

گزارش بهینه سازی دستگاه برش اتوماتیک با استفاده از برنامه نویسی SCL در خط تولید

منسوجات بی بافت

ایرج کریمی^۱، جلیل جمالی^۲^۱ کارشناسی ارشد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران^۲ استادیار، گروه مکانیک، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

Jalil.jamali@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۴

چکیده:

یکی از ماشین آلات اصلی خطوط تولید منسوجات بی بافت دستگاه رول جمع کن می باشد، که محصول نهایی در این دستگاه بصورت رول جمع آوری می شود. در اکثر ماشین های قدیمی منسوجات بی بافت در صنعت نساجی از جمله تولید روتختی، برش محصول نهایی بصورت دستی توسط اپراتور انجام می شد و یا از سیستم کنترل رله - کنتاکتوری استفاده می شد. استفاده از روش دستی به علت خطای بالای آن موجب کاهش بهره وری می گردد. در روش رله کنتاکتوری نیز برش اتوماتیک نیاز به کنترل واسطه (مانند آتونیکس) جهت اتصال به انکدر را دارد. ولی به کمک اتوماسیون صنعتی و کنترل بر اساس PLC & HMI می توان با استفاده از زبان برنامه نویسی SCL ضمن حذف کنترلر اضافی برای انکدر، مترای محصول تولیدی و سرعت تولید را محاسبه نمود. در این مقاله، یک سیستم برش اتوماتیک با استفاده از PLC, HMI, DRIVE طراحی شده است. در این سیستم از یک انکدر برای ارسال سیگنال به PLC برای مشخص شدن طول محصول استفاده شده است. کنترل چرخش نوار نقاله توسط DRIVE صورت می گیرد. جهت کنترل و نظارت عملکرد سیستم توسط اپراتور از HMI استفاده شده است. جهت برنامه نویسی برنامه انکدر از زبان برنامه نویسی SCL و برای برنامه نویسی برش اتوماتیک از زبان برنامه نویسی LADDER استفاده شده است. عملکرد این سیستم برش اتوماتیک با محاسبه طول، سرعت و مجموع تولید روزانه محصول نهایی، در یک کارخانه منسوجات بی بافت تست و مورد بهره برداری قرار گرفت.

کلمات کلیدی: منسوجات بی بافت، رول جمع کن، برش اتوماتیک، انکدر، SCL

Optimization report of automatic cutting machine using SCL programming in non-woven textile production line

Iraj Karimi¹, Jalil Jamali²¹Department of Mechanical Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran²Department of Mechanical Engineering, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran

Jalil.jamali@iau.ac.ir

Abstract

One of the main machines of the non-woven textile production lines is the roll machine, the final product is collected in this machine in the form of a roll. In most of the old non-woven textile machines in the textile industry, including the production of bedspreads, the cutting of the final product was done manually by the operator or the relay-contacter control system was used. Using the manual method reduces productivity due to its high error. In the contactor relay method, automatic cutting requires an intermediary controller (such as AUTONICS) to connect to the encoder. But with the help of industrial automation and control based on PLC & HMI, it is possible to calculate the production product size and production speed by using SCL programming language while removing the additional controller for the encoder. In this article, an automatic cutting system is designed using PLC, HMI, DRIVE. In this system, an encoder is used to send a signal to the PLC to determine the length of the product. In this system, an encoder is used to send a signal to the PLC to determine the length of the product. The rotation of the conveyor belt is controlled by DRIVE. HMI is used to control and monitor the system performance by the operator. SCL programming language is used for encoder programming and LADDER programming language is used for automatic cutting programming. The performance of this automatic cutting system was tested and operated in a non-woven textile factory by calculating the length, speed and total daily production of the final product.

key words: non-woven textile, roll machine, automatic cutting, encoder, SCL

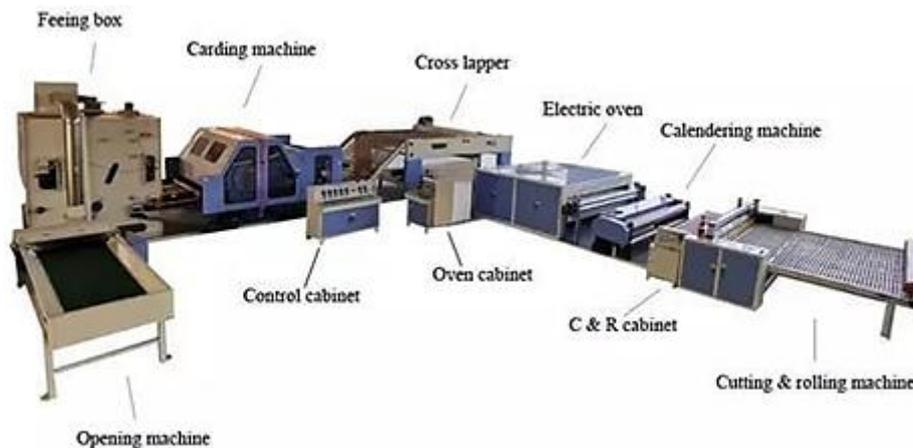
۱- مقدمه :

در روش تولید منسوجات بی‌بافت به جای استفاده از نخ و

بافت از در هم رفتگی الیاف در لایه های تهیه شده در ماشین تهیه می‌شود.

شکل ۱ طرح واره یک خط تولید منسوجات بی‌بافت را نشان می‌دهد که محصول نهایی به صورت رول جمع آوری و برش داده می‌شود.

تولید پارچه به سه روش انجام می‌شود: ۱- بافندگی تار و پودی ۲- بافندگی حلقوی یا کشاف ۳- منسوجات بی‌بافت.



شکل ۱- طرح واره خط تولید منسوجات بی‌بافت

آتش، فیلترهای صنعتی، مواد مقاوم در برابر برش، مواد مصنوعی و کامپوزیت برای موارد صنعتی، حفاظت از جوش، پوشش های دیوار، آستر کامیون و صندلی های خودرو، موکت و روتختی [۴]. روش متعارف در برش پارچه استفاده از عوامل مکانیکی مانند تیغه های صاف یا دوار و چاقوهای رفت و برگشتی است [۵]. در زمان های گذشته، دستگاه های برش نمی توانست نیازهای سیستم برش هوشمند را برآورده کند. ولی به واسطه اتوماسیون صنعتی، دستگاه های برش به تدریج بهبود می یابند [۶]. نوسانات زیاد صنعت طراحی پارچه و لباس در ایران طی سال های اخیر نشان داده است که برای بهبود عملکرد در این حوزه می بایست نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید به دقت مورد بررسی قرار گیرد [۷]. اتوماسیون صنعتی عملا در مهندسی

منسوجات بی‌بافت از در هم رفتگی انتخابی الیاف در لایه های تار عنکبوتی بر حسب تراکم آن بر اساس گرم در واحد سطح ساخته می‌شوند [۱]. منسوجات بی‌بافت به سه روش ۱- توسط گرما به یکدیگر متصل می‌شوند (الیاف با دمای ذوب پایین استفاده می‌شود و گرما الیاف را با هم ذوب می‌کند)، ۲- شیمیایی (الیاف از نظر شیمیایی به یکدیگر پیوند دارند) و ۳- یا عملیات مکانیکی (درهم تنیدگی الیاف) تولید می‌شوند. مراحل ساخت منسوجات بی‌بافت نسبت به پارچه های بافتنی، کمتر است و در نتیجه هزینه کمتری دارد [۲]. کنترل ویژگی های مش های تولیدی (بی‌بافت)، گستره وسیعی از کاربرد برای آنها فراهم آورده است [۳]. کاربردهای منسوجات بی‌بافت عبارتند از : کاربردهای هواافزا، عایق صوتی/حرارتی، مواد مقاوم در برابر

صنایع مورد نیاز است تا فرآیند سریع تر، ایمن تر، ارزان تر، قابل اعتماد تر و با دقت بیشتر اتفاق بیفتد [۸]. راهکار اصلی برون رفت از رکود اقتصادی کنونی در تسهیل فعالیت و کاهش هزینه های کسب و کار صنایع کوچک و متوسط خواهد بود که بطور مسلم صنایع نساجی، پو شاک و چرم نیز به عنوان قدیمی ترین و مهمترین بخش صنایع کوچک و متوسط از این موضوع مستثنی نخواهد بود [۹].

با توجه به کاربرد عملی اتوماسیون صنعتی در برش اتوماتیک بسیاری از پژوهشگران در این زمینه تحقیق کرده اند. به عنوان نمونه: نجم الدین شهید و حسین سلمان یک ماشین برش ورق فولادی طراحی کردند. در این سیستم کنترل، از برند دلتا استفاده شده و روش برنامه نویسی بر اساس Ladder می باشد [۱۰]. در یک تحقیق که توسط گاداله و همکاران انجام شده است، افزایش بهره وری به کمک اتوماسیون صنعتی در ماشین های برش صنعتی سنتی مورد ارزیابی قرار گرفته است [۱۱].

ویکاکسونو و همکاران در یک تحقیق دستگاه برش لوله با استفاده از موتور سروو AC و PLC به عنوان کنترل کننده از مانیتورینگ توسط HMI استفاده کردند. در این تحقیق ضمن استفاده از انکدر، از برند Mitsubishi جهت کنترلر PLC استفاده شده است [۱۲]. امروزه هدف از به روز رسانی سیستم های کنترل قدیمی به حداقل رساندن تلاش، هزینه و زمان است [۱۳ و ۱۴].

ایده به روز رسانی ماشین های معمولی که بصورت دستی مدیریت می شوند، یک قانون رایج در بسیاری از کارخانه هاست. توسعه همان سیستم های قدیمی با افزودن

اتوماسیون به آنها برای افزایش بهره وری و سود حیاتی شده است [۱۵ و ۱۶]. کنترل کننده های منطقی قابل برنامه ریزی معمولا در اتوماسیون تولید به کار می روند و با انعطاف پذیری، دقت، قابلیت اطمینان باعث بهبود عملکرد سیستم می شوند [۱۷]. ماشین های برش، ماشین های مهمی هستند که در بسیاری از کارخانه ها نصب می شوند. برای افزایش بهره وری و ایمنی از سیستم های PLC برای کنترل این ماشین ها استفاده می شود. همچنین یک ابزار نمایش HMI برای نظارت بر عملکرد پیشرفت چنین سیستم هایی استفاده می شود [۱۸].

در صنعت منسوجات بی بافت نیز برش محصول نهایی یکی از الزامات خط تولید می باشد و با توجه به اینکه در اغلب موارد فروش منسوجات بی بافت براساس طول محصول صورت می گیرد، لذا محاسبه دقیق طول محصول منسوجات بی بافت و برش آن یکی از نیازهای خطوط تولید منسوجات بی بافت می باشد که شامل: کنترل متر از برش محصول نهایی، مشاهده متر از نهایی تولید، مشاهده سرعت تولید و امکان برش اتوماتیک براساس طول می باشد.

با توجه به اینکه کنترل دستگاه های این تحقیق مبتنی بر رله - کنتاکتور می باشد و امکان دستیابی به موارد فوق الذکر میسر نبوده است، لذا استفاده از به روز رسانی با استفاده از اتوماسیون صنعتی در ماشین آلات فوق یک ضرورت است.

۲- مواد و روش تحقیق:

دسترسی به فناوری بطور گسترده به عنوان ابزار برای توسعه صنعتی و اقتصادی، پذیرفته شده است [۱۹]. یکی از

۱-۲- فلسفه کنترل

منطق کنترل دستگاه برش مورد نیاز بر اساس ۱- انتخاب طول محصول نهایی جهت برش توسط اپراتور، ۲- برش اتوماتیک پس از رسیدن محصول نهایی به طول دلخواه بر مبنای داده، ۳- مشاهده سرعت تولید محصول نهایی در مانیتور و ۴- مشاهده جمع تولید روزانه استخراج شد.

۲-۲- سخت افزار پروژه

لیست تجهیزات سخت افزار استفاده شده در سیستم کنترل در جدول ۱ آمده است.

این ابزارها، الگو برداری و مهندسی معکوس از سیستم های کنترلی و ماشین آلات خارجی می باشد. جهت طراحی و راه اندازی دستگاه برش اتوماتیک منسوجات بی بافت، ابتدا با بررسی سیستم های مشابه خارجی مانند ماشین آلات شرکت اندریتز چین^۱، ماشین آلات شرکت آیوتفای چین^۲ و نظر مشورتی از پرسنل فنی کارخانه محل اجرای پروژه، فلسفه کنترل (و یا منطق کنترلی سیستم) استخراج گردید، براساس فلسفه کنترل لیست ورودیها و خروجیهای PLC مشخص گردید، سپس با توجه به موارد فوق، سخت افزار انتخاب شد و پس از برنامه نویسی PLC، دستگاه برش اتوماتیک، تست و راه اندازی گردید و در نهایت نتیجه عملکرد دستگاه مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱- PART LIST

ردیف	شرح تجهیزات	برند	کد سازنده / مشخصات	واحد	تعداد
1	CPU 1214C DC/DC/DC	Siemens	6ES7 214-1AG40-0XB0	عدد	1
2	Rotary Encoder	AUTONICS	ENC-1-1-T-24	عدد	1
3	Inductive Proximity Sensor	AUTONICS	PRL18-5DP2	عدد	2
4	Electro Motor 3 Phase 1400 RPM	PGR	1.5 kw	عدد	2
5	Drive	LS	LS Ig5A 1.KW	عدد	2
6	Gearbox	PGR	PGR: NMRV-1 040 71-B14 i:10	عدد	1
7	HMI	Siemens	TP 1200	عدد	1
8	Blade	RAINBOW	RAINBOW	عدد	1

۲-۳- Drive استفاده شده در سیستم کنترل :

مشخصات درایو استفاده شده در این تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده است :

امروزه در صنایع جهت کنترل موتورهای القایی از درایوهای فرکانس متغیر^۳ (VFD) استفاده می کنند [۲۰ و ۲۱].

جدول ۲- مشخصات درایو

ردیف	شرح تجهیزات	برند	کد سازنده / مشخصات	واحد	تعداد
1	Drive	LS	LS Ig5A 1.KW	عدد	2

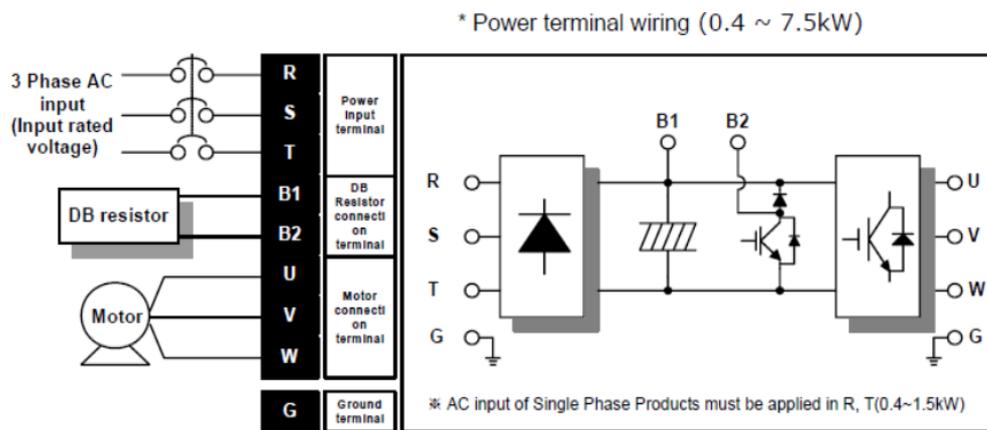
Variable Frequency Drive^۳

^۱ ANDRITZ (China) Ltd

^۲ AUTEFA Solutions is part of China Hi-Tech Group Corporation (CHTC)

به دلیل تطبیق پذیری و عملکرد آنها گرایش دارد. ولی کنترل آنها نشان دهنده یک چالش است. معمولاً در سطح صنعتی، کنترل آنها توسط VFD انجام می‌شود [۲۳]. با این حال برای بهبود پاسخ عملکرد VFD، کنترل اصلی آن توسط PLC انجام می‌شود [۲۴]. در شکل ۲ بلوک دیاگرام کنترلی درایو استفاده شده در پروژه نشان داده شده است.

درایوهای فرکانس متغیر (VFD) یکی از عناصر کلیدی در زمینه صنعتی است. برای تطبیق سرعت و گشتاور موتور القایی سه فاز با الزامات فرآیند میدان صنعتی علاوه بر صرفه جویی در انرژی و بهبود بهره وری استفاده می‌شود [۲۲]. امروزه صنعت عمدتاً به استفاده از موتورهای القایی سه فاز



شکل ۲- بلوک دیاگرام کنترل درایو

سرعت و جهت حرکت ارائه می‌دهد [۲۵]. در شکل ۳ تصویر انکدر استفاده شده و نحوه نصب آن نشان داده شده است. همچنین در جدول ۳ مشخصات انکدر استفاده شده نیز نشان داده شده است.

۲-۴- انکدر استفاده شده در سیستم کنترل :

Incremental Encoder یک دستگاه الکترو مکانیکی است که اطلاعات را از یک فرمت یا کد به دیگری تبدیل می‌کند. یک Encoder حرکت خطی یا چرخشی را به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند که اطلاعاتی در مورد موقعیت،



شکل ۳- عکس انکدر مورد استفاده

جدول ۳- مشخصات انکدر مورد استفاده

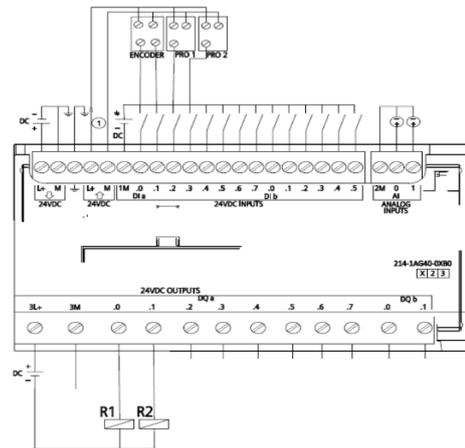
Model	Output Phase	Min. Measuring Unit	Output Phase	Voltage
ENC-1-1-T-24	A,B	1mm	Totem Pole	12-24 Vdc

به شکل ۴ نقشه سیم کشی PLC نشان داده شده است. در شکل ۵ نشان داده شده است و کنترلر واسطه قبلی که در شکل ۵ نشان داده شده است حذف شده است.

همان طور که در شکل ۴ مشاهده می شود، انکدر مستقیماً به PLC سیم کشی شده است.



شکل ۵- کنترلر حذف شده از سیستم



شکل ۴- نقشه سیم کشی PLC

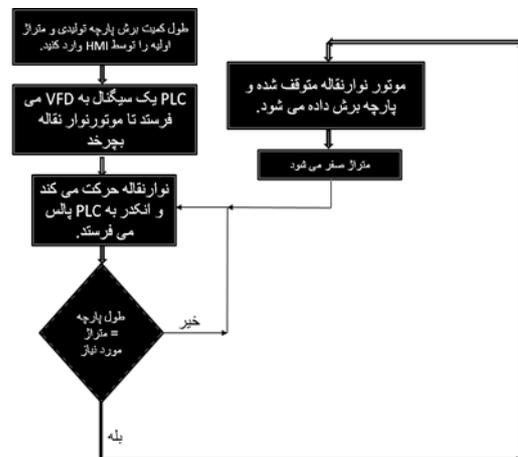
۲-۶- لیست ورودی ها، خروجی ها و برنامه های PLC :

در این طراحی از زبان برنامه نویسی SCL که مخفف عبارت Structured Control Language می باشد، استفاده شده است. SCL یک زبان سطح بالا در برنامه نویسی PLC ها محسوب می شود. با استفاده از زبان SCL می توان الگوریتم های بسیار پیچیده در بحث محاسبات را به سادگی پیاده سازی نمود. در این تحقیق جهت برنامه نویسی از نرم افزار TIA Portal V15.1 شرکت زیمنس استفاده شد. برنامه از دو فانکشن تشکیل شده است که فانکشن اول مربوط به برنامه انکدر و فانکشن دوم مربوط به برنامه برش می باشد. در جدول ۴ سمبل های استفاده شده در برنامه انکدر آمده است.

در شکل ۵ تصویر کنترلر حذف شده در ماشین برش نشان داده شده است. این کنترلر از برند AUTONICS و بعنوان کنترلر انکدر در سیستم قدیمی استفاده می شد.

۲-۵- نرم افزار

بلوک دیاگرام عملکرد برنامه PLC، بر اساس فلسفه کنترل استخراج گردیده و مبنای برنامه نویسی PLC می باشد.



شکل ۶- طرح واره عملکرد برنامه PLC

جدول ۴- سمبل های استفاده شده در برنامه انکدر

Symbolic Name	Symbol Type	Data Type	Offset	Default value
Counter _ IN	Input	DINT	0.0	0
Startup	Input	Bool	4.0	false
Counter _Reset	Input	Bool	4.1	false
COUNTER_OUT	Output	DINT	6.0	0
OUTPUT_CUT	Output	Bool	10.0	false
POSITION	Static	Real	12.0	0.0
SPEED	Static	Real	16.0	0.0
RADIUS	Static	Real	20.0	0.9
LPF	Static	Real	24.0	0.9
INITIALIZE_VALUE	Static	Real	28.0	0.0
NITIALIZE_PULSE	Static	Real	32.0	false
RESET_TOTALIZER	Static	Real	32.1	false
COUNTER_RESET_PRV	Static	Real	32.2	false
RESERVE	Static	Real	34.0	0
PPR	Static	Real	36.0	200.0
TS	Static	Real	40.0	0.01
Position _PRV	Static	Real	44.0	0.0
Speed _PRV	Static	Real	48.0	0.0
CUT	Static	Real	52.0	10.0
Total	Static	Real	56.0	0.0

۳- بحث و نتیجه گیری:

تعریف PPR: تعداد پالس انکدر به ازای یک دور که از روی

۳-۱- ارائه رابطه

پلاک انکدر و یا Manual آن استخراج می شود.

تعریف R(Radius) : شعاع چرخ انکدر

$$\frac{\text{تعداد پالس}}{\text{تعداد پالس انکدر به ازای یک دور}} * 2 * (3.14159) * R = (\text{موقعیت}) \text{ مکان}$$

مقدار PPR (تعداد پالس انکدر به ازای یک دور) و Raduis

(شعاع چرخ انکدر) به عنوان Setting در صفحه HMI قابل

تغییر است.

```
IF #STARTUP = 0 THEN
  #// POSITION := (DINT_TO_REAL(#COUNTER_IN) /
  #PPR) * 2 * 3.14159 * #RADIUS;
  # POSITION := (DINT_TO_REAL(#COUNTER_IN) /
  1000.0);
```

فرمول محاسبه سرعت(۲):

تعریف TS: تعداد دفعاتی که در یک ثانیه فانکشن سرعت

اجرا می شود زمان نمونه گیری یا Sampling Time می

باشد. و توسط برنامه نویس متناسب با فانکشن برنامه

مزیت اصلی این روش برنامه نویسی استفاده از فرمول های

ریاضی در متن برنامه می باشد به طوریکه در این برنامه ،

PLC با دریافت پالس های انکدر، موقعیت و سرعت را

محاسبه می کند و در هر مرحله تولید با محاسبه مترایز تولید

در صورت رسیدن به مترایز تنظیم شده از روی HMI دستور

برش را صادر می کند. همچنین در این برنامه مجموع تولید

نیز ذخیره می شود. خطوط برنامه فرمول محاسبه

موقعیت(۱)، فرمول محاسبه سرعت(۲)، ذخیره مجموع

تولید (۳)، ذخیره آخرین مقدار(۴)، پالس راه اندازی،

محاسبه سرعت و موقعیت(۵)، دستور Reset کردن مقدار

شمارنده(۶) و دستور برش(۷) همراه با توضیحات آن به

شرح ذیل می باشد.

فرمول محاسبه موقعیت(۱):

پالس راه اندازی، محاسبه سرعت و موقعیت (متن اصلی برنامه
(۵):

در ابتدای کار که PLC روشن می شود. آخرین مقدار
مکان که در یک متغیر ذخیره شده بود را فراخوانی می
کند و مقدار شمارنده سخت افزاری PLC را مقدار دهی
اولیه (Initialize) می کند.

```
IF #INITIALIZE_PULSE = 1 THEN
  #// COUNTER_OUT :=
  REAL_TO_DINT(#INITIALIZE_VALUE / (2 * 3.14159 *
  #RADIUS) * #PPR);
  # COUNTER_OUT :=
  REAL_TO_DINT(#INITIALIZE_VALUE * 1000.0);
  # POSITION := (DINT_TO_REAL(#COUNTER_OUT) /
  1000.0);
  # POSITION_PRV := #POSITION;
  END_IF;
```

دستور Reset کردن مقدار شمارنده(۶):

با Reset کردن از روی HMI مقدار شمارنده صفر می
شود.

```
IF #COUNTER_RESET=1 AND
#COUNTER_RESET_PRV=0 THEN
  # COUNTER_OUT := REAL_TO_DINT(0.0);
  # POSITION := (DINT_TO_REAL(#COUNTER_OUT) /
  1000.0);
  # POSITION_PRV := #POSITION;
  # INITIALIZE_PULSE := 1;
  END_IF;
#COUNTER_RESET_PRV := #COUNTER_RESET;
```

دستور برش(۷):

نویسی انتخاب می شود که در این برنامه 0.01 ثانیه
انتخاب شده است.

$$\text{سرعت فعلی} = \frac{\text{موقعیت فعلی} - \text{موقعیت قبلی}}{\text{Sampling Time (TS)}}$$

تعریف LPF : LPF(Low Pass Filter) ضریب فیلتر
است که تغییرات زیاد سیگنال سرعت و موقعیت را
Damp (یکنواخت) می کند و عددی بین 0.0 و 1.0
است. این عدد هرچه به صفر نزدیکتر باشد، فیلتر کمتری
اعمال می شود و اگر به یک نزدیک تر شود، فیلتر قوی
تری اعمال می گردد.

LPF نیز به عنوان Setting قابل تغییر می باشد.

جهت محاسبه سرعت فیلتر شده از فرمول زیر استفاده
می کنیم :

$$\text{سرعت فیلتر شده} = [\text{سرعت قبلی}] \times (\text{LPF}) + [\text{سرعت فعلی} \times (1 - \text{LPF})]$$

```
# SPEED := (1 - #LPF) * (#POSITION - #POSITION_PRV)
/ #TS + #LPF * #SPEED_PRV;
```

```
# SPEED_PRV := #SPEED;
```

ذخیره مجموع تولید (۳):

مجموع متراژ تولید در یک متغیر ذخیره می شود.

```
IF #INITIALIZE_PULSE = 0 THEN
  # TOTAL := #TOTAL + #POSITION -
  #POSITION_PRV;
  END_IF;
```

ذخیره آخرین مقدار(۴):

آخرین مقدار موقعیت در یک متغیر ذخیره می شود.

```
#POSITION_PRV := #POSITION;
# COUNTER_OUT := #COUNTER_IN;
END_IF;
```

```
# OUTPUT_CUT := 1;
ELSE
# OUTPUT_CUT := 0;
END_IF;
END_FUNCTION_BLOCK
```

چنانچه مکان (موقعیت) به مقدار تنظیم شده برای برش

برسد، دستور برش اجرا شده و خروجی برش فعال می

گردد.

IF #POSITION >= #CUT THEN

در جدول ۵ سمبل های استفاده شده در برنامه برش درایو مربوط به غلطک خروج، درایو مربوط به رول کن، حرکت چپگرد و راستگرد تیغ برش کنترل می شود.

در جدول ۵ سمبل های استفاده شده در برنامه برش

اتوماتیک آمده است. در برنامه برش اتوماتیک آیتم های:

جدول ۵- سمبل های استفاده شده در برنامه برش اتوماتیک

Symbolic Name	Symbol Type	Data Type	Offset	Default value
LEFT_PROXIMITY	Input	Bool	0.0	false
RIGHT_PROXIMITY	Input	Bool	0.1	false
LEFT_MICROSWITCH	Input	Bool	0.2	false
RIGHT_MICROSWITCH	Input	Bool	0.3	false
IN_START_PULSE	Input	Bool	0.4	false
IN_STOP_PULSE	Input	Bool	0.5	false
IN_TRIGGER_ONCE	Input	Bool	0.6	false
SYSTEM_READY	Input	Bool	0.7	false
ADDRESS	Input	Bool	2.0	0
MOTOR_FREQUENCY	Input	Bool	4.0	50.0
OUT_LEFT_PULSE	Output	Bool	8.0	false
OUT_RIGHT_PULSE	Output	Bool	8.1	false
OUT_STOP_PULSE	Output	Bool	8.2	false
RIGHT_SPEED_PULSE	Output	Bool	8.3	false
LEFT_SPEED_PULSE	Output	Bool	8.4	false
OUT_BLADE_LEFT_PULSE	Output	Bool	8.5	false
OUT_BLADE_RIGHT_PULSE	Output	Bool	8.6	false
OUT_BLADE_STOP_PULSE	Output	Bool	8.7	false
OUT_RESET_COUNTER	Output	Bool	9.0	false
OUT_INHIBITOR	Output	Bool	9.1	false
OUT_EQUIP1_FASTER	Output	Bool	9.2	false
OUT_EQUIP2_FASTER	Output	Bool	9.3	false
RUN	Static	Bool	10.0	false
DIRECTION	Static	Bool	10.1	false
RUN_PRV	Static	Bool	10.2	false
RIGHT_PROXIMITY_MAN	Static	Bool	10.3	false
LEFT_PROXIMITY_MAN	Static	Bool	10.4	false
RIGHT_PROXIMITY_PRV	Static	Bool	10.5	false
LEFT_PROXIMITY_PRV	Static	Bool	10.6	false
IN_TRIGGER_LATCH	Static	Bool	10.7	false
MANUAL_CUT	Static	Bool	11.0	false
IN_TRIGGER_ONCE_PRV	Static	Bool	11.1	false
CHOROOK_GIR_ON	Static	Bool	11.2	false
TIMER_01	Static	IEC_TIMER	12.0	T#0ms
SPEED_FWD	Static	Real	28.0	10.0
SPEED_REV	Static	Real	32.0	20.0
EQUIP1_FASTER_SPEED	Static	Real	36.0	30.0
EQUIP2_FASTER_SPEED	Static	Real	40.0	40.0
EQUIP1_FASTER_TIME	Static	Time	44.0	T#2s
EQUIP2_FASTER_TIME	Static	Time	48.0	T#3s
TIMER_EQUIP1	Static	IEC_TIMER	52.0	T#0ms
TIMER_EQUIP2	Static	IEC_TIMER	68.0	T#0ms

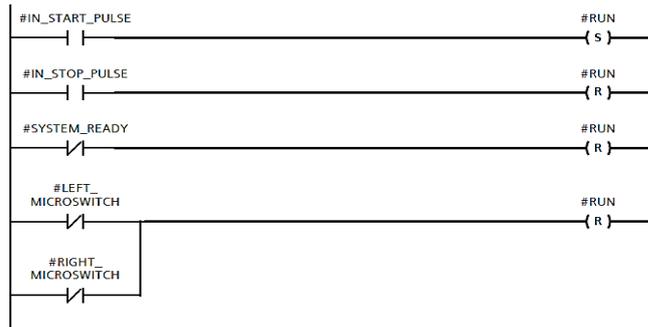
مشخص درایوهای غلطک خروج و رول کن با سرعت سریع
 تر حرکت می کنند. خطوط برنامه و توضیحات آن به شرح
 ذیل می باشد:

پس از رسیدن طول محصول نهایی به طول تنظیم شده،
 درایوهای غلطک خروج و رول کن متوقف می شوند و پس
 از برش، جهت چروک گیری محصول برای مدت زمان

Network 1: Run

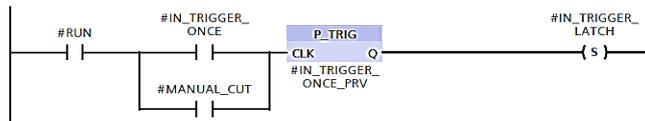
شرح : خطوط برنامه دستور Run و کنترل های حفاظتی

Start و Stop برنامه از روی HMI انجام می شود. برخورد با میکرو سوئیچ های انتهایی (حفاظتی) باعث توقف سیستم می شود.



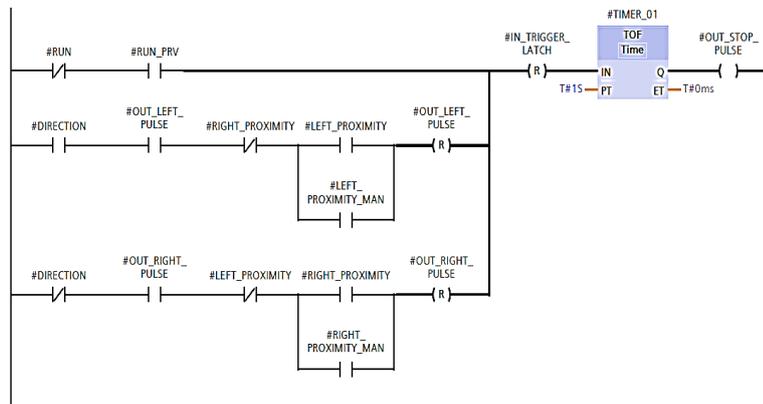
Network 2: Trigger Set

شرح : با مهیا شدن شرایط Run و با دستور Manual cut متغیر استاتیک #IN_TRIGGER_LATCH Set می شود.



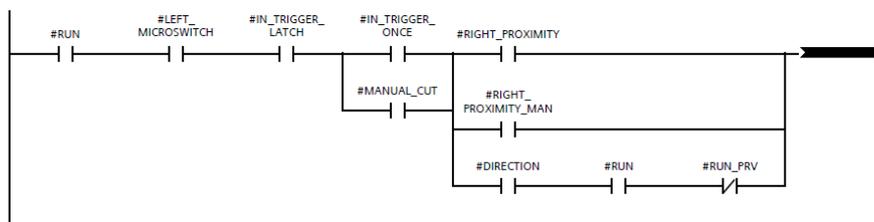
Network 3: Stop

شرح : تعریف نحوه توقف دستگاه.



Network 4: GO_Left

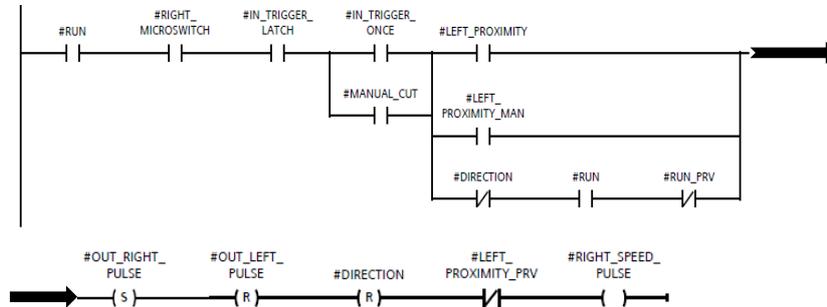
شرح : اعمال دستور حرکت چپگرد تیغ برش.





Network 5: GO_Right

شرح : اعمال دستور حرکت راستگرد تیغ برش.



Network 6: Reset

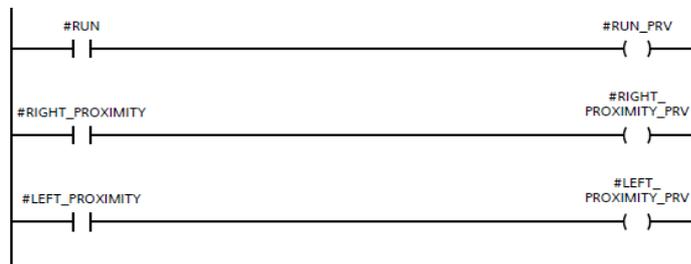
شرح : Reset کردن پالس حرکت به چپ و راست.



Network 7: Retentivity

شرح : ذخیره آخرین وضعیت.

ذخیره آخرین وضعیت متغیرها برای صدا زدن فانکشن ها در دور بعد می باشد. با کمک این قسمت می توان لبه های بالا رونده و پایین رونده یک عملکرد را تشخیص داد.



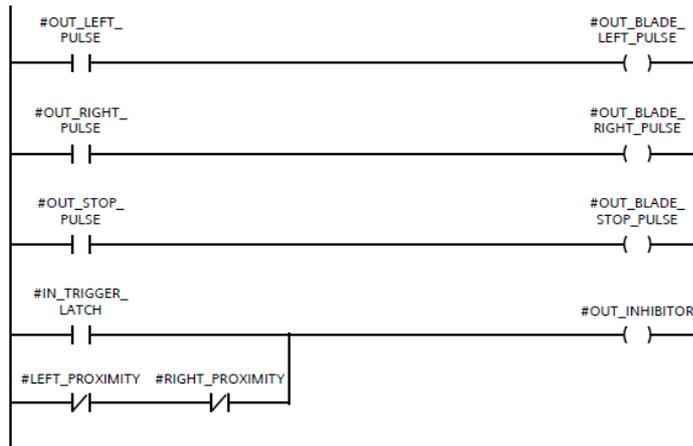
Network 8: Manual Proximity

شرح : امکان تست دستی Proximity Switch ها.



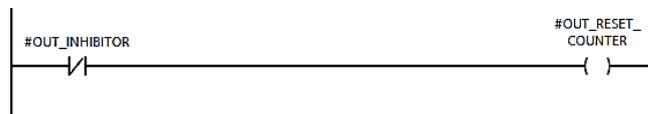
Network 9: Blade

شرح : تعریف چپگرد، راستگرد و توقف تیغ برش



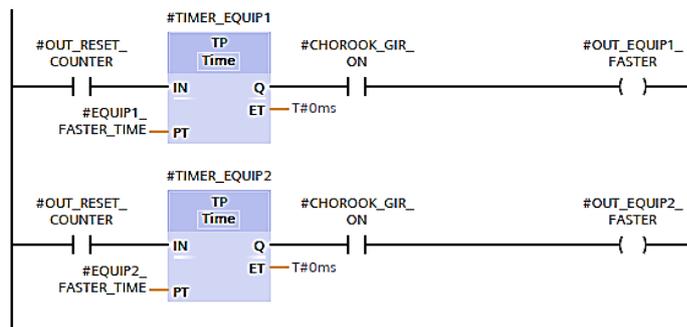
Network 10: Inhibitor

شرح : توقف چروک گیر



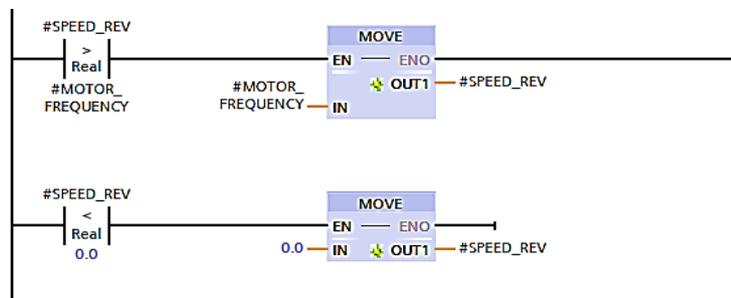
Network 11: Faster

شرح : برای مدت کوتاهی بعد از هر برش ، سرعت جمع کننده بیشتر می شود تا الیاف جمع شده (چروک شده) را با کشش بیشتر و سریعتر جمع کند.



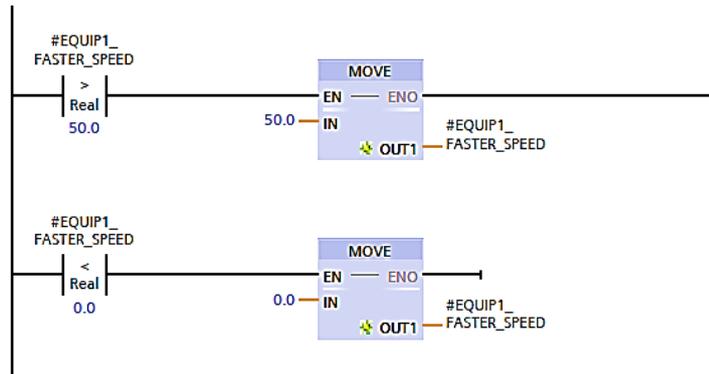
Network 12: Speed_Rev.

شرح : حداکثر فرکانس موتور در متغیر Motor_Frequency ذخیره شده است ، چنانچه اپراتور بخواهد از این سرعت بیشتر و یا از صفر کمتر را وارد نماید ، این قسمت از برنامه سرعت را محدود می کند.



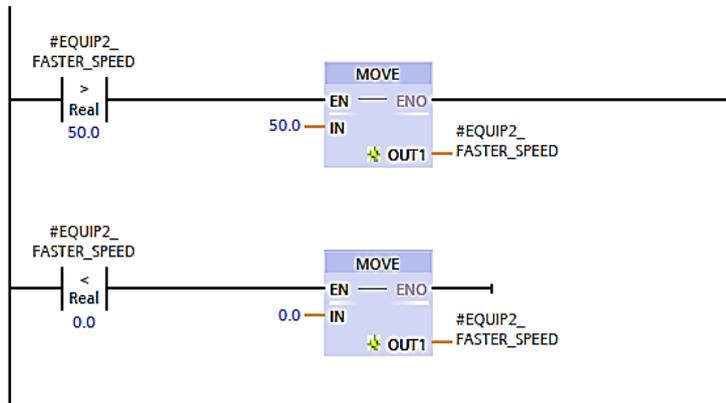
Network 13: Exit

شرح : محدود کننده سرعت بین ۰ و ۵۰ هرتز برای درایو خروجی.



Network 15: Roll

شرح : محدود کننده سرعت بین ۰ و ۵۰ هرتز برای درایو رول کن.



ماشین برش اتوماتیک نشان داده شده است. در شکل ۸ تابلو PLC نشان داده شده است. جهت اتصال سیم های انکدر به طور مستقیم به ورودیهای PLC1200 متصل گردیده است و کنترلر واسطه در سیستم قدیمی حذف شده است.

۳-۲- ارزیابی و راه اندازی:

در تصاویر ۷-۹ محل نصب انکدر بر روی دستگاه رول کن و تابلو های کنترلی PLC و صفحه طراحی شده برای HMI نشان داده شده است. در شکل ۷ محل نصب انکدر در



شکل ۸ - تابلو کنترلی PLC



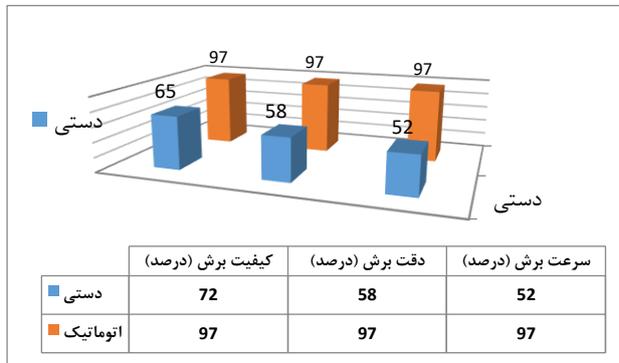
شکل ۷- محل نصب انکدر بر روی دستگاه برش

در جدول ۶ مقایسه زمان برش برای دو سیستم برش قدیمی و سیستم برش اتوماتیک طراحی شده نشان داده شده است:

جدول ۶. مقایسه زمان برش

ردیف	نوع برش	زمان برش (برحسب ثانیه)
1	دستی	۵۵
2	اتوماتیک	۱۹

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می شود، در سیستم طراحی شده اتوماتیک، زمان برش به مراتب از سیستم برش دستی کمتر است. ولی جهت مقایسه دقیق تر در نمودار شکل ۱۰ سه پارامتر اصلی (موثر در بهره وری خط تولید)، یعنی: سرعت برش، دقت برش و کیفیت برش براساس درصد مقایسه شده اند.



شکل ۱۰. نمودار مقایسه سه عامل اصلی بهره وری، شامل سرعت، دقت و کیفیت برش

HMI اپراتور بر عملکرد سیستم، کنترل و نظارت دارد. در این طراحی صنعتی بعلت حذف کنترلر انکدر و اتصال مستقیم انکدر به PLC ضمن افزایش دقت، امکان استفاده از دیتای انکدر در برنامه نویسی و Data logging را داریم. همچنین این سیستم کنترل به دلیل استفاده از PLC 1200

در شکل ۹ تصویر نهایی صفحه HMI نشان داده شده است، همانطور که مشاهده می شود، مترآژ تولید محصول و سرعت تولید و مجموع تولید بر روی صفحه HMI قابل مشاهده است:



شکل ۹- تصویر نهایی صفحه HMI

۳-۳- ارزیابی عملکرد دستگاه :

سرعت برش محصول نهایی بر حسب زمان (ثانیه) یکی از پارامترهای اصلی در بهره وری یک دستگاه برش می باشد.



۴- نتیجه گیری

در این سیستم کنترل برش اتوماتیک، اپراتور طول برش دلخواه را از طریق HMI وارد می کند و مجموع محصول تولیدی و سرعت تولید را مشاهده می کند، بنابراین به کمک

نهایی بصورت یک اندازه برش یافته و ضمن افزایش دقت برش، ضایعات تولید نیز کاهش یافته است. نتایج حاصل از سیستم کنترل جدید، شامل: کنترل مترایز برش محصول نهایی، مشاهده مترایز نهایی تولید، مشاهده سرعت تولید، امکان برش اتوماتیک براساس طول، حذف کنترلر اضافی برای انکدر و اتصال مستقیم انکدر به PLC، حذف برشهای سنتی بر اساس برش دستی و المنتی و در نهایت برش بوسیله تیغ برش و بهبود سه پارامتر اصلی (موثر در بهره وری خط تولید)، یعنی: بهبود سرعت برش، دقت برش و کیفیت برش می‌باشد.

زیمنس، قابلیت اتصال به شبکه های صنعتی را داراست و امکان هوشمند سازی کل خط تولید در آینده، امکان پذیر است. در شکل ۱۱ نمونه برش محصول نهایی نشان داده شده است.



شکل ۱۱- نمونه برش محصول نهایی

همانگونه که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود در نمونه محصول نهایی، کیفیت برش بهبود یافته و لبه های محصول

Weakness of Textile and Clothing Design in Iran, The Journal of Textile Science and Technology, 35, 5-16, 2020.

[8] Deepti A., Bhupendra Singh S., Harshit U., Ishita S., Karan B. PLC/SCADA Based Machine Data Enumerator, International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT), 6, 2, 2018.

[9] Solati, E., Small and Medium Enterprises and Irans Textile Industries, The Journal of Textile Science and Technology, 4, 55-58, 2015.

[10] Najemaldeen S. B., Hussein S., Design and implementation of a control system for a steel plate cutting production line using programmable logic controller. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE) ,13, 3969-3976, 2023.

[11] Gadale, R., Pisal, M., Tayade, S., Kulkarni, S., PLC based automatic cutting machine. International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR), 3, 280-282, 2015.

[12] Syufrijal, s., Rifan, M, Prabumenang, A. W. R., Wicaksono, R., Design and implementation of pipe cutting machine with AC servo motor and PLC based on HMI, Electronics. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2021.

[13] Gahane, D. G., Katole, P., Naidu, P., Dhoke, R., Kore, S., Automatic pipe-wire cutting machine, International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology, 5, 454-456, 2020.

۶- منابع:

[1] Venkataraman, D., Shabani, E., Park, J.H., Advancement of Nonwoven Fabrics in Personal Protective Equipment, Materials, 16, 3964, 2023.

[2] Cotton, B.P., Know Your Fibers: Wovens vs Nonwovens & Knit Fabrics Barnhart Cotton. Available online: <https://barnhardtcotton.net/blog/know-fibers-wovens-vs-nonwovens-knit-fabrics>, (Last visited 1 March 2023).

[3] Farokhzadeh, M., Kourki, H., Electrospinning and microstructure control of non-woven mat, The Journal of Textile Science and Technology, 21, 47-61, 2018.

[4] Woven, vs. Woven vs. Non-Woven Fabrics. JPS Composite Materials, Available online: <https://jpscm.com/blog/woven-vs-non-woven-fabrics/>, (Last visited 1 March 2023).

[5] Zohgi, M., Jafarian Dehkordi, A. H., Effective Parameters for Laser Cutting of Fabrics, The Journal of Textile Science and Technology, 12, 65-78, 2023.

[6] Yao, W., Fengyan, L., Miao, Xu., Yan, B., Design of the Control System for Plate Cutting Machine, 4th International Conference on Machinery, Materials and Computer, (2017).

[7] Zare Nikuparvar Yazdi, A., Davodi Roknabadi Yazdi, A., Nayebzadeh, Sh., Hataminasab, S. H., Zohgi, M., Jafarian Dehkordi, A. H., Strength and

- [14] M. Chattal, M., Bhan, V., Madiha, H., Shaikh, S. A., Industrial automation and control trough plc and labview, in 2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET), 2019.
- [15] Hadi, H. H., Sallom, M. Y., Pneumatic control system of automatic production line using SCADA implement PLC, in 2019 4th Scientific International Conference Najaf (SICN), 2019.
- [16] Pawar, R., Bhasme, N., Application of PLC's for automation of processes in industries, International Journal of Engineering Research and Applications, 6, 53-59, 2016.
- [17] Meshram, A. D., Godbole, B. A., Jaminkar, T. P., Lohambare, T. G., Kande, M. A., Keswani, D. R. A., PLC based control for induction motor, International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 9, 96-99, 2020.
- [18] A. E. Gafar, A. E., Said, K. M. A., Intelligent PLC system to control wire cutting machine, International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology, 3, 35-38, 2019.
- [19] Mehrabi, A., The Identification and Ranking Factors Affecting the Transfer of Technology in The Textile Industry, The Journal of Textile Science and Technology, 19, 45-54, 2017.
- [20] Salunkhe, S., & Kalkhambkar, V. N., VFD Control for Industrial Machines using PLC and LC Filter. 2nd International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies, ICICICT 2019.
- [21] Mencou, S., Ben Yakhlef, M., Tazi, E. B., Advanced Torque and Speed Control Techniques for Induction Motor Drives: 2nd International Conference on Innovative Research in Applied Science, Engineering and Technology (IRASET), 2022.
- [22] Jawad Radhi, M., Ramzy Salim, A., Personal computer-programmable logic controller based variable frequency drive training platform using WxPython and PyModbus. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), 12, 3564-3571, 2022.
- [23] Khudier, K. H., Mohammed, K. G., Ibrahim, M. S., Design and Implementation of Constant Speed control System for the Induction motors Using Programmable logic Controller (PLC) and Variable Frequency Derive (VFD), IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021.
- [24] Ordoñez Avila, J. L., Portillo, E. S. (2020). Diseño e Implementación de un Controlador Difuso para Control de Frecuencia de un Motor en un PLC S7-1200. Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Engineering, Integration, And Alliances for A Sustainable Development. Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on A Knowledge-Based Economy, 2020.
- [25] Introduction to encoder systems Feature article. www.renishaw.com/encoderarticles. (Last visited 1 March 2023).