เจ้าของความคิด

การตรวจวัดการสั่นสะเทือนในเรือ

น.ต.สมนึก พงษ์สิน

ประจำแผนกทดสอบเครื่องวัด

แผนกทดสอบเครื่องวัด

กองควบคุมคุณภาพ

กรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

ร.ท.อนุชา ลูกจันทร์

ประจำแผนกทดสอบวัสดุ

แผนกทดสอบวัสดุ

กองควบคุมคุณภาพ

กรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

1. จุดประสงค์

ทำการตรวจสอบสภาพและวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือนของเครื่องจักรกล และอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทราบถึงสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น ขณะเครื่องจักรกำลังทำงาน

2. ขอบเขตของการตรวจวัดการสั่นสะเทือน

ตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือนเครื่องจักรกล เครื่องยนต์ ชุดเกียร์ มอเตอร์ พัดน้ำ และอุปกรณ์ต่างๆ ในสภาวะการเคลื่อนที่ (Dynamic) รวมทั้งโครงสร้างตัวเรือและส่วนประกอบ

3. เอกสารอ้างอิง

3.1 การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรเชิงปฏิบัติ (Mechanical Vibration in Practice)

พื้นฐานและการวิเคราะห์ (Fundamental and Analysis)

น.ท.ดร. เศวตนันท์ ประยูรรัตน์ กคภ.อจปร.อร. พ.ศ. 2535

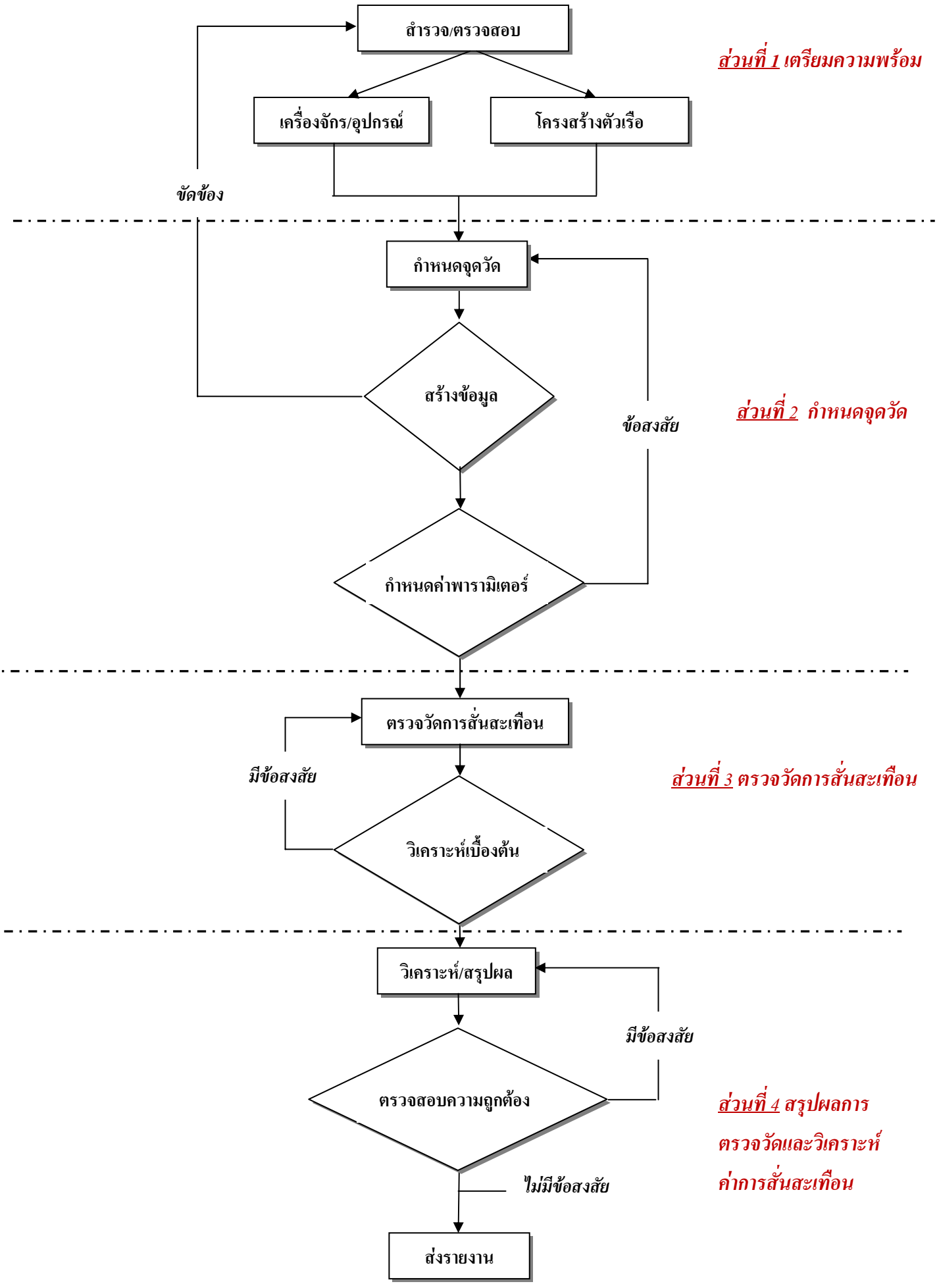
3.2 มอร. 200-0002-1148 การวิเคราะห์การสั่นสะเทือนในเรือ พ.ศ. 2548

3.3 การกำหนดจุดตรวจวัดการสั่นสะเทือน

ร.ท.อนุชา ลูกจันทร์ กคภ.กพช.อร. พ.ศ. 2553

การตรวจวัดการสั่นสะเทือนในเรือ

ขั้นตอนการตรวจวัดการสั่นสะเทือนในเรือ



รายละเอียดขั้นตอนการตรวจวัดการสั่นสะเทือนในเรือ

ส่วนที่ 1 เตรียมความพร้อม

การเตรียมความพร้อม หมายถึง การจัดเตรียมงานในด้านต่าง ๆ ให้มีความพร้อมเพื่อที่จะดำเนินการตรวจวัดการสั่นสะเทือนให้ได้ผลเป็นอย่างดี ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

หัวข้อที่ 1 การสำรวจ และตรวจสอบ เป็นการสำรวจหน้างานที่จะต้องทำการตรวจวัดการสั่นสะเทือนจริง พร้อมกับการเก็บข้อมูลที่สำคัญ เพื่อใช้ในการกำหนดจุดวัดฯ วางแผนการตรวจวัดฯ และใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

1. เครื่องจักร/อุปกรณ์
2. โครงสร้างตัวเรือ

1. เครื่องจักร/อุปกรณ์

หมายถึง เครื่องจักรกลชนิดต่าง ๆ เช่น เครื่องยนต์-ชุดต้นกำลังขับ, เกียร์-ชุดส่งกำลังขับ, เพลาใบจักร-ชุดรับแรง, ชุดมอเตอร์ไฟฟ้า, พัดน้ำ, เครื่องอัดอากาศ, เครื่องปรับอากาศ, แบริ่งรองรับเพลาใบจักร เป็นต้น

ข้อควรปฏิบัติ 1. ทำการสำรวจและตรวจสอบส่วนประกอบของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่จะทำการตรวจวัดฯ ให้ครบถ้วนตาม Name Plate เช่น รอบการใช้งาน , กำลังแรงม้า, เป็นต้น ตามแผ่นบันทึกการตรวจสอบ (Machinery Data Sheet) ท้ายผนวก ค.

2. ตรวจสอบการติดตั้งเครื่องจักร/อุปกรณ์อยู่บนฐานแท่นที่แข็งแรง หรือฐานแท่นที่ยืดหยุ่นได้

3. ตรวจสอบบริเวณใกล้เคียงหรือรอบ ๆ เครื่องจักรที่จะทำการตรวจวัด ว่ามีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ติดตั้งใกล้เคียงให้เก็บบันทึกข้อมูลของเครื่องจักร/อุปกรณ์เหล่านั้นด้วย เช่น รอบการทำงานาของเครื่องจักร กำลังแรงม้า เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ 1. ขณะทำการตรวจสอบเครื่องจักรที่กำลังทำงานให้สังเกตอาการทำงานของเครื่องฯ มี เสียงดังผิดปกติหรือสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร ให้ทำการบันทึกไว้ในแบบบันทึกการตรวจสอบ

2. บันทึกภาพเครื่องจักร/อุปกรณ์ ที่ทำการตรวจวัดฯ

3. ตรวจสอบประวัติการทำงานของเครื่องจักร/อุปกรณ์ จากเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบเครื่องจักร

ข้อควรระมัดระวัง 1. ขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานให้เพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษในขณะที่ทำการสำรวจ เช่น แขนเสื้อควรลดลงและติดกระดุมให้เรียบร้อย

2.<u>โครงสร้างตัวเรือ</u>

หมายถึงโครงสร้างหลัก หรือส่วนประกอบของตัวเรือ หรือเป็นโครงสร้างที่รองรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งในเรือ เช่น เสากระโดง, ผนัง, พื้นดาดฟ้าชั้นต่าง ๆ

<u>ข้อควรปฏิบัติ</u> 1. ตรวจสอบข้อมูลทั่วไปซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสั่นสะเทือนของโครงสร้างตัวเรือ รวมทั้งประวัติการซ่อมทำ พอสรุปได้ คือ

1.1 สถานะภาพเรือ เช่น มีระวางขับน้ำเท่าไรขณะทำการตรวจวัดการสั่นสะเทือน

1.2 มีการซ่อมทำส่งผลให้น้ำหนักเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร หรือมีการปรับเปลี่ยนเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างหรือไม่

1.3 สภาวะขณะเกิดการสั่นสะเทือนเป็นอย่างไร เช่น เรือเทียบท่า หรือ เรือแล่นในทะเลโดยใช้ความเร็วรอบเครื่องจักรใหญ่ และรอบเพลาเท่าใด หรือ เกิดการสั่นสะเทือนโครงสร้างตัวเรือบริเวณดาดฟ้าท้ายเรือ ขณะเรือเดินที่ความเร็วปกติ แต่ภาวะทะเล 4 (Sea State 4) [ความเร็วลม 17-21 นอต ทะเลมีคลื่นปานกลาง ความสูงของคลื่น 1.25-2.50 เมตร] การวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือนที่เกิดกับโครงสร้างตัวเรืออาจเกิดจากปัจจัยภายนอก (คลื่นลม) เป็นตัวที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนก็ได้ ซึ่งข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะนำไป สู่การวิเคราะห์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. ตรวจสอบแบบแปลนเรือหรือ ตำแหน่งที่เกี่ยวข้องกับการสั่นสะเทือน เช่น บริเวณที่เกิดการสั่นสะเทือนดาดฟ้าหัวเรือที่กงหมายเลขเท่าไร กราบซ้ายหรือกราบขวา ทิศทางหรือแนวทางของการสั่นสะเทือนเป็นเช่นไร ตัวอย่างการสั่นสะเทือนเกิดขึ้นในแนวตั้ง (Vertical) หมายถึง การส่งผ่านการสั่น-สะเทือนเกิดขึ้นจากข้างล่างขึ้นบน หรือจากบนลงล่าง ซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดพลังงาน รวมทั้งส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บริเวณโดยรอบพื้นที่ ที่เกิดการสั่นสะเทือน ซึ่งในบางอุปกรณ์อาจมีส่วนเพิ่มความรุนแรงของการสั่นสะเทือนให้สูงยิ่งขึ้น หากอุปกรณ์เหล่านั้นเกิดความถี่ธรรมชาติที่มีค่าตรงกับอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะทำให้เราสามารถกำหนดขอบเขตหรือบริเวณที่จะทำการตรวจสอบได้ชัดเจน

3.แหล่งกำเนิดพลังงาน หรือเครื่องจักรกล/อุปกรณ์ที่เป็นตัวต้นในการกำเนิดพลังงานต่าง ๆ เช่น เครื่องจักรใหญ่, เครื่องไฟฟ้า, มอเตอร์ต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ที่สามารถส่งผ่านทำให้เกิดการสั่นสะเทือน เช่นเพลาใบจักร, ใบจักร เป็นต้น

<u>หัวข้อที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจวัดการสั่นสะเทือน</u> เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดการสั่นสะเทือนมีส่วนสำคัญไม่น้อยไปกว่าส่วนอื่น ๆ หากเตรียมการทุกส่วนพร้อม แต่เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดไม่พร้อม เปรียบเสมือนรถยนต์ที่มีน้ำมันเต็มถังพร้อมออกเดินทางแต่เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ได้ เนื่องจากขาดแบตเตอร์รี่ ก็จะส่งผลทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในงานที่ต้องทำ พอสรุปได้ดังนี้

2.1 เครื่องตรวจวัดการสั่นสะเทือน

<u>ข้อควรปฏิบัติ</u> 1. ชาร์ทแบตเตอร์รี่ให้เต็มทุกครั้งก่อนออกปฏิบัติงาน

2.ทดสอบการทำงานของเครื่องตรวจวัดฯ ก่อนออกทำงานจริงเสมอ เพื่อเป็นการตรวจสอบ

ความพร้อมของเครื่องตรวจวัด เช่นการโยกย้ายข้อมูลจากฐานข้อมูลสู่เครื่องตรวจวัดฯ รวมทั้งการทำงานในฟังก์ชั่นต่าง ๆ ของเครื่องตรวจวัดฯ

ข้อเสนอแนะ ตรวจสอบสภาพของสายคล้องคอว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่

ข้อควรระมัดระวัง 1. การชาร์ทแบตเตอร์รี่ควรชาร์ทในช่วง 8 – 10 ช.ม. เท่านั้น หากใช้เวลาชาร์ทนานเกินไปจะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอร์รี่สั้นลง

2.2 การเลือกหัวตรวจวัด

ข้อควรปฏิบัติ จะต้องเลือกให้ตรงกับประเภทการใช้งานหรือใกล้เคียงกับงานมากที่สุด เช่น การวัดเครื่องจักรที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 50 ° C ต้องใช้หัวตรวจวัดที่สามารถทนอุณหภูมิสูงได้ (High Temperature Probe) เป็นต้น

ข้อเสนอาแนะ -

ข้อควรระมัดระวัง -

2.3 สายนำสัญญาณ

ข้อควรปฏิบัติ ตรวจสอบการขาดชำรุดของสายทั้งภายนอกและภายใน

ข้อเสนอแนะ จัดให้มีสายนำสัญญาณสำรองอย่างน้อย 1 เส้นเสมอเมื่อออกปฏิบัติงาน

ข้อควรระมัดระวัง เวลาเก็บสายนำสัญญาณระมัดระวังไม่ให้เกิดการพับ หัก งอ ของสาย

หัวข้อ 3 ข้อมูล หมายถึงฐานข้อมูลที่มีอยู่ในโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการตรวจวัดการสั่นสะเทือน เช่น จุดวัด, ค่าพารามิเตอร์, ค่าการสั่นสะเทือน เป็นต้น

ข้อควรปฏิบัติ 1. ตรวจสอบฐานข้อมูลเดิมในโปรแกรมการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือน ในกรณีที่เป็นงานที่เคยทำมาแล้ว

2. หากไม่พบข้อมูลของงานที่ต้องทำ ให้ทำการกำหนดจุดวัดตามขั้นตอนข้อ 2 ในส่วนที่ 2

ข้อเสนอแนะ ควรทำการศึกษาผลการตรวจวัดการสั่นสะเทือนจากข้อมูลเดิมทุกครั้ง ก่อนจะทำการตรวจวัดการสั่นสะเทือนครั้งใหม่ เพื่อให้ทราบถึงข้อสังเกตหรือว่ามีจุดไหนที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ

ข้อควรระมัดระวัง ขณะทำการตรวจสอบฐานข้อมูลหรือแก้ไข ให้เพิ่มความระมัดระวังในการแก้ไขฐานข้อมูล และควรทำการ Back up ฐานข้อมูลทุกครั้งหลังมีการเปลี่ยนแปลง

หัวข้อ 4 บุคลากร หมายถึง บุคคลที่มีความสามารถทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือนเบื้องต้นได้ดี ประกอบด้วย

1.ความรู้

1.1 การอบรมความรู้ด้านการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือนแก่ผู้ปฏิบัติงาน ให้มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถกำหนดจุดตรวจวัดและใช้เครื่องตัววัดได้ดีพอสมควร

1.2 ให้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องจักร/อุปกรณ์ ที่จะทำการตรวจวัดแก่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน

ข้อควรปฏิบัติ การจัดชุดปฏิบัติงานตรวจวัดการสั่นสะเทือนอย่างน้อยต้องมี 2 คนขึ้นไป เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการปฏิบัติงานตรวจวัดฯ

ข้อเสนอแนะ -

ข้อควรระมัดระวัง -

2.ร่างกาย

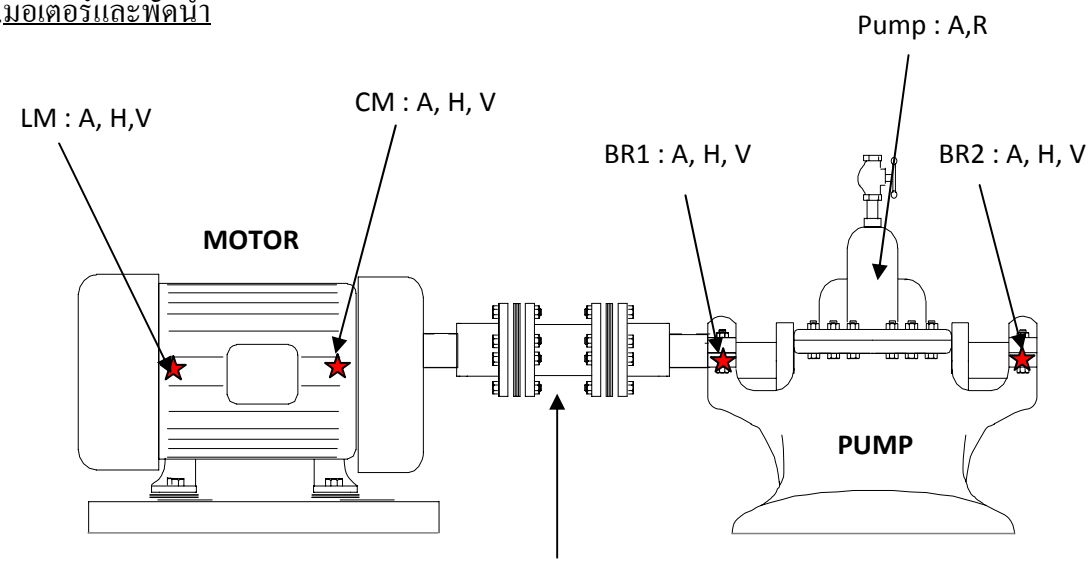
เตรียมความพร้อมของร่างกาย เช่น พักผ่อนให้เพียงพอ และต้องมีอุปกรณ์นิรภัยส่วนบุคคล อาทิ เครื่องป้องกันเสียง, รองเท้านิรภัย เป็นต้น รวมทั้งการแต่งกายให้มีความเหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติ

ส่วนที่ 2 กำหนดจุดวัด

หลังจากปฏิบัติตามขั้นตอนในส่วนที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมเรียบร้อยแล้ว ก็ให้นำข้อมูลที่ได้มาทำการกำหนดจุดวัดตามโจทก์ที่ได้รับมาไม่ว่าจะเป็นส่วนของเครื่องจักร/อุปกรณ์ หรือโครงสร้างตัวเรือ โดยใช้ข้อมูลดังกล่าวร่วมกับภาพสเก็ต เพื่อให้การกำหนดจุดวัดเป็นไปอย่างถูกต้องครบถ้วน

ตัวอย่าง การกำหนดจุดวัดเครื่องจักร/อุปกรณ์

1.มอเตอร์และพัดน้ำ



★ คือ ตำแหน่งจุดวัดที่ถูกกำหนดไว้เป็นตำแหน่งของแบริ่ง หรือใกล้เคียงกับแบริ่งมากที่สุด สรุปได้ดังนี้

1.1 มอเตอร์ (Motor) ตำแหน่ง LM แนวตรวจวัด A, H, V

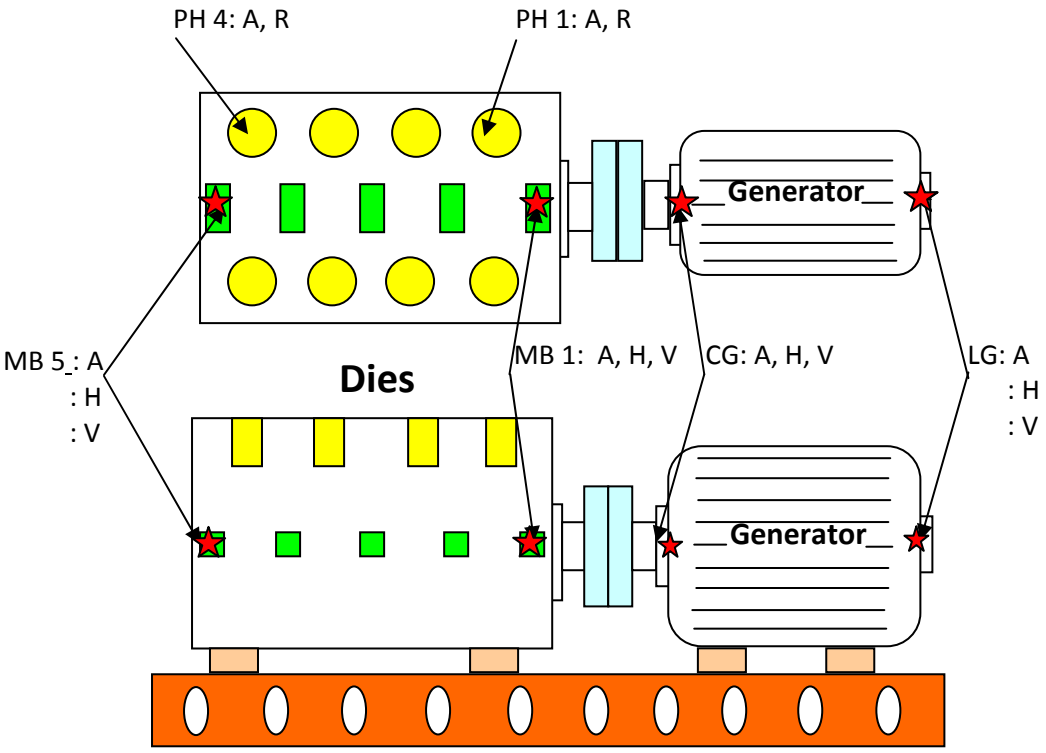
ตำแหน่ง CM แนวตรวจวัด A, H, V

1.2 พัดน้ำ (Pump) ตำแหน่ง BR แนวตรวจวัด A, H, V

ตำแหน่ง PP แนวตรวจวัด A, H, V

<u>หมายเหตุ</u> ตำแหน่ง BR ขึ้นอยู่กับจำนวนแบริ่งของแต่ละอุปกรณ์

2. <u>เครื่องไฟฟ้า</u>



สำหรับการกำหนดจุดวัดเครื่องไฟฟ้ามีลักษณะคล้ายกับการกำหนดจุดในส่วนของมอเตอร์ จะแตกต่างกัน คือ แหล่งกำเนิดพลังงานจะเปลี่ยนจากมอเตอร์ขับ เป็นเครื่องยนต์ขับแทน แต่การกำหนดจุดตรวจวัดยังคงเหมือนเดิม เพียงแต่เพิ่มในส่วนการตรวจวัดที่ยอดลูกสูบ เพื่อเป็นการตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของลูกสูบ

★ คือ ตำแหน่งจุดวัดที่ถูกกำหนดไว้เป็นตำแหน่งของแบริ่ง หรือใกล้เคียงกับแบริ่งมากที่สุด สรุปได้ดังนี้

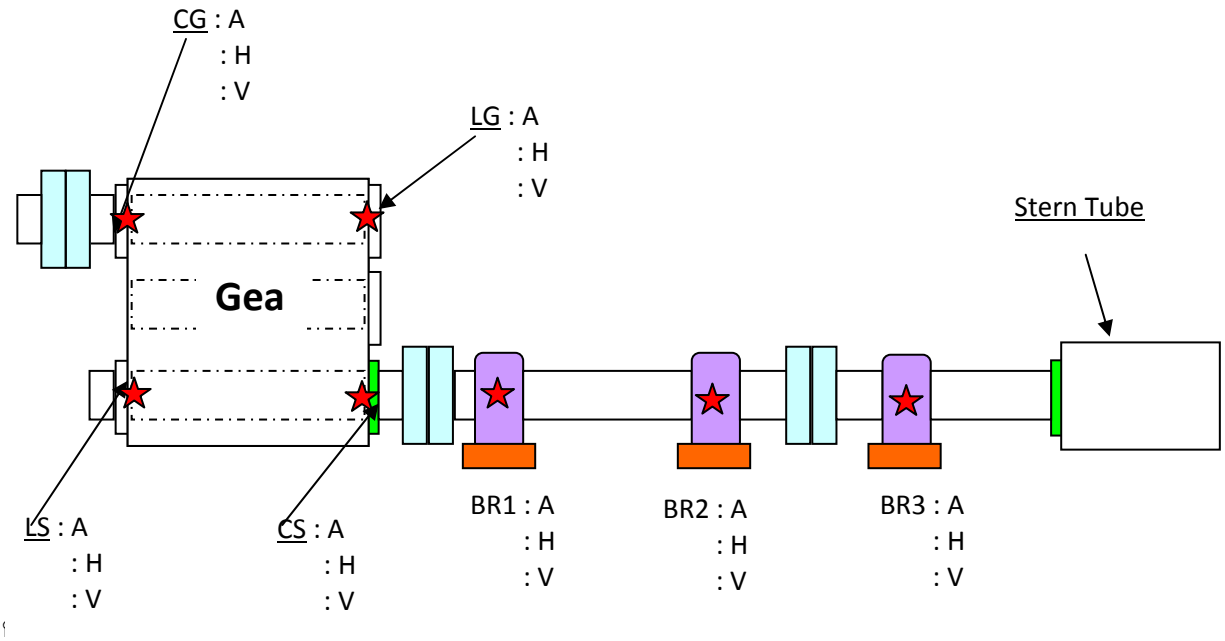
2.1 เครื่องยนต์ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Diesel Engine) ตำแหน่ง PH แนวตรวจวัด A, R

ตำแหน่ง MB แนวตรวจวัด A, H, V

2.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ตำแหน่ง CG แนวตรวจวัด A, H, V

ตำแหน่ง CG แนวตรวจวัด A, H, V

3. ระบบขับเคลื่อนเรือ



ภาพแสดงชุดเกียร์และแบริ่งรองรับเพลาใบจักร

ตัวอย่างสุดท้ายที่ขอยกตัวอย่าง คือ ระบบขับเคลื่อนเรือซึ่งเป็นการกำหนดจุดวัดแบบผสมผสานหรือแบบรวม เป็นการนำเอาจุดวัดในรูปแบบต่าง ๆ มาจัดกลุ่มใหม่ เพื่อให้การกำหนดจุดวัดตรงตามความต้องการและถูกต้องตามหลักวิชาการ

★ คือ ตำแหน่งจุดวัดที่ถูกกำหนดไว้เป็นตำแหน่งของแบริ่ง หรือใกล้เคียงกับแบริ่งมากที่สุด สรุปได้ดังนี้

3.1 เครื่องยนต์ขับ (Diesel Engine) ตำแหน่ง PH แนวตรวจวัด A, R
ตำแหน่ง MB แนวตรวจวัด A, H, V

3.2 ชุดเกียร์ (Gera Box) ตำแหน่ง CG แนวตรวจวัด A, H, V
ตำแหน่ง LG แนวตรวจวัด A, H, V
ตำแหน่ง CS แนวตรวจวัด A, H, V
ตำแหน่ง LS แนวตรวจวัด A, H, V

3.3 แบริ่งรองรับเพลา ตำแหน่ง BR แนวตรวจวัด A, H, V

หมายเหตุ ตำแหน่ง BR ขึ้นอยู่กับจำนวนแบริ่งรองรับเพลาใบจักรของเรือแต่ละลำ
สำหรับรายละเอียดการกำหนดจุดวัดดูได้จาก ผนวก ค.

ส่วนที่ 3 ตรวจวัดการสั่นสะเทือน

1. การตรวจวัดการสั่นสะเทือน ควรปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ซักซ้อม

ข้อควรปฏิบัติ ทำความเข้าใจและนัดหมายกับทีมงานตรวจวัดฯ ในเรื่องตำแหน่งจุดวัด ทิศทาง และสัญญาณต่าง ๆ ก่อนทำการตรวจวัดจริง

ข้อเสนอแนะ ควรนำหัวตรวจวัดฯ ไปทดสอบการวางบนตำแหน่งเครื่องจักร/อุปกรณ์ ที่จะทำการตรวจวัด เพื่อเป็นการทดสอบเบื้องต้นว่าสามารถวางหัวตรวจวัดได้แนบสนิทกับตัวเครื่องจักร/อุปกรณ์ หรือไม่อย่างไร

ข้อควรระวัง -

1.2 การติดตั้งหัวตรวจวัด

ข้อควรปฏิบัติ 1.พื้นผิวที่ติดตั้งหัวตรวจวัดต้อง เป็นผิวที่แห้งและสะอาด ปราศจากฝุ่นหรือของเหลว

2.พื้นผิวต้องเรียบเสมอหน้าสัมผัสของหัวตรวจวัด

3. หัวตรวจวัดติดที่ Casing ในแนวแกนต้องตั้งตรงและขนานกับแกนเพลา สำหรับแนวนอนและแนวตั้ง ต้องติดให้ตั้งฉากกับแนวแกน

ข้อเสนอแนะ -

ข้อควรระวัง 1. อุณหภูมิของพื้นผิวสัมผัสจะต้องไม่สูงเกินกว่าประสิทธิภาพของหัวตรวจวัด

2. อย่าใช้เครื่องตรวจวัดการสั่นสะเทือนในสถานที่ที่มีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 45 ° C

1.3 ทำการตรวจวัด

<u>ข้อควรปฏิบัติ</u> ขณะทำการตรวจวัดการสั่นสะเทือนจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงความเร็วหรือน้ำหนัก ของเครื่องจักรกล/อุปกรณ์นั้น ๆ เนื่องจากความเร็วและน้ำหนักเป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าการสั่นสะเทือนเปลี่ยนแปลง

<u>ข้อเสนอแนะ</u> ก่อนการตรวจวัดฯ ต้องให้เครื่องจักร/อุปกรณ์ เดินทำงานในสภาวะปกติ เช่น การเดินเครื่องต้องให้รอบการทำงานคงที่ เครื่องเดินเรียบ จึงจะทำการตรวจวัด

<u>ข้อควรระวัง</u> –

2. การวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือนเบื้องต้น พอสรุปแนวทางการวิเคราะห์ได้ดังนี้

2.1 ตรวจสอบความถูกต้องของค่าการสั่นสะเทือนที่ทำการตรวจวัดได้ในขณะนั้น เช่นการติดตั้งหัวตรวจวัดต้องอยู่บน Casing ในตำแหน่งใกล้เคียงกับแบริ่งมากที่สุด และการวางหัวตรวจวัดต้องกระทำอย่างนิ่มนวลห้ามกระแทกหัวอย่างเด็ดขาด

2.2 หากมีข้อสงสัยถึงค่าการสั่นสะเทือนที่วัดได้ เช่น มีค่าการสั่นสะเทือนที่สูงมากเกิดที่ความถี่ต่ำให้ตรวจสอบการวางหัวตรวจวัดว่าแนบสนิทกับผิวเครื่องจักร/อุปกรณ์ และมีการกระแทกหัวอย่างรุนแรงขณะที่ทำการติดตั้งหรือไม่อย่างไร หรือมีค่าการสั่นสะเทือนที่ต่ำผิดปกติ ให้ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อระหว่างสายนำสัญญาณกับหัวตรวจวัดว่าแน่นหรือไม่ แล้วให้ทำการตรวจวัดซ้ำหน้างานทันที

ส่วนที่ 4 วิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือนและสรุปผล

ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือนและสรุปผล พอสรุปได้ ดังนี้

1. ตรวจสอบค่าการสั่นสะเทือนที่วัดได้ว่ามีค่าสูงเกินมาตรฐานหรือไม่อย่างไร หากมีค่าการสั่นสะเทือนรวมอยู่ที่ไม่เกิน 40 % ของเกณฑ์มาตรฐาน ให้แจ้งผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือนกับหน่วยผู้ใช้
2. หากค่าการสั่นสะเทือนสูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน ให้ทำการตรวจสอบว่าค่าการสั่นสะเทือนสูงสุดเกิดขึ้นในตำแหน่งใด ที่ความถี่เท่าใด เพื่อเป็นการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการสั่นสะเทือน
3. เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการสั่นสะเทือนได้แล้ว ให้แจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องพร้อมกับคำเสนอแนะเพื่อแก้ไขการสั่นสะเทือนให้ลดลง
4. ผลของค่าการสสั่นสะเทือนที่ตรวจสอบ หากไม่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่มีค่าสูงถึง 60 % ของเกณฑ์มาตรฐาน ต้องจัดกลุ่มเครื่องจักร/อุปกรณ์เหล่านั้นในขั้นเฝ้าระวัง (ขั้นเฝ้าระวัง หมายถึง การศึกษาและติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าการสั่นสะเทือน) ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าค่าการสั่นสะเทือนสูงเกิน 60 % เท่าไร เช่น หากค่าการสั่นสะเทือนสูงที่ 70 % ของเกณฑ์มาตรฐาน ให้ทำการแจ้งเตือนหน่วยผู้ใช้ว่าจะต้องทำการตรวจสอบทุก 150 ชั่วโมงใช้การ เพื่อเป็นการศึกษาและติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงต่อไป

ผนวก ก.

กรณีศึกษา การตรวจวัดการสั่นสะเทือนเรือเหล็กในทะเล

เมื่อประมาณเดือน ก.พ. ปี 2547 กผป.อจปร. มีใบสั่งงานให้แผนกมาตรฐานและวิเคราะห์ กคภ.อจปร.อร. ทำการตรวจสอบการสั่นสะเทือนโครงสร้างตัวเรือบริเวณหอบังคับการบิน ร.ล.จักรีนฤเบศร ผมได้มีโอกาสร่วมกับทีมงานในการตรวจสอบครั้งนั้น ซึ่งในครั้งแรกที่ได้รับงานนี้มา ผมยังมองไม่ออกว่าจะเริ่มงานจากส่วนไหนก่อน แต่งสิ่งที่นึกไว้ว่าควรจะทำเป็นอย่างแรกคงต้องหาแปลนเรือ ร.ล.จักรีนฤเบศร มาศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางในการตรวจสอบการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้น และอีกเรื่องหนึ่งที่ขาดไม่ได้ คือ การสอบถามถึงสาเหตุ หรือต้นเหตุของงานที่ได้รับคำสั่ง และตรวจสอบองค์ประกอบต่าง ๆ

ผมกับทีมงานเริ่มจากการศึกษาและกำหนดแนวทางในการสำรวจและตรวจสอบการสั่นสะเทือนจากข้อมูลเดิมของ ร.ล.จักรีนฤเบศร ซึ่งแนวทางในการสำรวจฯ แบ่งออกเป็น ๒ ส่วน คือ ในส่วนของกลจักรทางแผนกมาตรฐานฯได้เคยตรวจวัดและเก็บข้อมูลของระบบต่าง ๆ อาทิเช่น เครื่องไฟฟ้า เครื่องจักรต่างๆ มอเตอร์-พัดน้ำ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ ตอนที่เรือเดินทางมาถึงใหม่ ๆ ทำให้ข้อมูลในส่วนของกลจักรมีมากเพียงพอต่อการวิเคราะห์ และส่วนที่ ๒ คือ โครงสร้างตัวเรือ ซึ่งในส่วนของข้อมูลในด้านนี้ยังไม่เคยทำการตรวจสอบมาก่อน ทำให้ทีมงานต้องมาระดมสมองเพื่อกำหนดแนวทางในการสำรวจและตรวจสอบโครงสร้างตัวเรือ โดยเริ่มจากโจทย์ของการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นซึ่งได้ความว่า มีนายทหารผู้ใหญ่ท่านหนึ่งตอนไปเยี่ยมชมเรือที่ท่าเทียบเรือจุกเสม็ด ได้สังเกตเห็นแก้วน้ำที่ตั้งอยู่บนหอบังคับการบินมีพลิ้วน้ำที่สั่นไหว จึงเป็นประเด็นที่ว่าเกิดการสั่นสะเทือนบริเวณหอบังคับการบิน จากข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบว่าการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นนั้น เกิดในช่วงที่เรือจอดเทียบท่า ประเด็นต่อมาก็สอบหาข้อมูลของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เดินใช้งานอยู่ในขณะเรือจอดเทียบท่าว่ามีเครื่องจักรใดบาง หลังจากการศึกษาและเก็บรวมข้อมูลของ ร.ล.จักรีนฤเบศร ได้พอสมควร จึงได้กำหนดจุดที่จะทำการตรวจวัดและทิศทางการตรวจวัด โดยเริ่มต้นจากการตรวจสอบโครงสร้างตัวเรือบริเวณหอบังคับการบิน ทั้งผนังและพื้นว่าเกิดการสั่นสะเทือนที่ความถี่ใด และมีความรุนแรงมากน้อยเพียงใด (การตรวจสอบที่กล่าวมาจะทำให้ทราบถึงแหล่งที่มาของการสั่นสะเทือน) ผลจากการตรวจสอบพบว่า ค่าการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงไม่มากพอที่จะส่งผลให้อุปกรณ์ที่ติดตั้งในหอบังคับการบินเสียหายได้ และค่าการสั่นสะเทือนเกิดขึ้นที่ความถี่ 900 CPM. จากนั้นก็ทำการตรวจวัดการสั่นสะเทือนโดยเริ่มต้นจากหอบังคับการบิน ทิศทางในการตรวจสอบ คือ ตรวจสอบในลักษณะบนลงล่างเรื่อยไปจนถึงชั้นล่างสุด (ท้องเรือ) ปรากฏว่าความถี่ที่เกิดขึ้นตามชั้นต่าง ๆ ของตัวเรือทั้งผนังและพื้น มีค่าความถี่ที่ 900 CPM. จากการตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เดินใช้งานขณะเรือจอด พบว่าเครื่องไฟฟ้ามีรอบการทำงานที่ 900 RPM. จึงได้ทำการตรวจสอบโครงสร้างบริเวณโดยรอบเครื่องไฟฟ้า พบว่ามีความถี่ที่ 900 CPM. ซึ่งสรุปได้ว่าค่าการสั่นสะเทือนที่เกิดในหอบังคับการบินเกิดจากการส่งผ่านการสั่นสะเทือนจากเครื่องไฟฟ้ากราบขวาที่ติดตั้งในห้องเครื่องจักรท้าย เป็นสาเหตุหลักของการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นทั้งหมด หากจะไม่ให้

เกิดการสั่นสะเทือนที่หอบังคับการบินในขณะเรือจอด ควรหลีกเลี่ยงการเดินเครื่องไฟฟ้ากราบขวาในห้องเครื่องจักรท้าย และเปลี่ยนไปเดินเครื่องไฟฟ้ากราบซ้ายแทน

จากกรณีศึกษาดังกล่าว พอจะสรุปประเด็นและหัวข้อที่สำคัญออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งเป็นการรวบรวมจากประสบการณ์การทำงานของผู้เขียนซึ่งไม่มีบอกในตำราการตรวจวัดการสั่นสะเทือน และผู้ปฏิบัติงานในด้านการตรวจวัดการสั่นสะเทือนควรจะต้องระลึกอยู่เสมอ ดังนี้

ส่วนที่ 1 เตรียมความพร้อม

ส่วนที่ 2 กำหนดจุดวัด

ส่วนที่ 3 ตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือน

ส่วนที่ 4 สรุปผล

สรุปการตรวจวัดการสั่นสะเทือนโครงสร้างตัวเรือ

ส่วนที่ 1 เตรียมความพร้อม			
1	สำรวจและตรวจสอบ		ข้อคิดเห็น/เสนอแนะ
	1.1	เครื่องจักรหรืออุปกรณ์	1. ส่วนประกอบของเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ทำการตรวจวัด 2.การเชื่อมต่อเพื่อส่งผ่านกำลังเป็นแบบใด 3. การติดตั้งอยู่บนฐานแท่นแบบใด 4. บริเวณใกล้เคียง/รอบ ๆ ของเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ทำการสำรวจ
	1.2	โครงสร้างตัวเรือ	1. สอบหาสาเหตุ/ต้นเหตุ 1.1 ปัจจัยหลัก - สถานะภาพเรือ - การซ่อมทำ น้ำหนักเพิ่มหรือลด - การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง 1.2 ปัจจัยรอง - ช่วงเวลา - สถานที่ - ภูมิอากาศ 2.แปลนเรือ 2.1 ตำแหน่ง/บริเวณที่เกิดการสั่นฯ 2.2 ทิศทาง/แนวทางการส่งผ่าน

			2.3 ส่วนประกอบรอบ ๆบริเวณที่เกิดการสั่นสะเทือน 3. <u>แหล่งกำเนิดพลังงาน</u> 3.1 เครื่องจักรกล - เครื่องจักรใหญ่ - เครื่องไฟฟ้า 3.2 มอเตอร์ต่าง ๆ 3.3 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่สามารถทำให้เกิดการสั่นสะเทือน
2	เครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจวัดการสั่นสะเทือน		ข้อคิดเห็น/เสนอแนะ
	2.1	เครื่องตรวจวัดการสั่นสะเทือน	1.ชาร์ทแบตเตอร์รี่ 2. ทดสอบการทำงานของเครื่องฯ
	2.2	หัวตรวจวัด	- เลือกหัวตรวจวัดให้ถูกกับประเภทของงาน
	2.3	สายนำสัญญาณ	1.ตรวจสอบการชำรุดของสาย 2.จัดให้มีสายสำรองอย่างน้อย 1 เส้นเสมอ
3	ข้อมูล		สิ่งที่ต้องปฏิบัติ
	3.1	ฐานข้อมูลในโปรแกรม	1. ตรวจสอบฐานข้อมูลเดิมในโปรแกรม 2. หากไม่มีให้ทำการกำหนดจุดวัด ฯ ตามข้อ 2 ในส่วนที่ 2
4	บุคลากร		สิ่งที่ต้องปฏิบัติ
	4.1	ความรู้	1. ต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการสั่นสะเทือนพอสมควร 2 .ต้องรู้จริงเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือตรวจวัด
	4.2	ร่างกาย	1. พักผ่อนให้เพียงพอ 2. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
<u>ส่วนที่ 2</u> กำหนดจุดวัด			
1	ความต้องการในการตรวจสอบ		ข้อคิดเห็น/เสนอแนะ
	1.1	ด้านกลจักร	1.ผลจากการสำรวจ ตามข้อ 1.1 ส่วนที่ 1 2.รายละเอียดจาก Name Plate 3. สเก็ตภาพหรือถ่ายภาพเครื่องจักร
	1.2	ด้านตัวเรือ	ผลจากการสำรวจ ตามข้อ 1.2 ส่วนที่ 1

2	สร้างข้อมูล		สิ่งที่ต้องปฏิบัติ
	1.1	ด้านกลจักรหรือตัวเรือ	- ขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่ใช้
	1.2	กำหนดค่าพารามิเตอร์	- รายละเอียดตาม ผนวก ก
ส่วนที่ 3 ตรวจวัดและวิเคราะห์ผลการสั่นสะเทือน			
1	ตรวจวัดฯ ด้านกลจักรและตัวเรือ		ข้อคิดเห็น/เสนอแนะ
	1.1	ซักซ้อม	-ทำความเข้าใจและนัดหมายกับทีมงานตรวจวัดฯ เรื่องตำแหน่ง ทิศทาง สัญญาณต่างๆ
	1.2	การติดตั้งหัวตรวจวัด	1. พื้นผิวแห้งและสะอาด 2.. ผิวเรียบเสมอหน้าสัมผัสของหัวตรวจวัด 3.. อุณหภูมิของพื้นผิวสัมผัสต้องไม่สูงกว่าประสิทธิภาพของหัวตรวจวัด
	1.3	ทำการตรวจวัด	ไม่เปลี่ยนแปลงน้ำหนักหรือความเร็ว
2	วิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือน		ข้อคิดเห็น/เสนอแนะ
	๒.๑	ความรุนแรง	วิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือนได้จากเกณฑ์มาตรฐาน
	๒.๒	ตำแหน่งที่เกิดการสั่นสะเทือน	วิเคราะห์จากการกำหนดจุดวัด
	๒.๓	ความถี่การสั่นสะเทือน	วิเคราะห์จากรอบการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ
ส่วนที่ 4 สรุปผล			
1	สรุปผลการตรวจวัดและวิเคราะห์		ข้อคิดเห็น/เสนอแนะ
	1.1	ค่าการสั่นสะเทือน	1.วิเคราะห์ว่าสูงเกินเกณฑ์หรือไม่ 2.หากมีค่าสูงเกินเกณฑ์ต้องบอกได้ว่าเกิดจากสาเหตุใด 3.หากค่าไม่สูงเกินเกณฑ์ แต่มีมากกว่า 60 % ของเกณฑ์มาตรฐาน ควรมีการศึกษาและติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงต่อไป
	1.2	สาเหตุการสั่นสะเทือน	-วิเคราะห์ได้จากบทวิเคราะห์ตามทฤษฎีการสั่นสะเทือน
	1.3	ข้อเสนอแนะ	-เสนอแนะข้อแก้ไข ตามบทวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือน

ผนวก ข

กรณีศึกษา การตรวจวัดการสั่นสะเทือนเรือไม้ในแม่น้ำ

เทคนิคการวัดการสั่นสะเทือน

1. ถ้ามีระยะเวลาการตรวจวัดการสั่นสะเทือนที่จำกัด ตรวจวัดไม่ทันเวลา และวัดไม่ครบตามมาตรฐานจะแก้ปัญหาอย่างไร?

เนื่องจากการตรวจวัดของเรือสำนักพระราชวังมักมีข้อจำกัดในเรื่องความไม่ต่อเนื่องของระยะเวลาที่ทำการวัด เพราะเส้นทางการทดสอบของเรือในแม่น้ำเจ้าพระยา ณ บริเวณจังหวัดปทุมธานี ซึ่งมีระยะเส้นทางตรงของการเดินเรือไม่มาก ประกอบกับมีเรือสัญจรไปมามาก ส่งผลให้ไม่สามารถทำการทดสอบได้ตามมาตรฐาน มอร. 200-0002-1148

แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อให้การตรวจวัด เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

1.1 พิจารณาถึงลำดับก่อนหลังของตำแหน่งการวัดเป็นสำคัญในขั้นตอนการสำรวจเรือเพื่อเก็บข้อมูลของชุดขับเคลื่อนเรือ มาสร้างฐานข้อมูลตำแหน่งการวัดในเครื่องตรวจวัดการสั่นให้สอดคล้องกับความสะดวกในการวัดจริง

1.2 ทำการทดลองใช้หัวตรวจวัดกดตามตำแหน่งที่จะวัด โดยตรวจสอบดูว่าหัวตรวจวัดสามารถเข้าถึงได้หรือไม่ และสามารถกดให้หัวตรวจวัดแนบสนิทกับผิวได้หรือไม่ ทั้งนี้ให้คำนึงถึงขณะวัดจริงอุปกรณ์นั้นจะมีทั้งการสั่นและมีความร้อนสูง

1.3 ทำการซักซ้อมการใช้ภาษากายในการสื่อสารกันขณะที่ทำการวัด หรือทำความเข้าใจกับเจ้าหน้าที่ที่จะทำการใช้หัวตรวจวัดกดที่ตำแหน่งต่างๆ ก่อนการตรวจวัด เนื่องจากขณะทำการตรวจวัดการสั่นสะเทือน จะมีเสียงดังจากเครื่องยนต์จนไม่สามารถที่จะสื่อสารด้วยภาษาพูดได้ ดังนั้นการเตรียมตัวและการซักซ้อมอย่างนี้จะสามารถวัดได้รวดเร็วมากขึ้น ไม่เสียเวลากับตำแหน่งการวัดที่ย้อนไป-มา

1.4 ทำเครื่องหมายด้วยสีที่มองเห็นชัดเจนที่ตำแหน่งตรวจวัด เพื่อความสะดวกในการตรวจวัด อีกทั้งป้องกันการบันทึกข้อมูลการสั่นสะเทือนที่ผิดตำแหน่งการวัด

1.5 ถ้าในกรณีมีเวลาการวัดการสั่นสะเทือนไม่เพียงพอจริงๆ ให้ตั้งค่าเฉลี่ยของการเก็บค่าการสั่นสะเทือน ให้น้อยลงหรือให้เลือกเก็บครั้งเดียว โดยผู้ทำการจับหัวตรวจวัดต้องมั่นใจว่าให้หัวตรวจวัดกดที่ตำแหน่งแน่นตลอดช่วงเวลาการวัด

2. เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจวัดการสั่นสะเทือนของเรือสำนักพระราชวังที่มีโครงสร้างเป็นไม้ซึ่งมีความแข็งแกร็งน้อยกว่าโครงสร้างเรือเหล็กนั้น ค่าความถี่ที่วัดได้ จะประกอบด้วยหลายๆความถี่ ปะปนเข้ามา บางครั้งจะมีความยากลำบากในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลที่จะชี้ชัดลงไปว่าสาเหตุที่แท้จริงคืออะไร ดังนั้นต้อง

ตรวจวัดด้วยความระมัดระวังเพื่อให้แน่ใจว่าการตรวจวัดได้แสดงค่าการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจริง ณ อุปกรณ์ นั้นๆ หากค่าการสั่นสะเทือนที่วัดได้แสดงค่าสูง (เกินเกณฑ์กำหนดที่ตั้งไว้) ต้องทำการวัดซ้ำที่เดิม โดยตรวจสอบหน้าสัมผัสของหัวตรวจวัดว่าแน่นตลอดช่วงเวลาการวัด จึงทำการบันทึกค่า สำหรับเทคนิคที่จะช่วยให้วิเคราะห์ง่ายขึ้น จึงขอแนะนำไว้ดังนี้

2.1 รวบรวมข้อมูลของโครงสร้างของเรือ และเครื่องยนต์ ชุดขับเคลื่อน ก่อนการวิเคราะห์ ซึ่งจำเป็นต้องทราบข้อมูลสำคัญดังนี้

2.1.1 องค์ประกอบโครงสร้างของเรือ และเครื่องยนต์ ชุดขับเคลื่อน ประกอบด้วยอะไรบ้าง เช่น กำลังเครื่องยนต์ รอบการทำงานสูงสุด การวางตัวของลูกสูบ กำลังชุดเกียร์ จำนวนฟันเกียร์ แบริ่งรองรับเพลา จำนวนใบจักร เป็นต้น

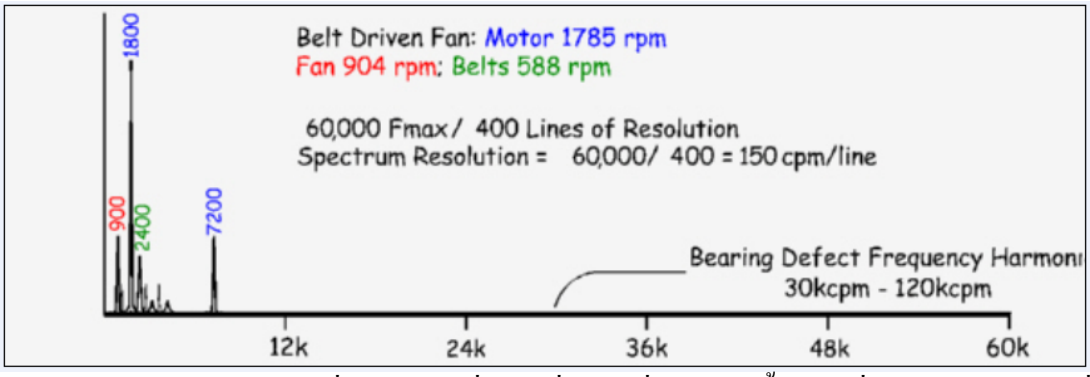
2.1.2 ชุดฐานรองรับเครื่องยนต์เป็นแบบแข็งแกร็งหรือยืดหยุ่น

2.1.3 ตรวจสอบการทำงานและรอบการหมุนของชิ้นส่วนที่หมุนที่สำคัญๆ ถ้าบริเวณข้างเคียงที่วัดมีเครื่องยนต์อื่น ก็ต้องทราบรอบการทำงานเครื่องยนต์นั้นด้วย

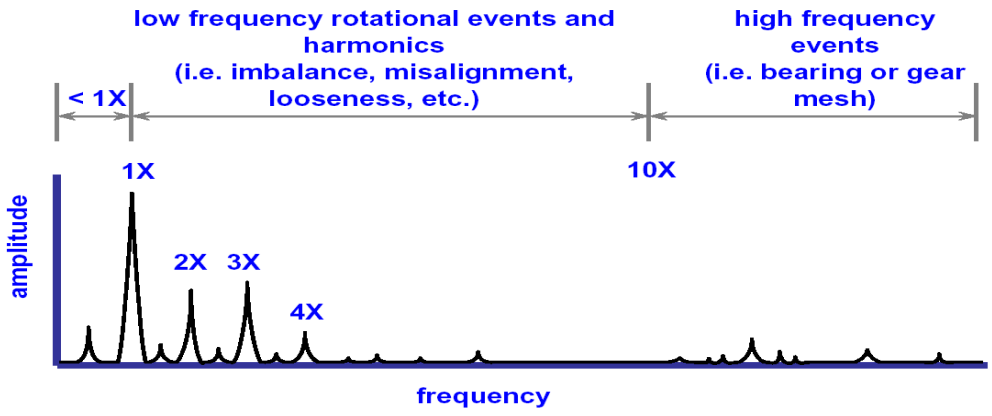
2.1.4 สอบถามประวัติ ผลการตรวจวัดครั้งก่อนๆของเครื่องยนต์นั้น (ถ้ามี)

2.2 ขั้นการวิเคราะห์หาสาเหตุการสั่น

2.2.1 พิจารณาค่าการสั่นสะเทือนโดยรวม(over all) มีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่



2.2.2 ตรวจสอบหาค่าการสั่นสะเทือนที่ความถี่เป็นหนึ่งเท่าของชิ้นส่วนที่หมุน เช่นถ้าวัดที่เครื่องยนต์ ก็ตรวจสอบ 1 เท่าของความถี่ที่รอบเครื่องยนต์ขณะนั้นว่ามีค่าการสั่นเท่าไหร่ ถ้าหากวัดที่แบริ่งก็ต้องตรวจสอบความถี่ของเพลาที่หมุนบนแบริ่ง



2.2.3 ตรวจสอบค่าการสั่นสูงสุดที่ 1 เท่าของความถี่ เปรียบเทียบระหว่างทิศทางการวัด เช่น วัดค่าการสั่นในแนวรัศมีมีค่าสูงกว่าการสั่นในแนวแกนเพลา เป็นต้น

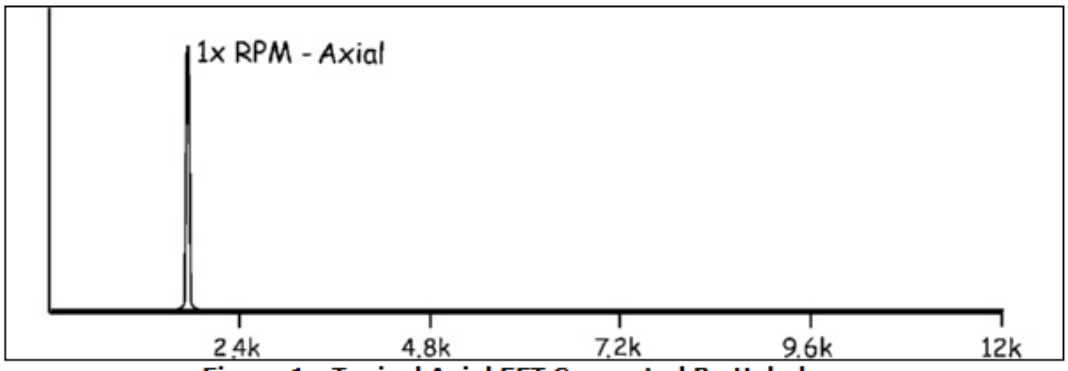


Figure 1 - Typical Axial FFT Generated By Unbalance

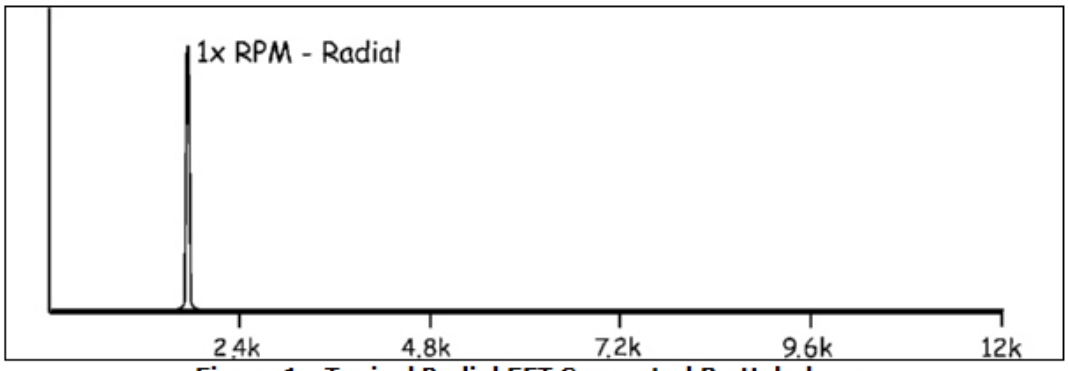
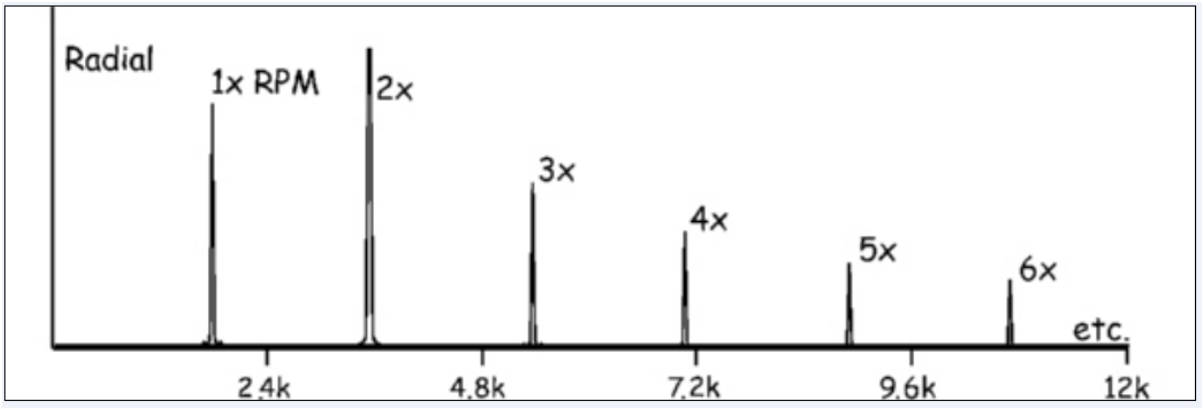


Figure 1 - Typical Radial FFT Generated By Unbalance

2.2.4 ตรวจสอบหาค่าการสั่นสะเทือนในลำดับต่อมาว่า เกิดที่ 2 เท่า , 3 เท่า หรือ 4 เท่า หรือไม่ เพื่อยืนยันการสั่นที่ความถี่นั้นจริงๆ



ผนวก ค.

การกำหนดจุดวัด

การกำหนดจุดวัด หมายถึงการเตรียมการก่อนการสร้างข้อมูล (จุดตรวจวัด) โดยผู้ปฏิบัติต้องทราบถึงโครงสร้างของเครื่องจักรฯ ส่วนประกอบต่าง ๆ การทำงานของเครื่องจักรฯ รวมทั้งตัวอักษร คำย่อ รหัส และคำศัพท์เฉพาะเหล่านั้นให้ดีเสียก่อน เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดจุดวัดให้ตรงกับส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องจักร/อุปกรณ์ อันได้แก่ ส่วนขับเคลื่อน (Driven Unit) มีต้นกำเนิดจากเครื่องจักร/อุปกรณ์ประเภทใด เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor), เครื่องยนต์ (Engine) และการส่งผ่านกำลังโดย การต่อเชื่อมวัตถุสองชิ้นเข้าด้วยกัน (Coupling), การส่งกำลังด้วยสายพาน, การส่งผ่านชุดเกียร์ (Gear Box) ฯลฯ รวมทั้งส่วนประกอบที่ทำให้เกิดงาน เช่น พัดน้ำ (Pump), เครื่องอัด (Compressors), ใบพัด (Fan) เป็นต้น เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาในการกำหนด ประเภทเครื่องจักร (Machine Name Code), ตำแหน่ง (Position), ส่วนแยกหรือแบบ (Part Type Name), จุดวัด (Point ID) และ แนวตรวจวัด (Directions)

<u>การกำหนดจุดวัด</u>

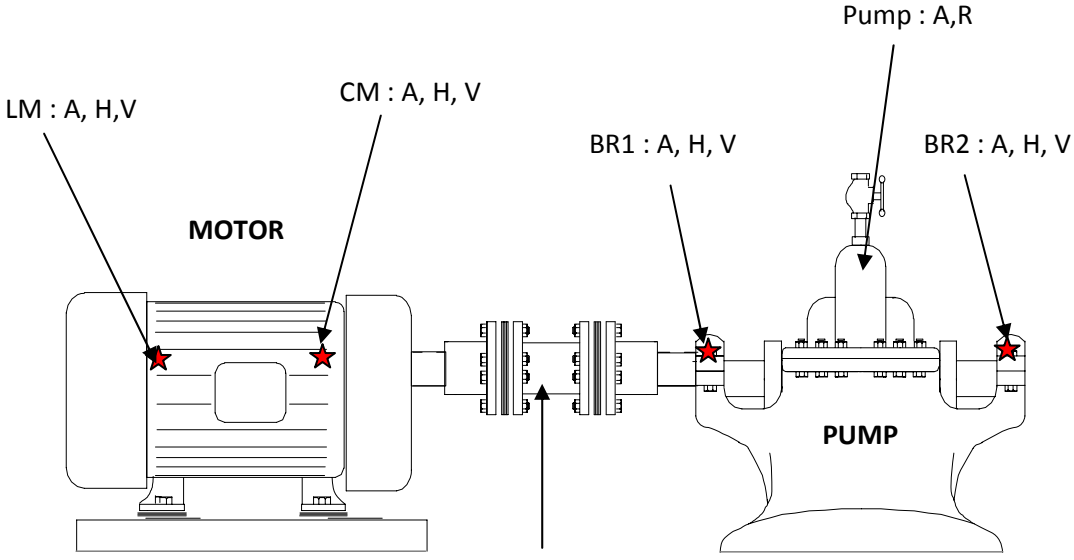
วัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ทำการตรวจวัด และผู้ทำการวิเคราะห์ค่าการสั่นสะเทือน รวมทั้งผู้รับรายงานเข้าใจถึงองค์ประกอบและรายละเอียดที่มีความสำคัญของเครื่องจักรกลรวมทั้ง อุปกรณ์ประกอบไปในทิศทางเดียวกัน

ขั้นที่ 1 สำรวจเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่ต้องการตรวจวัด ทำการสเก็ตภาพ และบันทึกข้อมูลเบื้องต้นใน แบบบันทึกข้อมูลเบื้องต้น (Machinery Data Sheet ท้าย ผนวก ค.)

ขั้นที่ 2 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างจุดวัดในโปรแกรม รายละเอียดการกำหนดจุดวัดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ มีดังนี้

1. <u>มอเตอร์</u> (Motor) แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ 1.แบบนอน 2. แบบตั้ง

1.แบบนอน (Horizontal Pump Direct



<u>อุปกรณ์แนวนอน</u> ส่วนประกอบหลักสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ มอเตอร์ (Motor) และ พัดน้ำ (Pump) ซึ่งถูกเชื่อมต่อด้วย Coupling ในส่วนของมอเตอร์กำหนดตำแหน่งจุดวัดได้ 2 ตำแหน่ง (Position) ดังนี้

1.ด้าน LM : Loose End of Motor คือ ด้านที่ไม่ส่งผ่านกำลังหรือด้านที่ไม่ต่อเชื่อมกับสิ่งใด อยู่ในส่วนของมอเตอร์ (ช่างบางคนเรียกด้านท้ายมอเตอร์)

2. ด้าน CM : Coupling End of Motor คือ ด้านที่ส่งกำลังขับหรือต่อเชื่อมกับ Coupling ซึ่งอยู่ในส่วนของมอเตอร์

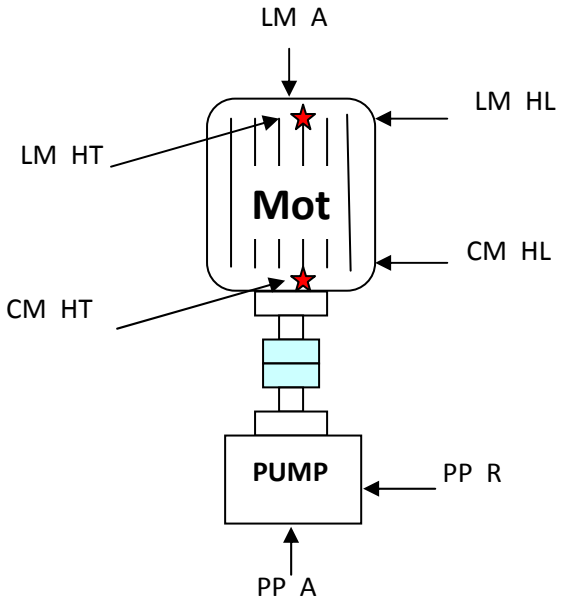
สำหรับส่วนของพัดน้ำสามารถกำหนดตำแหน่งจุดตรวจวัดได้ ๒ ตำแหน่ง (Position) เช่นกัน คือ

1.ตัวพัดน้ำ (Pump) คือ ส่วนที่รับกำลังขับจากมอเตอร์

2.แบริ่ง (Bearing) คือ ส่วนที่รองรับเพลาขับพัดน้ำ (ขึ้นอยู่กับประเภทของพัดน้ำ ซึ่งพัดน้ำบางประเภทเป็นเพลาเส้นเดียวกับเพลามอเตอร์ขับ)

★ คือ ตำแหน่งที่ถูกกำหนดไว้ ให้เป็นตำแหน่งที่ตรวจวัดภายนอกเครื่องจักรใกล้เคียงกับแบริ่งมากที่สุด (Casing Vibration) สามารถทำการตรวจวัดได้สามแนว (Direction) คือ 1. แนวแกน (A:Axial) 2. แนวนอน (H:Horizontal) 3. แนวตั้ง (V:Vertical) ในกรณีที่ไม่สามารถทำการตรวจวัดแนวนอนและแนวตั้งได้ ให้ทำการตรวจวัดที่แนวรัศมี (R:Radial) แทน

2.แบบตั้ง (Vertical Pump Direct Drive)



<u>อุปกรณ์แนวตั้ง</u> การกำหนดตำแหน่งจุดวัดสามารถกำหนดได้เช่นเดียวกับอุปกรณ์ในแนวนอน ยกเว้นแต่การกำหนดแนวการตรวจวัด (Direction) ที่เป็นลักษณะเฉพาะของมอเตอร์แนวตั้ง กล่าวคือ จะไม่มีการกำหนดจุดวัดในแนวนอน (H) และแนวตั้ง (V) เนื่องจากแนวนอนและแนวตั้งที่กล่าวมา หากอุปกรณ์ที่ติดตั้งไม่ได้อยู่แนวกลางลำเรือจะทำให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเกิดความสับสนในตำแหน่งจุดวัดได้ในภายหลัง ตามภาพแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งจุดวัดโดยมีรายละเอียดดังนี้

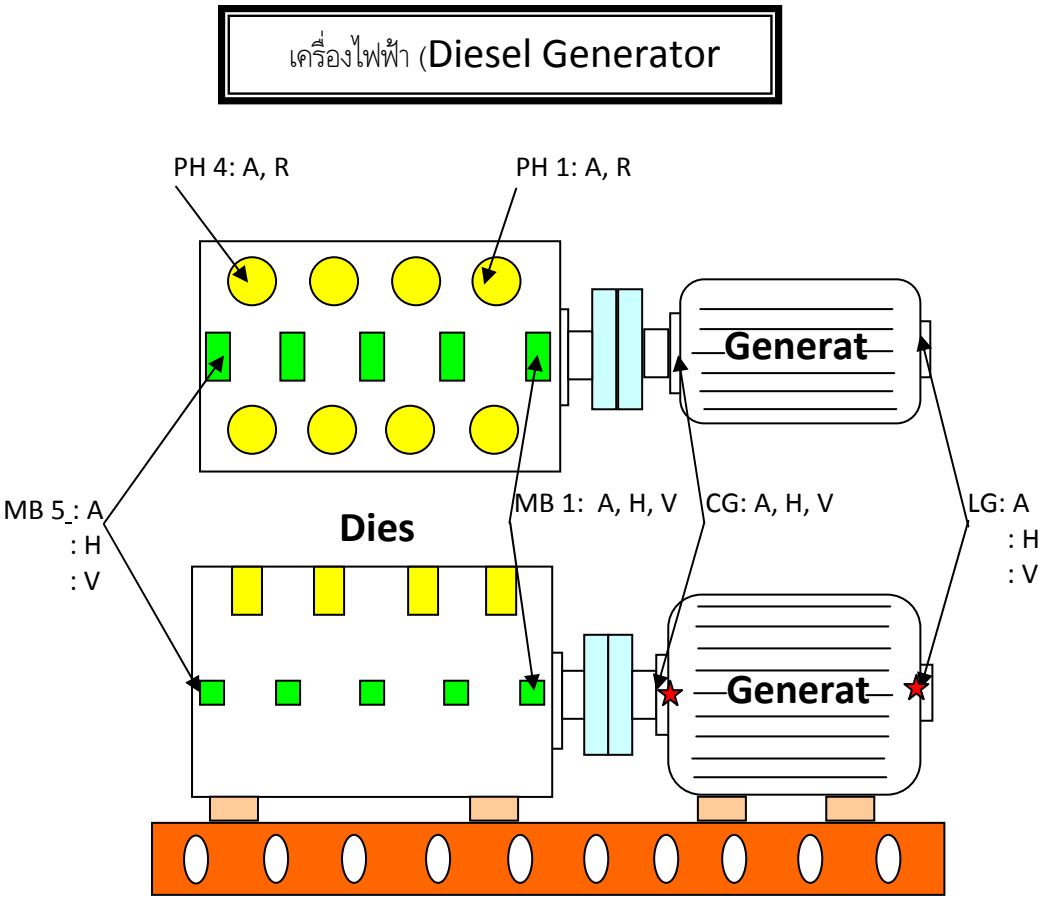
- ตำแหน่ง LM จุดวัด HT : Horizontal - Ship Transverse หมายถึง จุดวัดตำแหน่งด้านที่ไม่ต่อเชื่อมหรือท้ายมอเตอร์อยู่ในทิศทางขวางลำเรือ ส่วนจุดวัด HL : Horizontal - Ship Longitudinal หมายถึง จุดวัดตำแหน่งด้านที่ไม่ต่อเชื่อมหรือท้ายมอเตอร์อยู่ในทิศทางตามแนวยาวของลำเรือ โดยไม่จำกัดว่าจะเป็นกราบซ้ายหรือกราบขวา ขึ้นอยู่กับการติดตั้งของมอเตอร์หรืออุปกรณ์นั้น ๆ จุดตรวจวัดจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการติดตั้งหัวตรวจวัดได้โดย สะดวกและถูกต้องตามมาตรฐาน

- ตำแหน่ง CM จุดวัด HT : Horizontal - Ship Transverse หมายถึง ตำแหน่งจุดวัดด้านส่งกำลังหรือด้านที่ต่อเชื่อมระหว่างมอเตอร์กับพัดน้ำ ทิศทางขวางลำเรือ ส่วนตำแหน่ง CM จุดวัด HL : Horizontal - Ship Longitudinal หมายถึง ตำแหน่งจุดวัดด้านส่งกำลังหรือด้านที่ต่อเชื่อมระหว่างมอเตอร์กับพัดน้ำ ทิศทางตามแนวยาวของลำเรือ ส่วนของพัดน้ำการกำหนดตำแหน่งและจุดวัดกระทำเหมือนกับการกำหนดในส่วนของมอเตอร์ทุกประการ

<u>หมายเหตุ</u> สำหรับจุดวัด HT & HL ที่ไม่สามารถติดตั้งหัวตรวจวัดได้ตามมาตรฐาน ให้ทำการตรวจวัดในแนวรัศมี (R : Radial) แทน

2. <u>เครื่องไฟฟ้า</u> (Generator Set) แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ 1) เครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1 เครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ส่วนมากจะเป็นเครื่องยนต์ประเภทลูกสูบ (Reciprocating Engine) และใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นตัวขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การตรวจวัดการสั่นสะเทือนจะทำการตรวจในส่วนที่เป็นโครงสร้างหลักที่มีความแข็งแรงและไม่เคลื่อนไหว แต่มีการส่งผ่านการสั่นสะเทือนระหว่างอุปกรณ์ประกอบของเครื่องยนต์ เช่น ฝาสูบ, เสื้อสูบ เป็นต้น การกำหนดจุดวัดฯ ที่สำคัญมีรายละเอียดดังนี้



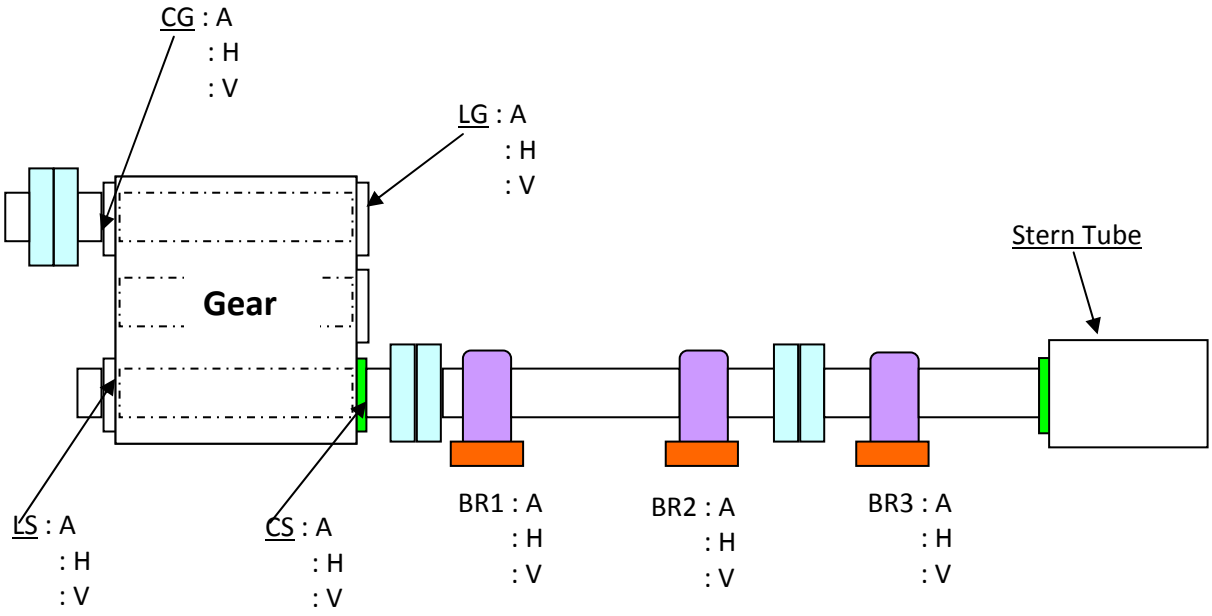
2.1.1 ตำแหน่ง ลูกสูบ (Piston Head : PH) จุดวัด A (Axial), และ R (Radial) สำหรับทิศทางและการกำหนดหมายเลขของสูบต่าง ๆ ให้ยึดตามคู่มือหรือคำแนะนำของเครื่องนั้น ๆ เป็นแนวทางในการกำหนดจุดวัด

2.1.2 ตำแหน่ง เมนแบริ่ง (Main Bearing : MB) จุดวัด A, H, V (สามารถทำการตรวจวัดได้เฉพาะตำแหน่งที่หนึ่งและสุดท้ายของเมนแบริ่ง ตามคู่มือหรือคำแนะนำเครื่อง) ตำแหน่งที่เหลือตรวจวัดได้เฉพาะจุด H และ V

2.2 เครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ลักษณะเหมือนกับมอเตอร์ทุกประการแต่มีขนาดใหญ่กว่า สามารถกำหนดตำแหน่งจุดวัดได้ 2 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่ง CG (Coupling End of Generator) และ LG (Loose End of Generator) จุดวัดกำหนดได้ 3 แนว คือ แนวแกน (A : Axial), แนวนอน (H : Horizontal) และแนวตั้ง (Vertical)

3. <u>ระบบขับเคลื่อน</u> (Pri-Mover System) การกำหนดจุดวัดระบบขับเคลื่อนมีลักษณะคล้ายคลึงกับเครื่องไฟฟ้า เพียงปรับแต่งและเพิ่มเติมในบางส่วน เช่น ปรับแต่งตำแหน่ง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า GE (Generator) เป็นชุดเกียร์ GB (Gear Box) และเพิ่มเติมตำแหน่งแบริ่งรองรับเพลาใบจักร BR (Bearing of Shaft) การกำหนดตำแหน่งจุดวัดที่สำคัญของระบบฯ ประกอบด้วย ๑) เครื่องยนต์ขับ (Diesel Engine) ๒) ชุดเกียร์ (Gear Box) ๓) แบริ่งรองรับเพลา (Bearing of Shaft)

ระบบขับเคลื่อน (Pri-Mover System)



3.1 เครื่องยนต์ขับ (Diesel Engine) ตำแหน่งจุดวัดกำหนดเช่นเดียวกับเครื่องไฟฟ้า

3.2 ชุดเกียร์ (Gear Box) การกำหนดตำแหน่งจุดวัดสามารถแบ่งออกเป็นส่วนที่สำคัญได้ดังนี้ คือ

3.2.1 ตำแหน่งด้านส่งผ่านกำลังหรือด้านที่ต่อเชื่อมกับเครื่องยนต์ CG : Coupling End of Gear

3.2.2 ตำแหน่งด้านที่ไม่ส่งผ่านกำลังหรือด้านที่ไม่ต่อเชื่อมกับสิ่งใด (ท้ายเกียร์) LG : Loose End of Gear

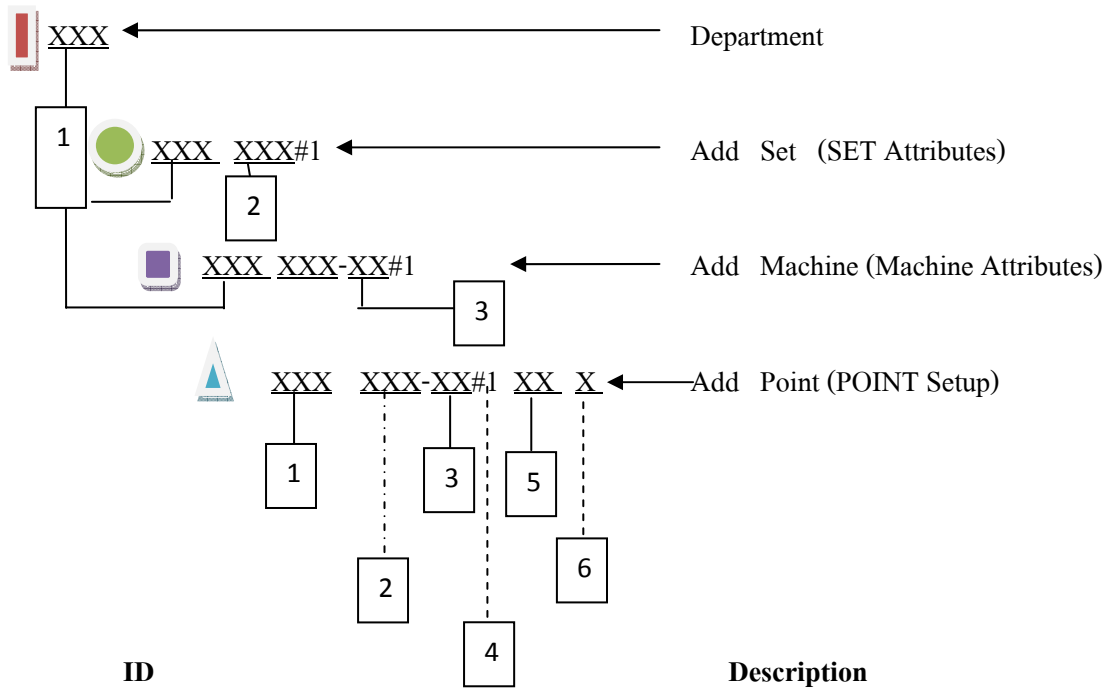
3.2.3 ตำแหน่งด้านส่งผ่านกำลังหรือด้านที่ต่อเชื่อมกับเพลาใบจักร CS : Coupling End of Shaft

3.2.4 ตำแหน่งด้านที่ไม่ส่งผ่านกำลังหรือด้านที่ไม่ต่อเชื่อมกับสิ่งใด (ปลายเพลา) LS : Loose End of Shaft

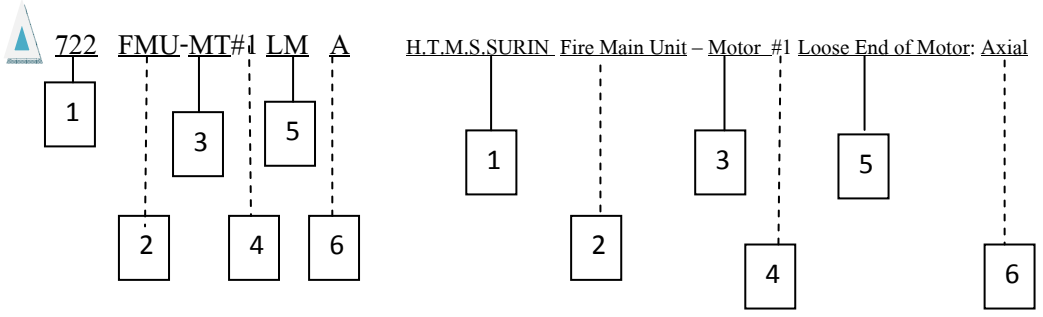
3.3 แบริ่งรองรับเพลา (Bearing of Shaft) การกำหนดตำแหน่งขึ้นอยู่กับจำนวนแบริ่งที่รองรับเพลา เช่น มีแบริ่งรองรับเพลาจำนวน 2 ตัว สามารถกำหนดตำแหน่งได้คือ BR1 : Bearing of Shaft 1 และ BR2 : Bearing of Shaft 2

สำหรับจุดวัดในชุดเกียร์และแบริ่ง สามารถกำหนดได้ 3 แนว คือ แนวแกน (A : Axial), แนวนอน (H : Horizontal) และแนวตั้ง (V : Vertical)

ตัวอย่างการกำหนดจุดวัด

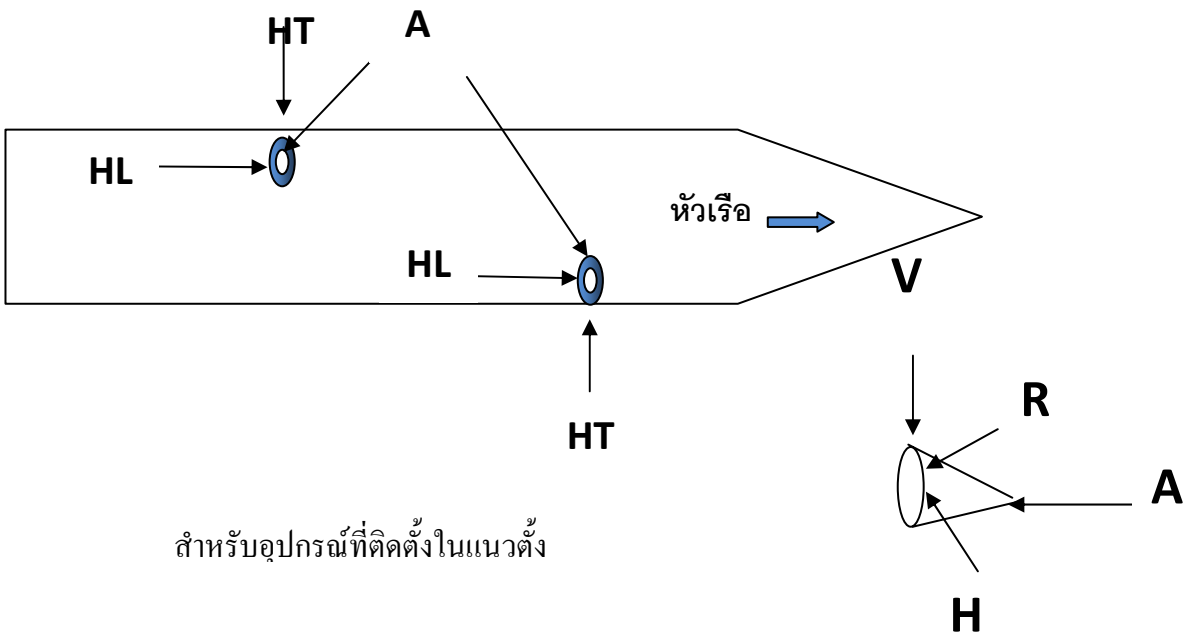


ID	Description
722	H.T.M.S. SURIN : Landing Ship Tank
722 FMU#1	H.T.M.S. SURIN Fire Main Unit#1
722 FMU-MT#1	H.T.M.S. SURIN Motor Fire Main Unit#1



1. ชื่อหน่วยงาน/ชื่อเรือ
2. ชื่อเครื่องจักร (Machine Name)
3. ประเภท/แบบ ของอุปกรณ์ (Part Type Name)
4. ลำดับหมายเลข (Number)
5. ตำแหน่ง (Position)
6. ทิศทาง/แนว (Direction)

แนวการตรวจวัด **(Direction)**

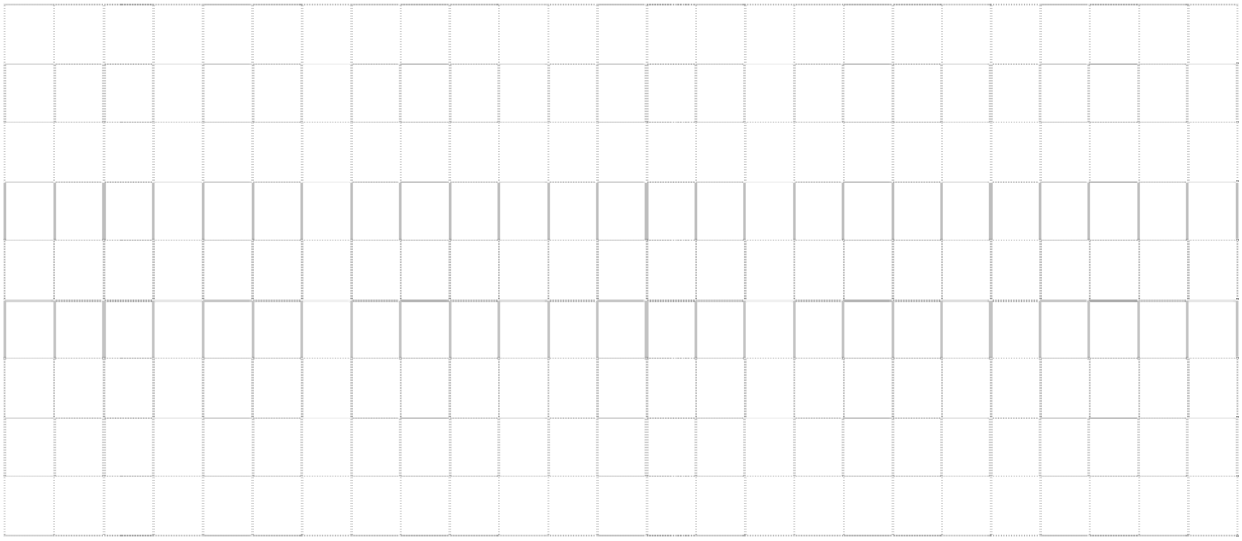


สำหรับอุปกรณ์ที่ติดตั้งในแนวตั้ง

แบบบันทึกข้อมูลเครื่องจักร (Machinery Data Sheet)

ประเภทเครื่องจักร/อุปกรณ์	
รายละเอียด	

ภาพสเก็ตเครื่องจักร/อุปกรณ์



ชุดขับ/ชุดต้นกำเนิด : ◇Electric Motor ◇Engine ◇Turbine ◇Other……

Manufacturer:	RPM.		Frame:
Model:	HP./kW.		Type:
Serial Number:	Volt:	Hz.:	PH:
Loose End Bearing:	Coupling End Bearing:		

ชุดส่งผ่านกำลัง : ◇ **No** Gearbox ◇ Speed Increaser ◇ Speed Reducer ◇ Coupling ……..….

Manufacturer:	Ratio:	Size:
Rated RPM input:	Rated output RPM:	
Pinion input Gear Teeth:	Idler Output Gear Teeth:	
Idler Input Gear Teeth:	Bull Gear Teeth:	
Serial Number:		

ชุดรับแรงขับ ◇ Pump ◇ Fan ◇ Compressor ◇Other…….

Manufacturer:	RPM:	Capacity:
Model:	HP/kW:	Type:
Serial Number:	Order(MO/PO) Number:	
Stages:	Impeller Vanes:	
Loose End Bearing:	Coupling End Bearing:	

ผนวก ง.

กำหนดค่าพารามิเตอร์
Point Setup
◇ Full Scale …… mm/sec
In put mV/EU : ◇ 100 ◇ 500 (หัวตรวจวัด Accelerometer)
Detection : ◇ Peak ◇ Peak to Peak ◇ RMS
◇ Low Frequency Cutoff …… CPM.
Save Data : ◇ FFT ◇ Time ◇ FFT and Time
Auto Capture : ◇ Off ◇ On Alarm ◇ Always
Frequency Type : ◇ Fixed Span ◇ Order Track
◇ Speed …… Rpm.
Line Resolution : ◇ 800 ◇ 1600 ◇ 3200 ◇ 6400
◇ Start Frequency ……
◇ End Frequency ……. kCPM
◇ Storage Depth ……
Window : ◇ Uniform ◇ Hanning ◇ Flattop
◇ Averages ……..
◇ Speed Ratio……..
◇ Overall Alarm
Overall
Darger High ……..
Alert High ……