

بستر سازی برای آموزش مهندسی مکترونیک در مقطع کارشناسی

مهدی بامداد^۱، بهاره دیواندری

^۱ دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی شاهرود، bamdad@shahroodut.ac.ir

چکیده

درک مفهوم مکترونیک به عنوان یک طرز فکر خاص در مواجهه با سیستمهای پیچیده، برای دانشجویانی که در سیستم آموزشی ایران دروس مجزایی در دانشکده های مکتونیک و برق میگذرانند، آسان نیست. با اعتقاد به اینکه آموزش، با بستر سازی کارساز است در این مقاله، پیشنهادی در راستای محورهای سرفصل دروس مهندسی مکترونیک در مقطع کارشناسی در دانشگاههای ایران ارائه می شود. این محورها اصول تلفیق و هم افزایی را برای این مهندسی بین رشته ای کاملاً در نظر گرفته است.

تجربیات مرتبط با جامعه آماری شامل دانشجویان مقطع کارشناسی مهندسی ریاتیک و مهندسی مکترونیک در دانشگاه صنعتی شاهرود در قالب دو رشته مجزا به تحلیل مسأله کمک کرده است. به علاوه بررسی پیشنهادات محوری در تأسیس رشته های مکترونیک در دنیا و همچنین سرفصلهای مرتبط در کشور به اعتبار این مطالعه می افزاید.

کلمات کلیدی

آموزش، کارشناسی، مکترونیک

۱- مقدمه

امروزه توسعه صنعت و فناوری با رشد علوم مرتبط، مرزهای اختصاصی بین رشته های مهندسی را کمرنگ نموده است. گسترش حوزه های فعالیت مشترک مهندسی سبب ایجاد زمینه های تخصصی بین رشته ای شده است و بسیاری از دروس هر چند با دیدگاههای متفاوت، در چارچوب رشته های مستقل ارائه شده است.

مکترونیک رشته ای متشکل از مهندسی مکانیک، مهندسی برق، و علوم کامپیوتر است. واژه مکترونیک، ترکیبی از "مکا" برگرفته از واژه مکانیزم و "ترونیک" برگرفته از واژه الکترونیک است. این واژه اولین بار توسط تسوروموری، مهندسی ژاپنی شرکت یاساکاوا در سال ۱۹۶۹ ابداع شد و جایگزین واژه سیستمهای الکترومکانیکی گردید. مهندسی مکترونیک بعنوان رشته تحصیلی در سال ۱۹۸۳ در ژاپن

برای پاسخ به نیاز صنایع روز دنیا ایجاد شد. این رشته تحصیلی بین رشته ای سعی دارد نگاهی یکپارچه داشته باشد.

هدف از تعلیم مکترونیک، علاوه بر اشاعه دانش فنی و ایجاد ارتباط میان مباحث مهندسی، آموزش و تقویت متخصصان تازه کار است تا با پویایی، توانایی هایشان را به سمتی هدایت کنند که نیازهای بازار کار را برآورده نماید: کار گروهی، انگیزه، ابتکار، مدیریت و انعطاف. مکترونیک را میتوان راهی نو برای بدست آوردن منافع رقابتی در بازار جهانی محسوب کرد. چرا که مکترونیک ظرفیت آن را دارد تا مفاهیم تازه پدیدار مهندسی را بنمایاند. این مفاهیم میتواند الهام بخش طراحی های خلاق، پرورش تحولات مدیریتی، و نیرو بخشیدن به روحیه همکاری در متن دادو ستدهای رقابتی باشد.

اهمیت آموزش مکترونیک، هیئت تحریریه ژورنال بین المللی آموزش مهندسی^{*} را بر آن داشت تا یک شماره از مجله را بطور مختص به آخرین نظرات تا سال ۲۰۰۳ در زمینه آموزش مکترونیک بپردازند [1].

مکترونیک در دنیا گسترش یافته به ویژه در کشورهای توسعه یافته و این امر کاملاً از جانب موسسات و صنایع پذیرفته شده است. اگرچه امر ارتقا آموزش مکترونیک نیاز به همکاری هایی در سطح وسیع تر میان دولت ها، مراکز صنعتی، مراکز آموزشی در رده جهانی دارد اما امروز شاهدیم که مکترونیک بسیاری از مواد آموزشی مهندسی را در بر می گیرد.

گفتنی است آموزش، با بستر سازی کارساز است. درک مفهوم مکترونیک به عنوان یک طرز فکر خاص در مواجهه با سیستمهای پیچیده، برای دانشجویانی که در سیستم آموزشی ایران دروس مجزایی در دانشکده های مکتونیک و برق میگذرانند، آسان نیست. زمانی فرا میرسد که مهندسی مکتونیک در صنایع مختلف، بایست بدانند چگونه حسگر یا پردازنده ای را برای کنترل قطعات متحرک به سیستم مکتونیک اضافه کنند. برای تحقق این امر لزوم یک برنامه ریزی دقیق با توجه به ساختارهای آموزشی مهندسی موجود در کشور احساس میشود. بنابراین اهداف این مقاله به دو بخش قابل تقسیم است:

^{*} Journal of Engineering Education (JEE)



نتیجه مکترونیک شدیداً اصول آموزش مهندسی را تحت تاثیر قرار داده است، و با ارائه مدل چند رشته ای برنامه درسی مرسوم مهندسی را به تعادلی تازه می رساند. اینجاست که، مکترونیک به عنوان یک طرح بین رشته ای، جایگزین برنامه های آموزشی رشته های مرسوم در تمام کشورهای توسعه یافته میشود.

بسیاری از برنامه ها و دوره های جدید مکترونیک در دهه اخیر طراحی شده است. مهندسی مکانیک و یا مهندسی برق در دوره ها و سرفصل دروس، اصالت دارند. در این میان چندین روش برای اجرای دوره های مکترونیک میتواند ارائه و طراحی شود. برای نمونه، اضافه نمودن دروسی از مهندسی برق، علوم کامپیوتر و تئوری کنترل به طرح درس موجود مهندسی مکانیک و یا تحصیل دانشجویان مهندسی برق در دوره های مهندسی مکانیک و رشته مکترونیک. مسأله این است که در این میان، کدام روش با ساختار دانشگاهی ما تطابق بیشتری دارد. به عبارت دیگر چه کسانی و با چه توانایی هایی میتوانند همده در پیشرفت و توسعه نسل بعدی سیستمهای مکترونیکی باشند.

۴- مکترونیک و ساختار برنامه درسی در دنیا

۴-۱- رویکرد مطلوب در آموزش جدید

بایستی اذعان داشت که آموزش مکترونیک توجه بسیاری را به خودش جلب کرده و در آینده ای نه چندان دور تعداد زیادی از مواد آموزشی مهندسی را در بر می گیرد. دید امروزی به برنامه آموزشی، از مفاهیم سنتی و معاصر تشکیل می شود. با نگاهی کلی به تعاریف از برنامه درسی، مشاهده میشود که از آن به عنوان محتوا، موضوع مسئله، برنامه، تجربه، سیستم، و رشته تحصیلی یاد می شود. نگاه سنت گرایان به برنامه آموزشی بر این اعتقاد مبتنی است که محتوا برنامه باید طوری طرح ریزی شود که موضوعات اصیل و مهارت های ضروری در آن گنجانده شود. وظیفه استاد کسک به دانشجویان برای یادگیری دائمی دانسته ها و تفکر منطقی است. از دیدگاه استثنائیسیم، استاد دانشجویان را راهنمایی می کند تا بر اصول محتوایی و حقایق مسلط شوند و به معنای واقعی دانش جو باشند. از دانشجویان انتظار می رود دانش استاد را قبول کنند و هرگز اعتبارشان را زیر سوال نبرند. علایق فردی دانشجوی بی ارتباط با برنامه درسی تلقی می شود. دیدگاه مدرن از رویکرد تکنوکرات ها حمایت می کند. برنامه ای مطابق با نظام اعتقادی آن ها، از بخش های شناخته شده و روش های دانسته و از پیش تعیین شده تشکیل می شود. با الحاق تکنوکرات به دیدگاه مدرن برنامه درسی این اطمینان پدید می آید که مراحل برنامه ریزی با نظم و بازبینی پیش می رود [17]. بنابراین، مهندس برگزیده ای که در حیطه مکترونیک کار می کند یک تلفیقگر عالی است که می تواند

۱. خلاصه کردن مفاهیم مکترونیک، بر اساس گردآوری ها یا آنچه در موسسات آموزشی و محیط های صنعتی در کل دنیا دایر است.
۲. پیشنهاد مدلی فراگیر برای مواد درسی بر اساس تعریف مکترونیک.

۲- آموزش مکترونیک و مقطع تحصیلی

با توجه به ساختار بین رشته ای مکترونیک، ابتدا دوره های پیشرفته در مقاطع تحصیلات تکمیلی ارائه گردید [4-2] که این روند به مرور، برای معرفی ابتدایی این رشته در دوره های کارشناسی تغییر کرد سپس تجربه نشان داد که اصول اولیه مکترونیک برای دانشجویان دوره کارشناسی [14-5] و حتی دبیرستان نیز قابل درک است [15,16]. دوره های مکترونیکی که در آن دانشجویان با انجام پروژه های متفاوت مفاهیم را فرامی گیرند، در این مراجع توصیف شده است. از بررسی این تحقیقات به روشنی دریافت میشود که اولویت با مطالعات آزمایشگاهی است نه تنها در بحث آموزش در مقطع کارشناسی و بلکه در مقطع کارشناسی ارشد. بنا بر خصوصیت میان رشته ای بودن این حوزه توجه به این نکته نقش بسزایی در ارتقا کیفیت آموزش دارد.

در این مقاله مقطع کارشناسی مدنظر بوده و هدف گذاری جهت روشن کردن سرفصل هایی در این مقطع تحصیلی صورت گرفته است. در نتیجه، تمام بخشهایی پیش روی در این راستا مطرح شده اند.

۳- نیاز سرفصل دروس مکترونیک به تلفیق و هم

افزایی

مکترونیک یک ترکیب هم افزایی از مهندسی مکانیک، الکترونیک، کامپیوتر، سیستم های کنترل و فناوری اطلاعات است. این درحالی است که مباحث درسی مرسوم مهندسی به علوم گرایش دارند و یا تحلیل محور هستند، و دانشجو را فردی می انگارند که بر آن رشته خاص تمرکز کرده است. در مقایسه با وجود چنین شیوه تحصیلی که فقط در یک دانشکده یا گروه، بدون دسترسی به آنچه در صنعت رخ می دهد، آموزش مکترونیک می بایست از بنیان کاملاً متفاوت در نظر گرفته شود. این موضوع نیازمند آن است که در جهت تقویت ساختار میان رشته ای مکترونیک، همکاری های بینا گروهی و دانشکده ای، تعاملات صنعتی و کار گروهی، کوشش های بیشتری صورت گیرد. پیشرفت ها در حوزه کامپیوتر، برق و مکانیک باعث شده محصولات با سطح پیچیدگی و انعطاف بالا تولید گردد، بنابراین بخش های تشکیل دهنده آن عمیقاً با یکدیگر تلفیق شده و به هم وابسته اند. در پی آن، اجرای روش های مرسوم مهندسی محدود شده و نیاز به مهندسی چند رشته ای در عرصه صنایع آشکار گردیده است. در



عنوان درس تصمیمات و طراحی خلاق با اهداف ذیل ایجاد شد، و در نهایت منجر به تولید محصول محور مکترونیک گردید [26]

۱. تدریس روشهای طراحی مکتونیک
۲. تدریس مهارتهای ارتباطات فنی
۳. توسعه مهارتهای پایه ساخت و ماشینکاری
۴. معرفی مفاهیم مکتونیک
۵. معرفی مفاهیم نیوماتیک
۶. گسترش مهارتهای کار تیمی در پروژه مهندسی
۷. تولید یک دستگاه مکتونیک

۵- سرفصلهای مرتبط داخلی

در این بخش به دو مورد از سرفصلهای نزدیک به بحث اخیر اشاره میشود. نقایصی که در این سرفصلها برای گسترش حوزه مکتونیک مشاهده میشود، میتواند در جهت ایجاد یک بستر مناسب برای طرح ریزی دوره کارشناسی مهندسی مکتونیک استفاده شود.

دوره کارشناسی مهندسی رباتیک مورخ ۸۱/۲/۲۹ در شورای عالی برنامه ریزی تصویب شد. این دوره در دانشگاه شهروید در دانشکده برق و رباتیک آغاز گردید. اگرچه اقتضای رشته با توجه به عنوان آن، تمرکز بر رباتیک است اما این امر دروس تخصصی را تحت تأثیر قرار داد و برای نمونه به بسته درسی کامپیوتر در سرفصل رباتیک بها داده نشده است.

در حالی که عموماً در دنیا برنامه درسی در مقطع کارشناسی، گرایش رباتیک دارد، و مهندسی رباتیک جهت پاسخ به نیاز صنعت در طراحی، تولید، نگهداری و تعمیرات ربات ها پدید آمده است. برای دانشجویانی که صرفاً محدود به مطالعه پیرامون یک ربات در آزمایشگاه هستند و در بهترین وضعیت سیستم آموزشی ایران، دروس مجزایی از دانشکده های مکتونیک و برق را میگذرانند، درک مفهوم مکتونیک سخت است. مکتونیک به عنوان یک طرز فکر خاص در مواجهه با سیستمهای پیچیده امروزی، عملاً با بازی کردن با مقاومت و یا چرخ دنده ها محقق نمیشود و لزوم یک برنامه ریزی دقیق با توجه به ساختارهای آموزشی مهندسی موجود در کشور احساس میشود. سرفصل مکتونیک باید به گونه ای باشد که توانایی های دانشجویان را به سمت کار گروهی، انگیزه، ابتکار، مدیریت و انعطاف پذیری تولید هدایت کند.

مهندسی رباتیک در ابتدا با استقبال خوبی از سمت دانشجویان همراه بود سپس بنا به عدم وجود زیرساختهای مناسب برای ادامه تحصیل و بازار کار، از اقبال عمومی به این رشته در مقطع کارشناسی کاسته شد. در مقایسه با این رشته نسبتاً جوان و میان رشته ای، حوزه گسترده مهندسی مکتونیک پتانسیلهای بسیار بالاتری در این زمینه داشته و دارد. آمار دانشجویان و توان علمی دانشجویان مهندسی

بهترین بخش از هر علم یا فن آوری را استخراج کند و دانشی ارائه دهد که در راستای ساخت محصول نهایی باشد.

در بسیاری از دانشگاه های دنیا، مبانی مکتونیک در میان دروس مرسوم مهندسی آورده شده است. در اکثر موارد میزان آموزش مکتونیک به یک الی دو درس خلاصه شده است [18,19]. تعدادی از کتاب های درسی منتشر شده با موضوع مکتونیک هم این نظر را تأیید می کنند که هدف اصلی دستیابی به مفهوم کلی بوده تا پیدا کردن تمرکز بر زمینه های مکتونیک [20,21]

در حالی که به طور کلی برنامه درسی در حوزه مکتونیک گرایشهای رباتیک دارد، بایستی تمرکز برنامه درسی با به کار گیری تئوری، آزمایش و پروژه های طراحی گروهی بر یادگیری عمیق در راستای فراگیری دانش تلفیقی باشد. گواه این امر نگاهی به آموزش مکتونیک از ۱۹۹۲ در دانشگاه هنگ کنگ است [22].

۲-۴- هم افزایی متداول محتوای دروس

در دنیا اغلب دوره های موفق مکتونیک پروژه محور هستند و پیوند محکمی با تمرینات آزمایشگاهی دارند. تصور کلی این چنین است که دانشجویان خلاقیت به خرج می دهند، برنامه می نویسند و محصولات مکتونیک را ایجاد می کنند. محصولات که از بخش های مکتونیک و برقی با کنترل کامپیوتری تشکیل شده است، این تصور کلی هنگامی کامل می شود که آنها در درجه اول مهندسان مکتونیک باشند. علاوه بر این دانشجویانی هستند که دانش پایه ای در زمینه مهندسی برق و علوم کامپیوتر دارند [23]

با فضای حاکم و نیازمندیهای رشته، دانشکده های مکتونیک در دنیا در بسیاری از موارد تنها یک عضو دارد و یا تشکیل شده از اعضای است که ترجیح می دهند مهندسی مکتونیک را وارد مکتونیک کرده و توسعه دهند [24]. در نتیجه غالباً مهندسی مکتونیک را در این راستا اصیلتر فرض میشود پس مفیدترین روش آموزش این گونه مطرح میشود که دوره هایی از مهندسی برق، علوم کامپیوتر و تئوری کنترل به طرح درس موجود مهندسی مکتونیک اضافه شود [23]

۳-۴- درس طراحی خلاق بستری برای آموزش مکتونیک

موضوعات فرایند طراحی، مفاهیم ابتدایی مکتونیک، ارتباطات فنی، و هم چنین کار در محیط های گروهی میتواند بستر ساز یک سرفصل مکتونیک باشند. درس تصمیمات و طراحی خلاق با کد ME2110 در دانشگاه صنعتی چرچیا تدوین و ارائه بسیار موفق داشت. در این درس مکتونیک و سیستمهای ارتباطاتی در لیست دروس طراحی سال دوم ادغام شد [25] و به دانشجویان فرصت داده می شود تا بتوانند از طریق فعالیتهای تجربه عملی در گروه های طراحی، بی محدودیت، و با رعایت اصول اولیه مکتونیک، طراحی را تمرین کنند.



ناهمگون بهتر انجام می پذیرد، داشتن مباحث درسی طراحی محور، سریعتر و به مناسب ترین شکل، نیازهای خاص آموزشی مکترونیک را پاسخگوست. بنابراین هدف این بخش پیشنهاد مدل طراحی-محور برای مواد درسی بر اساس مفاهیم مرتبط با مکترونیک، ذکر شده در این مقاله است. این مباحث درسی با هدف تربیت متخصصان طراحی مکترونیک ارائه می شود. افرادی توانمند که قادر باشند، آگاهی همیشگی و نگاه جامع تری نسبت به جزئیات سطوح سیستم داشته باشند کسانی که بتوانند طرح کلی یک سیستم کامل را به صورت طرح اولیه ارائه دهند و گروه توسعه تولید شامل افرادی با تخصص های متفاوت را به نحو موثری راهنمایی کنند.

ساختار برنامه درسی در شکل ۱ ترسیم شده است. برای برنامه درسی که در شکل آمده سه سطح مشخص شده است. از دیدگاه مکترونیک، طراحی هر سیستم فیزیکی، با تالیق و نگاهی آگاهانه به کنترل، الکترونیک و کامپیوتر امکان پذیر است. در این دیگرام مبنا دروس اصلی و تخصصی الزامی هستند که در طول دوره ارائه میشوند. دروس تخصصی انتخابی (اختیاری) متناسب با زمینه تخصصی اخذ میگردد که قطعاً از گستردگی بیشتری در زمینه مهندسی مکترونیک برخوردار است.

دوره های سطح پایه، بر اصول و مفاهیم اولیه تاکید می کند. دروس پایه معمولاً بطور مشترکی برای رشته های مهندسی تدوین شده اند.

دوره های میانی زمینه اساسی برای دانش تخصصی را فراهم می آورد که بخش عظیمی از مهارت های تحلیلی و عملی را در بر می گیرد. دوره های سطح بعدی بر اساس موضوعات طراحی و ساخت مکانیکی، طراحی الکترونیکی و کامپیوتر و کنترل دسته بندی می شود. دروسی که در قالب استراتژی طراحی ارائه میشوند در این قسمت بسیار حائز اهمیت هستند. دانشجویان در این دسته از دروس بایستی قابلیت پروراندن موارد ذیل را داشته باشند:

- درک بنیادی از تحلیل و طراحی دستگاه های مکتبکی و برقی.
- درک پایه ای از استفاده رایانه در ارتباطات
- درک پایه ای از اصول کنترل حرکت

در دوره های سطح پیشرفته بر کاربردهای علمی با رویکرد تلفیقی تکیه می شود و طراحی و توسعه محصولات مکترونیک با دانش طراحی سخت افزاری و نرم افزاری مد نظر قرار می گیرد. هدف اصلی همان ایجاد مهارت تلفیق در دانشجویان است. این دروس به آموزش طراحی مهندسی با دیدگاه مکترونیک جامه عمل میپوشاند. ساختار برنامه درسی به شکلی طراحی می شود که دوره ها زنجیره وار تدریس شوند با احتساب پیشبازی که گذرانده می شوند. تعامل میان دوره ها دسته بندی و در شکل نشان داده شده اند. دوره

مکتبک در دانشگاه صنعتی شاهرود شاهدهی بر این مدعا است. به تازگی دروس تخصصی انتخابی مکترونیک بسته ای از دروس مهندسی مکتبک را در مقطع کارشناسی به خود اختصاص داده است.

مصوب ۷۴۴ جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مورخ ۸۸/۱۰/۱۹ مشخصات کلی، برنامه آموزشی و سرفصل دروس دوره کارشناسی رشته مهندسی مکتبک در گروه فنی و مهندسی را بازنگری نمود. اگرچه این برنامه از تاریخ تصویب به مدت پنج سال قابل اجرا بوده و پس از آن نیازمند بازنگری است، اما به نظر میرسد که ساختار به روز رسانی شده مهندسی مکتبک حوزه های مختلف را به خوبی دربر گرفته است.

بسته دروس انتخابی مکترونیک در مجموع ۱۱ درس را در بر میگیرد که در این میان شامل دو درس عملی-نظری ریاتیک و آزمایشگاه، سیستمهای هیدرولیک و نیوماتیک و آزمایشگاه است. همچنین تک درس آزمایشگاه کنترل اتوماتیک در این میان دیده میشود. بایستی اذعان داشت که توجه به دروس آزمایشگاهی در این میان مغفول مانده است. پذیرفتنی است که تجربه عملی است که میزان یادگیری را افزایش می دهد، به اضافه این که فرایند یادگیری را لذت بخش تر می کند. پروژه های مکترونیک در بسیاری از زمینه ها تجربه هایی عملی مرتبط و جالب فراهم می آورد که با هدف یادگیری عمیق، در راستای فراگیری دانش تلفیقی است.

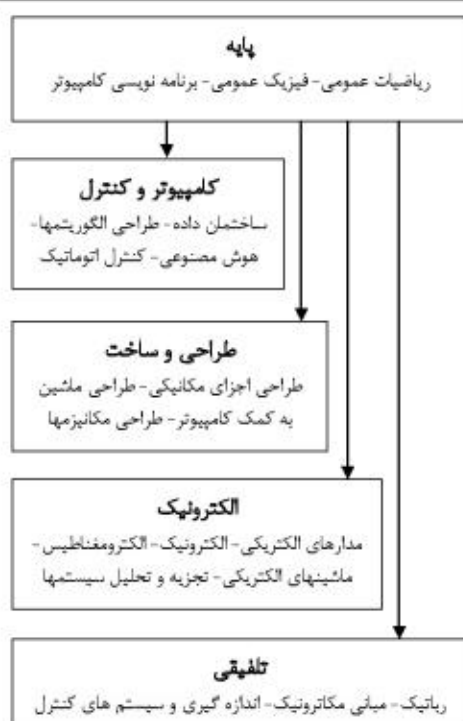
۶- پیشنهاد سرفصل مکترونیک

در این مقاله، بنا به توصیه ها و پیشنهادات اساتید دانشگاههای تراز اول دنیا در تأسیس و راه اندازی رشته های مکترونیک و همچنین سرفصلهای مرتبط در کشور، پیشنهادی در راستای محورهای سرفصل دروس مهندسی مکترونیک در مقطع کارشناسی در دانشگاههای ایران ارائه می شود. این محورها اصول تلفیق و هم افزایی را برای این مهندسی بین رشته ای کاملاً در نظر گرفته است.

برای مکترونیک در ایران نیز به تبع سایر دانشگاههای دنیا، با توجه به ساختار بین رشته ای، ابتدا دوره های پیشرفته در مقطع تحصیلات تکمیلی راه اندازی شد. دانشگاه صنعتی شاهرود در سال ۸۹ اولین ورودی مقطع ارشد را در بستر دانشکده مکتبک داشت.

در این مقاله سرفصل دروس مقطع کارشناسی مدنظر است. تصور بر آن است که دانشجویان در ترمهای اول مهندسی به دلیل نداشتن تجربه کافی قادر نیستند مفاهیم مکترونیک را به کار بگیرند. اگر چه این مسائل در مورد مباحث پیشرفته مکترونیک صدق می کند، اما مستندات نشان میدهد که اساس اولیه مبحث مکترونیک برای دانشجویان دوره کارشناسی و حتی دبیرستان نیز قابل درک است.

از جایی که مکترونیک در درجه اول، استراتژی طراحی، است و کار طراحی برای یک مسئله یا پروژه های صنعتی در گروههای



شکل (۱) طرح کلی فرس اصلی پیشنهاد شده

ای که گرایش به طراحی نسبت به علوم یا تحلیلی محور بودنش بیشتر است به سرفصلهای ایده آل مکترونیک نزدیکتر است. با توجه به اجماع حداکثری مبانی آزمایشگاههای موجود در سه دانشکده مهندسی مکانیک، مهندسی برق و حتی مهندسی کامپیوتر مسائل تحلیلی و تمرینات آزمایشگاهی ادغام میشود. در پروژه نهایی از دانشجویان خواسته می شود که یک سیستم کامل مکترونیک که ارزش صنعتی داشته باشد طراحی کنند. از کار تیمی در این نوع آموزش که با همکاری گروه خورده است حمایت می شود. تیم های کوچک که اعضای آن را دانشجویان اخذ کننده پروژه نهایی تشکیل می دهند، با اساتید تعامل دارند. به نحوی که عملکرد تیمی در نمرات فردی دانشجو تاثیر بسزایی دارد. این مدل درسی تلاش می کند دانشجو را آماده کند تا توان مسئولیت یک مدیر مقدر را به دست آورد و قادر باشد از تمامی ظرفیت های کاری مکترونیک در عرصه طراحی محصول، در محیط صنعتی، بهره برداری کند.

۷- نتیجه

تصور بر آن است که دانشجویان در ترمهای اول مهندسی به دلیل نداشتن تجربه کافی قادر نیستند مفاهیم مکترونیک را به کار بگیرند. اگر چه این مسائل در مورد مباحث پیشرفته مکترونیک صدق می کند، اما مستندات نشان میدهد که اساس اولیه مباحث مکترونیک برای دانشجویان دوره کارشناسی قابل درک است. در این مقاله سرفصل دروس مقطع کارشناسی مدنظر است.

با استناد به برنامه های درسی داخل و خارج از کشور چیدمان دروس اصلی و اختیاری در برنامه درسی مقطع کارشناسی به صورت دقیق بررسی شده است. مدل پیشنهادی سرفصل دروس مکترونیک حتی در مقطع کارشناسی، استراتژی طراحی مهندسی مدرن مبتنی بر دیدگاه تلفیقی مکترونیک را در کل طول دوره لحاظ نموده است.

مراجع

- [1] Wald, M., (Editor-in-Chief) and Kurfess, T., (Guest Editor), 2003, Special issue on Mechatronics Education. *Int. J. of Engineering Education*, 19(4).
- [2] Lima, M., Gomes, MP., Putnik, G., Silva, S., Monteiro, J., and Couto, C., 2002. "Mechatronics education at the University of Minho: a summary of the present; perspectives for the future". *Mechatronics*, 12(2), pp. 295-302.
- [3] Meek, S., Field, S., Devasia, S., 2003. "Mechatronics education in the Department of mechanical engineering at the University of Utah". *Mechatronics*, 13(1), pp.1-11.
- [4] Ramasubramanian, MK., Noon, MN., and Lee, GK., 2003. "Evolution of mechatronics into a graduate degree program in the United States: the NC State University Master of Science program with mechatronics concentration". *Int. J. of Engineering Education*, 19(4), pp. 519-24.
- [5] Hargrove, JB., 2002. "Curriculum, equipment and student project outcomes for mechatronics education in the core mechanical engineering program at Kettering University". *Mechatronics*, 12(2), pp. 343-56.
- [6] Kurfess T, Singhose W, Fortgang J. Genesis and evolution of an undergraduate mechatronics course. In: Second IFAC Conference of Mechatronic Systems; 2002.
- [7] Kurfess, TR., Witzel, JG., 2002. "Using mechatronics in early design". *Mechatronics*, 2(2), pp. 241-9.



- [8] Durfee, WK., 2003. "Mechatronics for the masses: a hands-on project for a large, introductory design class". *Int. J. of Engineering Education*, 19(4), pp. 593-6.
- [9] Brown, NJ., Brown, OT., 2002. "Mechatronics a graduate perspective". *Mechatronics*, 12(2), pp. 159-67.
- [10] Geddam, A., 2003. "Mechatronics for engineering education: undergraduate curriculum". *Int. J. of Engineering Education*, 19(4), pp. 575-80.
- [11] Gupta, SK., Kumar, S., and Tewari, L., 2003. "A design-oriented undergraduate curriculum in mechatronics education". *Int. J. of Engineering Education*, 19(4), pp. 563-8.
- [12] Salami, MJE., Mir-Nasiri, and N., Khan, MR., 2003. "Development of mechatronics engineering degree program: challenges and prospects". *Int. J. of Engineering Education*, 19(4), pp. 537-43.
- [13] Wright, AB., 2002. "Planting the seeds for a mechatronic curriculum". *UALR. Mechatronics*, 12(2), pp. 271-80.
- [14] Rogers, G. G., 2003. "The teaching philosophy of the REAL units of a mechatronic engineering degree program". *Int. J. of Engineering Education*, 19(4), pp. 515-518.
- [15] Robertson M, Vaughan J, Singhose W, Pastirik M, Usselman M, Llewellyn D. Involving high schools students in a university-level mechanical engineering design competition. In: ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 2005. p. 9039-49.
- [16] Kolberg, E., Reich, Y., and Levin, I., 2003. "Project-based high school mechatronics course". *Int. J. of Engineering Education*, 19(4), pp. 557-62.
- [17] Hunkins, FP., Hanmill, PA., 1994, "Beyond Tyler and Taba: Reconceptualizing the Curriculum Process". *Peabody Journal of Education*, Taylor & Francis Group, Vol. 69, No. 3, Part 1, pp. 4-18.
- [18] Alciatore, D. and Histad, M., Mechatronics and measurement systems course at Colorado State University, *Proc. Workshop on Mechatronics Education*, Stanford, CA, July 1994, pp. 7-11.
- [19] Craig, K., Mechatronics systems design at Rensselaer, *Proc. Workshop on Mechatronics Education*, Stanford, CA, July 1994, pp. 24-27.
- [20] Histad, MB, and Alciatore, DG., 1999. *Introduction to Mechatronics and Measurement Systems*. McGraw Hill.
- [21] W. Bolton, *Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical Engineering*, Addison Wesley Longman Publishing, 2nd Ed. 1999.
- [22] K. P. Rao, A. Geddam and S. K. Tso, A Perspective on mechatronics education: undergraduate programme at the City University of Hong Kong, *Proc. Pacific Conference on Manufacturing*, Southfield, Detroit, MI, Sept. 2000, pp. 625-630.
- [23] Grimheden, M., and Mats H., 2005. "Mechatronics—the evolution of an academic discipline in engineering education." *Mechatronics*, 15(2), pp. 179-192.
- [24] Craig, K., 2001. "Is Anything Really New in Mechatronics Education?". *IEEE Robotics & Automation Magazine*, pp. 12-19.
- [25] Vaughan, J., Fortgang, J., Singhose, W., Donnell, J., and Kurfess, T., 2008. "Using mechatronics to teach mechanical design and technical communication". *Mechatronics*, 18(4), pp. 179-186.
- [26] <http://singhose.marc.gatech.edu/courses/me2110/>.