



سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور



جمهوری اسلامی ایران
وزارت کار و امور اجتماعی

معاونت پژوهش و برنامه ریزی
دفتر طرح و برنامه های درسی

استاندارد شایستگی

آنالیز و طراحی سیستم های

انتقال فشار قوی DC (HVDC)

گروه شغلی برق

شماره ملی شناسایی شایستگی

۰-۲۳/۳۳/۱/۱/۹



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

شماره ملی شناسایی شغل : ۳۳-۳۳/۱/۱/۹-۲۳-۰

شروع اعتبار : ۸۸/۱۱/۲۵

پایان اعتبار : ۸۹/۱۱/۲۵

اعضاء کمیسیون تخصصی برنامه ریزی درسی رشته برق :

حوزه های حرفه ای و تخصصی همکار برای تدوین استاندارد شغل و آموزش :
اداره کل آموزش فنی و حرفه ای آذربایجان غربی

فرآیند اصلاح و بازنگری :

آدرس :

تهران - خیابان آزادی ، خیابان خوش شمالی ، نبش نصرت ، ساختمان شماره ۲ ، سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور ، شماره ۲۵۹

دورنگار ۶۶۹۴۴۱۱۷ تلفن ۶۶۵۶۹۹۰۰



تهیه کنندگان استاندارد شایستگی و آموزش

ردیف	نام و نام خانوادگی	مدرک	رشته تحصیلی	سابقه‌ی تجربی مرتبط
۱	اسماعیل خلیلی	فوق لیسانس	برق-قدرت	۲۰ سال
۲	فرید تفلیسی زاده	فوق لیسانس	برق-قدرت	۱۰ سال
۳	فرزاد تفلیسی زاده	دانشجوی دکتری	برق-قدرت	۶ سال
۴	علی باقرزاده نوبری	فوق لیسانس	برق-قدرت	۶ سال
۵	صغری لیوار جانی	فوق لیسانس	برق-کنترل	۳ سال
۶	علی غفاری	لیسانس	برق-الکترونیک	۱۷ سال
۷				
۸				
۹				
۱۰				



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 اهداف 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 .

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.



نام شایستگی : آنالیز و طراحی سیستم های انتقال فشار قوی DC (HVDC)

شرح شایستگی : آنالیز و طراحی سیستم های انتقال فشار قوی DC در حیطه ی مهندسی برق – قدرت بوده و کار های آن شامل طراحی ، آنالیز ، بهره برداری و شبیه سازی و کنترل سیستم های انتقال فشار قوی DC ، ادوات قدرت ، افزایش بازده و راندمان ، افزایش قابلیت اطمینان و کاهش تلفات انتقال می باشد. این شایستگی با مهندسین برق طراح سیستم های قدرت شاغل در شرکت های خصوصی برق و وزارت نیرو و صنایع مدرن و پارک های تحقیقاتی در ارتباط است .

ویژگی های کارآموز ورودی

حداقل میزان تحصیلات : کارشناسی برق – قدرت

حداقل توانایی جسمی : سلامت کامل جسمی و روحی

مهارت های پیش نیاز این استاندارد : ندارد

طول دوره آموزش

طول دوره آموزش : ۶۰ ساعت

- زمان آموزش نظری : ۱۵ ساعت

- زمان آموزش عملی : ۴۵ ساعت

- کارورزی : - ساعت

- زمان پروژه : ساعت

شیوه ارزشیابی

آزمون عملی : ۶۵٪

آزمون کتبی عملی : ۲۵٪

اخلاق حرفه ای : ۱۰٪

صلاحیت های حرفه ای مربیان

داشتن حداقل مدرک کارشناسی ارشد برق _ قدرت و داشتن ۱ سال سابقه کار در زمینه طراحی سیستم های HVDC



استاندارد شایستگی

– کارهای شایستگی

ردیف	توانایی ها
۱	توانایی تحلیل و سنکرونیزاسیون مبدل های قدرت
۲	توانایی تحلیل و کنترل HVDC
۳	توانایی طراحی و تحلیل مبدل های FC (Forced Commutated)
۴	توانایی طراحی و تحلیل مبدل های کموتاسیون خازنی (CCC) در سیستم های HVDC
۵	توانایی طراحی و تحلیل مبدل های STATCOM
۶	توانایی طراحی و تحلیل مبدل های منبع ولتاژ در سیستم های HVDC
۷	توانایی طراحی و تحلیل فیلترهای اکتیو
۸	توانایی آنالیز اختلالات در سیستم های HVDC



	زمان آموزش			عنوان توانایی : توانایی تحلیل و سنکرونیزاسیون مبدل های قدرت
	جمع	عملی	نظری	
	۹:۳۰	۷	۲:۳۰	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
- دیتا شیت های مبدل های قدرت - کامپیوتر - لوپ آزمایشگاهی سیستم های HVDC			۳۰' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵'	دانش : - انواع مبدل های قدرت - سیستم های انتقال متناوب و مستقیم - انواع سیستم های HVDC - مبدل CSC { Current Source Converters } - مبدل VSC { Static VAR Compensator } - اصول سنکرونیزاسیون - مفهوم { Individual Phase Control } IPC - مفهوم { Equi- Distant Pulse Control } EPC - { Direct Quadrature Zero } DQO
		۱۵' ۱ ۱ ۱:۱۵ ۱ ۳۰' ۱ ۱		مهارت : - مقایسه سیستم های انتقال AC و DC - تحلیل معادلات حاکم بر مبدل های CSC و VSC - کنترل DC ولتاژ خازن - تحلیل و طراحی GFU ها - تست GFU ها { Grid Firing Unit } - بررسی تلفات سنکرونیزاسیون ولتاژ - تست اعوجاج هارمونیک - مدل سازی سنکرونیزاسیون سیستم

استاندارد آموزش

– برگه‌ی تحلیل آموزشی

	زمان آموزش			عنوان توانایی : توانایی تحلیل و سنکرونیزاسیون مبدل های قدرت
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	نگرش :			
	– صرفه جویی در هزینه های طراحی با مدل سازی دقیق			
	ایمنی :			
– رعایت اصول ایمنی در هنگام کار با برق فشار قوی				
– استفاده از ابزارهای عایق به هنگام کار با برق فشار قوی				
– اتصال صحیح قطعات و ابزارهای آزمایشگاهی به یکدیگر				
– رعایت کلیه موارد حفاظت شخص و حفاظت تجهیزات				
توجهات زیست محیطی :				
–				



استاندارد آموزش
– برگه‌ی تحلیل آموزشی

	زمان آموزش			عنوان توانایی :
	جمع	عملی	نظری	توانایی تحلیل و کنترل HVDC
	۱۰	۷	۳	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی				دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط
- دیتا شیت های مبدل های قدرت - کامپیوتر - لوپ آزمایشگاهی سیستم های HVDC			۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵'	دانش : - توابع کنترل HVDC - ماکزیمم جریان DC - اصول کنترل dc ما بین دو ترمینال - روش های کنترل حد جریان - مشخصه های VDCL - قواعد کنترل ما بین دو ترمینال DC - انواع روش های کنترل ما بین دو ترمینال DC - عملکرد Inverter - اصول کنترل جریان یکسوسازها - اصول کنترل زاویه اینورترها - اصول کنترل قطب - کنترلر VG
		۳۰' ۱ ۳۰' ۱ ۱ ۱ ۱:۳۰ ۳۰'		مهارت : - محاسبه ماکزیمم جریان DC - کنترل dc ما بین دو ترمینال - تحلیل مشخصه های VDCL {Voltage Dependent Current Order Limit} - کنترل جریان یکسوسازها - کنترل زاویه اینورترها - کنترل قطب - کار با کنترلر VG {Valve Group} - اندازه گیری گاما



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزشی

	زمان آموزش			عنوان توانایی : توانایی تحلیل و کنترل HVDC
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	نگرش : - بهینه سازی			
	ایمنی : - رعایت اصول ایمنی در هنگام کار با برق فشار قوی - استفاده از ابزارهای عایق به هنگام کار با برق فشار قوی - اتصال صحیح قطعات و ابزارهای آزمایشگاهی به یکدیگر - رعایت کلیه موارد حفاظت شخص و حفاظت تجهیزات			
	توجهات زیست محیطی :			



	زمان آموزش			عنوان توانایی : توانایی طراحی و تحلیل مبدل های FC (Forced Commutated)
	جمع	عملی	نظری	
	۱۰	۷:۳۰	۲:۳۰	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
– دیتا شیت های مبدل های قدرت – کامپیوتر – لوپ آزمایشگاهی سیستم های HVDC			۱۰' ۱۰' ۱۰' ۱۰' ۳۰' ۳۰' ۱۵' ۱۵' ۲۰'	دانش : – تعریف کموتاسیون – کموتاسیون طبیعی – محدودیت های کموتاسیون طبیعی – کموتاسیون اجباری – اصول کموتاسیون توسط خازن گذاری سری در مدار – اصول کموتاسیون توسط خازن گذاری موازی در مدار – مبدل های منبع جریان CSC { Current Source Converter } – مبدل های منبع ولتاژ VSC { Voltage Source Converter } – نواحی عملکرد مبدل ها
		۲ ۲ ۱:۴۵ ۱:۴۵		مهارت : – تحلیل و آزمایش مدارات کموتاسیون با خازن گذاری سری در مدار – تحلیل و آزمایش مدارات کموتاسیون با خازن گذاری موازی در مدار – تحلیل و کار با مبدل های منبع جریان CSC – تحلیل و کار با مبدل های منبع ولتاژ VSC



استاندارد آموزش

– برگه‌ی تحلیل آموزشی

	زمان آموزش			عنوان توانایی : توانایی طراحی و تحلیل مبدل های FC (Forced Commutated)
	جمع	عملی	نظری	
				نگرش : – بهره‌وری
				ایمنی : – رعایت اصول ایمنی در هنگام کار با برق فشار قوی – استفاده از ابزارهای عایق به هنگام کار با برق فشار قوی – اتصال صحیح قطعات و ابزارهای آزمایشگاهی به یکدیگر – رعایت کلیه موارد حفاظت شخص و حفاظت تجهیزات
				توجهات زیست محیطی :



استاندارد آموزش

– برگه‌ی تحلیل آموزشی

	زمان آموزش			عنوان توانایی : توانایی طراحی و تحلیل مبدل های کموتاسیون خازنی (CCC) در سیستم های HVDC	
	نظری	عملی	جمع		
	۱:۴۵	۳:۴۵	۵:۳۰		
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط				
- دیتا شیت های مبدل های قدرت - کامپیوتر - لوپ آزمایشگاهی سیستم های HVDC			۱۵'	دانش : - مبدل های کموتاسیون خازنی CCC {Capacitor Commutated Converters}	
			۱۵'	- مبدل های کنترل شده کموتاسیون خازنی CSCC { Controlled Series Capacitor Converter}	
			۱۵'	- عملکرد حالت پایدار مبدل های کنترل شده کموتاسیون خازنی CSCC	
			۱۰'	- مشخصه های زاویه خاموشی	
			۱۰'	- ماکزیمم توان	
			۱۰'	- هارمونیک	
			۱۵'	- حالت گذرا	
			۱۵'	- فیلترهای AC	
			مهارت : - تحلیل و کنترل توان راکتیو - مقایسه CCC و CSCC - آنالیز حالت پایدار مبدل های کموتاسیون خازنی - آنالیز حالت گذرای مبدل های کموتاسیون خازنی - تحلیل هارمونیک		
	۴۵'	۱۵'	۱	۱	۴۵'



استاندارد آموزش

– برکگی تحلیل آموزشی

	زمان آموزش			عنوان توانایی : توانایی طراحی و تحلیل مبدل های کموتاسیون خازنی (CCC) در سیستم های HVDC
	جمع	عملی	نظری	
				نگرش : – رعایت امانتداری و استفاده صحیح از ابزارهای آزمایشگاه
				ایمنی : – رعایت اصول ایمنی در هنگام کار با برق فشار قوی – استفاده از ابزارهای عایق به هنگام کار با برق فشار قوی – اتصال صحیح قطعات و ابزارهای آزمایشگاهی به یکدیگر – رعایت کلیه موارد حفاظت شخص و حفاظت تجهیزات
				توجهات زیست محیطی : –



استاندارد آموزش
- برگی تحلیل آموزشی

	زمان آموزش			عنوان توانایی : توانایی طراحی و تحلیل مبدل های STATCOM
	جمع	عملی	نظری	
	۵	۴	۱	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
- دیتا شیت های مبدل های قدرت - کامپیوتر - لوپ آزمایشگاهی سیستم های HVDC			۱۵'	دانش : - جبران کننده های استاتیک SVC { Static VAR Compensator }
			۱۵'	- جبران کننده های STATCOM { Static Compensator }
			۱۵'	- مبدل های زنجیره ای
			۱۵'	- مدارات زنجیره ای STATCOM
	۱:۱۵			مهارت : - تحلیل و آزمایش جبران کننده های استاتیک SVC - تحلیل و آزمایش جبران کننده های STATCOM - محاسبه تلفات - آنالیز مبدل های زنجیره ای
	۱:۱۵			
	۳۰'			نگرش : - بهینه سازی
	۱			ایمنی : - رعایت اصول ایمنی در هنگام کار با برق فشار قوی - استفاده از ابزارهای عایق به هنگام کار با برق فشار قوی - اتصال صحیح قطعات و ابزارهای آزمایشگاهی به یکدیگر - رعایت کلیه موارد حفاظت شخص و حفاظت تجهیزات
				توجهات زیست محیطی :



استاندارد آموزش
- برکهی تحلیل آموزشی

	زمان آموزش			عنوان توانایی: توانایی طراحی و تحلیل مبدل های منبع ولتاژ در سیستم های HVDC	
	جمع	عملی	نظری		
	۶:۴۵	۴:۴۵	۲		
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط				
<ul style="list-style-type: none"> - دیتا شیت های مبدل های قدرت - کامپیوتر - لوپ آزمایشگاهی سیستم های HVDC - کابل XPLE - انواع کابل های DC 			۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۱۵' ۳۰' ۱۵'	<p style="text-align: right;">دانش :</p> <ul style="list-style-type: none"> - مبدل های منبع ولتاژ - کابل های XPLE - اصول طراحی مبدل های منبع ولتاژ - نقش سوئیچینگ - مشخصه های حالت پایدار - کیفیت توان - ساختمان کابل های DC 	
		۱۵' ۱:۳۰ ۱:۳۰ ۱:۳۰		<p style="text-align: right;">مهارت :</p> <ul style="list-style-type: none"> - مقایسه کابل های AC و DC - آنالیز و آزمایش کابل های DC - طراحی و آزمایش مبدل های منبع ولتاژ - تحلیل و آزمایش سوئیچینگ 	
					نگرش :
					ایمنی :
					<ul style="list-style-type: none"> - رعایت اصول ایمنی در هنگام کار با برق فشار قوی - استفاده از ابزارهای عایق به هنگام کار با برق فشار قوی - اتصال صحیح قطعات و ابزارهای آزمایشگاهی به یکدیگر - رعایت کلیه موارد حفاظت شخص و حفاظت تجهیزات
				توجهات زیست محیطی :	



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزشی

	زمان آموزش			عنوان توانایی : توانایی طراحی و تحلیل فیلترهای اکتیو
	جمع	عملی	نظری	
	۳:۳۰	۳	۳۰'	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
- دیتا شیت های مبدل های قدرت - کامپیوتر - لوپ آزمایشگاهی سیستم های HVDC			۱۵' ۱۵'	دانش : - فیلترهای AC - فیلترهای DC
		۱:۳۰ ۱:۳۰		مهارت : - طراحی ، تحلیل و آزمایش فیلترهای AC - طراحی ، تحلیل و آزمایش فیلترهای DC
				نگرش : -
				ایمنی : - رعایت اصول ایمنی در هنگام کار با برق فشار قوی - استفاده از ابزارهای عایق به هنگام کار با برق فشار قوی - اتصال صحیح قطعات و ابزارهای آزمایشگاهی به یکدیگر - رعایت کلیه موارد حفاظت شخص و حفاظت تجهیزات
				توجهات زیست محیطی : -



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزشی

	زمان آموزش			عنوان توانایی : توانایی آنالیز اختلالات در سیستم های HVDC
	جمع	عملی	نظری	
	۹:۴۵	۸	۱:۴۵	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
- دیتا شیت های مبدل های قدرت - کامپیوتر - لوپ آزمایشگاهی سیستم های HVDC			۳۰' ۳۰' ۱۵' ۳۰'	دانش : - اختلالات AC در شینه های یکسوساز - اختلالات AC در شینه های مبدل - اختلالات خطوط DC - انواع خطا
		۳۰' ۱ ۳۰' ۱ ۱ ۱ ۱ ۱ ۱		مهارت : - بلوک بندی سیستم - آنالیز سیستم بلوک بندی شده به منظور تعیین خطا Mode shift test - - بررسی و رفع خطای مربوط به مدار تک فاز مبدل - بررسی و رفع خطای مربوط به مدار سه فاز مبدل - بررسی و رفع خطای مربوط به مدار تک فاز یکسوساز - بررسی و رفع خطای مربوط به مدار سه فاز یکسوساز - بررسی و رفع خطای مربوط به طرف یکسوساز در خط DC - بررسی و رفع خطای مربوط به طرف مبدل در خط DC

استاندارد آموزش
- برکتهی تحلیل آموزشی

	زمان آموزش			عنوان توانایی : توانایی آنالیز اختلالات در سیستم های HVDC
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی				دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط
				نگرش : - بهینه سازی و بهره وری
				ایمنی : - رعایت اصول ایمنی در هنگام کار با برق فشار قوی - استفاده از ابزارهای عایق به هنگام کار با برق فشار قوی - اتصال صحیح قطعات و ابزارهای آزمایشگاهی به یکدیگر - رعایت کلیه موارد حفاظت شخص و حفاظت تجهیزات
				توجهات زیست محیطی : -



– برگه استاندارد تجهیزات ، مواد ، ابزار

ردیف	مشخصات فنی	تعداد	شماره
۱	کامپیوتر (CPU Dual Core-۴ GB RAM)	یک دستگاه برای هر دو نفر	
۲	دیتا پروژکتور	یک دستگاه	
۳	میز کامپیوتر	یک عدد برای هر نفر	
۴	صندلی کامپیوتر	یک عدد برای هر نفر	
۵	فلش مموری	یک عدد برای هر سیستم	
۶	پرینتر	یک دستگاه	
۷	دیتا شیت های سیستم ها HVDC	۷ سری	
۸	لوپ سیستم های HVDC	یک عدد برای هر سه نفر	
۹	انواع کابل های AC و DC	۷ سری از هر کدام	
۱۰	کابل XPLE	۷ سری از هر کدام	

توجه :

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

– ابزار به ازاء هر سه نفر محاسبه شود .

– مواد به ازاء یک نفر کارآموز محاسبه شود .



– منابع و نرم افزار های آموزشی

شرح	ردیف
www.IEEE.org	۱
کتاب های مربوط به سیستم های HVDC	۲