



สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
เอกสารความรู้ (knowledge documents)

ประเภทเอกสาร

- TR: รายงานเชิงเทคนิค (TECHNICAL REPORT)
- TN: รายงานเชิงเทคนิค (ฉบับย่อ) (TECHNICAL NOTE)
- MN: คู่มือการดำเนินงาน (Operation Manual) / คู่มือการใช้งาน (Instruction Manual) / แผนปฏิบัติการ (Operation Plan)

หมายเลขเอกสาร(For QDS) KM Document No.	SLRI-TR-2025-080
ชื่อเรื่อง Title	การปรับปรุงระบบความปลอดภัย (Personnel Safety Interlock) ของสถานีทดลองของระบบลำเลียงแสงที่ 7.2W
ชื่อฝ่าย Department	ฝ่ายระบบลำเลียงแสง
วันที่เผยแพร่ Release date	21 พฤศจิกายน 2568
ระดับการเปิดเผยข้อมูล Level of Disclosure	<input type="checkbox"/> ข้อมูลในรายงานเป็นความลับ (Undisclosed)
	<input type="checkbox"/> เปิดเผยข้อมูลเฉพาะภายในฝ่ายหรือส่วนงาน (Information can be disclosed within department/section)
	<input type="checkbox"/> เปิดเผยข้อมูลได้สำหรับพนักงานของสถาบันฯ และอนุญาตให้บันทึกข้อมูลเข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบ Knowledge Management ภายในสถาบันฯ (Information can be disclosed for SLRI staffs and can be part of SLRI's Knowledge Management System)
	<input checked="" type="checkbox"/> เปิดเผยข้อมูลได้เพื่อเป็นองค์ความรู้สาธารณะ เช่นเว็บไซต์ของสถาบันฯ (Information is available for public)
คำสำคัญ Keyword	Beamline 7.2W:MX, ระบบความปลอดภัย, Personnel Safety Interlock, PSI

รายชื่อผู้จัดทำรายงานหรือผู้ดำเนินโครงการ (Name)	ส่วนร่วมในการปฏิบัติงานในโครงการ Responsible tasks in the project
ผศ.ดร.ศุภกร รักใหม่	ให้คำปรึกษา
ดร.แพรว จิรวัดน์กุล	ให้คำปรึกษา แนวคิด
ดร.ชมภูษ ส่องสิริฤทธิกุล	การทดสอบการใช้งาน, ติดตามความก้าวหน้า
ดร.รัตนา เจริญวัฒนาเสถียร	การทดสอบการใช้งาน, ติดตามความก้าวหน้า
ดร.สุกัญญา เทศทับ	การทดสอบการใช้งาน, ติดตามความก้าวหน้า
นางสาวนฤมล ไม้ทอง	การทดสอบใช้งาน ติดตามความก้าวหน้า การจัดซื้ออุปกรณ์และวัสดุ
นายปรีชา กุลธนสมบูรณ์	งานปรับปรุงระบบไฟฟ้า, การทดสอบ
นายณฤพนธ์ ว่องประชาณุกุล	งานปรับปรุงระบบส่วนควบคุม การทดสอบ
ดร.จักรีรดา อัดตริธยา	ประสานงาน, การทดสอบการใช้งาน, ติดตามความก้าวหน้า, การเขียนรายงาน

บทคัดย่อ

ระบบลำเลียงแสงที่ 7.2W: MX เป็นระบบที่ใช้แสงเอกซเรย์พลังงานสูง (5–20 keV) สำหรับการทดลองด้านผลึกศาสตร์ของโปรตีน การเรืองแสงด้วยรังสีเอกซ์ และการดูดกลืนรังสีเอกซ์ จึงจำเป็นต้องมีระบบความปลอดภัยทางรังสีที่เชื่อถือได้สำหรับเจ้าหน้าที่และผู้ให้บริการ ภายในรายงานฉบับนี้ได้นำเสนอการปรับปรุงระบบความปลอดภัยของสถานีทดลองให้เป็นระบบ Personnel Safety Interlock (PSI) ที่ทำงานร่วมกับกระบวนการ Search Hutch อย่างเป็นขั้นตอน โดยได้ทำการสำรวจข้อจำกัดของระบบเดิมที่ยังไม่รัดกุมเพียงพอ จากนั้นจึงออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม ได้แก่ ชุดควบคุมการเปิด-ปิดประตูพร้อมกุญแจล็อกสองชั้น ระบบไฟและเสียงเตือนสถานะแสงระบบปั๊มฉุกละจิบ ตลอดจนระบบกล้องวงจรปิด ครอบคลุมทุกห้องของสถานีทดลอง เมื่อดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบ PSI ใหม่พบว่าสามารถป้องกันการเปิดลำแสงเอกซเรย์ในขณะที่ยังมีบุคลากรอยู่ในห้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างความมั่นใจด้านความปลอดภัยให้แก่เจ้าหน้าที่และผู้ให้บริการ อีกทั้งยังเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยภายในสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

1. บทนำ

ระบบลำเลียงแสงที่ 7.2W เป็นระบบลำเลียงแสงที่ใช้แสงเอกซเรย์ระดับพลังงานสูง (High Energy X-ray) ในการวัดตัวอย่างด้วยเทคนิคผลึกศาสตร์ของโปรตีน (Macromolecular Crystallography), การเรืองแสงด้วยรังสีเอกซ์ (X-ray Fluorescence Spectroscopy) และ การดูดกลืนรังสีเอกซ์ (X-ray Absorption Spectroscopy) โดยระดับพลังงานที่ใช้ในระบบลำเลียงแสงนี้อยู่ระหว่าง 5 – 20 keV ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบความปลอดภัยทางรังสีที่เหมาะสมสำหรับนักวิทยาศาสตร์ระบบลำเลียงแสง และกลุ่มนักวิจัยทั่วไปที่เข้าใช้บริการระบบลำเลียงแสงแห่งนี้

ระบบ Personnel Safety Interlock (PSI) เป็นระบบความปลอดภัยสำหรับผู้ที่ต้องเข้าไปปฏิบัติงานในปลายสถานีทดลอง (End Station) หรือห้องระบบลำเลียงแสง (Optic hutch) ทำงานร่วมกับขั้นตอน Personnel Search ซึ่งเป็นขั้นตอนการค้นหาผู้ที่ปฏิบัติงานร่วมกันภายในห้องเดียวกัน จึงเป็นระบบที่ช่วยเตือนให้ผู้ที่จะเริ่มทำการทดลองต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ที่ปฏิบัติงานร่วมกัน โดยระบบ PSI จะป้องกันไม่ให้เกิดการเปิดรังสีเอกซ์เข้าไปในปลายสถานีทดลอง หากผู้ปฏิบัติงานยังปฏิบัติตามขั้นตอน Personnel Search ไม่สมบูรณ์

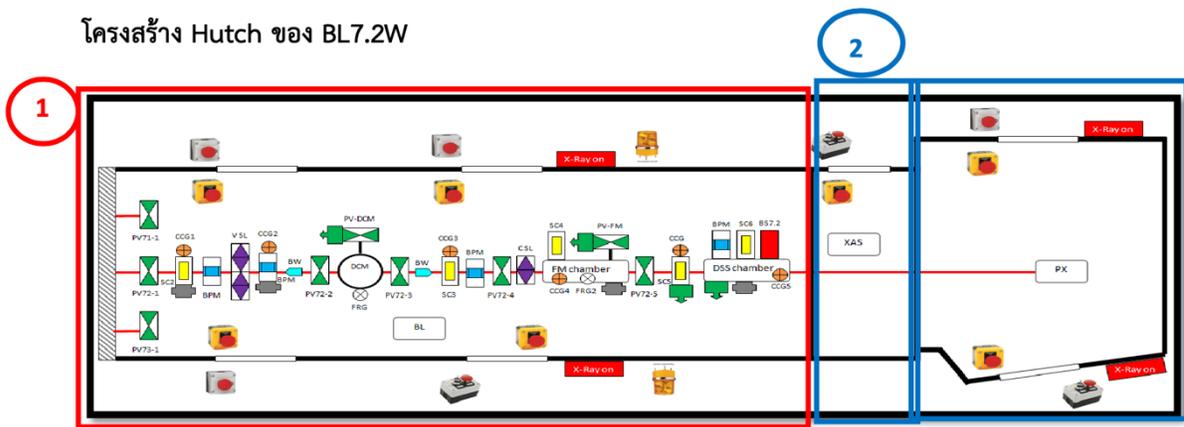
ระบบ PSI สำหรับระบบลำเลียงแสงประกอบด้วย 5 ส่วนหลักคือ

1. Front Panel กล่องควบคุมส่วนหน้า ซึ่งติดตั้งหน้าประตูทางเข้า Hutch มีปุ่มต่างๆสำหรับควบคุมการเปิด-ปิดประตู คือ ปุ่มฉุกเฉิน, ปุ่ม ON (ปุ่มล๊อคประตูด้วยแถบแม่เหล็ก), ปุ่ม OFF (ปุ่มปลดล๊อคประตู), ช่องเสียบกุญแจสำหรับเปิด-ปิดประตู และปุ่มเสียบกุญแจสำหรับ Override Key
2. กุญแจเปิด-ปิดประตู เป็นกุญแจชนิด Access Interlock
3. แถบแม่เหล็กที่บานประตู หากปุ่ม ON แถบแม่เหล็กจะทำงาน ทำให้ไม่สามารถเปิดประตูได้
4. Indoor Panel กล่องควบคุมส่วนใน มีปุ่ม Search และ ปุ่มฉุกเฉิน
5. ไฟแสดงสถานะ

กุญแจที่ใช้งานในส่วนที่ 1 และ 2 นั้นเป็นกุญแจแบบ trap key ซึ่งสามารถดึงออกจากช่องควบคุมส่วนหน้าได้ก็ต่อเมื่ออยู่ในตำแหน่ง OFF และสามารถดึงออกจากช่องเสียบที่ประตูได้ก็ต่อเมื่อประตูล๊อค ทั้งนี้เพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติงานดึงกุญแจออกจากกล่องควบคุมหน้าห้อง Hutch ก่อนที่จะสั่งให้แถบแม่เหล็ก ณ บานประตูหยุดทำงาน และป้องกันไม่ให้นำกุญแจออกจากประตูได้ โดยที่ยังไม่ได้ล๊อคประตู

นอกจากระบบความปลอดภัยชนิด PSI ยังมีป้ายแสดงสถานะ X-RAY ON บริเวณเหนือประตู เพื่อแสดงสถานะว่ามีแสงรังสีเอกซ์ได้เข้าใน ส่วน Hutch หรือไม่ โดยต้องติดตั้งในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจนประตูของทุก Hutch ที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าได้ และปุ่มฉุกเฉิน จะต้องติดตั้งในบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายทั้งภายในและภายนอกของ hutch โดยมีลักษณะเป็นปุ่มที่กดแล้วค้าง หลักการทำงานคือ ถ้าปุ่มฉุกเฉินกดอยู่ จะทำให้ไม่สามารถเปิด safety shutter เพื่อนำรังสีเอกซ์เข้าใน Hutch ได้ และ หากในระหว่างที่ safety shutter เปิดอยู่ เมื่อกดปุ่มฉุกเฉิน จะทำให้ safety shutter จะปิดทันที ทั้งนี้ทั้งป้ายแสดงสถานะ X-RAY ON และปุ่มฉุกเฉินจะทำงานเป็นอิสระจากระบบ PSI

โครงสร้าง Hutch ของ BL7.2W



รูปที่ 1 โครงสร้าง Hutch ของ BL7.2W:MX และตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆที่ติดตั้งแต่ละจุด

- 1) ห้องระบบลำเลียงแสง 2) ปลายสถานีทดลอง XAS และ MX/XRF/GIXRD

2. วัตถุประสงค์

ปรับปรุงระบบความปลอดภัยของสถานีทดลองที่ 7.2W ให้เป็นระบบ Personnel Safety Interlock เป็นไปตามแผนการปรับปรุงความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการแสงสยาม

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การตรวจสอบระบบที่มีอยู่เดิม

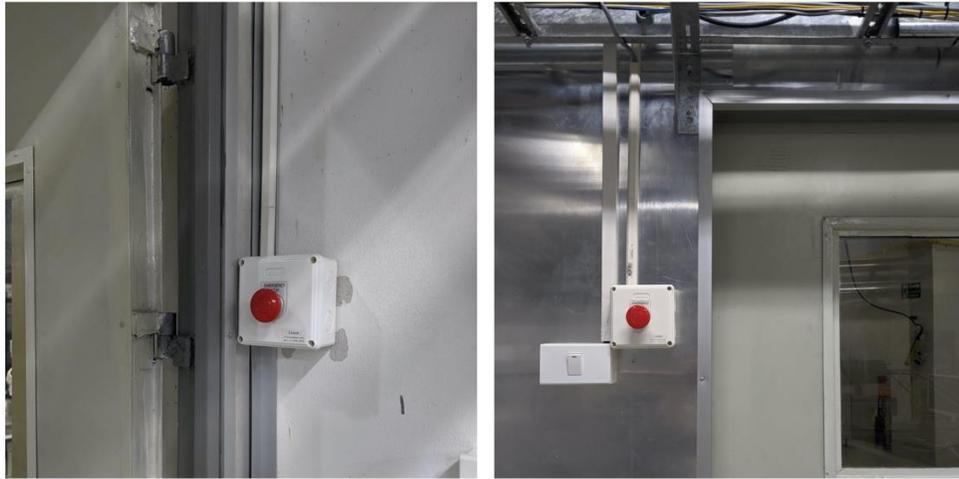
ระบบความปลอดภัยเดิมของปลายสถานีทดลองที่ 7.2W ยังไม่รัดกุมเพียงพอที่จะสร้างความปลอดภัยแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องปฏิบัติงานในบริเวณสถานีทดลอง ระบบความปลอดภัยเดิมที่ถูกติดตั้งตามห้องต่างๆดังรูป



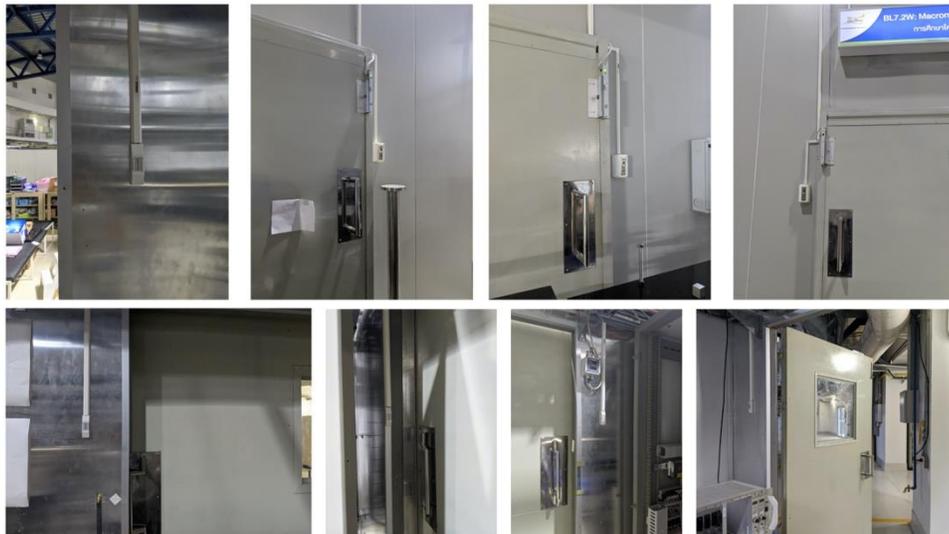
รูปที่ 2 ระบบแม่เหล็กลือคประตูห้องปลายสถานีทดลองสัมพันธ์กับระบบเปิด-ปิดแสงเข้าภายในห้อง



รูปที่ 3 ไฟเตือนสถานะ X-RAY ON



รูปที่ 4 ปุ่มฉุกเฉินภายในปลายสถานีทดลอง



รูปที่ 5 ปุ่มเปิดประตูภายในแต่ละห้องระบบลำเลียงแสง



รูปที่ 6 ปุ่มเปิดและกุญแจโอเวอร์ไรด์สำหรับการเข้าห้องระบบลำเลียงแสง

3.2 การจัดหาอุปกรณ์และติดตั้งเพื่อปรับปรุงระบบความปลอดภัย

ด้วยคำแนะนำจากคณะกรรมการการปรับปรุงระบบความปลอดภัยสำหรับสถานีทดลอง จึงได้ทำการปรับปรุงระบบต่างๆสำหรับ Search Hutch ด้วยการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม ดังนี้

1. ระบบควบคุมการเปิด-ปิดประตูพร้อมกับกุญแจล็อคสองชั้น
2. ระบบสัญญาณไฟและเสียงเตือนในระหว่างค้นหา (Search Hutch) ก่อนทำการเปิดแสง
3. ระบบประตูฉุกเฉินพร้อมกับตัดแสง
4. ระบบกล้องวงจรปิด

จากการจัดหาตามหมายเลข พส.025/2565 เมื่อวันที่ 27 ตุลาคม 2564 และได้ดำเนินงานทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับระบบความปลอดภัยของสถานีทดลองที่ 7.2W ฉบับปรับปรุงใหม่ ดังรูปดังนี้



รูปที่ 7 อุปกรณ์สำหรับความปลอดภัยติดตั้งบริเวณภายนอกของปลายสถานีทดลองที่ 7.2W ประกอบด้วยไฟเตือนสถานะแสงและระบบควบคุมการเปิด-ปิดประตูพร้อมกับกุญแจสองชั้น



รูปที่ 8 อุปกรณ์สำหรับความปลอดภัยติดตั้งบริเวณภายในปลายสถานีทดลองที่ 7.2W ประกอบด้วยปุ่มฉุกเฉิน ไฟเตือนสถานะแสง และระบบเสียงเตือน



รูปที่ 9 อุปกรณ์สำหรับความปลอดภัยสำหรับห้อง XAS station ประกอบด้วยระบบควบคุมประตูเข้า-ออก ไฟเตือนสถานะแสง ระบบเสียงเตือน และปุ่มฉุกเฉิน



รูปที่ 10 อุปกรณ์ความปลอดภัยติดตั้งบริเวณภายนอกของห้องระบบลำเลียงแสง 7.2W ประกอบด้วยระบบควบคุมเปิด-ปิดประตู ไฟและเสียงเตือนสถานะแสง

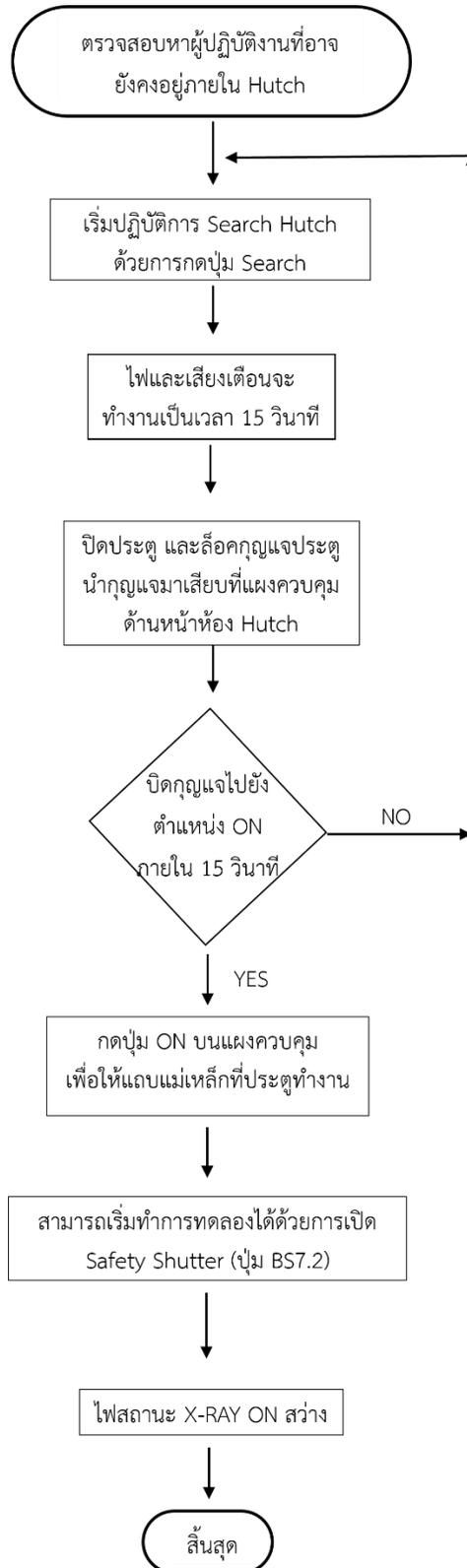


รูปที่ 11 อุปกรณ์ความปลอดภัยติดตั้งบริเวณภายในของห้องระบบลำเลียงแสง 7.2W ประกอบด้วยปุ่มฉุกเฉิน ไฟและเสียงเตือนสถานะของแสง

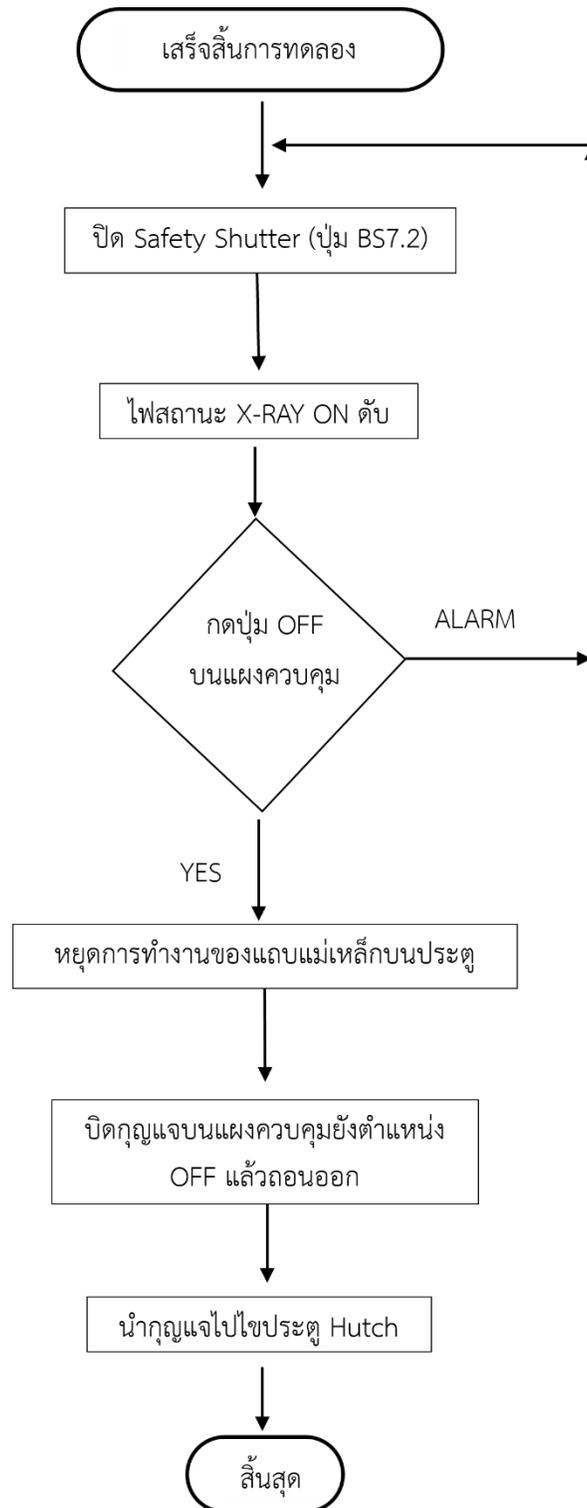
3.3 การปรับปรุงลำดับกระบวนการของระบบ PSI

จากระบบมาตรการความปลอดภัยแบบ PSI มีหลายขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติตาม จึงสามารถสรุปแต่ละขั้นตอนในรูป Flow Chart ดังนี้

1. ขั้นตอนก่อนเริ่มการทดลอง



2. ขั้นตอนหลังเสร็จสิ้นการทดลอง



4. ผลลัพธ์ และอภิปรายผล

จากระบบความปลอดภัยเดิมของระบบลำเลียงแสงที่ 7.2W: MX ปรับปรุงให้เป็นระบบ Personnel Safety Interlock (PSI) ผ่านกระบวนการ Search Hutch ซึ่งมีการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ ระบบชุดควบคุมการเปิด-ปิด ประตูและกุญแจโอเวอร์ไรด์ที่สัมพันธ์กับการเปิด-ปิดแสงผ่านระบบลำเลียงแสง ระบบไฟและเสียงเตือนแสดงสถานะ แสง ปุ่มฉุกเฉิน และระบบกล้องวงจรปิด โดยติดตั้งในทุกห้องของสถานีทดลองที่ 7.2W ดังนั้นระบบ PSI ของสถานีทดลองที่ 7.2W เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดภายในสถาบัน

6. สรุปผล

ระบบ Personnel Safety Interlock ผ่านระบบ Search Hutch ที่ถูกติดตั้งในบริเวณระบบลำเลียงแสงและปลายสถานีทดลอง เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดภายในสถาบัน และสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยของกลุ่มผู้ใช้บริการของสถานีทดลองที่ 7.2W: MX

7. กลุ่มผู้ใช้ประโยชน์

เจ้าหน้าที่ และผู้ใช้บริการที่เข้าปฏิบัติงานในบริเวณสถานีทดลองของระบบลำเลียงแสงที่ 7.2W: MX