



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

سیستم های فیزیکی سایبر برای مستندسازی فنی مداوم چرخه حیات تسهیلات

تولیدی

چکیده

پیش آمدن مداوم الزامات برای ایجاد نتایج مستندسازی فنی منجر به تلاشی بالا از لحاظ زمان و هزینه ها برای ایجاد یک مستندسازی کامل و روزآمد برای تولیدکنندگان شده است. در مورد هر گونه اصلاحات فنی ماشین آلات، مستندسازی فنی نیز باید روزآمدسازی گردد. در واقع، این روزآمدسازی ها در بیشتر موارد وجود ندارد. در این مقاله، نویسندگان یک روش شناسی را برای یک ایجاد خودسازماندهی شده مستندسازی فنی برای ایجاد یک حالت روزآمد در کل چرخه حیاتی محصول مطرح داشته اند. یک مستندسازی کامل و روزآمد مزیت هایی را برای مشتریان و نیز تهیه کنندگان تسهیلات تولیدی فراهم کرده است. رهیافت نوین براساس ادغام و تبادل کلیه اجزا و مودول ها مانند ابزار ماشین آلات، حمل و نقل و تکنولوژی رسیدگی و غیره از طریق سیستم های فیزیکی سایبر می باشد.

کلیدواژه ها: مستندسازی فنی، نگهداری، قابلیت انعطاف پذیری، مدیریت پیچیدگی

1-مقدمه

اقتصاد جهان شتابان تقاضای تنوع محصول روزافزون و چرخه های کوتاه عمر محصول یا PLC را برای کلیه انواع کالاهای مصرفی دراد. برای سازگاری با این چالشها، تولیدکنندگان باید هزینه های تولید و زمان بازاریابی را با ایجاد یک تولید سازگار و قابل انعطاف کاهش دهند. محصولات در مهندسی ماشین آلات و کارخانه نیاز به قابل انعطاف تر شدن دارد حین اینکه پیچیدگی آنها همچنان پیش می آید.

در روند این امر شروط ایجاد مستندسازی فنی مرتب صورت می گیرد. برای تولیدکنندگان این امر منجر به تلاشی بالا از لحاظ زمان، و هزینه هایی است که یک حالت کامل و روزآمد تحویل را ایجاد می کند. بعد از تحویل و شروع اولیه تسهیلات تولیدی مستندسازی فنی اغلب نمی تواند روزآمد نگه داشته شود. روزآمدسازی ها در توالی اصلاحات فنی یا ارتقاهای برخاسته از تغییر محصول، بهینه سازی یا تنظیم حجم تولید وجود ندارد. در بیشتر موارد، این اصلاحات مستندسازی نشده است یا در بهترین حالت به شکل یک مستندسازی جداگانه ای

اضافه شده است. درحالیکه بویژه طی فاز حیاتی نزدیک به تحویل تسهیلات تولیدی پیش می آید، ظرفیت پرسنل اضافی لازم برای آماده سازی مستندسازی فنی اثری بزرگ بر هزینه های کل دارد. بعلاوه برنامه ریزی و اجرای کارهای نگهداری و خدمات براساس یک مستندسازی روزآمد و صحیح یک عامل مهم برای رقابتی ماندن برای تهیه کنندگان است. برای رفع نیازهای تولیدکننده و مشتری در مهندسی، رهیافتهای نوین برای ایجاد و استفاده از مستندسازی فنی لازم است.

در این مقاله، نویسندگان یک روش شناسی را برای یک ایجاد خودسازماندهی شده از مستندسازی فنی برای قادرسازی یک حالت روزآمد در کل PLC مطرح می دارند. رهیافت جدید براساس شبکه سازی کلیه مولفه ها برای مودولها از طریق سیستم های فیزیکی سایبر یا CPS می باشد.

2-مستندسازی فنی امروزی

طبق عملیات مقررات قانونی تولیدکنندگان در رشته ماشین آلات و مهندسی کارخانه متعهد به ارائه یک مستندسازی فنی فوق العاده صحیح به شکل ضمیمه محصولات خود می باشند. راجع به تهیه عملیات حفظ و نگهداری، تهیه کننده به تنهایی نمی تواند استفاده از فهرست های مستندسازی را ترک کند که می تواند در انواع مستندسازی گوناگون طبق ماهیت کاربردی اش بکار بسته شود. در نمونه اول مستندسازی فنی را می توان به دو رشته مجزا کرد:

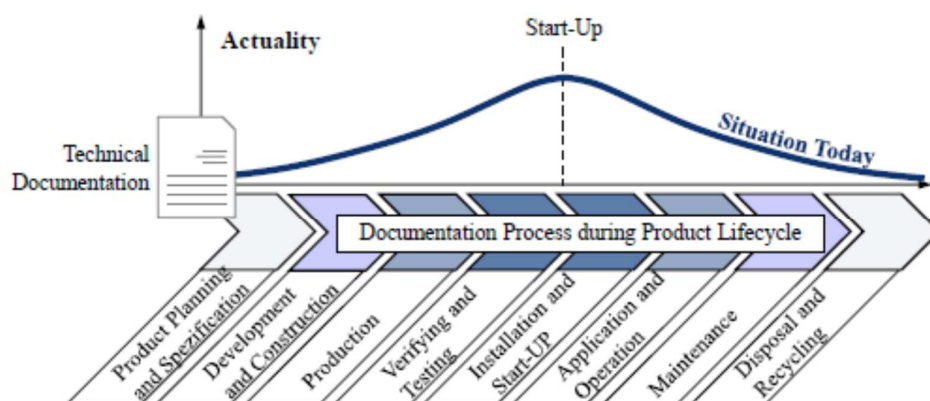
-مستندسازی فنی خارجی

-مستندسازی فنی داخلی

مستندسازی فنی خارجی شامل کلیه مواد دیجیتال و چاپی است که با محصولات تحویل داده خواهد شد. برای نمونه اینها شامل انواع مستندسازی مانند خط مشی ها، توصیه های امنیتی، یا جداول زمانی نگهداری است. اهداف مستندسازی خارجی انتقال دانش و ویرایش فنی و نشان دادن داده های مرتبط به امنیت به مشتری مربوطه می باشد درحالیکه شروط را با ارجاع به مشتریان رعایت کند مانند یکنواختی، کیفیت بالا و ساختار بلوغ یافته. در عمل بازده ایجاد هر دو مستندسازی فنی داخلی و خارجی نمی تواند با تلاش عظیمش نابسامان گردد.

مستندسازی داخلی می تواند به شکل کلیه اطلاعات موجود برای عرضه کننده ماشین آلات و کارخانه راجع به محصولاتشان در نظر گرفته شود. این اطلاعات برای برنامه ریزی و آماده سازی نگهداری، خدمات یا کارهای پیگیری طی عملیات استفاده می شود.

در سیستم های تولید قابل انعطاف امروزی، تعداد و چرخه های کوتاه حفظ کارها باعث شده است که هم مستندسازی فنی خارجی و هم داخلی روزآمد نگه داشته نشود. از اینرو تنها یک حالت روزآمد ماشین آلات واقعی ارائه می شود که با حالت کنونی دیگر منطبق نیست یا هرگز نبوده است. تصویر 1 مثالی از تدوین مستندسازی فنی در طول PLC را ارائه می دهد.



تصویر 1-مستندسازی فنی در طول PLC

3-کارها و اهداف

برای مطرح سازی چالشهای وارده برای پروسه های مستندسازی فنی در رشته ماشین آلات و مهندسی کارخانه ، رهیافت های نوینی مورد نیاز است.

رهیافتهای نوین مختلف، شبکه سازی و خودمختاری در تولید را پیشرفت داده اند مانند اینترنت صنعتی توسط شرکت General Electric، ائتلاف رهبری تولیدی هوشمند یا راهکار تکنولوژی عالی صنعت 4.0 دولت آلمان. این راهکارها و جنبشها تلاشی در پروسه های آغاز شده خودکار و خودمختار مورد تقاضا در کل زنجیره تولید و عرضه داشته اند. روش شناسی مطرح شده در این مقاله در راهکارهایی برای کارهای حفظ و مستندسازی طبق این اهداف نقش داشته است. اهداف اصلی برای روش شناسی می تواند به شکل روزآمد نگه داشتن مستندسازی فنی و فراهم سازی داده های حساس به زمینه براساس تکنولوژی اطلاعات مدرن خلاصه سازی گردد.

3-1- مستندسازی روزآمد

برای راه اندازی یک مستندسازی فنی روزآمد در کل PLC پروسه های مستندسازی منطبقه باید شرح داده شود. از اینرو یک شرح استاندارد شده فعالیتها و مالکین پروسه ها ضروری است.

تنظیم مستندسازی فنی به طور خودکار به صرفه است ولی تحقق رابط ها میان اجزای سخت افزاری و نرم افزاری هنوز یک چالش بزرگ می باشد. از اینرو تنظیم خودکار نمی تواند همیشه اجرا گردد. به دلیل الزامات امنیتی کنونی به علاوه تایید تغییرات در مستندسازی دستی هنوز در برخی موارد اجباری است. وانگهی، یک مستندسازی فنی روزآمد نیز باید حاوی سابقه داده های ناشی از اصلاحات فنی گذشته، عملیات نگهداری، رفع اشکالات یا تغییرات در برنامه های تولیدی باشد.

3-2- شرط داده های حساس به زمینه

به دلیل کمیت بالای اطلاعات در کنار رشته های گوناگون کاربردی مستندسازی فنی امروزی خیلی پیچیده است. به ویژه انواع داده ها ناهماهنگ بوده و ساختاری وجود ندارد. ظهور، جستجو، و میانگین گیری داده های مربوطه کارایی را در کلیه پروسه های کسب و کار با استفاده از فهرست های مستندسازی محدود کرده است. بعلاوه فهرست حیاتی از دست سواستفاده در امان نیست. برای سودبردن از یک حالت روزآمد در این پروسه ها، یک استفاده موثر و مدیریت داده های واقعی باید اجرا گردد. از اینرو یک شرط داده های حساس به زمینه برای کاربران و تهیه کنندگان و مشتریان لازم است. در این زمینه نقشهای ذیل را در میان سایرین می توان تشخیص داد:

-ویرایشگر فنی

-کاربر داخلی (برای مثال خدمات یا اپراتور)

-کاربر خارجی (برای مثال برنامه ریزی نگهداری)

روش شناسی مطرح شده یک فرصتی را برای رویارویی با این الزامات با اجرای دستاوردهای تکنولوژیکی مدرن به پروسه مستندسازی ارائه می دهد. پاراگرافهای ذیل شرح دهنده ساختار و رهیافتهای فنی ملاحظه شده درون روش شناسی نوین است.

4- روش شناسی برای ایجاد و استفاده از یک مستندسازی فنی روزآمد

رهیافت نوین براساس ادغام و تبادل کلیه اجزاء و مودولها مانند ابزارماشین آلات، حم و نقل و تکنولوژی رسیدگی و غیره از طریق CPS می باشد. مدیریت و تدارکات فهرست مستندسازی با یک نمایش دیجیتالی از سیستم واقعی (تسهیلات تولیدی) اجرا می شود. نمایش دیجیتالی حاوی کلیه داده های مرتبط برای کلیه پروسه ها با استفاده از فهرست مستندسازی است. روش شناسی برای ایجاد یک مستندسازی فنی روزآمد نیاز به مراحل اجرای ذیل دارد.

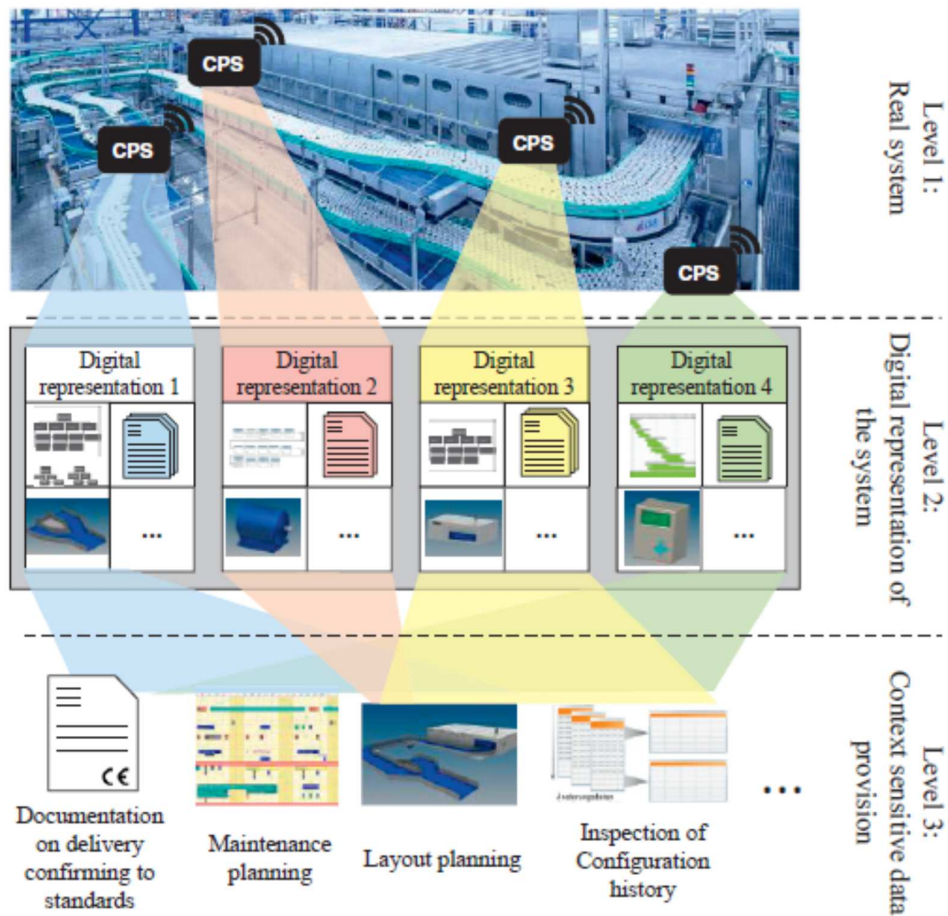
-توانایی شبکه سازی برای کلیه اجزا

-طراحی پروسه مستندسازی آینده

-ساختار داده ها برای روش شناسی مستندسازی نوین

-مدیریت و تدارک داده ها

تصویر 3 نشان دهنده سه سطح از عملیات از ایجاد تا فراهم سازی فهرست های مستندسازی وارد شده در این مقاله می باشد. هر گونه اصلاح فنی یا ارتقا در تسهیلات سازنده در طول PLC (برای مثال برنامه ریزی، شروع، تولید) شناسایی شده و فوراً در CPS مناسب (سطح 1) ثبت می شود. در سطح 2 این اطلاعات به طور محلی به نمایش دیجیتالی اجزا در هر CPS منتقل می شود. درون شبکه CPS اطلاعات کل نمایشات دیجیتال ذخیره سازی، مدیریت و به طور خودکار ارائه می شود. با این حساب مستندسازی همیشه حاوی یک مدل مجازی نماینده (برای مثال CAD) ماشین آلات واقعی و حالات نگهداری و سابقه یا پیکربندی های مولفه می باشد.



تصویر 2- ساختار روش شناسی جدید

سطح 3 نمایانگر شرط حساس به زمینه انواع مستندسازی از نمایشات دیجیتالی است. تنها مولفه درست برای کار مربوطه به کاربران ارائه می شود. این شرط حساس به زمینه مستندسازی فنی همیشه روزآمد باعث افزایش قابلیت انعطاف طی اصلاحات فنی می شود (یعنی تنظیمات ماشین، نگهداری، رفع اشکالات فنی، یا ارتقاها).

4-1- توانایی شبکه سازی برای اجزا

درون روش شناسی یک راه حل سخت افزاری نوین برای شناسایی و تبادل حالت کنونی (بخشهای نصب شده، فواصل نگهداری، طول عمر ابزار و غیره) برای هر مولفه از سیستم واقعی لازم است.

اجرا و اتصال اجزای سخت افزاری مانند کامپیوترهای مینی یا کنترلرها (سیستم های درج شده) به یک شبکه ارتباطاتی منجر به ظرفیتهایی در مدیریت و تدارک داده ها می شود. مسیریابی زمان واقعی محصولات و کلیه اطلاعات مرتبط تولید (MGS, Quelle ggf MES) بالواقع در بسیاری صنایع استفاده شده است. تبادل این

اجزا می تواند با تکنولوژی های اطلاعاتی برای ارتباطات بی سیم حاصل آید.

درون جنبشهای تولیدی هوشمند CPS وارد شده است. این وسایل شامل کامپیوترها، سنسورها، و کنترلرها می باشد. بسط اجزای تسهیلات تولیدی با این سیستم ها آنها را قادر به کسب موقعیت شان و تبادل با یکدیگر ساخته است. درون روش شناسی مستندسازی CPS برای هر عنصر هر دو وسایل مکانیکی و الکتریکی سیستم واقعی (سطح 1 در تصویر 3) وارد گردیده است. نتیجه این امر یک شبکه بین هر CPS شکل دهنده یک نمایش دیجیتالی با اطلاعات همیشه روزآمد می باشد.

با در نظرگیری عملی بودن اجرای CPS، محصولات مهندسی ماشین آلات و کارخانه می تواند در سه گروه تشخیص داده شود. گروه اول شامل سیستم ها یا اجزایی شامل کامپیوترها یا کنترلرها می باشد. این محصولات می تواند به سهولت به CPS با بکارگیری نرم افزار تقویت شود. محصولات بدون اجزای سخت افزار IT یکپارچه سازی مانند تکنولوژی حامل نمایانگر گروه دوم است. برای یکپارچه سازی این سیستم ها CPS اضافی باید اجرا گردد. در کنار این دو گروه، اجزای مکانیکی شامل هیچ یک از سیستم های IT در تسهیلات تولیدی ادغام گردیده است. برای این اجزا، ارتباط شبکه به دلیل شرایط اقتصادی و سازنده عملی نیست.

در کنار این انواع اتصال احتمالی اجزایی که به سه گروه طبقه بندی گردیده اند انتقال اطلاعات هر مولفه باید در نظر گرفته شود. درون روش شناسی سه نوع انتقال اطلاعات از سیستم واقعی به نمایش دیجیتال فراهم می گردد (مستقل از نوع اتصال شبکه):

اولین نوع انتقال اطلاعات به طور خودکار در نتیجه دستکاری فیزیکی سیستم آغاز می گردد. برعکس نوع انتقال اول یک دستکاری دستی مستندسازی فنی به دلیل برگردان یک به یک به داده های دیجیتال لازم نیست.

یک نوع دوم یک خودبررسی سیستم در فواصل ثابت آغاز می گردد. هر گونه انحرافی از آخرین نمایش دیجیتال سیستم واقعی براساس سنسورهای ترکیبی در هر مولفه شناسایی خواهد شد. این کار یک اختطاری را برای کاربران داخلی/خارجی یا ویرایشگر برای سازگاری با مستندسازی فنی آغاز می کند. درحالیکه در اینجا روزآمدسازی خودمختار امکان پذیر نیست وسایل متحرک برای حمایت از ویرایشگر می تواند برای کاهش تلاش دستی به طور معنی دار بکار گرفته شود.

آخرین نوع نیاز به بالاترین مقدار مستندسازی دستی دارد. روزآمدسازی مستندسازی فنی بعد از دستکاری فیزیکی قابل شناسایی نمی تواند بدون حمایت سیستماتیک به تحقق بیانجامد. برای نمونه بعد از هر کار خدماتی

سیستم برای تغییرات احتمالی ارتقا می یابد. این امر باعث می شود که پرسنل خدمات تغییرات را مشخص کرده که منجر به یک روزآمدسازی مستندسازی فنی می شود.

4-2- طراحی پروسه مستندسازی اتی

اجرای تنها کاربردهای سخت افزاری برای رویارویی با الزامات روش شناسی مستندسازی جدید مطابق با دانش و مدیریت محتوا کافی نیست. از اینرو یک مدل پروسه مفصل به عنوان اساسی برای اجرای یک سیستم مدیریت موثر برای محتوای مستندسازی نیاز است. مدل حاوی هر پروسه از ایجاد و استفاده از مستندسازی فنی برای مشتری و تولیدکننده تسهیلات تولیدی است. مدل پروسه قصدش حداکثرسانی تسهیل ایجاد و شرط حساس به زمینه اطلاعات مستندسازی است. این مدل حاوی پروسه های مرتبط با هم مستندسازی خارجی و هم داخلی است. از اینرو شروط، چالشها و توانایی های هر عنصر سیستم (برای مثال CPS، نمایش دیجیتالی، رابطها، کاربران) باید در مدل پروسه ترکیب شود.

درون روش شناسی مستندسازی دو گزینه برای ایجاد مستندسازی فنی می تواند اجرا گردد. اولین گزینه براساس دانلود محتوای مرتبط از نمایش دیجیتالی به شکل منبع مرکزی است. از اینرو روزآمدسازی مدل دیجیتالی باید در زمان واقعی برای تضمین حالت روزآمد محتوای درخواستی اجرا گردد. دومین گزینه به طور منفرد ایجاد محتوای مورد تقاضا توسط شبکه سازی CPS در مولفه های مناسب ماشین الات می باشد. در کنار تعریف پروسه مستندسازی آتی ساختار داده ها باید برای ایجاد مدیریت داده های بهینه سازی شده تعریف گردد.

4-3- ساختار داده برای روش شناسی مستندسازی جدید

برای مدیریت کلیه فهرست های مستندسازی تعریف یک ساختار داده کاربردی اجباری است. اطلاعات برخاسته از ارتقاهای ماشین آلات، کارهای نگهداری و غیره نیاز به رهگیری و ذخیره سازی دارد. وانگهی، انواع مستندسازی مختلف (برای مثال ترسیمات CAD، قبض مواد یا BOM، دستنامه ها) نیاز به ایجاد و مدیریت دارد. از اینرو یک ساختار داده های هماهنگ لازم است. هر نوع مستندسازی باید به طور منفرد در دسترس بوده و به علاوه با سایر اطلاعات قابل ترکیب باشد حین اینکه به انواع مختلف رابطهای کاربری صادر می شود. در نتیجه، ساختار داده های تعمیم یافته و مودولار طی راهکار کل مستندسازی لازم است. از اینرو کلیه انواع محتوا

در مستندسازی فنی نیاز به جداسازی به اشیای اطلاعاتی دارد. یک تجمع اشیای اطلاعاتی نمایانگر محتوای مستندسازی کل می باشد.

برای مدیریت و فراهم سازی محتوای مستندسازی طبق مراحل پروسه های تعریف شده انتخاب و سازگاری یک سیستم مناسب در مرکز توجه است.

4-4 مدیریت و شروط داده

برای هدف جریان کاری بهینه سازی (برای مثال کارهای ویرایش مستندسازی فنی و نگهداری)، روش شناسی شرط حساس به زمینه محتوا و مطالب مستندسازی را اجرا می کند. ازاینرو فیلترسازی داده های مرتبط و شرط خاص رابط کاربری برای هر مکان کاری مناسب نیاز است.

رابطه های کاربری گرافیکی معمول یا GUI مانند کاربردهای نرم افزاری برای وسایل موبایل در کف مغازه، کاربردها در سیستم برنامه ریزی منابع مجدد کسب و کار یا ERP برای مثال عملکرد راه دور برای برنامه ریزی نگهداری باید در روش شناسی توجیه گردد.

سیستم های مدیریت محتوایی یا CMS در هر دو فعالیتهای اجتماعی و کسب و کار گسترده اند. CMS راه حل های نرم افزاری است که کاربران مجاز را قادر به دستکاری محتوا از یک رابط مرکزی می نماید. حجم و پیچیدگی بالاتر داده های فنی و تعداد بالاتر حشو و زوائد منجر به افزایش کارایی ورود راه حل های CMS برای مستندسازی فنی می گردد. برای اجرای شرط داده های حساس به زمینه CMS در تمرکز است درحالیکه بالواقع توسط شرکتهای خدماتی ارائه کننده راه حلی برای مستندسازی فنی استفاده می شود.

درون روش شناسی، نمایش دیجیتالی ماشین آلات واقعی، برای ایجاد ذخیره سازی برای کلیه داده های مرتبط به مستندسازی ارائه گردیده است. ارائه داده ها و اطلاعات فنی وابسته به برای مثال کار در حال جریان دربرگیرنده الزامات برای رابطه های کاربری و مدیریت داده هاست.

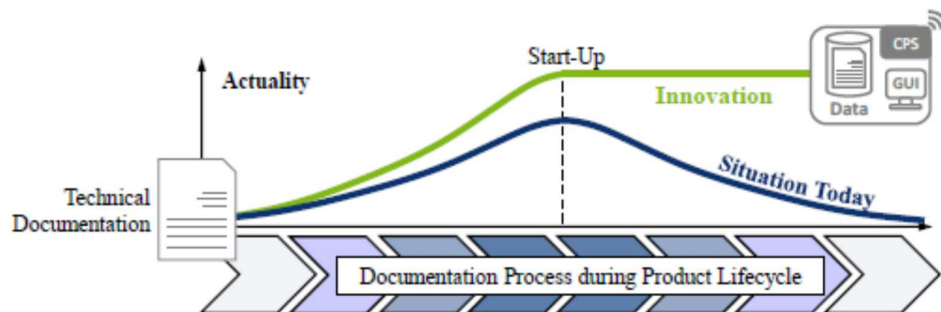
علاوه بر بهینه سازی جریان کاری با فیلترسازی داده های مرتبط الزامات برای مستندسازی فنی پیروی کننده از استانداردها باید هنوز رعایت شود. ازاینرو بررسی های ایمنی اجباری است که پیکربندی ماشین جدید را بعد از اصلاح فنی با تنظیمات ایمنی موجود تطابق می دهد.

5- خلاصه سازی و چشم انداز

برای سازگاری با چالشهای امروزی در ماشین آلات و مهندسی کارخانه رهیافتهای جدید برای ایجاد و استفاده از مستندسازی فنی نیاز است. حالت روزآمدسازی و شرط حساس به زمینه محتوای آن از اهداف شناسایی شده برای تمرکز روی این رهیافتهای می باشد.

روش شناسی مطرح شده ترکیب کننده کاربردهای سخت افزاری و نرم افزاری با مدل پروسه نماینده و یک ساختار داده های هماهنگ برای رسیدن به این اهداف است. مولفه های سخت افزاری به دلیل توانایی رهگیری تغییرات در سیستم واقعی و ذخیره سازی آنها در یک نمایش دیجیتالی است. مدیریت و ارائه داده ها از این نمایش دیجیتالی براساس پروسه های شرح داده شده در یک مدل پروسه می باشد. برای رسیدگی به اجزای مختلف با یک سیستم نرم افزاری مانند یک CMS و ارائه آن در انواع مستندسازی گوناگون، هماهنگی ساختاری برای کلیه داده های مرتبط مستندسازی نیاز است.

برای الزامات امروزی در مستندسازی فنی در ماشین آلات و مهندسی کارخانه روش شناسی نوین مناسب است. تصویر 3 نشان دهنده نوآوری آورده شده با اجرای آن است. حالت روزآمد مستندسازی فنی بعد از نصب و شروع در طول فازهای بعدی PLC تضمین می شود. تا این نقطه فهرست مستندسازی نمایانگر حالت کنونی سیستم مهندسی است.



تصویر 3- نوآوری برای مستندسازی فنی در PLC که روش شناسی جدید را بکار بسته است.

مستندسازی داخلی داده های روزآمدسازی شده در ارتباط با شرط داده ها از نمایش دیجیتال تقویت کننده کیفیت تهیه و برنامه ریزی برای کارهای نگهداری و ترتیبات پیگیری است. در عمل، این کار باعث برای مثال برنامه ریزی نگهداری راه دور با استفاده از دسترسی به فهرست های مستندسازی کنونی تسهیلات تولیدی واقعی

می گردد. بعلاوه، پیکربندی های ماشین آلات در پیروی استانداردها و شروط قانونی بررسی می شود. در نتیجه پیروی از مقررات ایمنی همراه با PLC تضمین می شود.

اجرای روش شناسی در طرف مشتری می تواند به شکل ارزش خدمات اضافی در نظر گرفته شود. بویژه تلاش در کارهای خدماتی به طور معنی داری به دلیل اینکه تولیدکنندگان دسترسی به حالت کنونی ماشین آلات دارند کاهش می یابد، و قادر به تکثیر هر گونه اصلاحات انجام گرفته توسط مشتری است. برخی کارهای خدماتی می تواند مستقیماً توسط مشتریان اجرا گردد درحالیکه تحت حمایت دستورالعمل های راه دور می باشد. این ها در کاهش تعطیلی نقش دارد.

کاربرد مستندسازی خودسازماندهی شده درون روش شناسی جدید برای ایجاد و استفاده از مستندسازی فنی دربرگیرنده صرفه جویی در هزینه براساس عدم تلاش پرسنل اضافی لازم می باشد. شفافیت برخاسته از مستندسازی روزآمدسازی شده در ترکیب با گزارش تغییر و درسهای ذخیره شده یادگیری شده دربرگیرنده احتمال اجتناب از شکست ها و وقفه های ایمنی است. وانگهی، روش شناسی مستندسازی نوین باعث تقویت سیستم های خدماتی محصول واقعی سازندگان در مهندسی ماشین آلات و کارخانه می شود.

تقدیر و تشکر

این کار تحقیقاتی درون پروژه تحقیقاتی همکارانه CSC-رابط سیستم سایبر تدوین شده است که هدف تدوین یک راهکار جدید را برای ایجاد و استفاده از مستندسازی فنی در روند پروژه صنعت 4.0 دنبال می کند که بخشی از راهکار تکنولوژی عالی دولت آلمان است.

این پروژه تحقیقات و توسعه توسط وزارت آموزش و تحقیقات دولت فدرال آلمان یا BMBF درون تحقیقات برای تولید فردا تامین بودجه شده و توسط موسسه مدیریت پروژه Karlsruhe یا PTKA مدیریت شده است. نویسنده مسئول محتوای این مقاله است.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی