



دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده برق - گروه مکترونیک

گزارش سمینار دوره کارشناسی ارشد
رشته مهندسی مکترونیک

عنوان

بررسی روش های طراحی و ساخت موتورهای
مسطح با استفاده از شناوری مغناطیسی

نگارش

علیرضا امیری

اساتید راهنما

دکتر مهدی علیاری شوره دلی و دکتر اسماعیل نجفی

شهریور ۱۴۰۳



چکیده

تدوین گزارشی مناسب برای ارائه‌ی دستاوردهای هر پروژه و مراحل رسیدن به آن‌ها لازم است. اگر چه باید تمامی کارهای صورت گرفته در پروژه به شکل مناسب در گزارش بیان گردد اما باید به این نکته نیز توجه شود که از بیان مسائل اضافی که ذهن خواننده را از هدف اصلی دور می‌کند اجتناب شود. این راهنما، علاوه بر ارائه‌ی یک قالب نمونه برای تدوین گزارش پروژه، پایان‌نامه و رساله‌ی دکتری که بر اساس دستورالعمل دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی ایجاد شده است، راهنمایی‌هایی نیز برای تدوین یک گزارش مناسب ارائه می‌دهد. برای تهیه‌ی این قالب از کلاس kntu-thesis و بسته‌ی زی‌پرشین استفاده شده است.

چکیده بخش بسیار مهمی از گزارش است که نمایی کلی از آنچه در گزارش بیان خواهد شد را به خواننده نشان می‌دهد. به طور کلی چکیده باید شامل سه بخش شود: اول از همه باید صورت مسئله به اختصار بیان گردد و سپس مشکلات اصلی که در مسیر پروژه وجود داشته است بیان گردد و در نهایت نیز دستاوردهای حاصل شده از پروژه بیان گردد که تمرکز اصلی نیز بر روی بخش سوم می‌باشد. توضیحات باید بیانگر نکات اصلی باشند اما اگر در گزارش روش نوینی برای بار اول ارائه گردیده، بهتر است جزئیات بیشتری از آن بیان گردد. چکیده ترجیحاً یک پاراگراف باشد که شامل حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ کلمه می‌شود. متن چکیده باید روان و سلیس باشد و از جملاتی با معنی و روشن استفاده گردد که خواننده را به خواندن ادامه‌ی گزارش ترغیب کند. چکیده متنی جدای از سایر بخش‌ها است و باید به تنهایی گویا و کامل باشد و از ذکر منابع و ارجاع به بخش‌های دیگر گزارش اجتناب شود. همچنین نداشتن غلط‌املائی و دستور زبانی در چکیده از اهمیت بالاتری نسبت به سایر بخش‌های گزارش برخوردار است. کلمات کلیدی که در انتهای چکیده فارسی و انگلیسی آورده می‌شود مبنایی برای طبقه‌بندی گزارش در مراکز اطلاعاتی هستند بنابراین باید کلمه‌ها یا عباراتی برای آن انتخاب شوند که ماهیت، محتوا و گرایش کار را به وضوح نشان دهند.

واژگان کلیدی حداکثر ۵ کلمه یا عبارت، متناسب با عنوان، قالب پایان‌نامه، لاتک

فهرست مطالب

۱	مقدمه	فصل ۱:
۱	مقدمه‌ای بر تولید انعطاف‌پذیر	۱.۱
۳	مقدمه‌ای بر موتورهای سطح مبتنی بر شناوری مغناطیسی	۲.۱
۴	۱.۲.۱ منابع مناسب برای یادگیری لاتک	
۴	۲.۲.۱ فونت‌های استفاده شده در قالب	
۵	۳.۲.۱ روش ویراش فایل‌ها	
۷	۴.۲.۱ مطالب پایان‌نامه را چگونه بنویسم؟	
۷	۱.۴.۲.۱ فصل‌ها	
۸	۲.۴.۲.۱ مراجع	
۸	۳.۴.۲.۱ واژه‌نامه فارسی به انگلیسی و برعکس	
۸	۴.۴.۲.۱ نمایه	
۹	۵.۲.۱ اگر سوالی داشتم، از کی پرسم؟	
۹	۳.۱ محتویات فصل اول یک پایان‌نامه	
۱۰	۱.۳.۱ عنوان تحقیق	
۱۰	۲.۳.۱ تعریف مسأله	
۱۰	۳.۳.۱ تاریخچه‌ای از موضوع تحقیق	
۱۱	۴.۳.۱ تعریف موضوع تحقیق	
۱۱	۵.۳.۱ هدف یا هدف‌های کلی، نوآوری و اهمیت تحقیق	
۱۱	۶.۳.۱ روش انجام تحقیق	
۱۱	۷.۳.۱ تعریف واژه‌ها (اختیاری)	

۱۱	..... خلاصه فصل ها	۸.۳.۱
۱۲	..... جمع بندی	۴.۱
۱۲	..... ساختار پایان نامه	۵.۱
۱۳	..... مروری بر مطالعات انجام شده	فصل ۲:
۱۳	..... مقدمه	۱.۲
۱۴	..... معماری دستگاه های MLPM	۲.۲
۱۴	..... سیم پیچ های متحرک و آهنرباهای ثابت	۱.۲.۲
۱۵	..... مروری بر ادبیات موضوع	۳.۲
۱۶	..... نتیجه گیری	۴.۲
۱۷	..... کتاب نامه	
سوم	..... نمایه	

فصل ۱

مقدمه

در این فصل، ابتدا مقدمه‌ای درباره‌ی تولید انعطاف‌پذیر ارائه شده و به بررسی دلایل استفاده از این روش در صنایع مختلف پرداخته می‌شود. سپس، پس از معرفی فناوری‌های موجود برای پیاده‌سازی این نوع تولید، ویژگی‌ها، مزایا و معایب هر یک به صورت جامع ارزیابی می‌گردد. در پایان، با توجه به اهداف این پژوهش، ساختارهای مبتنی بر فناوری مغناطیسی معرفی شده و با توجه به ویژگی‌های منحصربه‌فرد این فناوری، کاربردهای آن در سایر صنایع نیز مورد بحث قرار می‌گیرد.

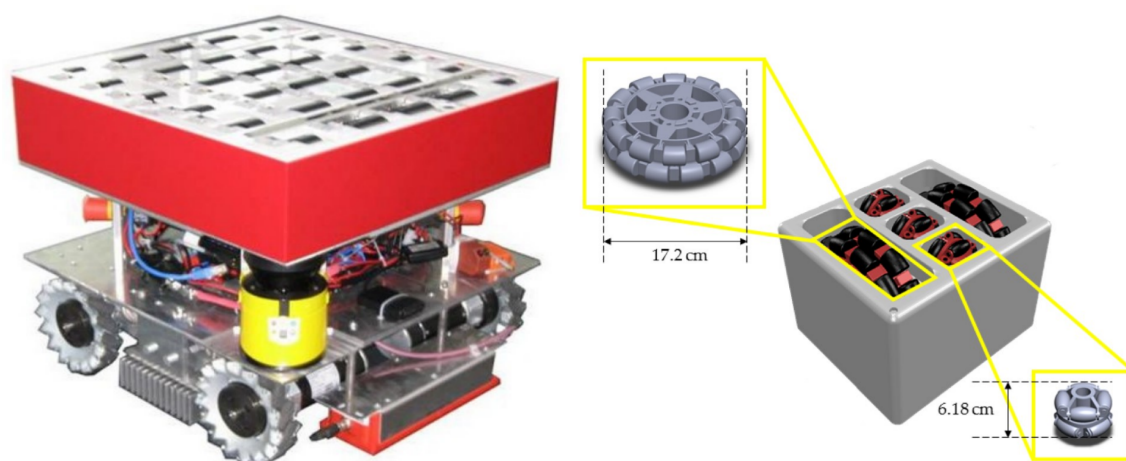
۱.۱ مقدمه‌ای بر تولید انعطاف‌پذیر

با رشد صنایع تولیدی مدرن و افزایش تنوع محصولات، خطوط تولید سنتی دیگر نمی‌توانند به سرعت به تغییرات پاسخ دهند. هرگونه تغییر در این خطوط نیازمند جابه‌جایی دستگاه‌ها یا تغییر مسیر نوارهای نقاله است که این کار هزینه‌های زیادی به همراه دارد و به دلیل زمان‌بر بودن و هزینه‌های بالا، اغلب عملی نیست. تولید انعطاف‌پذیر به سامانه‌ای از ماشین‌آلات صنعتی اشاره دارد که به طور کنترل‌شده قادر به پردازش مقدار متوسطی از محصولات به صورت هم‌زمان هستند [۱]. این رویکرد با کنار گذاشتن روندهای خطی سنتی و بهره‌گیری از فرایندهای پیچیده‌تر، امکان تولید سریع‌تر را فراهم می‌کند.

یکی از الزامات اصلی برای پیاده‌سازی تولید انعطاف‌پذیر، طراحی جایگزین‌هایی برای نوارهای نقاله است تا کنترل دقیق‌تری بر محصولات در جریان تولید اعمال شود. امکان جابه‌جایی محصولات در دوراستای طولی و

عرضی، به عنوان نخستین گام در ارتقای خطوط تولید و افزایش انعطاف پذیری مطرح است و برای دستیابی به این هدف، روش های متعددی ارائه شده است.

یکی از این روش ها که در پژوهش های مختلف مورد بررسی قرار گرفته، استفاده از چرخ های چندجهته است که می تواند راهکاری مناسب برای کنترل موقعیت محصولات باشد. در این سازوکار، با تغییر وضعیت چرخ های مختلف و تنظیم جهت چرخش آنها، امکان جابه جایی محصولات در راستاهای طولی و عرضی، و همچنین چرخش حول محور عمودی فراهم می شود که به طور مؤثری به افزایش انعطاف پذیری خطوط تولید کمک می کند. شکل ۱.۱.آ. استفاده از ربات های چرخ دار که قادر به جابه جایی در محیط های مسطح هستند نیز به عنوان یک راهکار برای انتقال محصولات در برخی صنایع معرفی شده است. شکل ۱.۱.ب. با این حال، فناوری های مبتنی بر چرخ به دلیل تماس فیزیکی ناگزیر میان محصولات و ماشین آلات با محدودیت هایی روبه رو هستند که استفاده از آنها را در صنایع خاص دشوار می کند. یکی از چالش های اصلی این روش، وجود اصطکاک میان چرخ ها و محصولات است که در گام اول، به عنوان عاملی غیرقابل پیش بینی در حرکت محصولات عمل کرده و دقت جابه جایی را به طور چشمگیری کاهش می دهد. علاوه بر این، اصطکاک موجود، سرعت و شتاب حرکت محصولات را محدود کرده و از عملکرد بهینه جلوگیری می کند. یکی دیگر از محدودیت های سیستم های چرخ دار، ساختار مکانیکی آنها است که می تواند باعث ایجاد گرد و غبار در محیط شود و به همین دلیل در صناعی که نیاز به فضای بدون آلودگی یا خلاء دارند، نمی توان از این فناوری استفاده کرد.



(ب) استفاده از ربات های چرخ دار

(آ) استفاده از چرخ های چند جهته

شکل ۱.۱: طراحی های تولید انعطاف پذیر مبتنی بر چرخ

در مقابل، موتورهای مسطح مبتنی بر شناوری مغناطیسی^۱ توانسته‌اند بسیاری از این محدودیت‌ها را برطرف کنند. با حذف تماس فیزیکی بین محصولات و سطح، نیروی اصطکاک از معادلات حرکت به‌طور کامل حذف می‌شود و این امکان فراهم می‌آید که حرکت محصولات با دقت بسیار بالایی کنترل شود. در این فناوری، نیروی اعمال‌شده به جسم متحرک از طریق میدان‌های مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی در سیم‌پیچ‌ها تولید می‌شود و به همین دلیل، می‌توان با دقت بالایی میزان نیروی واردشده و جابه‌جایی محصول را محاسبه و تنظیم کرد. همچنین این روش برخلاف روش‌های مبتنی بر چرخ، امکان جابه‌جایی محصولات با سرعت و شتاب بالا و بدون ایجاد گرد و غبار را فراهم می‌کند. علاوه بر این، اجزای متحرک در این سامانه‌ها می‌توانند تا شش درجه آزادی داشته باشند و بدون هیچ محدودیتی روی سطح استاتور حرکت کنند.

۲.۱ مقدمه‌ای بر موتورهای مسطح مبتنی بر شناوری مغناطیسی

شناوری مغناطیسی به معنای اعمال نیروهای مغناطیسی به اجسام به‌گونه‌ای است که این نیروها بتوانند بر نیروی جاذبه غلبه کرده و جسم را بدون تماس فیزیکی و به‌صورت پایدار در هوا معلق نگه دارند. این نیرو می‌تواند به دو شکل جاذبه یا دافعه اعمال شود. در حالت جاذبه، نیروی مغناطیسی از بالا به جسم وارد شده و نیروی گرانش زمین را خنثی می‌کند، درحالی‌که در حالت دافعه، نیرو از پایین به جسم وارد شده و آن را به سمت بالا دفع می‌کند. در صورتی‌که جسم فقط دارای خاصیت رسانایی باشد، تنها امکان جذب شدن وجود دارد، اما اگر جسم از مواد مغناطیسی مانند آهنرباهای دائمی یا الکتریکی ساخته شود، می‌تواند هم جذب و هم دفع شود. کنترل نیروهای مغناطیسی معمولاً با استفاده از آهنرباهای الکتریکی انجام می‌شود، به‌طوری‌که عبور جریان الکتریکی از سیم‌پیچ‌ها میدان مغناطیسی ایجاد کرده و تنظیم این جریان‌ها باعث تغییر در شدت میدان و نیروی وارده به جسم می‌شود. از این طریق، می‌توان با کنترل دقیق جریان، جسم را به‌طور پایدار در حالت معلق نگه داشت.

در موتورهای مسطح مبتنی بر شناوری مغناطیسی، نیروی مغناطیسی همواره از بخش زیرین به جسم وارد می‌شود. در این سیستم‌ها، دو نوع طراحی رایج است: (۱) آهنرباهای الکتریکی در بخش استاتور قرار می‌گیرند و بخش متحرک از آهنرباهای دائمی ساخته می‌شود، و یا (۲) استاتور شامل آهنرباهای دائمی است و آهنرباهای

¹Magnetic Levitated Planar Motors (MLPM)

الکتریکی در بخش متحرک جای می‌گیرند. در هر دو حالت، با تنظیم جریان در سیم‌پیچ‌های بخش متحرک، نیروی اعمالی کنترل شده و حرکت جسم تنظیم می‌شود.

در کاربردهای صنعتی، به دلیل نیاز به بازدهی بالاتر در تبدیل انرژی مغناطیسی به نیرو، از آرایه‌های خاصی از آهنرباهای دائمی به نام آرایه هالباخ^۱ استفاده می‌شود. این آرایه‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که میدان مغناطیسی را به طور متمرکز در یک سمت تقویت کنند و در نتیجه، نیروی مغناطیسی بیشتری به جسم وارد شود. ساختارهای آرایه هالباخ یک بعدی و دوبعدی در تحقیقات پیشین به طور گسترده بررسی و استفاده شده‌اند.

برای پیاده‌سازی موفق یک سیستم شناوری مغناطیسی، عوامل متعددی باید در نظر گرفته شوند که شامل طراحی و بهینه‌سازی ساختار مکانیکی سیستم، پیاده‌سازی کنترلرهای دقیق برای تنظیم نیروهای مغناطیسی، و همچنین مدل‌سازی دینامیکی یا شناسایی رفتار سیستم برای کنترل بهتر آن است. این عوامل به طور مستقیم بر کارایی و پایداری سیستم تأثیر می‌گذارند و باید به دقت مورد بررسی و تنظیم قرار گیرند.

۱.۲.۱ منابع مناسب برای یادگیری لاتک

اگر نوشتن پروژه/پایان‌نامه/رساله اولین تجربه شما از کار با لاتک است، توصیه می‌شود که یک بار به صورت اجمالی، کتاب «مقدمه‌ای نه چندان کوتاه بر \LaTeX 2\epsilon » ترجمه دکتر مهدی امیدعلی را مطالعه کنید. این کتاب، کتاب بسیار کاملی است که خیلی از نیازهای شما در ارتباط با حروف چینی را برطرف می‌کند. اگر تک لایو کامل را داشته باشید، این کتاب را هم دارید. کفایت در خط فرمان دستور زیر را بنویسید:

```
texdoc lshort-persian
```

اگر عجله دارید، برخی دستورات پایه‌ای مورد نیاز در پیوست^۲؟ بیان شده‌اند.

۲.۲.۱ فونت‌های استفاده شده در قالب

در این قالب از فونت IRLotusICEE به صورت پیش فرض استفاده شده است و بر اساس دستور العمل دانشگاه نباید از فونت IRTitr برای عنوان استفاده شود. قلم‌های IRLotusICEE مستخرج از قلم‌های استاندارد

^۱Halbach array ^۲

IRLotus شورای عالی اطلاع‌رسانی^۱ هستند که توسط دکتر بابایی زاده اصلاحاتی روی آنها صورت پذیرفته است: تبدیل صفر توپر به صفر توخالی (جهت تمایز بیشتر با نقطه) و اضافه شدن حالت توپر و ایرانیک توأم، که این موارد در قلم‌های شورای عالی اطلاع‌رسانی وجود ندارد.

۳.۲.۱ روش ویراش فایل‌ها

گزارش پروژه، پایان‌نامه یا رساله، یک نوشته طولانی است که از بخش‌های متعددی تشکیل شده است. بنابراین اگر تمام تنظیمات و مطالب را در یک فایل قرار دهیم، موجب سردرگمی می‌گردد و یافتن بخش‌های مختلف را دشوار می‌کند. برای رفع این مشکل در لاتک می‌توان از فایل‌ها جداگانه برای نگارش بخش‌های مختلف و انجام تنظیمات استفاده نمود و سپس همه‌ی آن‌ها را در فایل اصلی فراخوانی نمود. در قالب تهیه‌شده توسط ما فایل اصلی مجموعه، **main.tex** می‌باشد. که قسمت‌های مختلف، توسط دستورهای مانند **input** و **include** در این فایل فراخوانی شده‌اند. برای درک بهتر فایل‌های مختلف فراخوانی شده در **main.tex**، در این بخش به توضیح مختصر هر یک پرداخته می‌شود.

- **kntu-thesis.cls**: در این فایل تنظیمات پایه‌ای قالب قرار داده شده است و توصیه می‌شود اگر در استفاده از لاتک تازه‌کار هستید این فایل را تغییر ندهید.

- **commands.tex**: در این فایل تنظیمات قابل تغییر توسط کاربر قرار داده شده است. اگر در هنگام نگارش به پکیج جدیدی نیاز داشتید که از پیش در قالب فراخوانی نشده بود لازم است آن‌ها در این فایل فراخوانی شوند. همچنین در صورتی که می‌خواهید از فونت‌های جدید نیز استفاده کنید علاوه بر اضافه کردن فایده فوند در پوشه‌ی **font** یاید در به این فایل نیز فونت مورد نظر تعریف گردد. در این فایل عبارت "فونت‌های جدید" را جست و جو نمایید و بر اساس مثال‌هایی که در آنجا قرار داده شده است، فونت‌های جدید را وارد نمایید.

- **faTitle.tex**: در این فایل مشخصات فارسی نظیر عنوان، نام نگارنده و اساتید راهنما به همراه چکیده فارسی قرار دارد که باید توسط کاربر تغییر کند. در این فایل در صورت نداشتن گرایش، استاد مشاور و یا

^۱ قلم‌های استاندارد IRFonts از شورای عالی اطلاع‌رسانی، منطبق بر آخرین نسخه استاندارد یونیکد، استاندارد ملی ۶۲۱۹ و استاندارد Adobe Glyph Naming هستند.

استاد راهنمای دوم هر یک از این موارد را با قرار دادن کاراکتر % در ابتدای آن خط کامنت کنید. لازم به ذکر است که تنظیمات موجود در فایل kntu-thesis.cls به گونه‌ای است که کاربر فقط یک با مشخصات خود و عنوان را وارد کند و اطلاعات لازم به صورت خودکار در بخش‌های مختلف قرار می‌گیرد.

- enTitle.tex: همانند فایل faTitle.tex اما برای مشخصات و چکیده‌ی انگلیسی می‌باشد.
- glossaries-settings.tex و words.tex: این دو فایل برای ایجاد واژه‌نامه استفاده می‌شوند. برای ایجاد واژه‌نامه از پکیج glossary استفاده شده است و تنظیمات آن در فایل glossaries-settings.tex قرار دارد و نیازی به تغییر این فایل توسط کاربر نمی‌باشد. اما واژه‌های معادلی که برای واژه‌های انگلیسی استفاده شده است را باید در فایل words.tex اضافه کنیم. لازم به ذکر است که ایجاد واژه‌نامه و نمایه طبق دستورالعمل دانشگاه اجباری نیست و در صورتی که نمی‌خواهید واژه‌نامه و نمایه در پروژه/پایان‌نامه/رساله داشته باشید می‌توان خطوط مربوط به glossaries-settings.tex و words.tex را در فایل main.tex کامنت و یا حذف نمایید.
- thesis_preamble.tex: این فایل جهت تنظیم صفحات ابتدایی استفاده می‌شود به عنوان مثال اگر قصد دارید صفحات تقدیم و یا قدردانی را حذف کنید می‌توانید دستورات مربوط به آن را در این فایل کامنت کنید. نمایش موادی نظیر فهرست برنامه‌ها، فهرست الگوریتم‌ها و فهرست اختصارات نیز در این فایل انجام می‌شود. که در صورت تمایل می‌توانید آن‌ها را حذف نمایید.
- MyReferences.bib: این فایل برای مدیریت مراجع استفاده می‌شود. می‌توانید با جست‌وجوی مقالات مورد نظر در Google Scholar محتوای bib.tex آن‌ها کپی و در فایل MyReferences.bib قرار دهید و سپس در متن خود با دستور \cite{lable} به آن ارجاع دهید. برای توضیحات کامل تر به بخش؟؟ در پیوست‌ها مراجعه کنید. این قالب ترتیب مراجع را به صورت خودکار مدیریت می‌کند و از استاندارد IEEE برای این کار استفاده می‌کند.
- فایل‌های فصل‌ها و پیوست‌ها: به صورت پیش‌فرض پنج فصل و سه پیوست در این قالب قرار داده شده است. اما کاربر می‌تواند به دلخواه خود و صلاح دید استاد راهنما این موارد را کم یا زیاد کند. به عنوان مثال اگر بخواهید یک فصل دیگر اضافه کند می‌تواند یک فایل با نامی دلخواه مثل chapter6.tex ایجاد کند و آن را در پوشه‌ی tex سپس با دستور \include{./tex/chapter6} آن را در ادامه‌ی

سایر فصل‌ها قرار دهد و یا در صورتی که نیازی به پیوست نداشته باشد می‌تواند دستورات مربوط به آن را در فایل `main.tex` کامنت کند.

۴.۲.۱ نوشتن محتوای اصلی

در ویرایش فایل‌ها باید به این نکته توجه شود که دستورات موجود در آن‌ها ناآگاهانه حذف نگردد چراکه ممکن است باعث ایجاد خطا در هنگام اجرا شود. نکته دیگری که باید به آن توجه کنید این است که در قالب آماده شده، سه گزینه به نام‌های `bsc`، `msc` و `phd` برای نوشتن پروژه، پایان‌نامه و رساله، در نظر گرفته شده است. بنابراین اگر قصد تایپ پروژه کارشناسی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد یا رساله دکتری را دارید، به ترتیب باید از گزینه‌های `bsc`، `msc` و `phd` در فایل `main.tex` استفاده کنید. با انتخاب هر کدام از این گزینه‌ها، تنظیمات مربوط به آنها به طور خودکار، اعمال می‌شود.

۱.۴.۲.۱ فصل‌ها

برای ویرایش هر فصل می‌توانید فایل مربوط به آن فصل را باز نموده و مطالب خود را با مطالب فعلی جایگزین کنید. نکته بسیار مهمی که در اینجا باید گفته شود این است که سیستم `TeX`، محتویات یک فایل `tex` را به ترتیب پردازش می‌کند. بنابراین، اگر مثلاً دو فصل اول خود را نوشته و خروجی آنها را دیده‌اید و مشغول تایپ مطالب فصل ۳ هستید، بهتر است که دو دستور `\include{chapter1}` و `\include{chapter2}` را در فایل `main.tex` غیرفعال^۱ کنید. در غیر این صورت، ابتدا مطالب دو فصل اول پردازش شده و سپس مطالب فصل ۳ پردازش می‌شود که این کار باعث طولانی شدن زمان پردازش می‌گردد. هر زمان که خروجی کل پروژه/پایان‌نامه/رساله را خواستید، تمام فصل‌ها را دوباره در `main.tex` فعال نمائید. بدیهتاً لازم نیست فصل‌های پروژه/پایان‌نامه/رساله را به ترتیب تایپ کنید. مثلاً می‌توانید ابتدا مطالب فصل ۳ را تایپ نموده و سپس مطالب فصل ۱ را تایپ کنید.

^۱ برای غیرفعال کردن یک دستور، کافی است در ابتدای آن، علامت درصد انگلیسی (%) بگذارید.

۲.۴.۲.۱ مراجع

برای وارد کردن مراجع پروژه/پایان نامه/رساله کافی است فایل MyReferences.bib را باز کرده و مراجع خود را به شکل اقلام نمونه داخل آن، وارد کنید. سپس از bibtex برای تولید مراجع با قالب مناسب استفاده نمایید. برای توضیحات بیشتر بخش؟؟ از پیوست؟؟ و نیز پیوست؟؟ را ببینید.

۳.۴.۲.۱ واژه نامه فارسی به انگلیسی و برعکس

برای وارد کردن معادل فارسی اصطلاحات لاتین در متن و تهیه فهرست واژه نامه از آنها، از بسته glossaries و نرم افزار xindy استفاده می شود. بدین منظور کافی است اصطلاحات لاتین و ترجمه آنها را در فایل words.tex وارد کرده و هر جای متن که خواستید با دستورات `gls{label}` یا `glspl{label}` معادل فارسی مفرد یا جمع یک اصطلاح را بیاورید.

مثلا در اینجا، واژه «کنش^۱» برای بار اول و دوباره «کنش» برای بار دوم در متن ظاهر شده است. جهت توضیحات بیشتر به پیوست؟؟ مراجعه کنید. برای ایجاد واژه نامه باید دستورات زیر را اجرا کنید:

```
xindy -L persian-variant3 -C utf8 -I xindy -M %.xdy -t %.glg -o %.gls %.glo
xindy -L persian-variant3 -C utf8 -I xindy -M %.xdy -t %.blg -o %.bls %.blo
xindy -L english -C utf8 -I xindy -M %.xdy -t %.alg -o %.acr %.acn
```

۴.۴.۲.۱ نمایه

برای وارد کردن نمایه، باید از xindy استفاده کنید. برای وارد کردن نمایه باید از دستور `\index{lable}` استفاده کنید. مثال ها بیشتر در پیوست؟؟ قسمت؟؟ آورده شده است. برای ساختن نمایه ها با استفاده از xindy ابتدا باید فایل main.tex را اجرا کنید و سپس با دستور:

```
xindy -M texindy -C utf8 -L persian-variant2 %.idx
```

¹Action

نمایه را ایجاد کنید و دوباره فایل `main.tex` را اجرا کنید. ممکن است پس از ایجاد نمایه‌ی جدید و یا حذف نمایه‌های قبلی نیاز باشد چند مرتبه این سه مرحله را تکرار کنید تا نمایه به صورت کامل تصحیح شود.

۵.۲.۱ اگر سوالی داشتیم، از کی پرسیم؟

می‌توان گفت که پاسخ اغلب سوالات را می‌توانید با یک جست و جوی ساده در اینترنت پیدا کنید. اگر به هنگام اجرا با خطایی مواجه شدید متن خطا را در google وارد جست و جو نمایید. همچنین می‌توانید سوالات خود را در stackexchange یا سایت پرسش و پاسخ پارسی‌لآتک^۱ مطرح نمایید. یا به بایگانی تالارگفتگوی قدیمی پارسی‌لآتک^۲ مراجعه کنید. همچنین در صورت بافتن مشکلی در قالب می‌توانید در بخش مشکلات گیت‌هاب پروژه به آدرس <https://github.com/msinamsina/kntu-thesis/issues> آن را مطرح نمایید.

۳.۱ محتویات فصل اول یک پایان‌نامه

در فصل اول از پروژه/پایان‌نامه/رساله به بیان مقدمه پرداخته می‌شود. هدف از فصل مقدمه^۳، شرح مختصر مسأله به منظوری روشن شدن هدف تحقیق و بیان اهمیت و انگیزه‌ی محقق از پرداختن به موضوع پروژه/پایان‌نامه/رساله است. همچنین در این فصل باید اشاره‌ی کوتاهی به روش و مراحل تحقیق شود تا به صورت کلی زمینه‌های اطلاعاتی لازم را برای خواننده فراهم شود. بیان دقیق و کامل صورت مسأله در این فصل اهمیت بالایی دارد و موجب می‌شود خواننده بهتر به اهمیت کار شما پی‌ببرد و او را به خواندن ادامه‌ی مطالب ترغیب می‌کند. در مقدمه لازم است به کمک سوابق تحقیق و اطلاعات موجود (با ذکر منبع) خلاهای موجود در زمینه تحقیق نشان داده شود و با روشی منظم، منطقی و هدف‌دار، به درک بیشتر خواننده از راه حل ارائه شده برای رفع این خلاها کمک کرد. مقدمه مناسب‌ترین جا برای ارائه اختصارات و بعضی توضیحات کلی است، توضیحاتی که شاید نتوان در مباحث دیگر آنها را شرح داد. مقدمه، یکی از ارکان اساسی و اصلی پایان‌نامه است که مهمترین قسمت‌های آن در ادامه آمده است، اما باید به این نکته توجه شود که بهتر است عناوین این قسمت‌ها بسته به موضوع تحقیق تغییر کنند و از عناوین مناسب برای این کار استفاده گردد و همچنین به بنابر سلیقه‌ی نگارنده و با مشورت استاد راهنما

¹<http://qa.parsilatex.com> ²<http://forum.parsilatex.com> ³Introduction

برخی از این قسمت‌ها می‌توانند با هم ترکیب شوند و یک قسمت را تشکیل دهند.

۱.۳.۱ عنوان تحقیق

در این بخش باید به طور مختصر عنوان و زمینه‌ی تحقیق خود و علت به وجود آمدن آن را شرح دهید. از توضیحات جزئی در این قسمت پرهیز شود و تلاش شود مطالب به دور از پیچیدگی و ابهام بیان گردد.

۲.۳.۱ تعریف مسأله

وظیفه اصلی مقدمه بیان چرایی و علت انجام تحقیق در مورد موضوع محوری پروژه/پایان‌نامه/رساله است. در این بخش مسأله‌ای که قرار است به آن پاسخ دهید را به طور دقیق شرح دهید. اگر مسأله مورد نظر شما در زمینه‌ای جدید مطرح شده است، از زمینه‌های مشابه و نزدیک برای توضیح مسأله کمک بگیرید تا خواننده دقیقاً متوجه خروجی مورد نظر شما در این تحقیق شود و به طور کلی پرسش‌های اساسی و که در این تحقیق قصد پاسخ به آن را دارید را در ذهن خواننده ایجاد نمایید. گاهی می‌توانید ابتدا اهمیت موضوع را بیان و سپس پرسش خود را در آن موضوع مطرح کنید.

۳.۳.۱ تاریخچه‌ای از موضوع تحقیق

به طور کلی پیش از ورود به موضوع هر تحقیقی باید به مطالعه‌ی کارهای پیشین صورت گرفته در موضوع تحقیق و یا موضوعات نزدیک به آن پرداخته شود تا خلاهای موجود مشخص گردد و میزان نوآوری محقق در تحقیق پیش رو مشخص گردد. اما در بیان تاریخچه نباید زیاده‌روی کرد. بهتر است بیشتر به مقالات دو سال قبل از کارتان اشاره شود اما گاهی نیاز است به برخی مقالات قدیمی‌تر نیز که پایه‌ای برای ایده‌های محوری مقالات اخیر است نیز اشاره شود. فصل دوم تحقیق عموماً به مروری بر ادبیات موضوع می‌پردازد بنابراین یا باید این قسمت خیلی مختصر باشد و مطالب تکراری در فصل دوم بیان نگردد و یا فصل دوم را به موضوع دیگری اختصاص دهید و در این بخش به تفصیل به مروری بر ادبیات موضوع بپردازید. در انتهای این بخش می‌توانید به کمک چند جدول و نمودار کارهای پیشین را در یک نگاه با یکدیگر مقایسه کنید که این کار دید بهتری به خواننده می‌دهد و می‌توان به کمک آن خلاهای موجود را برجسته نمود.

۴.۳.۱ تعریف موضوع تحقیق

در این قسمت محقق، به تفصیل موضوع تحقیق و یا نیاز احساس در حوزه تحقیق بیان می‌گردد و فرضیات مساله مشخص می‌شود.

۵.۳.۱ هدف یا هدف‌های کلی، نوآوری و اهمیت تحقیق

این قسمت باید با جملات مثبت و کلی دستاوردهایی که این تحقیق دارد و کمکی که به تحقیقات آتی می‌کند را شرح دهید. همچنین نوآوری‌ها و دستاوردهای علمی و عملی به دست آمده در این پژوهش را نیز برجسته کنید تا خواننده متوجه شود در این پروژه/پایان‌نامه/رساله به چه نتیجه‌ای خواهید رسید.

۶.۳.۱ روش انجام تحقیق

در این قسمت، پژوهشگر روش‌های مختلفی که برای گردآوری مطالب خود بکار برده، ذکر می‌کند. به عنوان مثال روش‌های جمع‌آوری داده و به کمک آزمایش‌ها مختلف را بیان می‌کند. این قسمت نیز باید مختصر بیان شود و نمای کلی راه طی شده در تحقیق را نشان دهد.

۷.۳.۱ تعریف واژه‌ها (اختیاری)

در این قسمت محقق باید واژه‌هایی را که ممکن است برای خواننده آشنا نباشد، تعریف کند.

۸.۳.۱ خلاصه فصل‌ها

در آخرین قسمت فصل اول پایان‌نامه، خلاصه‌ای اشاره‌وار از فصل‌های آتی آورده می‌شود تا خواننده بتواند تصویری واضح از دیگر قسمت‌های پایان‌نامه در ذهن خود ترسیم کند.

۴.۱ جمع‌بندی

در پایان هر فصل خوب است که یک جمع‌بندی مختصر از مطلب آن فصل بیان گردد. این به مطالب خواننده شده توسط خواننده نظم و چارچوبی می‌دهد که دنبال کردن مطالب شما کمک شایانی می‌کند. به عنوان مثال در ادامه برای جمع‌بندی این فصل آورده شده است:

نگارش پروژه/پایان‌نامه/رساله امری نیازمند دقت بالا است و علاوه بر این که باید محتوا به خوبی نگارش شود تا خواننده درک بهتری از کارهای صورت گرفته در پروژه/پایان‌نامه/رساله به دست آورد، قالب و حروف‌چینی آن نیز باید مناسب و سازگار با دستورالعمل دانشگاه باشد. در این فصل نحوه استفاده از قالب پروژه/پایان‌نامه/رساله که متناسب با دستورالعمل دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی آماده شده است بیان گردید و نصب و راه اندازی لاتک و ترتیب ویرایش فایل‌های شرح داده شد. همچنین ویژگی‌هایی که محتویات فصل اول پایان‌نامه (یعنی مقدمه) باید داشته باشند، نیز بیان گردید، تا با کمک آن راحت‌تر بتوانید مطالب مورد نظر خود را چارچوب‌بندی و نگارش کنید.

۵.۱ ساختار پایان‌نامه

در این بخش به طور مختصر آنچه که خواننده در فصل‌های آتی خواهد دید را بیان می‌شود. به عنوان مثال ساختار این راهنما به شرح زیر است:

در ادامه این راهنما، تنها فصل‌هایی که یک پایان‌نامه باید داشته باشد و نیز خصوصیات یا ساختاری که محتویات هر فصل باید از آنها برخوردار باشد^۱، آورده می‌شوند. نهایتاً در پیوست‌ها، مطالبی در باب یادآوری دستورات لاتک، نحوه نوشتن فرمول‌ها، تعاریف، قضایا، مثال‌ها، درج تصاویر، نمودارها، جداول و الگوریتم‌ها و نیز مدیریت مراجع، آمده است.

^۱ از روی فایل «تمپلیت نگارش و تدوین پایان‌نامه [۲]»

فصل ۲

مروری بر مطالعات انجام شده

۱.۲ مقدمه

در این فصل، پژوهش‌های پیشین در زمینه‌ی موتورهای مسطح مبتنی بر شناوری مغناطیسی (MLPM) با تمرکز بر ویژگی‌های اساسی آنان که به طور کلی در بخش‌های زیر دسته‌بندی شده‌اند، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

- معماری دستگاه: بررسی انواع معماری‌های موجود برای MLPM و تأثیر آن‌ها بر عملکرد کلی سیستم.
- ساختار آهنرباهای دائمی و الکتریکی: مرور انواع آهنرباهای الکتریکی و چینش‌های مختلف آهنرباهای دائمی و نقش آن‌ها در بهینه‌سازی عملکرد سیستم.
- طراحی کنترلر: معرفی روش‌های کنترل کلاسیک و مدرن برای این سیستم‌ها و چگونگی بهبود پایداری و دقت حرکت.
- روش‌های شناسایی سیستم و مدل‌سازی دینامیکی: تحلیل روش‌های شناسایی و تخمین مدل‌های دینامیکی سیستم برای شبیه‌سازی و بهینه‌سازی عملکرد.

در بخش‌های بعد، پژوهش‌های انجام‌شده بر اساس این ویژگی‌ها ارزیابی شده و مزایا و معایب هر روش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲.۲ معماری دستگاه‌های MLPM

سیستم‌های شناوری مغناطیسی به دلیل ماهیت ناپایدارشان بدون استفاده از حلقه‌های کنترلی نمی‌توانند پایداری لازم را فراهم کنند. به همین دلیل، در تمامی ساختارهای پیشنهادی، از سیم‌پیچ‌های الکتریکی برای تولید میدان مغناطیسی با شدت کنترل شده استفاده می‌شود. این سیم‌پیچ‌ها وظیفه دارند تا موقعیت جسم معلق را پایدار کرده و آن را در حالت مطلوب نگه دارند.

در طراحی موتورهای مسطح، که از دو بخش ثابت^۱ و متحرک^۲ تشکیل شده‌اند، امکان تغییر در طراحی و محل قرارگیری آهنرباهای الکتریکی و دائمی وجود دارد. نیروی مغناطیسی وارد بر بخش متحرک می‌تواند به صورت جاذبه‌ای از بالا یا دافعه‌ای از پایین اعمال شود. با این حال، در موتورهای مسطح به دلیل لزوم کم بودن فاصله میان سیم‌پیچ‌ها و اجسام معلق، اعمال نیروی جاذبه‌ای از بالا امکان‌پذیر نیست. به همین دلیل، در تمامی طراحی‌ها، نیروی مغناطیسی دافعه‌ای از سمت پایین به بخش متحرک وارد می‌شود که امکان جابه‌جایی اجسامی که بر روی آنها قرار می‌گیرند را فراهم می‌کند.

با توجه به این موارد، دو طراحی کلی برای ساخت دستگاه‌های MLPM ارائه می‌شود که در ادامه بررسی می‌شوند.

۱.۲.۲ سیم‌پیچ‌های متحرک و آهنرباهای ثابت

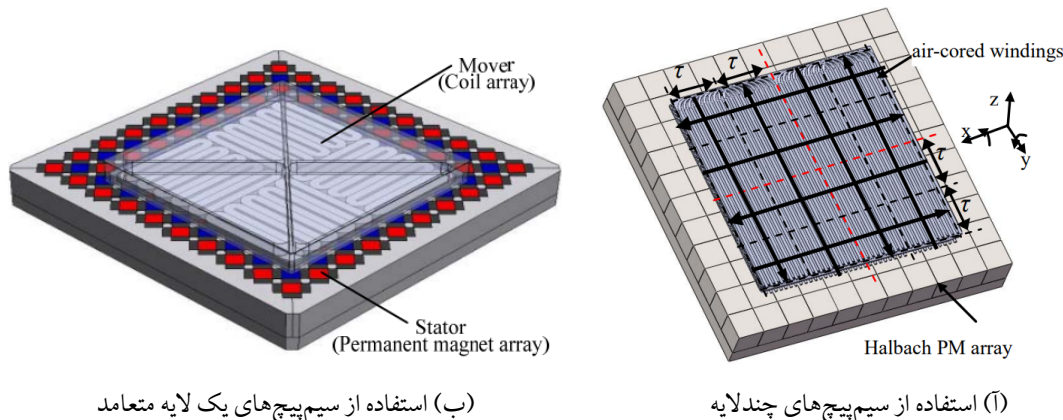
در این معماری، بخش استاتور از مجموعه‌ای آهنربای ثابت تشکیل شده که میدان مغناطیسی پایدار در محیط اطراف خود ایجاد می‌کنند. بخش متحرک دستگاه شامل سیم‌پیچ‌هایی است که با عبور جریان الکتریکی از آن‌ها، میدان مغناطیسی متغیری تولید می‌گردد. این جریان به گونه‌ای تنظیم می‌شود که نیروی وارد بر آهنرباهای دائمی به دقت کنترل شود. طبق قانون سوم نیوتن، نیروهای وارد بر سیم‌پیچ‌ها و آهنرباهای دائمی به عنوان عمل و عکس‌العمل رفتار می‌کنند؛ به این ترتیب، نیرویی که به آهنرباها اعمال می‌شود، باعث ایجاد نیرویی برابر و در جهت مخالف بر سیم‌پیچ‌ها خواهد شد.

در پژوهش [۳]، از ساختاری با سیم‌پیچ‌های چندلایه متعامد در بخش متحرک استفاده شده است. لایه اول سیم‌پیچ‌ها نیرویی را در راستاهای X و Z ایجاد می‌کند، در حالی که لایه دوم نیرو را در راستاهای Y و Z اعمال

¹Stator ²Mover

می‌کند. این جداسازی نیروها به بهبود کنترل سیستم کمک می‌کند. علاوه بر این، به دلیل تفاوت فاصله میان لایه‌ها و استاتور، نیروهای تولیدشده توسط هر لایه متفاوت خواهند بود. راهکار ارائه‌شده برای این چالش، افزایش ضخامت لایه‌های دورتر از استاتور است. با این حال، برای جلوگیری از مشکلات ناشی از تفاوت ضخامت لایه‌ها، ساختاری سه‌لایه طراحی شده که ضمن افزایش نیروی تولیدی، ضخامت یکنواختی را در تمامی راستاها فراهم می‌نماید. در شکل ۱.۲.آ ساختار این دستگاه نمایش داده شده است.

در پژوهش [۴]، بخش متحرک از یک لایه سیم‌پیچ با چینش متعامد تشکیل شده که قابلیت اعمال نیرو در سه راستا را فراهم می‌سازد. در ادامه، پژوهش [۵] روشی تحلیلی برای بهینه‌سازی ضخامت این سیم‌پیچ‌ها ارائه کرده است که با در نظر گرفتن معیارهای مختلف، به بهبود عملکرد سیستم می‌پردازد. شکل ۱.۲.ب این ساختار را نمایش داده است.



(ب) استفاده از سیم‌پیچ‌های یک لایه متعامد

(آ) استفاده از سیم‌پیچ‌های چندلایه

شکل ۱.۲: ساختار سیستم‌های MLPM با سیم‌پیچ‌های متحرک و آهنربای ثابت

۳.۲ مروری بر ادبیات موضوع

در این قسمت باید به کارهای مشابه دیگران در گذشته اشاره کرد و وزن بیشتر این قسمت بهتر است به مقالات ژورنالی سال‌های اخیر (۲ تا ۳ سال) تخصیص داده شود. به نتایج کارهای دیگران با ذکر دقیق مراجع باید اشاره شده و جایگاه و تفاوت تحقیق شما نیز با کارهای دیگران مشخص شود. استفاده از مقالات ژورنال‌های معتبر در دو یا سه سال اخیر، می‌تواند به اعتبار کار شما بیافزاید.

.....

۴.۲ نتیجه‌گیری

در نتیجه‌گیری آخر این فصل، با توجه به بررسی انجام شده بر روی مراجع تحقیق، بخش‌های قابل گسترش و تحقیق در آن حیطه و چشم‌اندازهای تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرند. در برخی از تحقیقات، نتیجه نهایی فصل روش تحقیق، ارائه یک چارچوب کار تحقیقی (research framework) است.

کتاب نامه

- [1] Browne, Jim J, Dubois, Didier, Rathmill, Keith, Sethi, Suresh, and Steckle, Kathrin. Classification of flexible manufacturing systems. *The FMS magazine*, 2(2):114–117, 1984.
- [2] CMM, van Lierop, JW, Jansen, EA, Lomonova, AAH, Damen, PPJ, van den Bosch, and AJA, Vandenput. Commutation of a magnetically levitated planar actuator with moving-magnets. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 128(12):1333–1338, 2008.
- [3] Guo, Liang, Zhang, He, Galea, Michael, Li, Jing, Lu, Wenqi, and Gerada, Chris. Analysis and design of a magnetically levitated planar motor with novel multilayer windings. *IEEE Transactions on Magnetics*, 51(8):1–9, 2015.
- [4] Zhang, Shengguo, Zhu, Yu, Mu, Haihua, Yang, Kaiming, and Yin, Wensheng. Decoupling and levitation control of a six-degree-of-freedom magnetically levitated stage with moving coils based on commutation of coil array. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering*, 226(7):875–886, 2012.
- [5] Zhang, Shengguo, Dang, Xiaoping, Wang, Kai, Huang, Jingtao, Yang, Jingxian, and Zhang, Guoheng. An analytical approach to determine coil thickness for magnetically levitated planar motors. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 22(1):572–580, 2017.

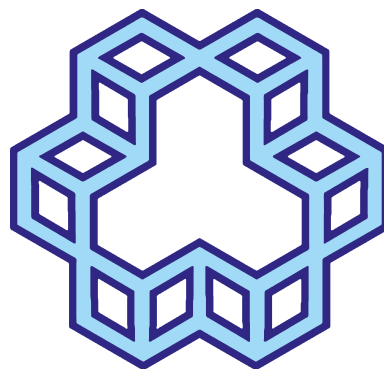
نمايه

نمايه، ۸

Abstract

This thesis studies on writing projects, theses and dissertations using kntu-thesis class.
It ...

Keywords Writing Thesis, Template, \LaTeX , \XeTeX Persian



K. N. Toosi University of Technology
Faculty of ...- ... Group

Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Master of Science (M.Sc.)
in ... Engineering

Prepared template for writing projects, theses, and dissertations of K. N. Toosi university of technology

By:
Mohammad Sina Allahkaram

Supervisors:
First Supervisor and Second Supervisor

Advisors:
First Advisor and Second Advisor

Winter 2023