از اداره اطلاعات مرکز عمومی تهران

بسم الله الرحمن الرحیم

۴۳۹۲۶

۱۳۸۱/۱۲/۱۰

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تحویل مدارک

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فني و مهندسي
گروه کنترل

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

مهندسی برق- کنترل

طراحی کنترلگر تطبیقی برش لوله در حال حرکت

نگارش:

مرتضی مقدمی

استاد راهنما:

دکتر حمید رضا مومنی

استاد مشاور:

دکتر محمد تقی حمیدی بهشتی

پائیز ۸۱

دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای مرتضی مقدمی پایان‌نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **طراحی کنترلگر تطبیقی برش لوله در حال حرکت** در تاریخ ۸۱/۸/۲۰ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان‌نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق باگرایش **کنترل** پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱ـ استاد راهنما :	آقای دکتر مؤمنی	
۲ـ استاد مشاور :	آقای دکتر حمیدی بهشتی	
۳ـ استادان ممتحن :	آقای دکتر جوهری مجد	
	آقای دکتر جاهد مطلق	
۴ـ مدیر گروه :	آقای دکتر لطفی زاد	
(یا نمایندهٔ گروه تخصصی)		

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان‌نامه مورد تایید است.

امضای استاد راهنما:

بسمه تعالی

آیین‌نامهٔ چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس، مبیّن بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

مادّهٔ ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

مادّهٔ ۲ در صفحهٔ سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد/رسالهٔ دکتری نگارنده در رشتهٔ مهندسی برق است که در سال ۱۳۸۱ در دانشکدهٔ مهندسی برق دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر حمید رضا مؤمنی، مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر محمدتقی همدانی خسروشاهی و مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ——— از آن دفاع شده است.»

مادّهٔ ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادّهٔ ۴ در صورت عدم رعایت مادّهٔ ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرّس، تأدیه کند.

مادّهٔ ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در مادّهٔ ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه‌شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادّهٔ ۶ اینجانب مرتضی سعدی دانشجوی رشته مهندسی برق - کنترل مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام‌خانوادگی: مرتضی سعدی

تاریخ و امضا: ۱۳۸۱/۸/۲۷

تقدیم به:

پدر و مادر مهربانم

همسر عزیز و فداکارم

فرزند دلبندم فاطمه

تقدیر و تشکر

بنام تو ای یگانه هستی بخش که قلم را قداست و انسان را کرامت بخشیدی

صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم از زحمات اساتید بزرگوار:

جناب آقای ***دکتر حمید رضا مؤمنی*** که در طی مراحل انجام این تحقیق همواره از راهنماییهای ارزشمند ایشان برخوردار بودم .

جناب آقای ***دکتر محمد تقی حمیدی بهشتی*** که با عنایت ویژه ای در تمام مراحل این تحقیق از تجارب علمی ایشان بهره مند شدم.

جناب آقای ***مهندس کی ارسلان*** مدیر گروه پژوهشی اتوماسیون جهاد دانشگاهی شریف که نهایت همکاری را در انجام این پایان نامه داشته اند.

چکیده

در این پایان نامه یک کنترلگر تطبیقی برای سیستم بربش لوله در حال حرکت با استفاده از یک موتور جریان مستقیم *(DC)* ارائه شده است. با این کنترلگر سرعت و موقعیت سیستم از یک مسیر تعیین شده توسط مدل مرجع، حتی با وجود تغییرات گشتاور بار پیروی می کند. این کنترلگر بر مبنای رگولاتورهای خود تنظیم مستقیم طراحی شده است.کنترلگر طراحی شده با استفاده از نرم افزار سیمولینک شبیه سازی گردیده است. سادگی الگوریتم کنترلی و نتایج حاصل از شبیه سازیها، نشان دهنده کارایی کنترلگر طراحی شده برای سیستم مورد نظر می باشد.

کلید واژه:

کنترل تطبیقی، موتور جریان مستقیم *(DC)*، رگولاتور خود تنظیم مستقیم، برش لوله

فہرست

۱- مقدمه..... ۲

۱-۱- خطوط تولید لوله های فولادی ۲

۱-۱-۱- فرایند نورد و جوش لوله..... ۳

۱-۱-۲- فرایند برش لوله ۵

۱-۱-۳- فرایند گالوانیزه لوله ۸

۱-۲- اهداف تحقیق..... ۹

۱-۳- نگاهی گذرا به فصول پایان نامه ۱۰

۲- مدل سازی فرایند..... ۱۲

۲-۱- مقدمه ۱۲

۲-۲- مدل موتور ***DC*** ۱۳

۲-۲-۱- مدل تابع تبدیل ۱۳

۲-۲-۲- مدل فضای حالت ۲۰

۲-۳-مدل بارسیستم ۲۱

۲-۳-۱- مقدمه ۲۱

۲-۳-۲- مدل حرکت واگن ۲۲

۲-۳-۳- گشتاور بار سیستم..... ۲۵

۳- طرح مسأله و انتخاب مدل مرجع حرکت ۳۲

۳-۱- مقدمه ۳۲

۳-۲- مدل مرجع حرکت واگن ۳۳

۳-۲-۱- مدل مرجع نوع اول ۳۵

۳-۲-۲- مدل مرجع نوع دوم ۴۱

۳-۲-۲-۱- تاثیر صفر بر پاسخ پله و پاسخ فرکانسی سیستم..... ۴۳

۳-۳- انتخاب اجزاء مکانیکی سیستم کنترل برش لوله ٤٨
۳-۳-۱- انتخاب طول شانه ای زیرواگن و طول ریل مورد نیاز : ٤٨
۳-۳-۲- انتخاب موتور وجعبه دنده ٥٠
٤- طراحی کنترلگر تطبیقی ٥٥
٤-۱ مقدمه ٥٥
٤-۲- گسسته سازی فرایند ٥٧
٤-۲-۱- مقدمه ٥٧
٤-۲-۲-گسسته سازی فرایند با استفاده از روش تغییر ناپذیری پاسخ پله ٥٨
٤-۲-۳- گسسته سازی مدل مرجع ٦٠
٤-۳- طراحی کنترلگر با استفاده از روش جایابی قطب ٦٣
٤-۳-۱- تعقیب مدل ٦٥
٤-۳-۲- حل معادله دیوفانتین با استفاده از چند جمله ایها ٦٥
٤-٤- تخمین پارامترها با استفاده از روش حداقل مربعات ٧٢
٤-٤-۱- تخمین حداقل مربعات بازگشتی با فراموشی نمایی ٧٣
٤-٤-۲- تخمین پارامترهای کنترلگر ٧٤
٤-٥- کنترلگر تطبیقی ٧٦
٥- شبیه سازی ٨٠
٥-۱- مقدمه ٨٠
٥-۱-۱- مدل تغییرات جرم موثر لوله ٨٢
٥-۱-۲- مدل تغییرات نیروی وارد شده از طرف لوله به واگن ٨٣
٥-۱-۳- مدل تغییرات نیروی اصطکاک بین واگن و ریل ٨٣
٥-۲- شبیه سازی ٨٥

٦- نتیجه‌گیری و ارائهٔ پیشنهادات..... ٩٩
٦-١- خلاصه و نتیجه‌گیری ٩٩
٦-٢- پیشنهادات..... ١٠١
منابع..... ١٠٢
واژه‌نامهٔ انگلیسی به فارسی..... ١٠٧
واژه‌نامهٔ فارسی به انگلیسی..... ١١٤

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

۱-۱- خطوط تولید لوله های فولادی

با توجه به این که موضوع تحقیق مربوط به طراحی یک کنترل کننده برای قسمت برش لوله در فرایند تولید لوله های فولادی می باشد. لازم است که در ابتدا به طورمختصر به معرفی فرایند تولید لوله های فولادی بپردازیم.

در فرایند تولید لوله های فولادی، مواد اولیه که وارد فرایند تولید می شوند ، ورقهای فولادی به ضخامت های مختلف (که بستگی به قطر لوله های تولیدی دارد) می باشند. این ورقها به صورت کلاف وارد خط تولید می شوند. در ابتدای خط تولید این کلاف ها باز شده و ضمن عبور از روی اره های دواری که با فواصل مناسب در کنار یکدیگر در حال چرخشند، با عرضهای دلخواه، متناسب با قطر لوله های تولیدی، برش داده شده و دوباره به صورت کلاف با عرضهای مناسب پیچیده می شوند.

بعد از بریده شدن ورقها و کلاف پیچ شدن دوبارهٔ آن ها، این کلافها به ابتدای خط نورد لوله منتقل می شوند. در خط نورد، ورقها طی چند مرحله نورد شده و به صورت لوله در می آید. حال این لوله ها باید درحالیکه حرکت می‌کنند جوش داده شوند. این کار در قسمت جوش لوله صورت می گیرد و لوله هایی که به صورت پیوسته در حال تولید هستند، در این مرحله جوش داده می شوند. بعد از جوش خوردن لوله ها، آنها را باید درحالیکه در حرکت هستند، برش داد.چرا که توقف لوله ها به منظور برش آنها، باعث کندی خط تولید شده وراندمان خط تولید کم خواهد شد. بنابراین باید تدبیری اندیشیده شود که لوله ها در حال حرکت و بدون نیاز به توقف خط بریده شوند. این کار در مرحله برش لوله صورت می گیرد و لوله ها در حال حرکت برش داده می شوند. بعد از برش لوله به طولهای دلخواه، (معمولاً 6^m) لوله های بریده شده وارد فرایند

گالوانیزه شده و در آنجا برای جلوگیری از خوردگی و زنگ زدگی لوله ها، آنها را با پوششی از قیر و روی می پوشانند. بعد از فرایند گالوانیزه لوله و انجام تست هایی برای اطمینان از نداشتن درز در لوله ها، آنها را بسته بندی و آماده ارسال به بازار مصرف می کنند.

در ادامه، قسمتهای مختلف خطوط تولید لوله های فولادی را شرح خواهیم داد. قسمتهای جوش لوله و گالوانیزه لوله به صورت مختصر تشریح خواهند شد و به قسمت برش لوله که هدف این تحقیق، طراحی کنترل کننده ایی برای این قسمت می‌باشد، با جزئیات بیشتری نگاه خواهیم کرد.

۱-۱-۱- فرایند نورد و جوش لوله

در ابتدای نورد، ورقها طی چند مرحله عبور از بین غلطکهایی به صورت لوله در می آیند.این غلتکها توسط یک موتور جریان مستقیم *DC*[1] دوران می کنند و ضمن نورد لوله، آنها را به سمت جلو هدایت می کنند. لوله ایی که تا این مرحله تولید شده است دارای درز می باشد و بنابراین باید جوش داده شود و اصطلاحاً به لوله های تولید شده توسط این روش لوله های درز جوش می گویند. برای جوش دادن لوله های درزجوش دو روش متداول است:

- جوش مقاومتی فرکانس بالا (*HFRW*[2])
- جوش القایی فرکانس بالا (*HFIW*[3])

دلیل استفاده از فرکانس بالا این است که جریان الکتریکی از سطح فلز عبور کند و باعث گرم شدن این ناحیه گردد. در جوشکاری مقاومتی فرکانس بالا، جریان الکتریکی توسط الکترود به سطح فلز می رسد، ولی در جوشکاری القایی فرکانس بالا، جریان توسط سیم پیچ (کویل[4]) خارجی القا می شود و هیچ گونه اتصال الکتریکی یا فیزیکی بین لوله و منبع توان وجود ندارد.

---

1. Direct Curent Motor
2. High frequency resistive welding
3. High frequency inductive welding
4. Coil

در خط تولیدی که مورد مطالعه این پایان نامه می باشد، جوشکاری به روش القایی صورت می گیرد. این روش در اکثر کارخانه های تولید لوله استفاده می شود.

مزایای جوش به روش القایی که باعث گسترش آن در صنایع لوله سازی شده است به شرح زیر می باشد:

- قسمت های انتخاب شده ای از کار می تواند حرارت ببیند.
- زمان و دمای جوش دقیقاً قابل کنترل است.
- آلودگی به شکل دود یا دوده وجود ندارد.
- قابلیت انجام اتوماسیون[1] در سطح بالایی وجود دارد.
- سرعت جوش و نهایتاً سرعت تولید بالاست.

در جوش القایی فرکانس بالا لوله از میان یک یا چند دور سیم پیچ ضخیم عبور می کند. در این سیم پیچ جریان با فرکانس بالا برقرار می شود. این جریان یک میدان مغناطیسی[2] با فرکانس بالا تولید می کند. میدان مغناطیسی به نوبه خود یک جریان الکتریکی در لبه های لوله القا می‌نماید. در حقیقت این قسمت شبیه یک ترانسفورمر است که ثانویه آن ورق لوله می باشد. جریان الکتریکی القا شده در لوله باعث ایجاد تلفات گرمایی[3] می شود. این تلفات لوله را تا حد مناسب برای جوش داغ می کند. و سپس توسط غلتکهای جانبی، دو لبه لوله به هم فشرده می شوند و عمل جوشکاری انجام می شود.

---

[1] Automation
[2] Magnetic Field
[3] Thermal loss