

การพัฒนาคู่มือการใช้งานเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า Development Operation Manual of Electromagnetic Strip Stabilizer System

สรวิษฐ์ สอนธิ, วิโรจน์ เลิศธีระชาญชัย และ พันธ์ชัย ศรีบำรุง*

สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120

Sorawit Sonthi, Wirote Lerttheerachanchai and Panuschai Sribumrung*

Next Generation Automotive Technology Department, Faculty of Technical Education

Rajamangala University of Technology Krugthep

2 Nanglinchi Rd., Tungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120, Thailand.

*Corresponding author Email: panuschai.s@mail.rmutk.ac.th

(Received: September 17, 2024 / Revised: November 28, 2024 / Accepted: December 25, 2024)

บทคัดย่อ

กระบวนการผลิตยานยนต์แผ่นเหล็กเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตตัวถังรถยนต์ แผ่นเหล็กที่ใช้ผ่านกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้มาตรฐานตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด หนึ่งในกระบวนการผลิตคือการนำแผ่นเหล็กชุบสังกะสีเพื่อให้แผ่นเหล็กมีความคงทนต่อการกัดกร่อนในการใช้งาน ขั้นตอนการชุบคอปเปอร์แผ่นเหล็กจะถูกคลี่ออกเป็นแผ่นยาวก่อนเข้ากระบวนการชุบแผ่นเหล็กซึ่งจะเกิดการบิดงอของแผ่นเหล็ก จำเป็นต้องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กให้เรียบตรงก่อนเข้ากระบวนการชุบสังกะสี ผ่านเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าโดยใช้หลักการแม่เหล็กเหนี่ยวนำในการปรับแผ่นเหล็กให้เรียบ ซึ่งเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้านี้เป็นเครื่องจักรนำเข้าจากต่างประเทศ คู่มือที่ใช้งานเป็นภาษาต่างประเทศ พนักงานใหม่ที่ต้องปฏิบัติงานกับเครื่องนี้ต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจระบบการทำงาน ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาคู่มือการใช้งานเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าให้เข้าใจง่าย โดยอธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบ EMSS โครงสร้างโปรแกรม การอ่านค่า การวิเคราะห์โปรแกรมแลตเตอร์เชื่อมโยงระหว่างซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ การติดต่อระบบกับผู้ใช้ (HMI) คู่มือของระบบ EMSS ที่พัฒนาได้ทดสอบกับพนักงานในกระบวนการผลิตโดยมีหัวข้อในการทดสอบดังนี้ การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ EMSS การลดเวลาการเรียนรู้ของพนักงานใหม่ การลดเวลาหยุดการทำงานในกระบวนการผลิต มาตรฐานสำหรับการตรวจสอบภายในองค์กร การพัฒนาองค์กรและการถ่ายทอดความรู้ ผลที่ได้คือประสิทธิภาพดีขึ้นทุกหัวข้อในการทดสอบ

คำสำคัญ: สหกิจศึกษา, คู่มือ, การดำเนินการ, เสถียรภาพ

Abstract

Automotive manufacturing process, steel plates are an important raw material in the production of automobile bodies. The steel plates used go through a manufacturing process to meet the standards set by the manufacturing company. One of the manufacturing processes is the introduction of galvanized steel sheets. Making the steel plate has corrosion resistance in use. The steel coil plating process unfolds into a long plate before entering the steel plate plating process, the distortion of the steel plate occurs. It is necessary to stabilize the steel plate straight before entering the galvanizing process, through an electromagnetic steel plate stabilizer using the induction magnetic principle of smoothing the steel plate. This electromagnetic steel plate stabilizer is an imported machine; the operation manual is in foreign language. New employees who must work with this machine need a long time to understand the working system. Therefore, the organizer had the idea to develop an operation manual for the electromagnetic steel plate stabilizer to make it easier to understand. It describes the working process of the EMSS system, program structure, readings, analysis of the program, the link between software, hardware and human-machine interface (HMI) functionalities. The operation manual of the developed EMSS system was tested on employees in the production process with the following test topics: optimization of EMSS systems, reduction of learning time for new employees, reducing downtime in the production process, standards for internal audits, organizational development and knowledge transfer. The result was improved performance across all subjects tested.

Keywords: Cooperative Education, Manual, Operation, Stabilizer

1. บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้เข้าประเทศเป็นอันดับต้นๆ ของประเทศโดดเด่นด้วยศักยภาพการผลิตที่แข็งแกร่งและชิ้นส่วนรถยนต์มีคุณภาพสูง ประเทศไทยเป็นหนึ่งในฐานการผลิตรถยนต์ชั้นนำในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และถือเป็นหนึ่งในฐานการผลิตรถยนต์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2566)

อุตสาหกรรมยานยนต์ใช้เหล็กแผ่นเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตตัวถังรถยนต์ ซึ่งต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ได้คุณสมบัติตามมาตรฐานของผู้ผลิตรถยนต์กำหนด หนึ่งในขั้นตอนสำคัญ คือ การชุบสังกะสี (zinc galvanizing) เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการกัดกร่อนรวมถึงง่ายต่อการขึ้นรูปตัวถังรถยนต์ ระหว่างการชุบแผ่นเหล็กจากคอยล์วัตถุดิบ (steel coil sheet) แผ่นเหล็กจะถูกคลี่ออกเป็นแผ่นยาวเพื่อเข้ากระบวนการชุบ ส่งผลให้แผ่นเหล็กเกิดการบิดงอไม่พร้อมที่จะเข้ากระบวนการชุบ จำเป็นต้องปรับสภาพแผ่นเหล็กให้เรียบ

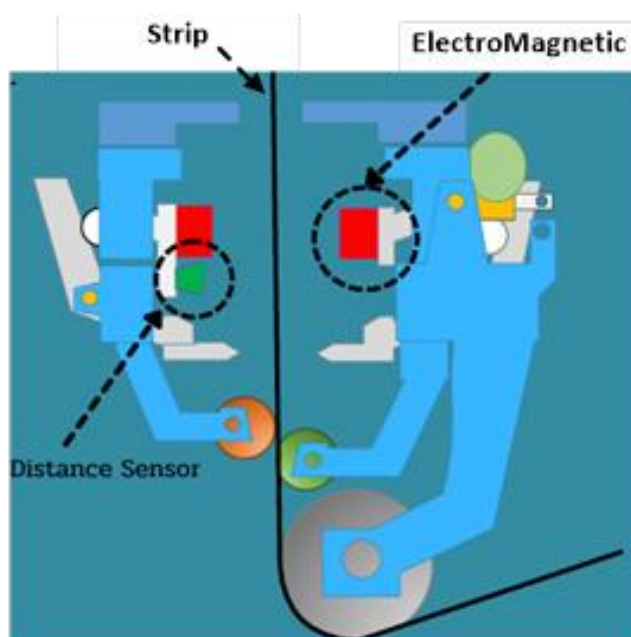
และตรงก่อนเข้าสู่กระบวนการชุบด้วยเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic sheet stabilizer; EMSS) ซึ่งอาศัยหลักการแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (electromagnetic induction) ในการควบคุม และปรับตำแหน่งของแผ่นเหล็กให้ได้ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในกระบวนการชุบ (White, 2013), (Marder, 2023), (Ranieri, 1998)

จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัย พบว่ามีรายงานการศึกษาวิจัยด้านเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ (Guelton, 2016), (Marko, 2018), (Marko 2019), (Marko, 2021), (Saxinger, 2020) จากการศึกษาพบว่าเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีบทบาทสำคัญต่อคุณภาพการชุบ แต่สำหรับคู่มือและการสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรเป็นภาษาต่างประเทศ การตั้งค่าที่ซับซ้อน ส่งผลทำให้พนักงานใหม่ใช้เวลานานในการทำความเข้าใจ และเกิดความสับสนในการใช้งาน ส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของสายการผลิต บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานของเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าฉบับเข้าใจง่าย รวมถึงปรับปรุงการสื่อสารระหว่างพนักงานและเครื่องจักร human-machine interface (HMI) ให้ง่ายซึ่งครอบคลุมทั้งมุมมองซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ โครงสร้างโปรแกรม และการเชื่อมต่อกับเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า พร้อมทั้งทดสอบผลลัพธ์ด้านประสิทธิภาพ การเรียนรู้ และการหยุดการทำงานของเครื่องจักร

2. วิธีการจัดทำคู่มือเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Sheet Stabilizer; EMSS)

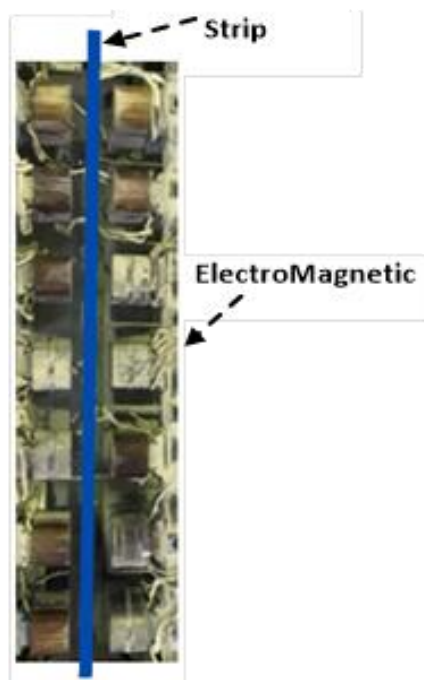
2.1 ฮาร์ดแวร์ของระบบ

ลักษณะงานของ EMSS: เป็นการควบคุมแรงดูด-ยก-ปรับระนาบของแผ่นเหล็กระหว่างการคลี่คอยล์ เพื่อให้ผิวแผ่นเหล็กเรียบก่อนเข้าสู่กระบวนการชุบสังกะสี ระบบ EMSS แสดงดังรูปที่ 1

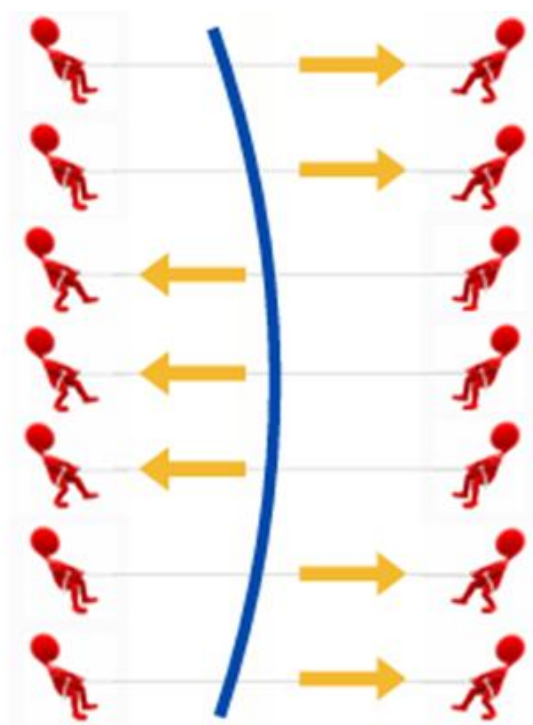


รูปที่ 1 ระบบปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า

ระบบ EMSS ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดความห่างของแผ่นเหล็กเพื่อให้ได้ระยะการบิดงอของแผ่นเหล็กแต่ละตำแหน่งเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กตั้งในตำแหน่งที่บิดงอได้ถูกต้องโดยมีชุดสร้างสนามแม่เหล็กอยู่ 7 ชุด แสดงดังรูปที่ 2 โดยชุดสร้างสนามแม่เหล็กจะทำงานขึ้นอยู่กับการบิดงอของแผ่นเหล็ก ตำแหน่งทิศทางการตั้งแผ่นเหล็กด้วยสนามแม่เหล็กแสดงดังรูปที่ 3

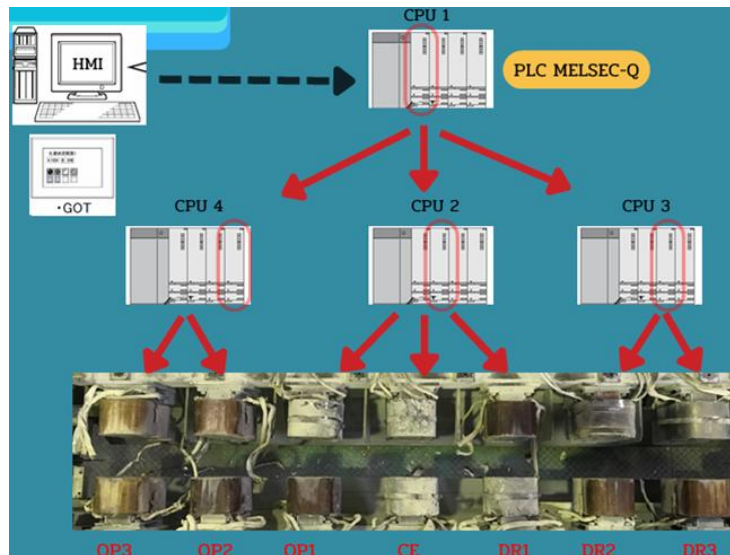


รูปที่ 2 ชุดสร้างสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 3 ทิศทางการตั้งของสนามแม่เหล็ก

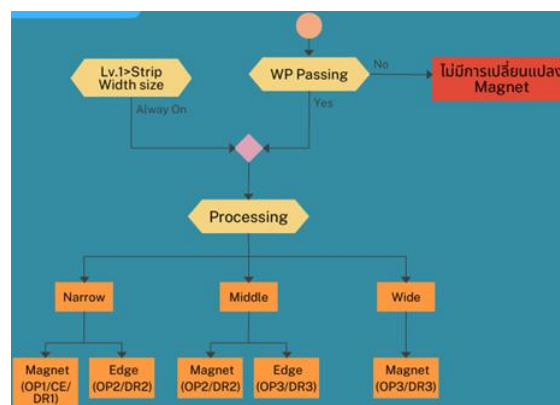
การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรจะถูกสั่งการจาก HMI เมื่อผู้ปฏิบัติงานตั้งค่าที่ต้องการ ระบบส่งการไปที่ PLC1 ตัวแม่ข่าย (Master) เพื่อส่งคำสั่งแยกไป PLC2, PLC3 และ PLC4 ตัวลูกข่าย (Slave) ที่ถูกเขียนด้วย Ladder Diagram เพื่อควบคุมชุดสร้างสนามแม่เหล็กแต่ละตำแหน่ง (OP3 OP2 OP1 CE DR1 DR2 DR3) แสดงดังรูปที่ 4



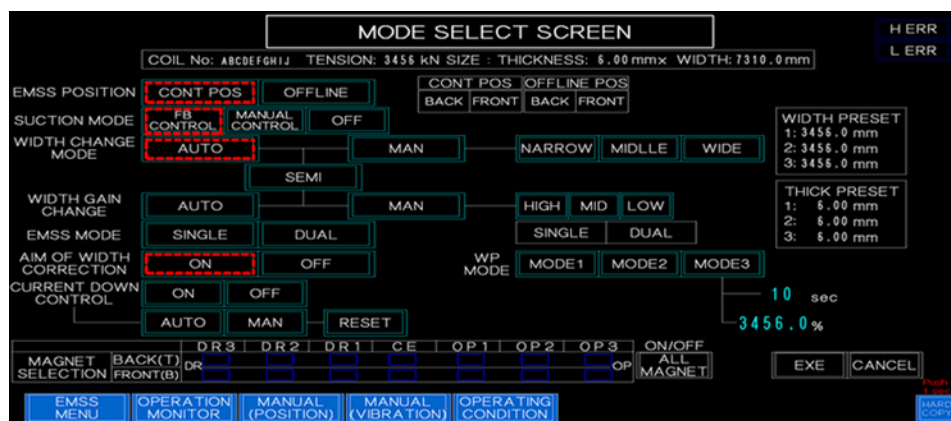
รูปที่ 4 ไดอะแกรมลำดับการควบคุมอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์

2.2 ซอฟต์แวร์ของระบบ

การทำงานในส่วนซอฟต์แวร์ที่ควบคุมชุดสร้างสนามแม่เหล็กแต่ละตำแหน่งจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของขนาดของแผ่นเหล็กมี 3 ตำแหน่ง (Narrow, Middle และ Wide) ไดอะแกรมของซอฟต์แวร์แสดงดังรูปที่ 5 การสั่งการของระบบ EMSS ผู้ปฏิบัติงานสั่งการโดยผ่านระบบ HMI โดยใช้จอแสดงผลแบบสัมผัส (Touch Screen) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้สะดวกและรวดเร็ว รูปที่ 6 แสดงถึงหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัสสำหรับการตั้งค่าการทำงานและหน้าต่างที่ได้ปรับปรุงในส่วนการแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติของระบบหรือระบบเกิดการหยุดฉุกเฉิน โดยจะวินิจฉัยตำแหน่งที่เกิดการผิดปกติที่เกิดขึ้น



รูปที่ 5 ไดอะแกรมการทำงานของซอฟต์แวร์



รูปที่ 6 ระบบ HMI ติดต่อผู้ปฏิบัติงานของระบบ EMSS

2.3 การออกแบบคู่มือการใช้งานเครื่องจักร

คู่มือที่ออกแบบถูกออกแบบเป็นภาษาไทย การนำเสนอข้อมูลและสารสนเทศอยู่ในรูปแบบภาพที่เข้าใจง่ายและดึงดูดความสนใจ โดยใช้รูปภาพ กราฟ แผนภูมิ สัญลักษณ์ และองค์ประกอบอื่นๆ ช่วยในการอธิบายข้อมูลที่ซับซ้อน เช่น การตั้งค่าที่ใช้ในการควบคุมให้เข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว

3. วิธีการทดลอง

การจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าคณะผู้จัดทำดำเนินการศึกษาทั้งระบบของเครื่องจักร ประกอบด้วยอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบ ทำความเข้าใจหลักการทำงานของระบบ Ladder Diagram การเชื่อมต่อระหว่าง HMI และ PLC เพื่อแก้ไขและปรับปรุงการทำงานของระบบ เพื่อสื่อสารกับผู้ปฏิบัติงานได้ง่าย เมื่อปรับปรุงระบบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการถ่ายทอดข้อมูลที่ใช้ในการทำงานของระบบ EMSS ในรูปแบบที่ผู้ใช้งานเข้าใจง่าย โดยการทดลองใช้คู่มือกับพนักงานในกระบวนการผลิตเพื่อเก็บข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรอบต่อไป มีการกำหนดตัวชี้วัดผลลัพธ์ดังนี้ ความเข้าใจในการใช้งานของระบบ EMSS ระยะเวลาฝึกลงงานจนปฏิบัติงานได้ อัตรา Downtime การเพิ่มในการผลิต การผ่านมาตรฐานตรวจสอบภายในและการพัฒนาองค์กร

4. ผลการทดลองและอภิปรายผล

ผลจากการใช้คู่มือของระบบ EMSS ที่ได้จัดทำขึ้น ตามตัวชี้วัดที่กำหนดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดลอง

หัวข้อตัวชี้วัด	ผลลัพธ์
ความเข้าใจในการใช้งานของระบบ EMSS	-พนักงานเข้าใจการทำงานของระบบได้ดีขึ้น -ลดข้อผิดพลาดจากการใช้งานผิดวิธี
ลดเวลาการเรียนรู้ของพนักงานใหม่	-คู่มือช่วยให้พนักงานใหม่เรียนรู้ได้เร็วขึ้น -ลดภาระของวิศวกรและหัวหน้างานในการอบรมซ้ำๆ
ลด Downtime และเพิ่มความต่อเนื่องของการผลิต	-แก้ไขปัญหาและบำรุงรักษาได้เร็วขึ้น -ลดเวลาหยุดของเครื่องจักร (Machine Downtime)
สนับสนุนมาตรฐานและการตรวจสอบภายในองค์กร	-เป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับการตรวจสอบมาตรฐาน (ISO) -สร้างมาตรฐานให้กระบวนการทำงาน
พัฒนาองค์กรและถ่ายทอดความรู้	-ลดบุคลากรในการถ่ายทอด, สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ง่าย -เป็นฐานข้อมูลสำหรับพัฒนาระบบ EMSS ในอนาคต

คู่มือของระบบ EMSS สามารถใช้ในการตรวจสอบมาตรฐาน ISO (Abuhav, 2017) ได้ดังนี้

1. การเป็นเอกสารอ้างอิงในระบบคุณภาพ (Documented Information)

- มาตรฐาน ISO 9001:2015 กำหนดให้มีเอกสารควบคุม (Controlled Document) เพื่ออธิบายกระบวนการทำงานที่สำคัญ

- คู่มือของ EMSS สามารถจัดเป็นเอกสารประเภท Work Instruction หรือ SOP (Standard Operation Procedure) ที่ใช้เป็นแนวทางปฏิบัติงาน

- ช่วยในกระบวนการควบคุมเครื่องจักรอย่างเป็นระบบ และสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้

2. สนับสนุนข้อกำหนดด้านการควบคุมกระบวนการผลิต (Process Control)

- ISO 9001:2015 - ข้อ 8.5 (Production & Service Provision) กำหนดให้มีการควบคุมกระบวนการผลิตที่ชัดเจน

- คู่มือช่วยให้การควบคุมการทำงานของระบบ Electro Magnetic Strip Stabilizer (EMSS) เป็นไปตามมาตรฐาน

- ลดข้อผิดพลาดในการใช้งานและช่วยให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพ

3. รองรับข้อกำหนดด้านการฝึกอบรมพนักงาน (Training & Competency)

- ISO 9001:2015 - ข้อ 7.2 (Competence) ระบุว่าพนักงานต้องมีความรู้และทักษะที่เหมาะสม

- คู่มือนี้สามารถใช้เป็นเอกสารประกอบการฝึกอบรม (Training Material) สำหรับพนักงานใหม่

- ทำให้พนักงานมีความเข้าใจในระบบ EMSS และสามารถใช้งานได้ถูกต้อง

4. ช่วยให้การบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาเป็นระบบ (Maintenance & Troubleshooting)
 - ISO 9001:2015 - ข้อ 8.5.1 (Control of Production) กำหนดให้มีแนวทางป้องกันความผิดพลาดและดำเนินการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
 - คู่มือ EMSS สามารถใช้เป็นแนวทางในการซ่อมบำรุง (Preventive Maintenance) และแก้ไขปัญหา (Troubleshooting Guide)
 - ลดโอกาสการหยุดชะงักของการผลิตและช่วยให้การซ่อมบำรุงเป็นไปตามมาตรฐาน
5. เป็นหลักฐานในการตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability & Audit Support)
 - ISO 9001:2015 - ข้อ 7.5 (Documented Information) กำหนดให้มีเอกสารที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับ
 - คู่มือสามารถใช้เป็น หลักฐานประกอบการตรวจสอบ (Audit Evidence) ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบการผลิต
 - ทำให้กระบวนการผลิตมีความน่าเชื่อถือ และสอดคล้องกับมาตรฐาน

จากการทำคู่มือเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า พบว่าการพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถทำให้พนักงานเข้าใจง่าย ครอบคลุมทั้งมุมมองซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ โครงสร้างโปรแกรม และการเชื่อมต่อกับเครื่องปรับเสถียรภาพแผ่นเหล็กด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า พร้อมทั้งทดสอบผลลัพธ์ด้านประสิทธิภาพ การเรียนรู้ และการหยุดการทำงานของเครื่องจักรได้อย่างเข้าใจ สอดคล้องกับรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ได้มีการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานในงานด้านการชุบโลหะได้แก่ การพัฒนารูปแบบศักยภาพในการปฏิบัติงานของผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตบรรจุภัณฑ์โลหะในยุคดิจิทัล (ทยา, 2567)

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพที่ให้โอกาสนักศึกษาได้เข้าสหกิจศึกษาได้ความรู้และประสบการณ์มากมายเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการทำงานในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎดา วิสูตรานนท์. (2564). *การควบคุมซีเควนซ์ และ PLC*. สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- พิศนุรัตน์ เขจร. (2564). *PLC กับการควบคุมแบบซีเควนซ์ (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. AUTOMATION BOOK.
- ทยา ปิณฑะแพทย์, สมนึก วิสุทธิแพทย์, ธีรวุฒิ บุญยโสภณ และวรินทร์ พิศาลพงศ์. (2024). การพัฒนารูปแบบศักยภาพในการปฏิบัติงานของผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตบรรจุภัณฑ์โลหะในยุคดิจิทัล. *วารสารพัฒนารัฐกิจและอุตสาหกรรม*, 4(2), 108-124.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2566). รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ไตรมาสที่ 4/2566 และ
แนวโน้มไตรมาสที่ 1/2567. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม.

Abuhav, I. (2017). ISO 9001: 2015-A complete Guide to Quality Management Systems. CRC
press.

Guelton, N., Lopès, C., & Sordini, H. (2016). Cross coating weight control by electromagnetic
strip stabilization at the continuous galvanizing line of ArcelorMittal Florange.
Metallurgical and Materials Transactions B, 47(4), 2666-2680.

Marder, A., & Goodwin, F. (2023). The Metallurgy of Zinc Coated Steels. Elsevier.

Marko, L. (2021). *Multivariable Strip Shape Control in Hot-dip Galvanizing Lines*. Doctoral
dissertation, Wien.

Marko, L., Saxinger, M., Steinboeck, A., & Kugi, A. (2018). Magnetic actuator design for strip
stabilizers in hot dip galvanizing lines. In *2018 IEEE Industry Applications Society
Annual Meeting (IAS)*. (pp. 1-9). IEEE.

Marko, L., Saxinger, M., Steinboeck, A., & Kugi, A. (2019). Magnetic actuator design for strip
stabilizers in hot-dip galvanizing lines: Examining rules and basic tradeoffs. *IEEE
Industry Applications Magazine*, 26(2), 54-63.

Ranieri, R. (1998). The Steel Industry in the New Millennium Vol. 1: Technology and the
Market. CRC Press.

Saxinger, M. (2020). Model-based control of the transverse strip shape and position in a
hot-dip galvanizing line. Doctoral dissertation, Technische Universität Wien.

White, D. E. (2013). How to Find Out in Iron and Steel: The Commonwealth and International
Library: Libraries and Technical Information Division. Elsevier.