

سیستم های تولید انعطاف پذیر (FMS)

Flexible Manufacturing System

Mohamad Hosein Sadri*

5/14/2024

محمد حسین صدری*

1403/2/25

Abstract

Flexible manufacturing system is a production concept that allows the production mechanism to adapt to all its new requirements when faced with changes in one or a number of production components. The required changes can include the amount of product produced or a new part of the required product. Product line changes can be predictable or unpredictable.

The requirements of today's age cause an inflexible and unchanging structure to be doomed to failure in industrial competition in the long time.

Is there a mechanism that can reduce the time period between the research and development process and industrial production to the lowest possible level? A flexible manufacturing structure using 3 main components can promise the stability and integrated development of your workshop or industrial plant. The machines that have been produced to date, the transportation system used in the production lines, and the updated computer control and management systems (and the role of artificial intelligence and machine learning in the near future) will be the 3 main elements of FMS.

Keywords: flexible production system, machines
Transportation, industrial revolution

*Bachelor of Industrial Engineering

Mohasadri82@gmail.com

چکیده

سیستم تولید انعطاف پذیر یک مفهوم تولیدی است که به ساز و کار تولید اجازه می دهد در هنگام مواجهه با تغییرات در یکی یا تعدادی از اجزای تولید با تمام نیازمندی های جدید خود سازگار شود. تغییرات مورد نیاز می تواند شامل مقدار محصول تولید شده یا بخش جدیدی از محصول مورد نیاز باشد. تغییرات خط تولید می توانند قابل پیش بینی یا غیرقابل پیش بینی باشد.

نیازمندی های عصر حاضر موجب می شود یک ساختار غیرقابل انعطاف و تغییر ناپذیر عملاً در دراز مدت محکوم به شکست در رقابت های صنعتی باشد.

آیا ساز و کاری وجود دارد که بتوان بازه زمانی میان فرایند تحقیق و توسعه و تولید صنعتی را به کمترین میزان ممکن کاهش داد؟

یک ساختار تولید انعطاف پذیر با بهره گیری از 3 مولفه اصلی میتواند نوید پایداری و توسعه یکپارچه کارگاه یا کارخانه صنعتی شما باشد.

ماشین آلاتی که تا به امروز تولید شده، سامانه حمل و نقل مورد استفاده در خطوط تولیدی و سیستم های بروز کنترل و مدیریت کامپیوتری (و نقش آفرینی هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در آینده ای نزدیک) همان 3 عنصر اصلی FMS خواهند بود.

واژگان کلیدی: سیستم تولید انعطاف پذیر، ماشین آلات

حمل و نقل، انقلاب صنعتی

* دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع

Mohasadri82@gmail.com

مقدمه

صنعت به عنوان یکی از ارکان اساسی موتور اقتصاد و پیشرفت هر کشور همواره محل تضارب دیدگاه ها و روش های متنوع تولیدی بوده است. در یک کشور توسعه یافته صنعت پرچمدار سایر مولفه های کشور نظیر علوم دانشگاهی، قدرت سیاسی و اقتصادی، ارتباط حاکمیت و جامعه است و... است.

در این بین وجود انبوه رشته های مهندسی و فنی و صاحب نظران و کارشناسان این رشته ها سبب شده است مسیر رشد و پیشرفت صنعتی هر کشور و حتی هر منطقه با دیگری متفاوت باشد.

از اصلی ترین و مهمترین مباحث در زمینه پیشرفت صنعتی یک کشور عبارت است از:

- نیروی کار مناسب
- مواد اولیه
- توان فنی و مهندسی
- زیر ساخت های تولید
- بازار فروش
- سازوکارهای اقتصادی

با بررسی انقلاب صنعتی دوم میتوانیم به نتایج مهمی در تاثیرات روند رشد توان فنی و مهندسی و زیرساخت های تولید، بر پیشرفت صنعتی کشور های اروپایی دست بیابیم.

انقلاب صنعتی دوم با تکمیل انقلاب صنعتی اول، در قرن ۱۹ شکل گرفت و به دنبال آن به سرعت پیشرفت هایی در صنایع فولاد، برق و خودرو ایجاد شد. به بیان دیگر با ظهور دومین انقلاب صنعتی، صنعت به عنوان آنچه امروز با معنی تولید انبوه می شناسیم، پدیدار گشت. اختراع موتور احتراق داخلی، زمینه ساخت هواپیما و خودرو را فراهم کرد. هنری فورد در همین زمان فرآیند و خط تولید خودرو را به سمت تولید انبوه برد و خودرو در دسترس مردم قرار گرفت. اختراع رادیو، تلویزیون، تلفن، چراغ های روشنایی و بسیاری از لوازم خانگی نیز حاصل این انقلاب صنعتی است. در انقلاب صنعتی دوم یکی از مشهودترین مولفه های رشد صنعتی وجود همین اختراعات و افزایش توان فنی مهندسی و زیر ساخت های تولید انبوه است.

دامنه تغییرات انقلاب صنعتی اول و دوم چنان گسترده بوده که طی مدت زمان کوتاهی نسبت به تاریخ چند هزار ساله بشر، فناوری به شدت توسعه یافت و زندگی انسان را به سمت دیجیتالی شدن پیش برد. انقلاب صنعتی سوم در قرن بیستم با تحول در فناوری های اطلاعات و محاسبات دیجیتال پدید آمد. برای اولین بار طی این انقلاب صنعتی کامپیوترها پا به عرصه تولید گذاشتند و با ایجاد توانایی ذخیره سازی، پردازش و انتقال اطلاعات به شکل صفر و یک (دیجیتال) صنعت و حتی زندگی مردم را متحول کردند. امروز اما جهان در آستانه انقلاب صنعتی چهارم قرار گرفته است. انقلابی که قرار است بار دیگر تولید و زندگی مردم زمین را متحول کند.

یکی از مهمترین و اساسی ترین این انقلاب ها تفاوت در ارکان تغییر کننده آنها در طول زمان است.

انقلاب صنعتی اول و دوم ساز و کار های اقتصادی نیروی کار و توان فنی مهندسی را تحت تاثیر قرار دادند و در پی آن انقلاب صنعتی سوم (انقلاب دیجیتال) دروازه ورود ترانزیستور ها کامپیوتر ها و ساختار امروزی اداری به فرایند های صنعتی و تولیدی بود.

در طول سه انقلاب صنعتی گذشته، نه تنها بارها و بارها زندگی شخصی و شغلی افراد تغییر کرد بلکه گاهی حتی تهدید شد. پس از هر انقلاب، جهان در مسیر جدیدی قدم برداشت. این بار هم چهارمین انقلاب صنعتی، زندگی ما را تغییر خواهد داد؛ هر چند سرعت و ابعاد این تغییر، بسیار متفاوت و بزرگتر از تغییرات سه انقلاب صنعتی گذشته خواهد بود. وقوع انقلاب صنعتی چهارم باعث شده است تا بسیاری از فناوری هایی که بشر در گذشته، رویای آن را داشت یا در کتاب ها و فیلم های علمی-تخیلی شاهد بود به واقعیت تبدیل شود. دستیابی ما به مجموعه ای از فناوری های جدید مثل هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، کامپیوتر های کوانتومی رمز ارز ها و ساخت انواع ربات ها باعث ایجاد چهارمین انقلاب صنعتی خواهد شد. بدون شک قدرت نمایی انقلاب صنعتی چهارم در حد نظریه محدود نمانده و حال نمایش آینده وظیفه صنعت خواهد بود.

سیستم تولید انعطاف پذیر (FMS) تعریف و نحوه عملکرد آن :

صنعت امروز با استفاده از ظرفیت عظیم نیروی انسانی مواد اولیه و دانش فنی تعداد بسیاری از روش های تولید و مکانیزم های حل مسئله را پیش روی خود می بیند.

ساز و کار سیستم های تولید انعطاف پذیر این امکان را به ما میدهد علاوه بر استفاده از بروز ترین سامانه ها و رایانه های موجود هزینه های جاری حمل و نقل، نیروی کار و انرژی را به کمترین میزان ممکن برسانیم.

سیستم تولید انعطاف پذیر می تواند بسیاری از محصولات را بدون هیچ مشکلی تولید کند. همچنین به آرامی به تقاضاها و نیازهای در حال تغییر بازار پاسخ می دهد. کسب و کارها می توانند تعداد زیادی محصول را به راحتی با این روش تولید کنند. FMS راهبردی است که می تواند در ساخت انواع ماشین ها، ابزارها و موارد دیگر کمک کند.

توانایی FMS برای انعطاف پذیری به معنای صرفه جویی در هزینه و تولید سریعتر است. این یک ترکیب عالی برای تولید کنندگان است تا با کمترین میزان اتلاف انرژی و نیروی کار تولید را به جای انسان بر روی دوش ربات ها کامپیوتر ها و ماشین آلات بیاندازند.

اهداف FMS

هدف اصلی سیستم های تولید انعطاف پذیر بهبود صرفه جویی در هزینه و افزایش بهره وری است. این فرآیند دقیقاً مانند فرآیند تولید انبوه است. در فرایند تولید انبوه قطعات گران و کم تیراژ تولید نمیشود بلکه قطعات دارای نرخ تولید بالا هستند تا قیمت نهایی تمام شده برای تولید کننده و به سبب آن برای مصرف کننده کاهش داشته باشد. در عین حال این روش باید بتواند مقادیر تولید کمتری را مدیریت کنند.

اهداف اصلی یک سیستم تولید انعطاف پذیر شامل اجزای زیر است:

1. افزایش کنترل عملیاتی توسط سیستم

کامپیوتر مرکزی به وسیله:

- کاهش تعداد متغیرهای غیر قابل کنترل
- کاهش وابستگی به ارتباطات انسانی و سلسله مراتب
- ارائه ابزاری برای شناسایی و پاسخگویی سریع به تغییرات در برنامه های تولید آینده.

2. اجرای سیاست کاهش کار مستقیم

- حذف اپراتور انسانی از قسمت ماشین آلات
- معرفی و پشتیبانی از عملیات ماشینکاری بدون نظارت ناظر انسانی

3. افزایش پاسخگویی در کوتاه مدت که شامل:

- اصلاحات مهندسی
- پردازش تغییرات
- بررسی خرابی یا در دسترس نبودن دستگاه
- بررسی سلامت دستگاه های برش
- مدیریت بر خط بر حمل و نقل مواد اولیه

یک سیستم تولید انعطاف پذیر ترکیبی از سیستم ها و ماشین های الکترونیکی است. این ماشین ها برای تنظیم سطوح مختلف تولید , طراحی شده اند. این بدان معناست که آنها می توانند هم حجم کم و هم در عین حال حجم زیادی از کار را انجام دهند. انعطاف پذیری این سیستم همچنین به کسب و کار اجازه می دهد تا خدمات شخصی سازی شده را به گونه ای ارائه دهد که نیازها و خواسته های هر مشتری را برآورده کند.

در دنیای پر سرعت امروز، مدیران تولید باید با روندهای فعلی بازار به روز شوند. یک سیستم تولید منعطف برای پاسخگویی به خواسته های مشتری و ایجاد رویکردهای مدرن طراحی شده است.

سیستم های تولید انعطاف پذیر ماشین های زیادی دارد که یا با هم یا به صورت جداگانه کار می کنند. این ماشین ها توسط کامپیوتر هایی از قبل برنامه ریزی شده به یکدیگر متصل می شوند.

آنها کارهایی مانند:

- تخلیه مواد و بارگیری مواد
 - ساخت محصول
 - تست محصول
 - ذخیره و حمل و نقل مواد
- را بر عهده دارند.

ماشین آلات FMS همچنین می توانند بین ساخت محصولات مختلف به طور خودکار جابجا شوند. امروزه انعطاف پذیری و خودکار بودن ابزار آلات سبب کاهش هزینه در زمینه نیروی انسانی خواهد شد.

4. افزایش پاسخگویی در بلند مدت که شامل:

- تغییر حجم محصول
- معرفی و افزایش تیراژ محصول جدید
- ترکیب و اسمبل قطعات تولیدی
- مدیریت افزایش استفاده از ماشین آلات در نتیجه تغییرات سفارشات

انواع سیستم های تولید انعطاف پذیر از نظر نوع عملیات:

سیستم های تولید انعطاف پذیر انواع مختلفی دارند.

بر اساس انواع مختلف عملیات، FMS را می توان به پنج دسته به شرح زیر تقسیم کرد:

4. پیشرو: این تولید شامل ماشین هایی است که در یک خط تولید راه اندازی می شوند.
5. حلقه: این تولید شامل ماشین هایی است که مواد اولیه ای دارند که به صورت دایره ای حرکت می کنند. این نوع عملیات به انتقال آنها به ایستگاه های مختلف کمک می کند.
6. نردبان: این نوع عملیات شامل ایستگاه هایی است که شبیه یک نردبان هستند. ماشین ها توسط بازو هایی که همراه با مواد در حال حرکتند از یک طبقه به طبقه دیگر فرستاده میشوند.

4. میدان باز: این عملیات شامل انتقال مواد به ایستگاه های مختلف است. با بازتر بودن محیط و حرکت قطعات تولیدی در جهات مختلف. این نوع عملیات از تولید دشوارتر و مدرن تر پشتیبانی می کند.

5. ربات محور: این یکی شامل ایستگاه هایی است که توسط ربات ها کنترل می شوند. این ربات ها در نقاط خاصی قرار می گیرند تا به تولید قطعات از مواد اولیه کمک کنند. ربات ها همچنین به انتقال تولیدات به ایستگاه های مختلف کمک می کنند.

انواع سیستم های تولید انعطاف پذیر از نظر تعداد ماشین ها:

1. تک: این سیستم راه اندازی تنها از یک دستگاه برای تولید استفاده می کند.
2. دو یا سه گانه: این راه اندازی از دو یا سه ماشین استفاده می کند. به علاوه بارگیری و همچنین تخلیه ایستگاه های کاری با بازوهای مکانیکی و هیدرولیکی صورت میگیرد.
3. تولید انعطاف پذیر: در این راه اندازی از چهار یا چند ماشین استفاده می شود. تمام این سلول های تولیدی به سیستم توزیع اصلی کامپیوتر مرکزی متصل می شوند.

تقسیم بندی FMS بر اساس سطح انعطاف پذیری:

تصادفی: این سازوکار از یک سامانه بروز استفاده می کند که قادر به انجام تغییرات عمده در ساخت قطعات مختلف است.

اختصاصی: این راه اندازی شامل طراحی محصول ثابت با ویژگی خاص قطعات است. این نوع طراحی معمولاً در تولید تیراژهای بالای محصولات استفاده میشود. مهندسی شده: زمانی که تولیدکنندگان به ترتیب یکسانی برای هر دسته نیاز دارند.

مزایای استفاده از سیستم تولید انعطاف پذیر:

مانند همه سیستم ها، سیستم تولید انعطاف پذیر دارای مزایای جذاب بسیاری است. در این میان مهمترین آنها در زیر ذکر شده است:

- خرابی کمتر
- ایستگاه های کاری محدود تر
- کاهش نیاز به نیروی کار
- کاهش موجودی کار در حال انجام
- افزایش انعطاف پذیری تولید
- به حداقل رساندن اتلاف مصالح
- تغییرات سریع در قالب ها، مهر زنی و ابزار

امروزه کسب و کارها با روندهای ناپایدار بازار مواجه هستند. این مهم مستلزم داشتن تسلط قوی در رقابت جهانی است. از این رو داشتن انعطاف پذیری در سطوح مختلف تولید بسیار مهم است.

به خصوص برای شرکت های تولیدی که مطابق با خواسته های مشتری در تولید عمل میکنند. سه سطح برجسته انعطاف پذیری به شرح زیر است:

1. انعطاف پذیری اولیه

انعطاف پذیری اساسی شامل انعطاف پذیری در فرایند جابجایی مواد است. این فرایند در نظر می گیرد که قرار دادن و جابجایی تعداد زیادی از قطعات در سیستم چقدر میتواند ساده باشد تا همواره سریعترین مسیر را انتخاب کند.

• انعطاف پذیری عملیات

شامل کنترل استفاده از بهترین ترتیب ماشین ها و دستگاه ها در فرایند تولید است.

• انعطاف پذیری ماشین

نظارت مستقیم بر روی فرایند داخلی تک ماشین ها و دستگاه ها شامل قسمت های ماشینکاری جوشکاری رزوه کاری و ... در خود ماشین است.

2. انعطاف پذیری کل

• انعطاف پذیری پردازش

توانایی سیستم کنترل مرکزی را برای ایجاد انواع قطعات بدون تنظیمات ثانویه و فرایند اندازه گیری مجدد افزایش میدهد.

• انعطاف پذیری مسیریابی

تعداد راه هایی را که یک قطعه می تواند به طور موثر در سیستم حرکت کند، محاسبه می کند.

فرآیند سیستم تولید انعطاف پذیری

یک سیستم تولید انعطاف پذیر یک راه اندازی کامل تولیدی است که توسط رایانه های بزرگ کنترل می شود. این شامل سیستم های جابجایی و حمل و نقل مواد به ایستگاه های تولیدی است. همه اینها از طریق ماشین هایی که توسط رایانه کنترل مرکزی مدیریت میشوند فعالیت میکنند. اجزای مهم یک سیستم تولید انعطاف پذیر شامل سه سیستم ضروری برای فرایند تولید آسان است.

- سیستم های ایستگاه کاری

- سیستم های ذخیره و انتقال مواد

- همچنین کامپیوتر کنترل مرکزی

عناصر کلیدی در هماهنگی با هم کار می کنند تا یک فرآیند تولید یکپارچه و منجم ایجاد کنند. در وسط سیستم، ایستگاه های پردازش حضور دارند. ایستگاه ها از دستگاه های *CNC خودکار تشکیل شده اند که قادر به کار دقیق و محاسبه شده هستند.

ماشین های پیشرفته در FMS بسیاری از وظایف را با دقت، ضریب اطمینان بالا و سرعت بیشتر از اپراتور انسانی انجام می دهند.

سیستم کنترل مرکزی با ایستگاه های پردازش و حمل و نقل ارتباط برقرار می کند. آنها مسئول تحویل مواد در زمان و مکان مورد نیاز به دستگاه های تولیدی هستند.

*Computer numerical control

کامپیوتر کنترل مرکزی وظیفه هماهنگی کل عملیات و نظارت بر آن را دارد. همچنین گزارش روزانه عملیات در اختیار اپراتور انسانی قرار میگیرد.

محدودیت های سیستم تولید انعطاف پذیر:

1. سرمایه گذاری پرهزینه

در این سیستم هزینه های نگهداری، آموزش نیرو های کارخانه و انرژی (برق) بالاتر از سیستم تولید سنتی است.

راه اندازی یک سیستم تولید انعطاف پذیر نیازمند سرمایه گذاری بالا، توان بالای فنی مهندسان هماهنگی بین تمامی قسمت های تولیدی و ... است.

2. توانایی محدود

ظرفیت محدود برای انطباق با تغییرات در محصولات یا اسمبل کردن محصولات. به عنوان مثال ابزارهای مختلفی برای ساخت یک محصول مورد نیاز است اما گاهی این ابزار ها در هماهنگی کامل با یکدیگر قرار ندارند و این امر در راه اندازی این سیستم مشکل ساز است.

3. وجود اثرات جانبی غیر صنعتی

افزایش سطح فناوری شرکت موجب نیاز کمتر شرکت به نیروی کار و کاهش هزینه های جاری خواهد شد اما بیکار شدن کارگران میتواند سبب نتایج جانبی منفی فرهنگی و سیاسی و اجتماعی در سطح کشور شود.

همچنین در صورت مناسب نبودن کیفیت دستگاه های سیستم تولیدی، امکان مستهلک شدن آنها و افزایش هزینه تعمیر و نگهداری ابزار در کارگاه صنعتی شود.

بحث و نتیجه گیری:

وجود انبوهی از امکانات و سیستم های ارتباطی جدید باعث شده است رشد فناوری و ارتباطات در هر سال به اندازه 2 سال قبلی خود باشد.

وجود پدیده هایی مانند: رباتها , هوش مصنوعی, شبکه اینترنتی 5G, رایانش ابری , یادگیری ماشین و یادگیری عمیق , کلان داده ها اینترنت اشیا , فناوری بلاکچین و رمز ارز ها , رشد خیره کننده ابزار های نرم افزاری و سخت افزاری , فناوری کامپیوتر های کوانتومی و ... جهان را در آستانه انقلاب صنعتی چهارم قرار داده است.

این ظرفیت عظیم تمام رشته و حرفه هارا دستخوش تغییر خواهد کرد و به عقیده من منجر به نابودی بسیاری از شغل ها و ایجاد شغل های جدید اما کمتر خواهد شد. انقلاب صنعتی چهارم تنها انقلابی است که تنها صنعتی نیست. شاید جنبه های فرهنگی و اجتماعی این انقلاب از جنبه های صنعتی آن بیشتر باشد.

کارخانه ای که تا دیروز با 100 کارگر کار میکرد امروز با وجود سیستم های تولیدی جدید مثل FMS با 20 کارگر و 10 مدیر به کار خود ادامه میدهد.

آیا کارشناسان خبره صنعتی میتوانند تاثیرات جانبی این انقلاب صنعتی را پیشبینی کنند و برای

آن آماده شوند و یا جهان ما بدون آمادگی کافی با آن روبه رو خواهد شد؟ یکی از نتایج زیانبار این انقلاب قطعا کاهش جمعیت کره زمین خواهد بود.

آیا میتوان اطمینان داشت که پرچمدار انقلاب صنعتی چهارم انسانها خواهند بود؟ آیا ارزش هایی مثل اخلاق مداری وطن دوستی خانواده داری و ... که قرن ها برای انسان ها مبنای حرکت به سمت رشد و پیشرفت بوده اند در این انقلاب پایدار خواهند ماند و یا جهان مابه سمت سرمایه داری بیشتر حرکت خواهد کرد؟

منابع

JASO HIL PARTNER (2020). Smart Factories: The Future and the Present of Digital Twins

"Regulation for the Fourth Industrial Revolution". UK Gov Department for Business, Energy & Industrial Strategy

نیک اچ. ام. ون دام (2020) انقلاب صنعتی چهارم آینده مشاغل, و مترجم: زهرا مظاهری

