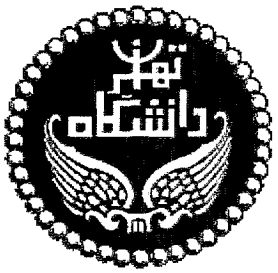
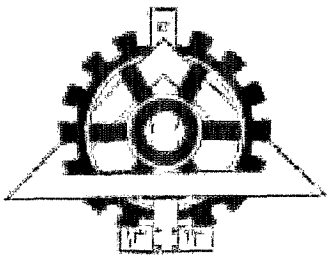
٩٨٥٤٣





دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی برق و کامپیوتر

۱۳۸۲ /۷/ ۲۰

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

عنوان:

طراحی قانون هدایت موشکهای کروز دریایی (کوتاه برد)

نگارش: صفر شمسی

اساتید راهنما: دکتر علی خاکی صدیق - دکتر بهزاد مشیری

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی برق - گرایش کنترل

شهریور ماه ۱۳۸۲

٤٨٥٤٥

به نام خدا
دانشگاه تهران

دانشکده فنی
گروه آموزشی مهندسی برق و کامپیوتر

گواهی دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد ۱۳۸۲ /۷/ ۲۰

هیات داوران پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای صفر شمسی در رشته مهندسی برق و کامپیوتر گرایش کنترل با عنوان «طراحی قانون هدایت موشک‌های کروز دریایی (کوتاه برد)» را در تاریخ ۸۲/۶/۸

نمره نهایی پایان‌نامه :	به عدد	به حروف
	۱۵/—	پانزده

و درجه : خوب ارزیابی نمود.

ردیف	مشخصات هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما استاد راهنمای دوم (حسب مورد):	دکتر علی‌خاکی‌صدیق دکتر بهزاد مشیری	استاد دانشیار	خواجه نصیر تهران	
۲	استاد مشاور :	——	——	——	
۳	استاد مدعو :(یا استاد مشاور دوم)	دکتر کارو لوکس	استاد	تهران	
۴	استاد مدعو (خارجی) :	دکتر حمیدرضا مؤمنی	دانشیار	تربیت مدرس	
۵	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی :	دکترپرویزجبه‌دارمارالانی	استاد	تهران	

تذکر : این برگه پس از تکمیل توسط هیات داوران در نخستین صفحه پایان‌نامه درج می‌گردد.

دانشکده فنی

گروه مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

طراحی قانون هدایت موشکهای کروز دریایی (کوتاه برد)

نگارش: صفر شمسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته

مهندسی برق - گرایش کنترل

از این پایان نامه در تاریخ ۸ / ۶ /۸۲ در مقابل هیات داوران دفاع به عمل آمد

و مورد تصویب قرار گرفت

معاونت تحصیلات تکمیلی دانشکده فنی ..... دکتر جواد

مدیر گروه آموزشی: .....دکتر پرویز جبه دار مارالانی

سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه: .....دکتر حمید رضا جمالی

استاد راهنما (۱): .....دکتر علی خاکی صدیق

استاد راهنما (۲): .....دکتر بهزاد مشیری

نماینده تحصیلات تکمیلی گروه و عضو هیات داوران ..... دکتر پرویز جبه دار مارالانی

عضو هیات داوران: ..... دکتر کارولوکس

عضو هیات داوران: .....دکتر حمید رضا مومنی

تقدیم به:

شهیدان شاهد،

پدر و مادر،

همسر و فرزندانم مهدی، طاهره و فرشته

سپاس خدای را که توفیق حاصل شد فرصتی بیابم و تلاش نمایم که یکی از سفارشات پیامبرش را جامه عمل بپوشانم. بر خود فرض می دانم که از تلاش، مساعدت و راهنمایی اساتید محترم دکتر علی خاکی صدیق و دکتر بهزاد مشیری در مدت انجام این پایان نامه قدر دانی نمایم و از مساعدت، همکاری، صبر و بردباری همسرم در این مقطع تحصیلی سپاسگزارم.

چکیده:

توجه به شیوه های هدایت در زندگی امروزی انکار ناپذیر است. این امر در سیستم هایی همانند هواپیما، موشک، کشتی، ماهواره، رباتها و حتی جانوران و حیوانات وجود دارد. شناخت مناسب و بکارگیری صحیح قوانین هدایتی باعث افزایش کارایی سیستم و تقبل هزینه کمتر می گردد. سنسور های بکار رفته در سیستم ها و قابلیتها و محدودیت های آنها و همچنین ساختار مکانیکی سازه، سخت افزار و نرم افزار و سرعت پاسخ دهی از جمله مواردی است که طراح قانون هدایت آنها را در نظر گرفته و اعمال می نماید. مسئله مهم در طراحی قانون هدایت سادگی بکارگیری و پیاده سازی آن می باشد. در این پایان نامه با مشکلات سر راه قوانین هدایت آشنا خواهیم شد. عموما هر یک از قوانین در شرایط و اطلاعات خاص از دیگر قوانین کارایی مطلوب تری دارند ویکی از ایده ها ترکیب قوانین و بکار گیری آنها با همدیگر است که این شیوه در همجوشی اطلاعات و شیوه های کنترلی نیز مرسوم می باشد. مسئله مهم دیگر پیشرفت تکنولوژی و مبانی تئوریک قوانین می باشد که اعمال قوانین پیچیده با محاسبات زیاد امکان پذیر گشته است. قوانین مذکور نیز مورد شبیه سازی و بررسی قرار گرفته اند و نتایج با قوانین کلاسیک مقایسه شده است. در نهایت قوانین مناسب برای موشکهای کروز برد کوتاه دریایی با توجه به قابلیت مانور اهداف دریایی پیشنهاد شده است. قوانین پیشنهادی شامل قوانین کلاسیک و قوانین ترکیبی می باشند. مسیر پروازی موشک را سه قسمت نموده و برای دو قسمت اول مسیر وفازنهایی قانون مناسب را ارائه کرده ایم. با توجه به برد کوتاه، فاز پرتاب و فاز میانی را با یک قانون هدایت پوشش داده ایم و بر اساس خروجی سیکر (جستجوگر) دو قانون برای فاز نهایی ارائه گردیده است.

فهرست مطالب

فهرست اشکال

مقدمه

فصل ۱- شناحت وتعاریف ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- معرفی اجمالی سیستم موشک در یک شبیه سازی مفهومی ۲

۱-۲-۱- بدنه ۳

۱-۲-۲ - سینماتیک ۵

۱-۲-۳- هندسه موشک ـ هدف ۵

۱-۲-٤-قانون هدایت ٦

۱-۲-۵- اتوپایلوت ٦

۱-۲-۵- بررسی بیشتر حلقه هدایت ۸

۱-۳- برخی از دسته بندی های هدایت ۱۰

۱-۳-۱ - سیستم هدایت خودگردان و یا غیر خودگردان ۱۰

۱-۳-۲- سیستم هدایت دو و سه نقطه ای ۱٤

۱-۳-۳ - سیستم هدایت آشیانه یاب. ۱۵

۱-٤- هندسه و سینماتیک ۱۱

۱-٤-۱- سینماتیک حرکت دو بعدی ۱۲

فصل ۲- قوانین هدایت سه نقطه ای ۱٤

۲-۱- مقدمه ۱۵

۲-۲- هدایت بر خط دید ۱۵

۲-۲-۱- سینماتیک ۱٦

۲-۲-۱-۲- آنالیز سه‌بعدی بصورت عبارات برداری ۱۷
۲-۲-۱-۳- سینماتیک قانون هدایت به خط دید اصلاح شده ۱۸
۲-۲- قوانین هدایت ۱۹
۲-۲-۲-۱ رویکرد حوزه زمان ۲۰
۲-۲-۲-۲- رویکرد کنترل کلاسیک ۲۲
۲-۳- هدایت سوار براشعه ۲۵
۲-٤- هدایت از نوع فرمان به خط دید ۲۷
۲-۵- هدایت به خط دید تناسبی ۳۰
۲-٦- مکانیزم‌های هدایت به خط دید ۳۲
۲-٦-۱-۱- CLOS در هدایت سوار بر اشعه ۳۲
۲-٦-۱-۲- دنبال کردن و سیکرها ۳۳

فصل ۳- هدایت دو نقطه ای ۳٦
۳-۱- مقدمه ۳۷
۳-۲- تعقیب خالص ۳۷
۳-۳- ناوبری موازی ٤۷
۳-٤-ناوبری تناسبی ٤٦
۳-٤-۱- بررسی انواع PN با تقریب کورس برخورد نزدیک ٤۸
۳-٤-۱-۱- PN حقیقی (TPN) ٤۸
۳-٤-۱-۲- PN خالص (PPN) ۵۱
۳-٤-۲- سینماتیک PN ، رویکرد واقعی ۵۲
۳-٤-۳- مقایسه TPN با PPN ۵۳
۳-٦- قوانین دیگری که PN را به کار گیرند ۵۳
۳-۵-۱- PN ایده ال ۵۳
۳-۵-۲ قانون هدایت پیش بین ۵٤
۳-۵-۳ قوانین Schoen ۵۵
۳-٦- قوانین هدایت مرتبط با ناوبری تناسبی ۵٦
۳-٦-۱- PN اصلاح شده با بایاس ۵٦

۳-٦-۱-۱- PN افزوده (APN) ۵۷
۳-٦-۱-۲- قانون هدایت به برخورد ۵۸
۳-٦-۲- قوانین هدایت برای نرخ کم خط دید ۵۹
۳-٦-۲-۱ - PN بایاس شده (BPN) ۵۹
۳-٦-۲-۲- PN با فضای مرده ٦۰
۳-۳-۳- هدایت تناسبی پیش‌انداز(PLG) ٦۱
۳-٦-٤- قوانین هدایتی ترکیبی ٦۲
۳-٦-٤-۱- هدایت ترکیبی PP و ناوبری موازی (PN) ٦۲
۳-٦-٤-۲- هدایت ترکیبی خط دید و قانونهای دیگر ٦۳
۳-٦-٤-۳- ترکیب کردن هدایت فاز میانی و PN ٦۳
۳-۷- آنالیز هندسی فرمان هدایت موشک ٦۸
۳-۷-۱- تئوری انحناء هندسه دیفرانسیل کلاسیک ٦۹
۳-۷-۲- استخراج فرمان کنترل هدایت موشک ٦۹

فصل ٤- قوانین هدایت جدید ۷۳
٤-۱-مقدمه ۷٤
٤-۲-اصول قانون OCG و مثالهای اساسی ۷۵
٤-۲-۱- هدایت و کنترل بهینه ۷۵
٤-۲-۲ قوانین OCG برای اهداف مانور پذیر ۷٦
٤-۲-۳- قوانین برای سیستم های با دینامیک درجه اول و دوم و بالاتر ۷۹
٤-۳- دو مثال ۸۲
٤-٤- مکانیزه کردن قانونهای OCG ۸۳
٤-٤-۱-کنترل شتاب ۸٤
٤-٤-۲- دینامیک های کنترل ۸۵
٤-٤-۳-خطای انعکاس رادم ۸۵
٤-٤-٤- تخمین زدن زمان رفتن ۸۵
٤-٤-۵ تخمین زدن حالت سیستم ۸٦
٤-۵ -مقایسهOCG و ناوبری تناسبی ۸٦

٤-٦- قانون هدایت ترکیبی با استفاده از منطق فازی ۸۷
٤-٦-١- مدل موشک ۸۸
٤-٦-٢- مدل هدف با حرکت مارپیچ ۸۹
٤-٦-٣- قوانین هدایت با منطق فازی ۸۹
٤-٦-٣-١- قانون هدایت تناسبی فازی ۹۰
٤-٦-٣-٢- یک قانون هدایت ترکیبی فازی ۹۱

فصل ٥- قوانین هدایت پیشنهادی برای موشکهای کوتاه برد دریایی ۹٤
٥-١- مقدمه ۹٥
٥-٢- قانون هدایت جدید برای موشکهای آشیانه یاب برد کوتاه ۹٦
٥-٢-١ - فرموله کردن مسئله ۹٦
٥-٢-٢- حل کنترل و هدایت بهینه ۹۷
٥-٢-٣- کاربرد قانون کنترل ۹۹
٥-٢-٤- شبیه سازی ۱۰۰
٥-٣ -فرم انتگرالی PN ۱۰۲
٥-٤ - هدایت پیش‌انداز دینامیک (DLG) ۱۰۳
٥-٥- هدایت مد لغزشی بهینه یک موشک آشیانه‌یاب ۱۰٤
٥-٥-١- فرمول‌های مسئله هدایت ۱۰٤
٥-٥-٢-هدایت بهینه ۱۰٦
٥-٥-٣-هدایت مد لغزشی بهینه ۱۰۷

فصل ٦ - نتیجه گیری پیشنهاد برای ادامه کار ۱۱۱

ضمیمه الف- معادلات حرکت i

الف-١ - مبانی عمومی i

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

الف- ۲- سیستم مختصات چرخان iii

الف-۳- بردارهای وابسته دو بعدی iii

الف-٤- مثالها v

ضمیمه ب انتقال زاویه ای vii

ضمیمه ج چند اصل از آیرودینامیک xi

ج -۱-آرایش سرش جهت چرخش xi

ج-آرایش BTT xii

ج-۳-زاویه حمله و زاویه خوابیدن به پهلو xiii

ج-٤- نکته xv

ضمیمه د- رویکرد عمومی تر به OCG xvi

د-۱- تعاریف و بیان مسئله xvi

د-۲- مسائل L Q ..... *xvii*

د-۳- پیرامون حل مسئله LQ ..... *xviii*

د-٤- قوانین براساس تئوری LQG xix

د-٥- مسئله LQG ..... *xx*

فهرست مراجع xxiii

چکیده انگلیسی .....

فهرست اشکال

شکل ۱-۱ :بلوک دیاگرام سیستم سلاح موشک ۲

شکل ۱-۲ :بلوک دیاگرام شبیه سازی مسیر حرکتی موشک ۲

شکل ۱-۳ : محورهای مرجع بدنه ۳

شکل ۱-٤ : نمایش بدنه ۵

شکل ۱-۵ : نمایش سینماتیک ۵

شکل ۱-٦ : توابع هندسه موشک-هدف ٦

شکل ۱-۷ : مدل اتوپایلوت جانبی ۷

شکل ۱-۸ : مدل اتوپایلوت رول ۷

شکل ۱-۹: حلقه هدایت ۸

شکل ۱-۱۰ : حلقه کنترل بدنه در داخل حلقه هدایت ۹

شکل ۱- ۱۱ : آشیانه یابی (a) پسیو، (b) فعال، (c) نیمه فعال ۱۱

شکل ۱-۱۲ :سینماتیک حرکت در صفحه ۱۳

شکل ۲-۱ : قاعده هندسی هدایت به خط دید ۱٦

شکل ۲-۲ : هندسه هدایت به خط دید دو بعدی ۱٦

شکل ۲-۳ : هندسه هدایت به خط دید اصلاح شده ۱۹

شکل ۲-٤ :هندسه اعمال قانون هدایت به خط دید ۲۰

شکل ۲-۵ : حلقه هدایت به خط دید ۲۲

شکل ۲-٦ : حلقه هدایت به خط دید با پیش-خورد ۲٤

شکل ۲-۷ : هندسه سوار بر پرتو ۲۵

شکل ۲-۸ : مدل مفهومی حلقه هدایت سوار بر پرتو ۲٦

شکل ۲-۹ : قانون هدایت سوار بر پرتو ۲۷

شکل ۲-۱۰ : سیستم هدایت فرمان به خط دید ۲۹

شکل ۲-۱۱ قانون هدایت به خط دید با فرمان تناسبی(شبیه سازی ۲۹

شکل ۲-۱۲ هدایت فرمان به خط دید تناسبی(شبیه سازی) ۳۱

شکل ۲-۱۳ : بلوک دیاگرام مفهومی هدایت با فرمان ۳۱

شکل ۲-۱٤: حلقه هدایت خطی شده ناوبری تناسبی بافرمان ۳۲

شکل ۲-۱۵ : ساختار نمونه های اصلی سیستم های هدایت به خط دید ۳٤
شکل ۲-۱٦ : ساختار پایه ای یک سیکر ۳٦

شکل ۳-۱: یک توضیح برای تعریف تعقیب خالص ۳۷
شکل ۳-۲ : هندسه دوبعدی تعقیب خالص ۳۸
شکل ۳-۳:هدایت دو نقطه ای دو بعدی ۳۹
شکل ۳-٤ : زوایای تشکیل دهنده تعقیب های سرعت و وضعیت ٤۰
شکل ۳-۵ قانون هدایت تعقیب(Pursuit) : ٤۲
شکل ۳-٦ : مسیرهای حرکتی ناوبری موازی، هدف بدون مانور a) مثلث برخورد سرعت ٤۳
شکل ۳-۷ : حلقه هدایت ناوبری تناسبی ٤٦
شکل ۳-۸ : حلقه هدایت ناوبری تناسبی بر حسب a_M ٤٦
شکل ۳-۹ : انحراف m ناشی از سعی صفر ۵۰
شکل ۳-۱۰ : هندسه هایی از TPN و PPN ۵۱

شکل ۳-۱۱ : مشخصه غیر خطی (a) PN بایاس شده (b) PN با فضای مرده ٦۰
شکل ۳-۱۲ : بلوک دیاگرام هدایت تناسبی پیش انداز ٦۱
شکل ۳-۱۳:مسیرهای حرکتی و شتاب های مورد نیاز در بکارگیری قانون PN ٦۵
شکل ۳-۱٤: مقایسه انحراف فاصله در چند نوع از قوانین هدایت ٦٦
شکل ۳-۱٦: بلوک دیاگرام سیستم کنترل هدایت موشک ٦۷
شکل ۳-۱۷ : توصیف هندسه دیفرانسیلی انحنای فضایی ٦۸
شکل ۳-۱۸ : آرایش درگیری ۷۰
شکل ۳-۱۹ :توصیف هندسی بردار سرعت نشانگر موشک مجازی ۷۱

شکل ٤-۱: هندسه حالت دو بعدی ساده ۷۵
شکل ٤-۲ : تشریح تعریف t' ۷۷
شکل ٤- ۳: ساختار سیستم کنترل با منطق فازی ۸۸
شکل ٤-٤ : قواعد منطق فازی برای قانون هدایت جهت اصابت به هدف ۹۰
شکل ٤-۵: قانون هدایت فازی ترکیبی ۹۱
شکل ٤- ٦: قواعد فازی بکاررفته درقانون هدایت ترکیبی ۹۲
شکل ٤-۷: مسیرهای حرکتی موشک در صفحه افقی قانون هدایت فاز ترکیبی ۹۳

شکل ٤-٨:ضرایب وزنی قوانین و شتاب جانبی و نرخ زاویه خط دید ۹۳

شکل ٥- ١: هندسه اصابت ۹۷
شکل ٥-٢: مسیر های حرکتی(a) و شتاب(b) در بکارگیری قانون OG..... ۱۰۱
شکل ٥-٣: مسیر های حرکتی و شتاب در بکارگیری قوانین TPN,APN, ... ۱۰۱

شکل ٥-٤: کنترل هدایت فرم انتگرالیPN ۱۰۲

شکل ٥-٥: دینامیک کنترل هدایت با هدایت پیش انداز..... ۱۰۳

شکل ٥-٦: درگیری موشک و هدف در صفحه ۱۰٤

شکل ٥-٧: مولفه های شتاب موشک ۱۰٥
شکل ٥-٨: مسیرهای حرکتی موشک و هدف در PN و مد لغزشی بهینه..... ۱۱۰
شکل ٥-٩: شتاب و نرح حط دید در PN و مد لغزشی بهینه..... ۱۱۰

شکل ٦-١: بلوک دیاگرام سیستم های هدایت، اتوپایلوت و فیوز ـ سرجنگی موشکهای پیشرفته ۱۱۲

شکل الف-١ : هندسه درگیری i
شکل الف-٢: یک دستگاه مختصات به مرکز T ii
شکل الف-٣: زاویه مورد انتظار θ و زاویه پیش انداز δ iv

شکل ب-١ : چرخش حول محور ها ix

شکل ج- ١ : (a) آرایش +- ، (b) آرایش × + ... xi
شکل ج- ٢ : (a) آرایش +- ، (b) آرایش × + ... xii
شکل ج-٣ : (a) کنترل BTT ، (b)نیروی بالابر ،درگ ، و زاویه حمله xiii
شکل ج-٤ : زاویه مسیر γ_M ، زاویه حمله α، و زاویه وضعیت θ_B xiii
شکل د-١: دیاگرام مسیر فرمان کنترل و تخمین بهینه xxii