بسم الله الرحمن الرحيم

۴۸۵۹۰

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی صنایع

۱۳۸۲ /۲/ ۳۰

به‌کارگیری تکنولوژی گروهی در صنعت فورج

نگارش: اسماعیل فلاح رستمی

استاد راهنما: دکتر کامران رضائی

استادان مشاور: دکتر محسن صادق عمل نیک

دکتر رضا توکلی مقدم

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

مهندسی صنایع

بهمن ۱۳۸۱

٤٥٨٩٠

صفحه تصویب پایان‌نامه کارشناسی ارشد

موضوع

بکارگیری تکنولوژی گروهی در صنعت فورج

توسط

اسماعیل فلاح رستمی

۱۳۸۲ /۲/ ۳۰

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

از این پایان‌نامه در تاریخ ۱۳۸۱/۱۱/۲۷ در مقابل

هیأت داوران دفاع به‌عمل آمده و مورد تصویب قرار گرفت.

آموزش و تحصیلات تکمیلی
گروه مهندسی صنایع

دانشکده فنی دانشگاه تهران
تحصیلات تکمیلی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده:

مدیر گروه آموزشی:

استاد راهنما:

استاد مشاور:

داور مدعو:

داور داخلی:

تقدیم به

پدر، مادر

و

همسرم

نام و نام خانوادگی: اسماعیل فلاح رستمی

رشته تحصیلی و گرایش: مهندسی صنایع- مهندسی صنایع

استاد راهنما: دکتر کامران رضائی

تاریخ دفاع: ۱۳۸۱/۱۱/۲۶

چکیده

هدف از پروژه حاضر، بررسی به‌کارگیری تکنولوژی گروهی در صنعت فورج جهت کاهش دوباره‌کاری‌ها در طراحی و استفاده از اطلاعات موجود، به منظور افزایش بهره‌وری در سازمان می‌باشد. به همین منظور ابتدا مفاهیم مرتبط با تکنولوژی گروهی و مزایای آن تشریح گردید، سپس انواع کدگذاری و گروه‌بندی و انواع برنامه‌ریزی فرایند مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. پس از مطالعات کتابخانه‌ای صورت گرفته صنعت مورد نظر، مورد مطالعه میدانی قرار گرفت و فرایندها و فعالیت‌هایی سازگار با اهداف تکنولوژی گروهی معین گردیدند.

بر اساس بررسی و مطالعه در صنعت، قطعات مختلف با توجه به خصیصه‌های هندسی، ابعادی و فیزیکی شناسایی شدند و با یک روش مناسب کدگذاری شدند. سپس با بهره‌گیری از سیستم کدگذاری طراحی شده، یک سیستم برنامه‌ریزی فرایند به کمک کامپیوتر، برای تولید قطعات فورج طراحی شد. این سیستم از نوع فراخوان می‌باشد و قابلیت‌های دیگری نیز نظیر بازیابی اطلاعات قیمت تمام شده، بازیابی نقشه قالب‌ها و ابزار مورد نیاز، بازیابی مدل‌های جامد، بازیابی کدهای ماشین کاری برای ساخت قالب، آنالیز حالات خطا و اثرات آن و طرح‌های کنترل را برای قطعات مشابه با قطعه مورد نظر، دارا می‌باشد.

تشکر و قدردانی

به حکم ادب و وظیفه بر خود واجب می‌دانم که از کلیه عزیزانی که در تحقق این امر مرا یاری نمودند، تشکر و سپاس‌گزاری نمایم. علی الخصوص بزرگوارانی چون جناب آقای دکتر کامران رضائی به عنوان استاد راهنما، جناب آقای دکتر محسن صادق عمل‌نیک و جناب آقای دکتر رضا توکلی‌مقدم به عنوان اساتید مشاور، که مرا در شکل‌گیری علمی این پایان‌نامه یاری نمودند.

از جناب آقای مهندس جدیدی مدیر عامل محترم شرکت آهنگری تراکتورسازی ایران، جناب آقای مهندس آغداشی و جناب آقای مهندس فهمی معاونین محترم و جناب آقای مهندس احمدی مدیر قسمت طراحی و کلیه همکاران ارجمند این شرکت که در بهره‌گیری از اطلاعات و تجارب موجود در سازمان، مرا مورد حمایت‌های بی‌دریغ خود قرارداده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

همچنین از جناب آقای مهندس مجید سیدی، دوست و همکار عزیزم، به جهت کلیه همفکری‌ها و رهنمودهایی که در زمان تهیه نرم افزار مرتبط با پروژه به بنده ارائه نمودند، سپاس‌گزاری می‌نمایم.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده فارسی	۳
تشکر و قدردانی	٤
فهرست مطالب	٥
فهرست جداول	۹
فهرست شکل‌ها	۱۰
فصل اول - اتوماسیون و ارتباط آن با تکنولوژی گروهی	
۱-۱- کلیات	۱۳
۱-۲- جایگاه‌سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر	۱۸
۱-۳- تعریف سیستم ساخت انعطاف‌پذیر	۲۰
۱-٤- ارتباط سیستم‌های ساخت انعطاف‌پذیر با تکنولوژی گروهی	۲۲
فصل دوم- تکنولوژی گروهی و سیستم‌های CAPP	
۲-۱- کلیات	۲٥
۲-۲- خانواده قطعات	۲۷
۲-۳- مزایای تکنولوژی گروهی	۳۱
۲-٤- برنامه‌ریزی فرایند به کمک کامپیوتر	۳۳
۲-٤-۱- سیستم CAPP فراخوان	۳٦
۲-٤-۲- سیستم مولد	٤۰
۲-٥- مزایای CAPP	٤۲

۲-٦- عوامل مؤثر بر اجرای CAPP	٤٢
۲-٦-۱- اجزای سیستم ساخت	٤٣
۲-٦-۲- حجم تولید- اندازه دسته	٤٤
۲-٦-۳- تعداد خانواده‌های محصول	٤٥
۲-٦-٤- ملاحظات اجرایی CAPP	٤٦
فصل سوم- کدگذاری و گروه‌بندی قطعات	
۳-۱- کلیات	٤٨
۳-۲- رویکردهای مختلف تهیه خانواده قطعات	٥٠
۳-۳- کدگذاری	٥٢
۳-۳-۱- ساختار زنجیره‌ای	٥٣
۳-۳-۲- ساختار سلسله مراتبی	٥٤
۳-۳-۳- ساختار ترکیبی	٥٥
۳-٤- محتوای کد	٥٦
۳-٥- سیستم‌های کدگذاری و طبقه‌بندی معروف	٦٠
۳-٥-۱- سیستم کدگذاری و طبقه‌بندی OPTIZ	٦٠
۳-٥-۲- سیستم کدگذاری و طبقه‌بندی MICLASS	٦٣
۳-٥-۳- سیستم کدگذاری و طبقه‌بندی CODE	٦٥
۳-٦- موارد قابل توجه در طراحی و استقرار یک سیستم کدگذاری در سازمان	٦٨
۳-۷- روش‌های گروه‌بندی	٦٩
۳-۷-۱- کاربرد شیوه ضریب تشابه جهت گروه‌بندی در تکنولوژی گروهی	۷۰

۳-۷-۲- تحلیل خوشه‌ای چند هدفه برای تشکیل خانواده قطعات	۷٦
۳-۷-۳- سیستم شبکه عصبی مبتنی بر شکل برای کدگذاری و گروه‌بندی قطعات دوار	۷۷
فصل چهارم - صنعت فورج و فرایندهای آن	
٤-۱- مقدمه‌ای بر صنعت فورج	۸۱
٤-۲- معرفی صنعت مورد بررسی و تشریح فرایندهای تولیدی آن	۸٤
٤-۳- تولید و ساخت قطعه	۹۷
٤-٤- معرفی بخش‌هایی که بکارگیری تکنولوژی گروهی در آنها مؤثر است	۱۰٦
٤-٤-۱- بخش مهندسی تولید	۱۰٦
٤-٤-۲- بخش حسابداری صنعتی	۱۰۷
٤-٤-۳- بخش طراحی	۱۰۷
٤-٤-٤- بخش تکنولوژی	۱۰۸
٤-٤-٥- بخش CAD/CAM	۱۰۹
٤-٤-٦- بخش مهندسی کیفیت	۱۰۹
فصل پنجم - طراحی سیستم کدگذاری در یک صنعت فورج	
٥-۱- کلیات	۱۱۱
٥-۲- سیستم کدگذاری پیشنهادی جهت قطعات فورج	۱۱۱
٥-۳- کد گذاری اطلاعات مربوط به شکل هندسی قطعه	۱۱۱
٥-۳-۱- کدگذاری قطعات دسته اول (مسطح)	۱۱۳
٥-۳-۲- کدگذاری قطعات دسته دوم	۱۲۹
٥-۳-۳- کدگذاری قطعات دسته سوم (دراز)	۱٤۳

۵-۳-٤- کدگذاری قطعات دسته چهارم (خیلی دراز)	۱۵۰
۵-٤- تشریح کدهای مرتبط با جنس، وزن و مشخصات ابعادی قطعه	۱۵۵
۵-٤-۱- جنس قطعه	۱۵۵
۵-٤-۲- وزن قطعه	۱۵٦
۵-٤-۳- مشخصات ابعادی	۱۵۷
۵-۵- معرفی سیستم کامپیوتری طراحی شده	۱٦۰
فصل ششم - نتیجه‌گیری و روند آتی	
٦-۱- ارزیابی اثربخشی سیستم در صنعت مورد بررسی	۱۷۲
٦-۲- نتیجه‌گیری	۱۷۲
٦-۳- توصیه‌هایی برای بهبود در آینده	۱۷۵
منابع و مآخذ	۱۷٦
ضمائم	
ضمیمه یک- تحلیل خوشه‌ای چند هدفه برای تشکیل خانواده قطعات	۱۸۱
ضمیمه دو- سیستم شبکه عصبی مبتنی بر شکل برای کدگذاری و گروه‌بندی قطعات	۱۸٦
چکیده انگلیسی	۱۹٦

فهرست جداول

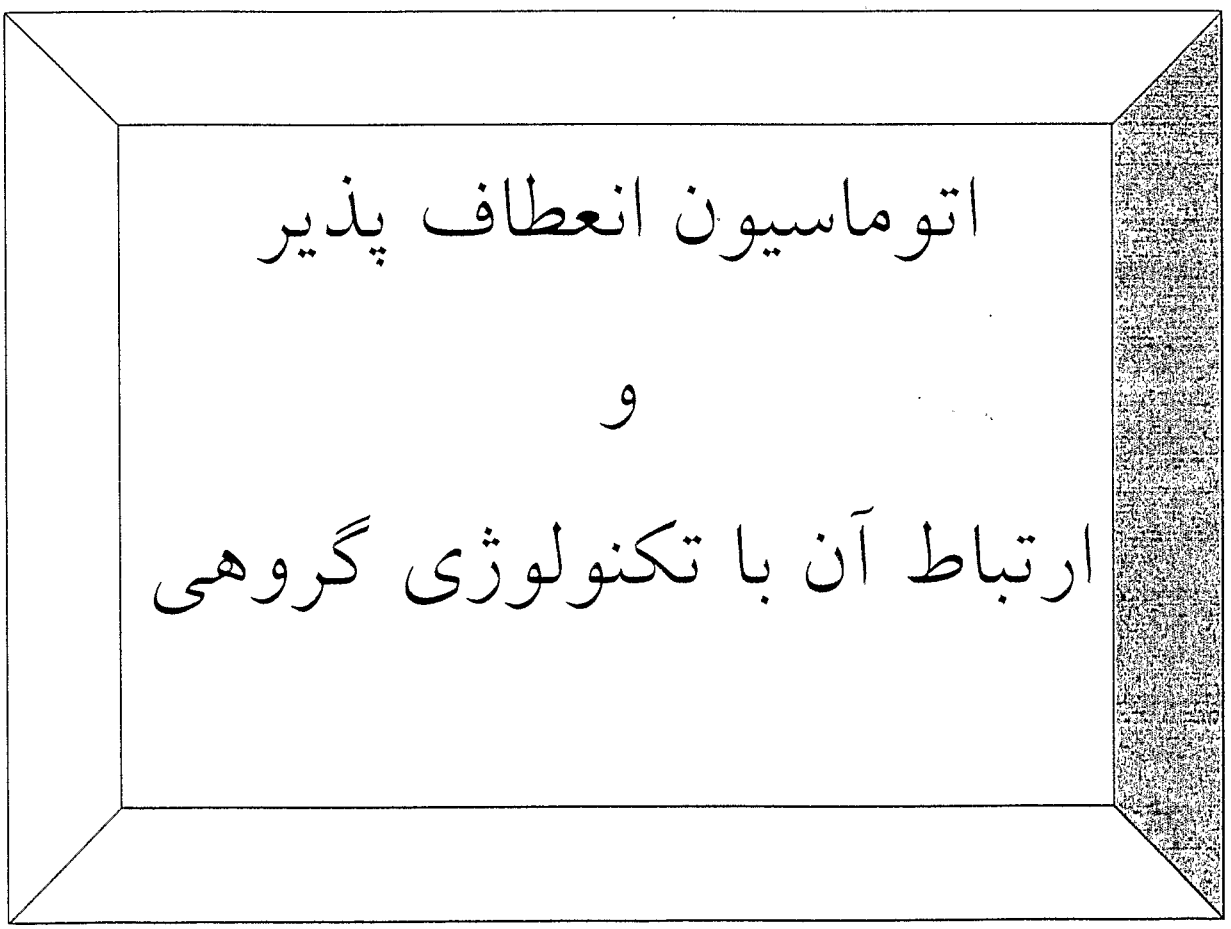
شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول (۳-۱)، مقایسه خواص طراحی و ساخت قطعات	۵۱
جدول (۳-۲)، ساختار زنجیری در کدگذاری	۵٤
جدول (۳-۳)، مشخصه‌های اول تا پنجم برای قطعات مدور در سیستم کدگذاری OPITZ	٦۲
جدول (۳-٤)، نحوه کدگذاری در سیستم MICLASS	٦٤
جدول (۳-۵)، ماتریس قطعه- ماشین	۷۱
جدول (۳-٦)، دسته‌های قطعه- ماشین	۷۲
جدول (٤-۱)، فرم اطلاعات تخمین قیمت	۸۹
جدول (٤-۲)، فرم مشخصات مواد اولیه	۹٦
جدول (٤-۳)، فرم‌های مرتبط با برنامه‌ریزی فرایند	۱۰۱
جدول (۵-۱)، کدگذاری جنس قطعات	۱۵۵
جدول (۵-۲)، کدگذاری وزن قطعات	۱۵٦
جدول (۵-۳)، کدگذاری ابعاد قطعه (بیشترین طول)	۱۵۷
جدول (۵-٤)، کدگذاری ابعاد قطعه (بیشترین عرض)	۱۵۸
جدول (۵-۵)، کدگذاری ابعاد قطعه (بیشترین ارتفاع)	۱۵۹

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل(۱-۱)، زمان مفید استفاده از ماشین‌آلات	۱٤
شکل(۱-۲)، جایگاه سیستم‌های سه‌گانه ساخت	۱۹
شکل(۱-۳)، بخش‌های سازمان که تکنولوژی گروهی می‌تواند برای آنها مفید باشد	۲۳
شکل(۲-۱)، پایگاه داده‌ها و ماجول‌های برنامه‌ریزی فرایند	۳۵
شکل(۲-۲)، روش متداول مورد استفاده برای یک سیستم برنامه‌ریزی فرایند به کمک کامپیوتر	۳٦
شکل(۲-۳)، جریان مراحل تولید برنامه فرایند	٤۰
شکل(۲-٤)، نمودار تعیین نوع برنامه‌ریزی فرآیند	٤٦
شکل(۳-۱)، ساختار سلسله مراتبی در کدگذاری	٥٥
شکل(۳-۲)، ساختار کلی سیستم کدگذاری OPITZ	٦۲
شکل(۳-۳)، نمونه‌ای از سئوالاتی که در سیستم کدگذاری MICLASS پرسش می‌شود.	٦٥
شکل(۳-٤)، سیستم کدگذاری CODE برای قطعاتی که اولین رقم کد آنها عدد ۱ می‌باشد.	٦۷
شکل(۳-٥)، دندوگرام مرتبط با جدول (۳-٥)	۷۳
شکل(٤-۱)، روش‌های تولید قطعات فلزی	۸۱
شکل(٥-۱)، قطعات گروه ۱۱	۱۱٥
شکل(٥-۲)، قطعات گروه ۱۲	۱۱۸
شکل(٥-۳)، قطعات گروه ۱۳ و گروه ۱٤	۱۲۱
شکل(٥-٤)، قطعات گروه ۱٥ و گروه ۱٦	۱۲٤
شکل(٥-٥)، قطعات گروه ۱۷ و گروه ۱۸	۱۲۸

شکل(۵-٦)، قطعات گروه ۲۱۱	۱۳۱
شکل(۵-۷)، قطعات گروه ۲۱۲ و گروه ۲۱۳	۱۳٤
شکل(۵-۸)، قطعات گروه ۲۲	۱۳۸
شکل(۵-۹)، قطعات گروه‌های ۲۳۱ و ۲۳۲ و ۲۳۳	۱٤۱
شکل(۵-۱۰)، قطعات گروه ۲۳٤ و گروه ۲۳۵	۱٤۳
شکل(۵-۱۱)، قطعات گروه ۳۱ و گروه ۳۲	۱٤٦
شکل(۵-۱۲)، قطعات گروه ۳۳ و گروه ۳٤	۱٤۹
شکل(۵-۱۳)، قطغات گروه ٤۱ و گروه ٤۲	۱۵۱
شکل(۵-۱٤)، قطعات گروه ٤۳ و گروه ٤٤	۱۵٤
شکل(۵-۱۵)، منوی اصلی برنامه	۱٦۲
شکل(۵-۱٦)، ماجول اصلی انتخاب کد تکنولوژی گروهی	۱٦۳
شکل(۵-۱۷)، نمودار درختی از ساختار سیستم کدگذاری	۱٦٤
شکل(۵-۱۸)، فرم ورود اطلاعات برای نمودار درختی سیستم کدگذاری	۱٦٤
شکل(۵-۱۹)، فرم دریافت اطلاعات مربوط به مشخصات فیزیکی و ابعادی قطعه	۱٦٦
شکل(۵-۲۰)، فرم بانک اطلاعاتی قطعات	۱٦۸
شکل(۵-۲۱)، فرم اصلی نمودار فرایند عملیات	۱٦۸
شکل(۵-۲۲)، فرم اصلی ماجول FMEA برای قطعات	۱۷۰
شکل(٦-۱)، ارتباط تعداد برنامه‌های فرایند با زمان استقرار تکنولوژی گروهی	۱۷۳

فصل اول



۱-۱- کلیات

آنچه که عصر حاضر را از چند سده گذشته، چند دهه گذشته و حتی چند سال گذشته متمایز می‌سازد و افق‌های بسیار روشنی را از دست‌یابی به دست نیافتنی‌ها فرا روی انسان قرار می‌دهد، توانایی روز افزون انسان در بهره‌گیری از دانش و اطلاعات خود است که با نرخ باور نکردنی و به صورت تصاعدی در حال افزایش است. در میان تمامی نام‌هایی که به درست یا غلط بر دوران معاصر گذارده می‌شود از قبیل عصر فضا، اتم، کامپیوتر و ... ، آنچه که به واقعیت نزدیکتر است و وضعیت جهان امروز را بهتر بیان می‌نماید عصر آگاهی و به معنی خاص آن عصر اطلاعات است. این تعبیر از آنجا ناشی می‌شود که بیشترین رشد در بین داشته‌های جوامع بشری، بیشتر از آنکه مربوط به سرمایه، ابزار کار و... باشد مربوط به دانسته‌های او و روش به کارگیری آنها و در قالب فن‌آوری‌های کاربردی است. در عرصه ساخت و تولید محصولات که مشخص‌ترین جلوه به‌کارگیری این دانش و آگاهی است، در جهت بهبود فرایندهای طراحی و ساخت به نحوی که کیفیت و ارزش ستانده‌ها را از طریق اعمال روش‌های ساختار یافته رشد دهد، ابزارهای متعددی ایجاد و توسعه یافته است.

با توجه به افزایش قیمت های انرژی، مواد اولیه، کار، سرمایه و خصوصاً رقابت شدید جهانی، اکثر صنایع تولیدی تحت فشارهای حاصل از موارد فوق بوده و به دنبال راه حل مناسبی برای گریز از این فشارها می‌باشند. از میان تکنیک‌های مختلف ارائه شده سیستم‌های تولیدی انعطاف‌پذیر[1] و یا اصطلاحاً FMS، به عنوان یکی از کاراترین و مؤثرترین روش‌ها، در تولید کالاها با منعطف نمودن فرایندهای تولید، کاهش سطح موجودی، کاهش زمان تحویل محصول، واکنش سریع به تغییرات

[1] -flexible manufacturing systems