاده صحیح از ابزار و تجهیزات			
	ایمنی و بهداشت : -رعایت موارد ایمنی در هنگام کار در کارگاه -تنظیم نور مناسب -رعایت اصول ارگونومی			
	توجهات زیست محیطی : -بهینه سازی مصرف انرژی کاهش آلودگی صوتی محیط			

- برگه استاندارد تجهیزات

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	رایانه	باکلیه تجهیزات	۱۵ عدد	
۲	دیتا پروژکتور	بارزولوشن بالا	۱ عدد	
۳	پرینتر	لیزری	۱ عدد	
۴	اسکندر	باکلیه تجهیزات	۱ عدد	
۵	رایانه	باکلیه تجهیزات	۱ عدد	برای مربی
۶	CD نرم افزار Ansoft Maxwell	آخرین نسخه نرم افزار	۵ عدد	
۷	میز مخصوص رایانه	استاندارد و با کلیه تجهیزات	۱۶ عدد	
۸	وایت برد	۱/۵ * ۱ متر	۱ عدد	
۹	منبع تغذیه	AC, DC	۵ عدد	
۱۰	تجهیزات اندازه گیری	مولتی متر، ولت متر، اهم متر، آمپر متر	۵ عدد	
۱۱	انواع ماشین های الکتریکی	AC, DC, سنکرون، القایی	۵ عدد	

توجه:

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

- برگه استاندارد مواد

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	ماژیک وایت برد	چند رنگ مختلف	۵ عدد	
۲	کاغذ	A4	۳ بسته	
۳	انواع مقاومت	با مقادیر مختلف	۵ ست	
۴	انواع سیم مسی	استاندارد	۳۰ متر	

توجه:

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

- برگه استاندارد ابزار

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	مولتی متر	دیجیتالی	۵ عدد	
۲	مولتی متر	آنالوگ	۵ عدد	
۳	سیم چین	کوتاه، پایه متناسب با کار	۵ عدد	
۴	دمباریک	کوتاه، پایه متناسب با کار	۵ عدد	
۵	انبر دست	کوتاه، پایه متناسب با کار	۵ عدد	
۶	چکش	کوتاه، پایه متناسب با کار	۵ عدد	
۷	پیچ گوشتی	ست کامل	۵ عدد	
۸	آچار آلن	ست کامل	۵ عدد	
۹	ماشین حساب	مهندسی	۵ عدد	
۱۰	تخته پاک کن	مخصوص وایت برد	۱ عدد	

توجه :

- ابزار به ازاء هر سه نفر محاسبه شود .