

فرم تعریف درس

عنوان درس به زبان فارسی: حسگرها
عنوان درس به زبان لاتین: Sensors
نوع درس: <input type="checkbox"/> عمومی <input type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/> اصلی و تخصصی <input type="checkbox"/> اختیاری
نوع واحد: <input checked="" type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> کارگاهی و آزمایشگاهی
دوره: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی برق
تعداد واحد: ۳ جمع ساعات تدریس: ۴۸ ساعت
گرایش: الکترونیک
دروس پیش نیاز: -

هدف:

سامانه‌های الکترونیکی عموماً از قسمت‌های حسگر، پردازنده‌ی سیگنال و عملگر تشکیل شده‌اند. اهمیت تکنولوژیک و اقتصادی حسگرها انکار ناپذیر است (بازار جهانی انواع حسگر هم اکنون متجاوز از یکصد میلیارد دلار شده است، نیاز مبرم صنایع اتومبیل‌سازی به حسگرهای شیمیایی و ... فقط یک مثال است). در دروس اصلی مهندسی برق، اعم از کارشناسی و کارشناسی ارشد، توجه مدونی به حسگرها نشده است. هدف از این درس آرایه اطلاعات در موارد معرفی حسگرها، انواع، کاربردها، اصول کار، طراحی، طراحی سامانه‌های حسگری و آرایه‌های حسگری می‌باشد. با گذراندن این درس دانشجوی کارشناسی ارشد می‌تواند وارد کار پژوهشی در زمینه‌های مربوط به حسگرها و سامانه‌های حسگری گردد. با توجه به این نکته که اکثر حسگرها با تکنولوژی میکرونی ساخته می‌شوند، امکان ورود دانشجویان ما به این قسمت از الکترونیک و رقابت در عرصه‌ی پژوهشی یا صنعتی جهانی نسبت به سایر قسمت‌های الکترونیک بیشتر است. آرایه این درس می‌تواند زمینه اولیه را آماده و نیروی انسانی را فراهم سازد.

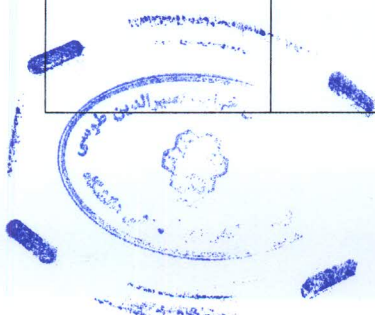
عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
فصل اول: نگاهی جامع به حسگرها	دو جلسه جمعاً ۳ ساعت
- تعریف	
- مشخصه‌ی مانا	
- مشخصه‌ی پویا	
- حساسیت	
- ضرایب کیفی	
- طبقه‌بندی حسگرها	
- اصلاح و ثبت پاسخ حسگر	
- معرفی چند حسگر نمونه	
- بازار جهانی حسگرها و روند اقتصادی آن	



<p>سه جلسه جمعاً ۴/۵ ساعت</p>	<p>فصل پنجم: مقاومت‌های با ضریب دمایی مثبت (PTC)</p> <ul style="list-style-type: none"> - اثر فرروالکتريک و مواد فرروالکتريکی - ساختار مکعبی بلور $BaTiO_3$ - تغییر فاز در $BaTiO_3$ - تانسور گذردهی الکتریکی در بلور تتراگونال $BaTiO_3$ - وابستگی دمای کوری (Curie) آلیاژهای $Ba_{(1-x)}Sr_xTiO_3$ و $Ba_{(1-x)}Pb_xTiO_3$ به نسبت اجزا آلیاژ (x) - لایه‌های بار الکتریکی در مرزخانه‌ها - تاثیر تغییر فاز از مکعبی به تتراگونال در اندازه سد پتانسیل در مرزخانه‌ها - اضافه کردن ناخالصی‌هایی مانند Y, La و Nb به بلور $BaTiO_3$ - مقاومت‌های PTC: تعاریف، ساختار، شرایط کار و مشخصه‌های I-V - کاربرد PTC در وسایل گرمایشی هوشمند - تکنولوژی ساخت مقاومت‌های PTC - کاربردها و بازار محصول - کارگاه آموزشی: طراحی و ساخت یک هویه هوشمند
<p>یک جلسه ۱/۵ ساعت</p>	<p>امتحان میان ترم</p>
<p>سه جلسه جمعاً ۴/۵ ساعت</p>	<p>فصل ششم: حسگرهای مقاومتی شیمیایی</p> <ul style="list-style-type: none"> - مروری بر نیمه‌هادی‌های اکسیدی - ساختار بلورهای ZnO, SnO_2 و TiO_2 - غیر استوکیومتری در اکسیدهای فلزی - آرایش شبکه از طریق نقص‌های شبکه مانند ایجاد ناخالصی به علت عدم حضور اکسیژن - تاثیر جای خالی اکسیژن در تعداد حامل‌ها - تاثیر فشار جزئی اکسیژن بر تغییر غلظت جاهای خالی اکسیژن - حسگرهای گاز مقاومتی مبتنی بر هدایت بدنه، تحلیل حساسیت به گاز - ساختار و مشخصات حسگر اکسیژن مبتنی بر روتایل و کاربرد آن در صنعت خودروسازی - مکان‌های سطحی ذاتی و مکان‌های سطحی ناشی از گاز - محدودیت هدایت در پلی کریستال‌های اکسید فلزی به علت وجود سد پتانسیل - اندرکنش گاز و جامد، جذب فیزیکی - تاثیر کاتالیزور در افزایش واکنش‌ها در سطح - تغییر سد پتانسیل سطحی در هنگام انحصار سطح به وسیله گاز - حساسیت در حسگرهای گاز و رطوبت - تاثیر دما بر حساسیت حسگر گاز و یافتن دمای بهینه کارکرد حسگر - وابستگی حساسیت به ضخامت در حسگرهای گاز سد شانکی سطحی - ساختار و مشخصات حسگرهای Taguchi - انواع روش‌های ساخت حسگر گاز - طراحی و ساخت میکروهیتر برای حسگر گاز مقاومتی - کارگاه آموزشی: طراحی و ساخت یک حسگر گاز SnO_2 با ضخامت بالا نشانده شده روی لایه پلاتین - کاربردها، بازار محصول و ملاحظات اقتصادی



<p>سه جلسه جمعاً ۴/۵ ساعت</p>	<p>تغییر الاستیکی شبکه بلور مکانیزم پراکندگی حامل‌ها اثر کشش در ضریب تحرک حامل‌ها پیروزیستیویتی در جامدهای همگن پیروزیستیویتی در جامدهای غیر همگن (پلی کریستال و جامد مرکب) کشش سنج (Strain guage)، ساختار افزاره و اصول کارکرد کشش سنجی با استفاده از لایه‌های نازک سیلیکونی کشش سنجی با استفاده از یک بدنه تک بلور کشش سنجی با استفاده از سیم‌ها و بدنه‌های آلیاژ فلزی تکنولوژی ساخت کشش‌سنج‌ها کاربردها و بازار محصول کارگاه آموزشی: طراحی یک حسگر فشار با مشخصات معلوم</p>
<p>دو جلسه جمعاً ۳ ساعت</p>	<p>فصل سوم: حسگرهای مقاومتی دما (RTD)</p> <p>لرزش شبکه و پراکنش فونونی وابستگی دمایی مقاومت رابطه‌ی خطی دما در حسگرهای مقاومتی پلاتینی تعاریف، ساختار و شرایط کار RTD ها RTD های ساخته شده بر مبنای پلاتین و نیکل RTD های سیم‌پیچ انواع RTD های صنعتی برای استفاده در دماهای مختلف بررسی پایداری و مشکلات مربوط به کالیبراسیون تکنولوژی ساخت کاربردها و تقاضای بازار کارگاه آموزشی: طراحی و ساخت یک حسگر RTD پلاتینیومی ۱۰۰۰ اهمی</p>
<p>سه جلسه جمعاً ۴/۵ ساعت</p>	<p>فصل چهارم: مقاومتهای با ضریب دمایی منفی (NTC)</p> <p>شبکه بلور اسپینل نرمال مکانیزم پرش الکترون از بین یون‌های مثبت چند ظرفیتی در بلور اسپینل هدایت الکترونی در بدنه‌ی $Fe_3O_4-MgCr_2O_4$ و $Fe_3O_4-ZnCr_2O_4$ مکانیزم هدایت الکترونی در Mn_3O_4 آرایش شده با نیکل مقاومتهای NTC؛ تعاریف، شرایط کار و مشخصه‌های I-V ساخت مقاومتهای NTC، مواد به کار رفته و تکنولوژی ساخت کارگاه آموزشی: مشکلات موجود در تفجوشی بدنه‌ی Mn_3O_4 کاربردهای اقتصادی مقاومتهای NTC به عنوان حسگر دما بازار محصول و ملاحظات اقتصادی</p>



فصل هفتم: حسگرهای شناسایی گاز و بینی الکترونیکی

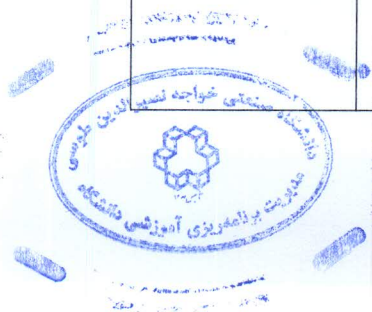
سه جلسه
جمعاً ۴/۵ ساعت

- مروری بر سامانه‌ی بویایی طبیعی
- ساختار و عملکرد گیرنده‌های بویایی
- انتقال پاسخ گیرنده‌ها به شبکه عصبی
- رابطه‌ی Goldman-Hodgkin-Katz
- آرایه‌ای از 10^8 حسگر!
- اتصالات اعصاب بویایی
- پردازش اطلاعات بویایی
- حساسیت انتخابی در حسگرهای گاز
- انتخاب‌گری در حسگرهای مقاومتی گاز
- تاثیر کاتالیزور در انتخاب‌گری حسگرهای مقاومتی گاز
- افزایش انتخاب‌گری از طریق فیزیکی
- ایجاد آرایه‌ای از حسگرها به منظور ساخت بینی الکترونیکی
- آرایه‌ی مجازی
- پردازش الگوی پاسخ؛ روش شناسایی الگو
- بینی الکترونیکی؛ کاربردهای صنعتی
- تقاضای زیاد بازار برای حسگرهای شناسایی گاز و سیستم بویایی مصنوعی
- طراحی، ساخت و تولید بینی الکترونیکی
- کارگاه آموزشی: طراحی سیستم بویایی مصنوعی به منظور اندازه‌گیری انتخابی غلظت هیدروژن در آلومینیوم مذاب

فصل هشتم: حسگرهای ترموالکتریک

سه جلسه
جمعاً ۴/۵ ساعت

- مقدمه‌ای بر تئوری حرکت الکترون‌ها در فلزات
- تراز فرمی در فلزات
- حرکت الکترون‌ها در حضور گرادیان دمایی
- اثر تامسون، اثر پلتیر
- ترموالکتریسیته و اثر سبیک
- مواد ترموالکتریک
- ترموکوپل؛ ساختار و نحوه کار
- انواع ترموکوپل‌ها: آهن-کانستانتان، کروم-آلومل و Ni-NiCr؛ - بررسی گسترده‌ی دمایی کارکرد، مشخصه خطی و طول عمر
- ترموکوپل‌های Pt-PtRh؛ بررسی گسترده‌ی دمایی کارکرد، مشخصه‌ی غیر خطی و فرسودگی
- ترموکوپل‌های W-Re؛ بررسی گسترده‌ی دمایی کارکرد، مشخصه‌ی غیر خطی و فرسودگی
- استفاده از ترموکوپل در فضای خنثی و خلا
- استفاده از ترموکوپل در فلزات مذاب؛ ترموکوپل‌های یک بار مصرف
- روش‌های ساخت و ملاحظات صنعتی و اقتصادی
- کارگاه آموزشی: طراحی و ساخت ترموکوپل یک بار مصرف ۱۷۰۰ درجه سانتی‌گراد جهت اندازه‌گیری دمای فولاد مذاب
- تقاضای بازار



<p>سه جلسه جمعاً ۴/۵ ساعت</p>	<p>فصل نهم: حسگرهای پیزوالکتریک</p> <ul style="list-style-type: none"> - اثر پیزوالکتریکی مستقیم - اثر پیزوالکتریکی معکوس - تانسور پیزوالکتریک - رابطه بین ساختار بلور و عناصر تانسور پیزوالکتریک - مواد پیزوالکتریک تک کریستال - رشد هیدروترمال تک کریستال کوارتز - ارزیابی تک کریستال کوارتز - مواد پیزوالکتریک سرامیکی - ساخت آلیاژ $PbZr_{(1-x)}Ti_xO_3$ - تولید اجزای حسگر PZT - حسگرهای فشار به وسیله پیزوالکتریک - حسگرهای ترازویی پیزوالکتریک - میکروفون پیزوالکتریک - حسگرهای گاز پیزوالکتریک - سایر کاربردها - ملاحظات اقتصادی
<p>سه جلسه جمعاً ۴/۵ ساعت</p>	<p>فصل دهم: حسگرهای خازنی</p> <ul style="list-style-type: none"> - قطبش و ثابت دی الکتریک - ساز و کار قطبش در جامدات - ضرایب کیفی خازن ها - روش های اندازه گیری خازن - حسگرهای خازنی تفاضلی فشار - حسگرهای خازنی نشان دهنده فشار مطلق - حسگرهای لمسی - میکروفون های الکترونیک - شتابسنج های خازنی - حسگرهای فاصله - حسگرهای خازنی رطوبت - کارگاه آموزشی: طراحی و ساخت یک حسگر فشار خازنی رطوبت
<p>دو جلسه جمعاً ۳ ساعت</p>	<p>فصل یازدهم: حسگرهای نوری</p> <ul style="list-style-type: none"> - مقدمه و تعاریف - مواد مورد استفاده در حسگرهای نوری و تعامل نور- نیمه هادی - حسگرهای اشعه ایکس - حسگرهای ماوراء بنفش - حسگرهای نور مرئی - حسگرهای مادون قرمز - حسگرهای مادون قرمز دور و امواج تراهرتزی



دیگر توضیحات:

- حسگرهای نوری به طور کامل در درس "الکترونیک نوری" پوشش داده می‌شود و در اینجا مبحث به صورت مقدماتی ارائه می‌گردد.
- این درس تا کنون چهار سال بصورت مباحث ویژه تدریس و نتیجه‌ی ارزشیابی دانشجویی همیشه بیش از ۳/۵ از ۴ بوده است.
- محتوای درس به زبان انگلیسی ضمیمه می‌باشد.
- طراحی این درس بر اساس تجارب شخصی نگارنده و درک نیازهای ملموس صنعتی کشور صورت گرفته است و اقتباس صرف از منابع نمی‌باشد.

منابع و مراجع پیشنهادی:

- [1] J. Fraden, "Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications", Springer, fourth Edition, 2010.
- [2] J. S. Wilson, "Sensor Technology Handbook", Elsevier, 2005.
- [3] G. Brooker, "Introduction to Sensors", Scitech Publishing, 2008.
- [4] S. M. Sze, "Semiconductor Sensors", Wiley-interscience, 1994.
- [5] G. Meijer, "Smart Sensor Systems", Wiley-interscience, 2008.
- [6] P. Gründler, "Chemical Sensors", Springer, 2010.
- [7] Jiri Janata, "Principles of Chemical Sensors", Springer, Second Edition, 2009.

ویرایش	تاریخ	شرح تغییرات	محل مهر و امضاء مدیریت برنامه ریزی آموزشی
تدوین اولیه			
بازنگری اول			
بازنگری دوم			

