

รายงานการศึกษาส่วนบุคคล
(Individual Study)

เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักร
ในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์
ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)

จัดทำโดย นายศิwapัชญ์ จิตติเวชวรภัทร์

ตำแหน่ง นายช่างเครื่องกลชำนาญงาน

สังกัดกลุ่มงานปฏิบัติการ ๑ (ดินแดง)

สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ สำนักการระบายน้ำ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกอบรม
หลักสูตรนักบริหารมหานครระดับต้น รุ่นที่ ๓๒
สถาบันพัฒนาข้าราชการกรุงเทพมหานคร
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๑

๑. หัวข้อรายงานการศึกษาส่วนบุคคล

การเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)

๒. หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันน้ำในคลองมีปริมาณมลพิษที่สูง เนื่องจากการระบายน้ำเสียลงสู่แม่น้ำลำคลองโดยตรง ตลอดพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานคร สำนักการระบายน้ำจึงได้ดำเนินการจัดสร้างโรงบำบัดน้ำเสีย โดยมีหน้าที่หลักอยู่ ๒ ส่วน

๒.๑ ปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนปล่อยสู่คลองและแม่น้ำเจ้าพระยา

๒.๒ สนับสนุนการป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

โดยเครื่องจักรต่างๆ ในระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องทำงานอย่างต่อเนื่องตลอด ๒๔ ชั่วโมง ซึ่งในแต่ละปีจะประสบปัญหาในด้านค่าใช้จ่าย ในระบบบำบัดน้ำเสียและการซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่สูงขึ้นทุกปี รวมถึงปัญหาในการขออนุมัติจัดซื้อ/จัดจ้างที่ล่าช้าไม่ทันเวลา

การบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบป้องกัน (Preventive Maintenance) จะประสบปัญหาคือไม่สามารถจัดปัญหาการชำรุดของเครื่องจักรโดยไม่คาดคิดได้ ยังพบการเกิดเหตุขัดข้องต้องหยุดชะงักของเครื่องจักร แม้จะทำการบำรุงรักษาตามแผนหรือตามระยะเวลาที่กำหนด โดยอาจได้มาจากประสบการณ์หรือคู่มือการใช้งานของเครื่องจักรนั้นๆ อีกทั้งประสิทธิภาพของแต่ละคนก็ไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงควรมีการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) มาทำควบคู่ไปด้วยจะสามารถคาดคะเนอัตราการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร จากผลการวัดโดยใช้เครื่องมือที่ทันสมัยทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถคาดคะเน พยากรณ์อาการชำรุดของเครื่องจักรได้

การบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) เป็นการลงทุนแบบที่คุ้มค่า โดยการเลือกใช้เทคโนโลยีทันสมัยของเครื่องมือ (Sensor Assisted Inspections) ที่มีความละเอียดสูง มาตรวจวัดสภาพการทำงานหรือวิเคราะห์การเสื่อมสภาพของเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสียด้วยเครื่องมือตรวจจับสภาพโดยตรง เช่น เครื่องมือวัดแรงสั่นสะเทือน เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าแบบคล่อง เครื่องมือวัดความเร็วรอบ เครื่องมือวัดความเป็นฉนวน เป็นต้น

๓. วัตถุประสงค์

๓.๑ เพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งส่งผลดีในด้านลดสถิติการชำรุด/เสียหายของเครื่องจักร ที่ต้องหยุดชะงักอย่างกะทันหัน พัฒนาบุคลากรสร้างมาตรฐานในด้านการบำรุงรักษาโดยที่เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๓.๒ ประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักร และเวลาในการซ่อมบำรุงรวมถึงอัตราการทำงานที่ผิดพลาดของเครื่องจักร ทำให้ระบบมีความปลอดภัย

๔. เป้าหมาย

นำหลักการบริหาร ๔M มาใช้รวมกับการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) ในระยะเวลา ๑๐ เดือน

- Man (การบริหารกำลังคน) : จัดตั้งทีมงานตรวจสอบเครื่องจักร พร้อมทั้งอบรม/พัฒนาทักษะในการวิเคราะห์ถึงปัญหาและสาเหตุการชำรุด โดยสามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงจุดและประหยัดเวลาในการซ่อมบำรุง

- Machine (การบริหารเครื่องจักรหรือสิ่งอำนวยความสะดวก) : จัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจสอบสภาพโดยตรง (Sensor Assisted Inspections) จำนวน ๑ ชุด ที่มีความละเอียดสูงมาตรวจวัดสภาพการทำงานจริง ทำให้สามารถวิเคราะห์และพยากรณ์อาการชำรุดของเครื่องจักรได้

- Money (การบริหารเงิน) : เป็นการใช้งบค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ในหมวดค่าวัสดุเครื่องจักรและเครื่องทุ่นแรง เป็นจำนวน ๑๖๐,๐๐๐ บาท (หนึ่งแสนหกหมื่นบาทถ้วน)

- Management (การบริหารจัดการ) : การจัดทำตารางตรวจสอบเครื่องจักร (Check list) โดยจะทำการเพิ่มเติมต่อการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) การทำใบยืมเครื่องมือตรวจสอบและการจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องวัดเชิงพยากรณ์ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถศึกษาการใช้งานได้อย่างถูกต้อง

๕. ความรู้ที่นำมาใช้จัดทำรายงาน

ปัจจัยในการเพิ่มประสิทธิภาพ ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)

๕.๑ ต้องทำความเข้าใจกับการบำรุงเครื่องจักรเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาที่ทำเป็นประจำ หรือการบำรุงเครื่องจักรเมื่อครบอายุตามที่กำหนดไว้ โดยสามารถเชื่อมโยงไปสัมพันธ์กับหลัก PDCA ขั้นตอนสู่ความสำเร็จ ดังนี้

๕.๑.๑ PLAN (การวางแผน) เป็นการวางแผนกำหนดวิธีขั้นตอนที่จำเป็นต้องใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยประเมินความเป็นไปได้เพื่อให้ได้ทิศทางแนวทางการแก้ไขปัญหาให้ตรงจุดตามเป้าหมาย

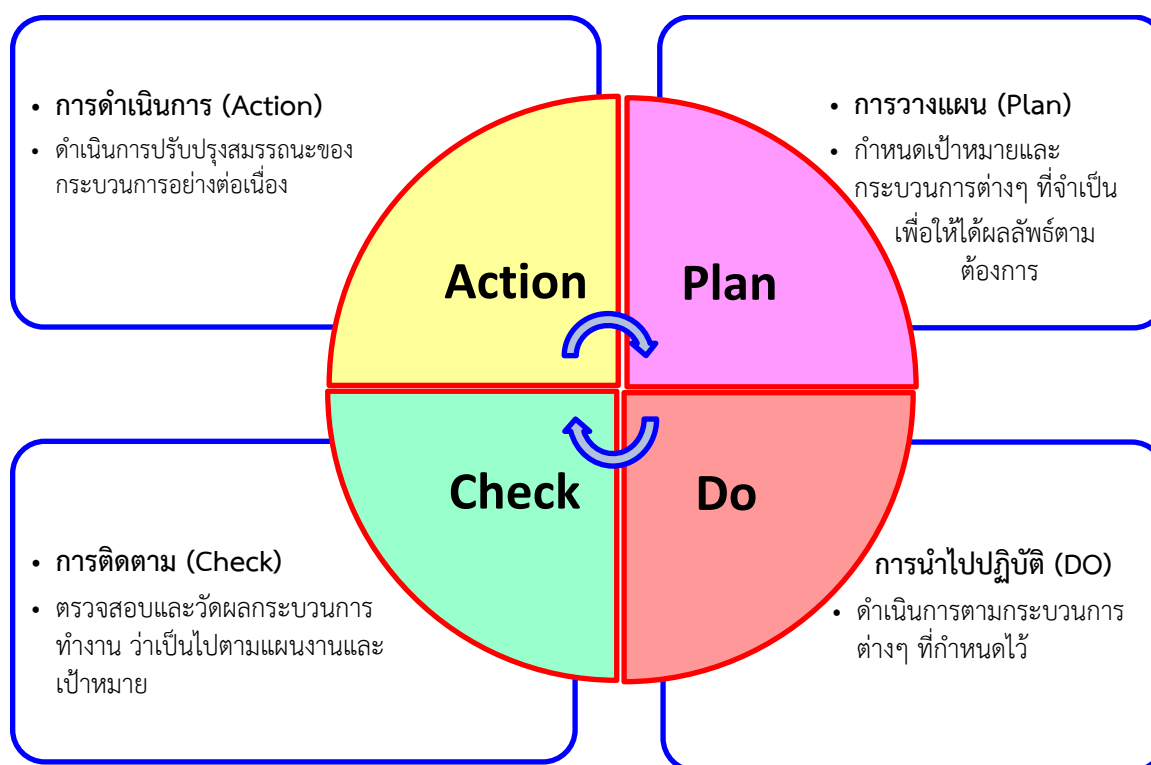
๕.๑.๒ DO (การปฏิบัติ) เป็นการลงมือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามทางเลือกที่ได้กำหนดไว้ ในขั้นตอนการวางแผน เช่นการจัดหาเครื่องมือในการตรวจวัด ได้แก่ เครื่องมือวัดแรงสั่นสะเทือน เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าแบบคล่อง เป็นต้น

๕.๑.๓ CHECK (ขั้นตอนการตรวจสอบ) เป็นการประเมินผลที่ได้รับจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ทราบว่าในขั้นตอนการปฏิบัติงานสามารถบรรลุเป้าหมาย

๕.๑.๔ ACTION (ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสม) เป็นขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสมพิจารณาจากผลที่ได้จากการตรวจสอบ

- ผลที่เกิดขึ้นไปตามแผนที่ได้วางไว้ : นำแนวทางการปฏิบัติจัดทำเป็นมาตรฐานพร้อมทั้งหาวิธีปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น
- ผลที่เกิดขึ้นไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ : ควรนำข้อมูลมารวบรวมและวิเคราะห์หาสาเหตุและหาแนวทางแก้ไขต่อไป

วงจร PDCA ที่เชื่อมโยงกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)



๕.๒ นำหลัก Swot Analysis มาประยุกต์ใช้โดยการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และข้อจำกัดต่างๆ ที่มีผลต่อความสำเร็จในการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมน้ำรัตนโกสินทร์ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)

การบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) วิเคราะห์ด้วยหลัก Swot

S

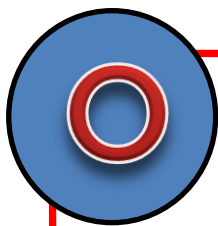
จุดแข็งของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ (S : Strength)

- บุคลากรมีความรู้ ความสามารถ ความชำนาญงานและการทำงานเป็นทีมจะสามารถดำเนินงานตาม แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย
- สายงานการบังคับบัญชามีลักษณะที่ชัดเจน สามารถสั่งการตามสายงานบังคับบัญชาได้จากหัวหน้าหน่วยงานไปยังผู้ใต้บังคับบัญชาโดยตรง
- การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่จะทำงานเป็นผลัดสลับกันตลอด ๒๔ ชั่วโมง จึงสามารถดูแลและบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสียได้ตลอด
- ก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้งจะมีการประชุม แบ่งหน้าที่และมีการปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันก่อนลงมือปฏิบัติงานทุกครั้ง

W

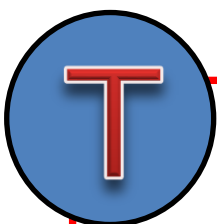
จุดอ่อนของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ (W : Weakness)

- ถูกจำกัดในด้านงบประมาณเพื่อใช้ในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ โดยเราสามารถนำงบประมาณนี้มาจัดสรรในการจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ในการบำรุงเครื่องจักร
- ความล่าช้าในขบวนการจัดซื้อ/จัดจ้าง เนื่องจากระบบราชการมีขั้นตอนและระเบียบวิธีการปฏิบัติที่ซับซ้อนหลายขั้นตอน ทำให้การจัดหาอะไหล่สำรองล่าช้า ส่งผลถึงการดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย
- ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ ความเสียสละอุทิศเวลาให้กับการทำงานอย่างจริงจัง เนื่องจากขาดแรงจูงใจ (incentive) ในการทำงานที่ไม่มีสิ่งท้าทายให้กับทีมงานได้พิสูจน์ความรู้ความสามารถ เป็นต้น



โอกาสของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ (O : Opportunity)

- บุคลากรทำงานเป็นทีมรวมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นนำปัญหามาปรึกษาเพื่อหาแนวทางแก้ไขร่วมกัน โดยสามารถแก้ไขได้ตรงจุดและประหยัดเวลาในการซ่อมบำรุง
- พัฒนาทักษะของทีมตรวจสอบเครื่องจักรด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) สามารถใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ในการตรวจวัดที่ทันสมัยมาช่วยในการวิเคราะห์ สามารถแบ่งออกเป็นทั้งทางเครื่องกลและทางไฟฟ้า
- โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ เป็นหน่วยงานที่ผู้บริหารระดับสูงมักจะกล่าวชมเชยอยู่เสมอ ว่าเป็นโรงบำบัดน้ำเสียต้นแบบในการบริหารจัดการในด้านต่างๆ เช่น ด้านการบังคับบัญชา ด้านการดูแลรักษาความสะอาด ด้านการปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงได้นำเสนอโครงการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ โดยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) เป็นโครงการนำร่องให้กับโรงบำบัดน้ำเสียอื่นๆ ต่อไป



อุปสรรคของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ (T : Threat)

- ถูกจำกัดด้วยเวลาในการดำเนินการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทีมงานมีเวลาในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรได้ไม่เกิน ๘ ชั่วโมง มิฉะนั้นจุลินทรีย์ในน้ำเสียจะไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้
- ทีมตรวจสอบเครื่องจักรเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) จะต้องอาศัยประสบการณ์ ความรู้ ความชำนาญในด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสียพอสมควร
- ต้องใช้หลักจิตวิทยาในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ต้องเปิดรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างจากผู้ร่วมทีม เป็นต้น

๕.๓ นำหลักการบริหารด้วย ๔M มาใช้รวมด้วยกับการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) ได้แก่

๕.๓.๑ Man (คน) : ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด เพราะต้องอาศัยความคิดของคนเป็นผู้ดำเนินการหรือจัดการทำให้เกิดกิจกรรม เพื่อให้ประสบความสำเร็จ

๕.๓.๒ Machine (เครื่องจักร/เครื่องมือ) : เป็นการจัดหาหรือดัดแปลงสิ่งต่างๆ ให้เป็นเครื่องจักร/เครื่องมือหรือสิ่งอำนวยความสะดวก ในการประหยัดเวลาและแรงงาน

๕.๓.๓ Money (การเงิน) : การบริหารเงินจะจัดสรรเงินอย่างไร ให้ใช้จ่ายต้นทุนน้อยที่สุด และทำให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล

๕.๓.๔ Management (การจัดการ) : เป็นกระบวนการจัดการบริหารควบคุม เพื่อให้งานทั้งหมดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประสิทธิผลอย่างเต็มที่

๖. กรอบและแนวทางการดำเนินการและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ขั้นตอนในการดำเนินการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) สามารถแบ่งออกเป็น ๒ แนวทางดังนี้

๖.๑ กรอบและแนวทางการดำเนินการ

๖.๒ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินการ

๖.๑ กรอบและแนวทางการดำเนินการ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

๖.๑.๑. ศึกษาและดำเนินการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยหลักเชิงพยากรณ์ จากคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักร ทาง Internet คู่มือทางด้านวิศวกรรม Catalog จากผู้ขาย เป็นต้น วิศวกรและนายช่างจะปรึกษารื้อกันในที่ประชุม โดยให้หัวหน้าโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ เป็นประธานในการประชุมเพื่อหาข้อสรุปในการพิจารณานำเครื่องมือวัดเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) ที่จำเป็นมาใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย โดยมีรายการดังนี้

รายการเครื่องมือวัดและอุปกรณ์	วิธีการใช้งาน	ประโยชน์ที่ได้รับ
๑. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Single Laser Infrared Thermometer)	นำเครื่องวัดอุณหภูมิไปยังที่เครื่องจักรที่ต้องการวัดและกดปุ่มให้ลำแสงเลเซอร์ (Laser Infrared) ของเครื่องวัดจะวิเคราะห์และประมวลผลค่าอุณหภูมิของเครื่องจักรบนหน้าจอ (Monitor)	- วัดอุณหภูมิความร้อนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ว่ามีอุณหภูมิผิดปกติหรือไม่ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า หม้อแปลง อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง เป็นต้น - การตรวจวัดเครื่องจักรกระทำได้โดยไม่ต้องปิดระบบหรือหยุดเครื่องจักร - ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานเนื่องจากสามารถวัดค่าในระยะไกลได้ - ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลจากการตรวจวัดมาวิเคราะห์ เพื่อทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อไปได้
๒. เครื่องวัดแรงสั่นสะเทือน (Smart Vibration Meter)	เครื่องวัดแรงสั่นสะเทือนไปสัมผัสกับตำแหน่งที่ต้องการวัดที่ตัวเครื่องจักรแล้วกดปุ่ม (Power) ของเครื่องวัดแรงสั่นสะเทือนจะวิเคราะห์และประมวลผลค่าแรงสั่นสะเทือนของเครื่องจักรบนหน้าจอ (Monitor)	- วัดแรงสั่นสะเทือนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ว่ามี การสั่นสะเทือนผิดปกติหรือไม่ เช่น สภาพโดยรวมของแบริ่ง ยารองแท่นเครื่อง การไม่สมดุลของเพลาลูกเบี้ยว เป็นต้น โดยค่าการสั่นสะเทือนจะแสดงด้วยระดับการแจ้งเตือนด้วยรหัสสี - การตรวจวัดเครื่องจักรกระทำได้โดยไม่ต้องปิดระบบหรือหยุดเครื่องจักร - ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลจากการตรวจวัดมาวิเคราะห์ เพื่อทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อไปได้

รายการเครื่องมือวัดและอุปกรณ์	วิธีการใช้งาน	ประโยชน์ที่ได้รับ
๓. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบคล้อง (AC/DC Trms Wireless Clamp)  FLUKE TECHNICAL DATA Fluke 370 FC Series True-rms Wireless AC/DC Clamp Meters The new Fluke 370 FC Series (370 FC, 375 FC and 374 FC) offers advanced troubleshooting performance. The True-rms clamp probe allows easy connection to wires in tight spaces. In addition, all three clamps are now part of the Fluke Connect™ family of wireless test tools. Now you can: - Log and trend measurements to pinpoint intermittent faults - Transmit results wirelessly via Fluke Connect™ Measurements app - Create and send reports right from the field - Capture measurements remotely via our Dash app with Bluetooth connectivity to your Apple or Android devices Product highlights - Connect your meter to your smartphone using Fluke Connect™ Measurements app to increase the troubleshooting power of your clamp - Read measurements on your phone at a safe distance, wearing less PPE while your meter takes all the risks - Sound results directly to your phone and the Fluke Cloud™ - Capture intermittent faults while performing other tasks using the logging capabilities of the Fluke 370 FC and 375 FC - Create and share reports from the field via email, or otherwise in real time with iShare™ video calls - Plus flexible current probe range expands the measurement range to 2500 A so provides access to large conductors in tight spaces (included with 370 FC, compatible with 375 FC and 374 FC) LOG AND TREND MEASUREMENTS Transmit results wirelessly via Fluke Connect™ Measurements app WORK SAFELY Capture measurements outside the arc flash zone with Bluetooth connectivity to your Apple or Android devices LO-PASS FILTER Integrated VFD low-pass filter (Fluke 370 FC and 375 FC) for accurate motor drive measurements TRUE-RMS Measures voltage and current for accurate measurements on non-linear signals WARRANTY Three-year © 2018 Fluke Corporation and the property of third registered owners	นำเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบคล้องไปคล้องที่สายไฟที่ต่อเข้ากับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ เลือกโหมดที่ต้องการวัดเช่น - วัดกระแสไฟฟ้า - วัดแรงดันไฟฟ้า - วัดความต้านทาน เครื่องวัดจะทำการวิเคราะห์และประมวลผลค่าออกมาบนหน้าจอ (Monitor) หรือ Fluke Connect	- สามารถวัดค่าต่างๆ ได้ในโหมด วัดกระแสไฟฟ้า AC/DC วัดแรงดันไฟฟ้า วัดค่าความต้านทานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ได้เช่นมอเตอร์ไฟฟ้า ปั๊มสูบน้ำไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้า - ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลจากการตรวจวัดมาวิเคราะห์ เพื่อทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อไปได้
๔. เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tacho Meter Combo Contact)  AMPROBE TACH20 Combo Tachometer Contact and Non-Contact The Amprobe TACH20 hand-held tachometer accurately measures rotational or surface speed as well as length. It comes with a large LCD display that allows the user to easily read the measurement. It also has a built-in memory function that permits automatic storage of maximum, minimum, average values plus the last measurement displayed. The TACH20 is supplied with all the necessary accessories designed with optimal mechanical stability to ensure accurate, reliable, and repeatable measurements. In addition to the mechanical adapter that accepts a variety of tips, as well as the surface speed wheel for contact rpm measurement, the TACH20 can perform non-contact measurement by using the infrared beam function. No hassle warranty No waiting. No shipping charges. Our commitment to high-quality products and customer service is demonstrated by our industry exclusive "No Hassle" warranty. In the unlikely event that an Amprobe Test Tool requires warranty service, any of our local dealers are authorized to replace it, on the spot. (Item: 5500 MSLP InvD) ■ Measures rotational and surface speed ■ Built-in memory ■ Digital Display ■ Auto power off function ■ Easy to select units and mode functions ■ Contact and non-contact measurement ■ Select rpm using infrared beam or adapter: m/min, m/sec, f/min, f/sec, in/min, in, ft, and in. ■ Includes 6 Adapters, Carrying Case, Reflective Tapes, Batteries and User Manual Amprobe® Test Tools www.Amprobe.com	<u>การวัดแบบสัมผัสกับเครื่องจักร</u> นำเครื่องวัดความเร็วรอบไปสัมผัสกับตำแหน่งที่ต้องการวัดที่ตัวเครื่องจักร แล้วกดปุ่ม (Power) ของเครื่องวัดความเร็วรอบ จะวิเคราะห์และประมวลผลค่าความเร็วรอบของเครื่องจักร บนหน้าจอ (Monitor) <u>การวัดแบบไม่สัมผัสกับเครื่องจักร</u> นำเครื่องวัดความเร็วรอบไปยิงในตำแหน่งที่ต้องการวัดที่ตัวเครื่องจักรแล้วกดปุ่ม (Function Infrared) ของเครื่องวัดความเร็วรอบ จะวิเคราะห์และประมวลผลค่าความเร็วรอบของเครื่องจักรบนหน้าจอ (Monitor)	- วัดความเร็วรอบของเครื่องจักรและอุปกรณ์ว่าอยู่ในค่าตามที่คู่มือกำหนดหรือไม่ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องเติมอากาศ (Air Blower) ปั๊มสูบน้ำไฟฟ้า - การตรวจวัดเครื่องจักรกระทำได้โดยไม่ต้องปิดระบบหรือหยุดเครื่องจักร -ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานเนื่องจากสามารถวัดค่าในระยะไกลได้ - ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลจากการตรวจวัดมาวิเคราะห์เพื่อทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อไปได้

รายการเครื่องมือวัดและอุปกรณ์	วิธีการใช้งาน	ประโยชน์ที่ได้รับ
๕. เครื่องวัดความเป็นฉนวน (๒ ใน ๑ Insulation And Multimeter) 	นำชุดสายวัดสัญญาณของเครื่องวัดความเป็นฉนวนไฟฟ้าวัดที่สายไฟ หรือขดลวดของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ต้องการวัด เลือกโหมดที่ต้องการวัด เช่น - วัดความต้านทาน - วัดแรงดันไฟฟ้า - วัดกระแสไฟฟ้า เครื่องวัดจะทำการวิเคราะห์และประมวลผลค่าออกมาบนหน้าจอ (Monitor) หรือ Fluke Connect	- สามารถวัดค่าต่างๆ ได้ในโหมด วัดกระแสไฟฟ้า AC/DC วัดแรงดันไฟฟ้า วัดค่าความต้านทาน ของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ได้ เช่นมอเตอร์ไฟฟ้า ปั๊มสูบน้ำไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้า - ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลจากการตรวจวัดมาวิเคราะห์เพื่อทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อไปได้ - การตรวจวัดเครื่องจักรกระทำได้โดยไม่ต้องปิดระบบหรือหยุดเครื่องจักร

๖.๑.๒ การเขียนนำเสนอโครงการเพื่อขออนุมัติจัดซื้อเครื่องมือวัดในเชิงพยากรณ์ โดยการใช้งบค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ในหมวดค่าวัสดุเครื่องจักรกลและเครื่องทุ่นแรงเป็นจำนวนเงิน ๑๖๐,๐๐๐ บาท (หนึ่งแสนหกหมื่นบาทถ้วน) พร้อมทั้งกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องวัดเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) ให้เรียบร้อย

๖.๑.๓ ดำเนินการตามระเบียบขั้นตอนในการจัดซื้อ/จัดจ้าง ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. ๒๕๖๐ ให้อย่างถูกต้อง ขอความอนุมัติเห็นชอบในการจัดซื้อเครื่องวัดและอุปกรณ์ต่างๆ ในการดำเนินโครงการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ จากท่านผู้อำนวยการสำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ

๖.๑.๔ ให้หัวหน้าโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ เป็นประธานในการประชุมและแต่งตั้งทีมงานตรวจสอบเครื่องจักรด้วยหลักเชิงพยากรณ์ ทั้งระบบไฟฟ้าและระบบเครื่องกล โดยจัดทำเป็นเอกสารเซ็นรับทราบในการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน

๖.๑.๕ การอบรมและพัฒนาทักษะทีมงานตรวจสอบเครื่องจักรด้วยหลักเชิงพยากรณ์ ถึงวิธีการขั้นตอน การตรวจสอบด้วยเครื่องจักรต่างๆ ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติกับทางบริษัทผู้จำหน่ายเครื่องมือวัด ให้สามารถวิเคราะห์ถึงปัญหาและสาเหตุของการชำรุด/เสียหายของเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย โดยสามารถแก้ไขได้ตรงจุด และประหยัดเวลาในการซ่อมบำรุง

๖.๑.๖ การจัดทำตารางการตรวจสอบเครื่องจักร (Check List) และคู่มือในการใช้งานของเครื่องวัดเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) จะแบ่งงานออกเป็น ๒ ทีม ดังนี้

- การจัดทำตารางการตรวจสอบเครื่องจักร (Check List) จะเป็นการทำเพิ่มเติมต่อจากการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ถ้าพบจุดบกพร่องนำมารวบรวมแก้ไขปรับปรุงใหม่ได้

ตัวอย่าง : การจัดทำตารางการตรวจสอบเครื่องเติมอากาศ (Air Blower) ด้วยหลักเชิงพยากรณ์

บริษัท สยามราช จำกัด (มหาชน) 289/9 หมู่ 10 อ.ระปราย ต.ลำไย อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130 โทรศัพท์ : (02) 7435010-25 โทรสาร : (02) 7435007-8		Siamraj Public Company Limited 289/9 Moo 10, Old Railway Road, Samrong, Phrapradaeng, Samutprakarn 10130, Thailand Tel : (662) 7435010-25 Fax : (662) 7435007-8
Request No. : S610009		Date : 25/01/2018

CHECK REPORT							
Customer : การเคหะ	Plant : แหลมฉบัง	Contact person : คุณเจษฎา	Tel. : 087-0969688				
Pump brand : VIKIN	Model : LS4124A	Serial no. : 1885174	Pump code : -				
Motor brand : ABB	KW : 15 KW	RPM : 1460/384	Max. amp : 27.97				
Gear : FLENDER	Ratio : 3.79	Model : Z88-K4	Serial no. : 1620249370				

SERVICE SUBJECT	☐ Start up & Commissioning	☐ Alignment	☐ Pm
------------------------	---	------------------------------------	-----------------------------

VISUAL CHECK ITEMS					
Items	Description	Inspection	Remark	Note	
		Normal	Adjusted	Service	
1	การรั่วซึมของปั๊ม (Pump leakage)	-	-	-	
2	การรั่วซึมของน้ำมันหล่อลื่น (Lubrication oil leak)	/	-	-	
3	ระดับของน้ำมันหล่อลื่น (Lubrication oil level)	/	-	-	Refill/Change
4	ทดสอบการหมุนของปั๊มด้วยมือ (Pump rotation)	/	-	-	
5	การขันแน่นของท่อดูด (Suction pipe fastening)	/	-	-	
6	การขันแน่นของท่อจ่าย (Discharge pipe fastening)	/	-	-	
7	สภาพหัวโพงของ coupling (Coupling condition)	/	-	-	
8	สภาพหัวโพงของจารบี (Greasing condition)	/	-	-	

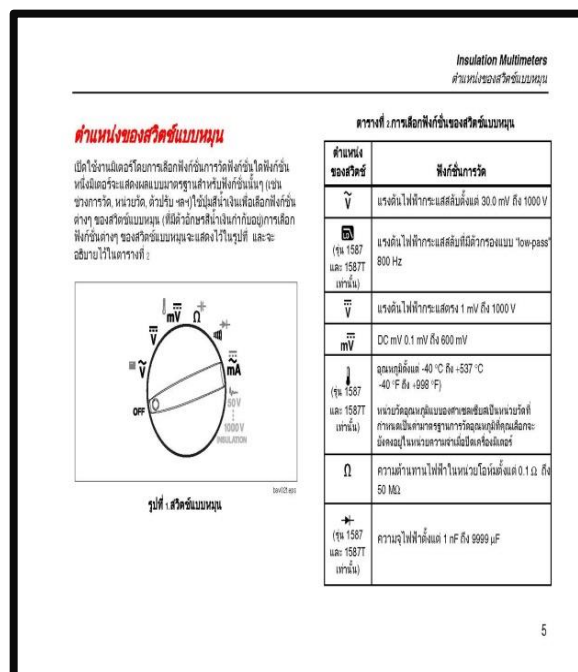
ALIGNMENT CHECK ITEM	VIBRATION & BEARING TEMPERATURE CHECK ITEM																																																																																											
Acceptance criteria = ± 0.05 mm. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Check</th> <th>NO</th> <th>YES</th> <th>270°</th> </tr> <tr> <td>Radial</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Reset</th> <th>NO</th> <th>YES</th> <th>270°</th> </tr> <tr> <td>Radial</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table> Note. Alignment ด้วย Laser (SV 14) ถ้า Alignment +/- ไม่เกิน 0.05 mm.	Check	NO	YES	270°	Radial	-	-	-	X	-	-	-	Reset	NO	YES	270°	Radial	-	-	-	X	-	-	-	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Bearing acceptance criteria $\leq 80^{\circ}\text{C}$</th> </tr> <tr> <th>Vibration acceptance criteria (mm/s)</th> <th>15 kw.</th> <th>15-75 kw.</th> <th>>75 kw.</th> </tr> <tr> <td>Acceptance</td> <td>0-1.8</td> <td>0-2.8</td> <td>0-4.5</td> </tr> <tr> <td>Unsatisfied</td> <td>1.8-4.5</td> <td>2.8-7.1</td> <td>4.5-11.2</td> </tr> <tr> <td>Unacceptance</td> <td>>4.5</td> <td>>7.1</td> <td>>11.2</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">Machine</th> <th colspan="3">Vibration (mm./s)</th> <th colspan="3">Bearing Temperature ($^{\circ}\text{C}$)</th> </tr> <tr> <th>DE</th> <th>NDE</th> <th></th> <th>DE</th> <th>N</th> <th></th> </tr> <tr> <td>Pump</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Motor</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Operation condition</th> </tr> <tr> <td>Insulation Test</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Current (amp.)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Voltage (volt)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Speed (rpm.)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>	Bearing acceptance criteria $\leq 80^{\circ}\text{C}$				Vibration acceptance criteria (mm/s)	15 kw.	15-75 kw.	>75 kw.	Acceptance	0-1.8	0-2.8	0-4.5	Unsatisfied	1.8-4.5	2.8-7.1	4.5-11.2	Unacceptance	>4.5	>7.1	>11.2	Machine	Vibration (mm./s)			Bearing Temperature ($^{\circ}\text{C}$)			DE	NDE		DE	N		Pump	-	-	-	-	-	-	Motor	-	-	-	-	-	-	Operation condition				Insulation Test	-	-	-	Current (amp.)	-	-	-	Voltage (volt)	-	-	-	Speed (rpm.)	-	-	-
Check	NO	YES	270°																																																																																									
Radial	-	-	-																																																																																									
X	-	-	-																																																																																									
Reset	NO	YES	270°																																																																																									
Radial	-	-	-																																																																																									
X	-	-	-																																																																																									
Bearing acceptance criteria $\leq 80^{\circ}\text{C}$																																																																																												
Vibration acceptance criteria (mm/s)	15 kw.	15-75 kw.	>75 kw.																																																																																									
Acceptance	0-1.8	0-2.8	0-4.5																																																																																									
Unsatisfied	1.8-4.5	2.8-7.1	4.5-11.2																																																																																									
Unacceptance	>4.5	>7.1	>11.2																																																																																									
Machine	Vibration (mm./s)			Bearing Temperature ($^{\circ}\text{C}$)																																																																																								
	DE	NDE		DE	N																																																																																							
Pump	-	-	-	-	-	-																																																																																						
Motor	-	-	-	-	-	-																																																																																						
Operation condition																																																																																												
Insulation Test	-	-	-																																																																																									
Current (amp.)	-	-	-																																																																																									
Voltage (volt)	-	-	-																																																																																									
Speed (rpm.)	-	-	-																																																																																									

Recommendation			
1. เตรียม Line Flushing ใหม่เข้ากับ PUMP 2. ไม่สามารถ Test Run ได้ เนื่องจากระบบยังไม่พร้อม			

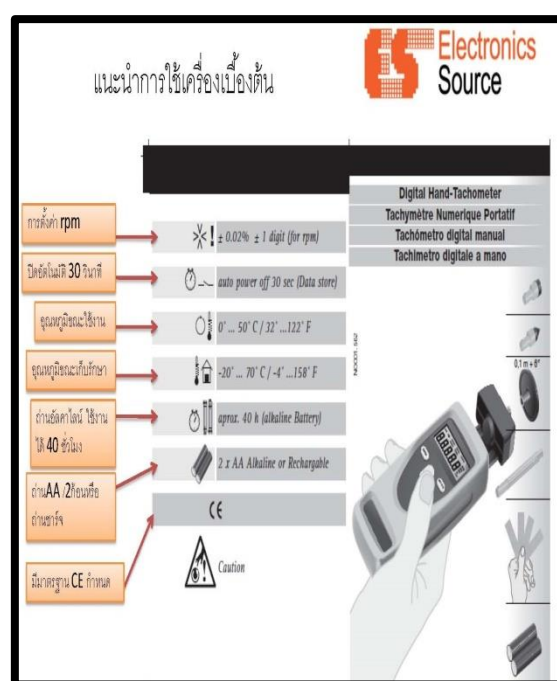
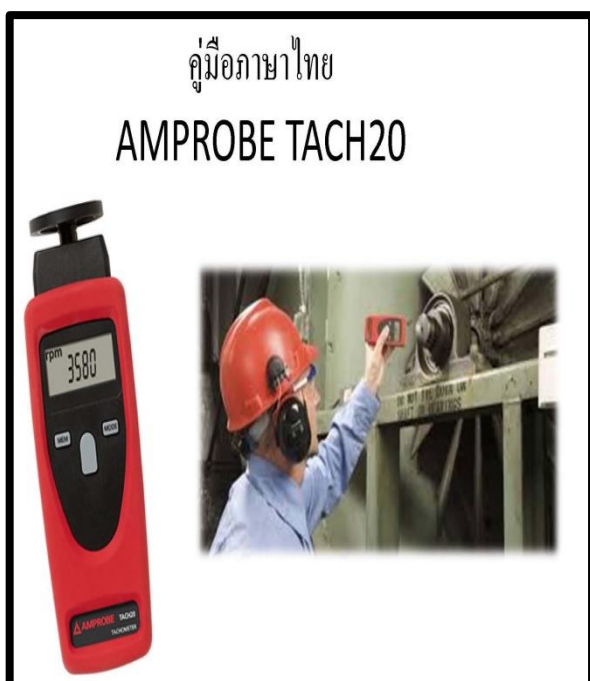
Served by : พลศักดิ์/พิชิตชัย	Served time	Start : 13.00	Customer sign	Date / Time
Date : 25/01/2018		Finished : 18.00		25/01/2018

- การจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องวัดเชิงพยากรณ์ เพื่อให้ผู้ที่ปฏิบัติงานสามารถศึกษา
ค้นคว้า ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานอย่างถูกต้อง

ตัวอย่าง : การจัดทำคู่มือการใช้งานของเครื่องวัดความเป็นฉนวน (๒ In ๑ Insulation And Multimeter)



ตัวอย่าง : การจัดทำคู่มือการใช้งานของเครื่องมือวัดความเร็วรอบ (Tacho Meter Combo Contact)



๖.๒ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินการ

๖.๒.๑ วิศวกร/นายช่าง/เจ้าหน้าที่ (คนงาน) เป็นผู้ดำเนินการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) ตามข้อตกลงและตารางการตรวจสอบเครื่องจักรที่ได้วางแผนไว้ (Check List)

๖.๒.๒ ก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้งจะมีการประชุมแบ่งหน้าที่ และปรึกษาหารือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นถึงปัญหาและอุปสรรคว่าจะสามารถดำเนินการแก้ไขเช่นไร เป็นต้น

๖.๒.๓ ผู้บังคับบัญชาในระดับสูงขึ้นไป ควรให้การสนับสนุนในการจัดสรรงบประมาณในด้านต่างๆ เช่นเครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจสอบเชิงพยากรณ์ทั้งระบบไฟฟ้าและเครื่องกล อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล การอนุมัติจัดหาอะไหล่สำรองสำหรับใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอย่างทันทั่วทั้งที่

๗. ระยะเวลาในการดำเนินการ

การเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย													
ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)													
ลำดับที่	รายละเอียดของการดำเนินการ	ระยะเวลาในการดำเนินการ (ตั้งแต่ ๑ ต.ค. ๖๑ ถึง ก.ค. ๖๒)										หมายเหตุ	
		ต.ค. ๖๑	พ.ย. ๖๑	ธ.ค. ๖๑	ม.ค. ๖๒	ก.พ. ๖๒	มี.ค. ๖๒	เม.ย. ๖๒	พ.ค. ๖๒	มิ.ย. ๖๒	ก.ค. ๖๒		
๑	ศึกษาและดำเนินการรวบรวมข้อมูลต่างๆ												ศึกษาค้นคว้า : คู่มือวิศวกรรม
	ที่จำเป็นในการบำรุงรักษาเครื่องจักร												Internet Catalog ผู้ขาย
๒	ด้วยหลักเชิงพยากรณ์												และจากทีมงาน
	เขียนโครงการเพื่อขอของบประมาณจัดซื้อในหมวด												ใช้งบค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ
๓	วัสดุเครื่องจักรกลและเครื่องทุ่นแรง												บำบัดน้ำเสีย โรงควบคุม
	ขออนุมัติจัดซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ												คุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์
๔	จากผู้อำนวยความสะดวกสำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ												เป็นไปตามระเบียบในการจัดซื้อ
	จัดตั้งทีมงานตรวจสอบเครื่องจักรด้วยหลัก												จัดจ้าง (พ.ร.บ. ๒๕๖๐)
๕	เชิงพยากรณ์ทั้งระบบไฟฟ้าและเครื่องกล												ประชุม/แต่งตั้งทีมงาน
	อบรมและพัฒนาทักษะทีมงานตรวจสอบเชิงวิธีการ												ชุดระบบไฟฟ้า และเครื่องกล
๖	ขั้นตอนการตรวจสอบด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์												อบรมทั้งภาคทฤษฎีและภาค
	เชิงพยากรณ์												ปฏิบัติกับทางบริษัทผู้จำหน่าย
๗	จัดทำตารางการตรวจสอบเครื่องจักร (Check List)												ประชุมร่วมกันพิจารณาจัดทำ
	คู่มือการใช้งานของเครื่องวัดเชิงพยากรณ์												ตารางการตรวจสอบว่าควร
													เป็นลักษณะรูปแบบเช่นไร

๘. งบประมาณ

เบิกจ่ายจากงบประมาณประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๒ ของสำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ สำนักการระบายน้ำ หมวดรายจ่ายอื่น ๆ เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานเดินระบบบำบัดน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ เพื่อดำเนินโครงการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) ในวงเงิน ๑๖๐,๐๐๐ บาท (หนึ่งแสนหกหมื่นบาทถ้วน) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

หมวดค่าวัสดุเครื่องจักรกลและเครื่องทุ่นแรง

- เครื่องวัดแรงสั่นสะเทือน (Smart vibration Meter)	๕๗,๐๐๐.-	บาท
- เครื่องวัดอุณหภูมิ (Single Laser Infrared Thermometer)	๕,๑๐๐.-	บาท
- เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบคล้อง (AC/DC Trms Wireless Clamp)	๒๓,๐๐๐.-	บาท
- เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tacho Meter Combo Contact)	๒๓,๐๐๐.-	บาท
- เครื่องวัดความเป็นฉนวน (๒ In ๑ Insulation And Multimeter)	๓๙,๕๐๐.-	บาท
- ชุดอุปกรณ์สำนักงาน (PC-Computer, Printer, Scanner)	๑๒,๔๐๐.-	บาท

๙. แนวทางการติดตามและประเมินผล

๙.๑ ตัวชี้วัดความสำเร็จในระยะเวลา ๑๐ เดือน นับจากเริ่มทำโครงการ

๙.๑.๑ ต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัดต่างๆ โดยมีการตรวจรับพัสดุ และได้ลงทะเบียนครุภัณฑ์อย่างชัดเจน จำนวน ๑ ชุด พร้อมจัดทำตารางใบงานการตรวจสอบ (Check List) และคู่มือการใช้งานของเครื่องตรวจวัดเชิงพยากรณ์

๙.๑.๒ มีคำสั่งแต่งตั้งพร้อมเซ็นรับทราบในการเป็นทีมงานตรวจเครื่องจักร ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ โดยต้องเข้ารับการอบรมและพัฒนาทักษะการตรวจสอบเครื่องจักรด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) สามารถวิเคราะห์ถึงปัญหาและสาเหตุของการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร โดยสามารถแก้ไขได้ตรงจุดและประหยัดเวลาในการซ่อมบำรุงพร้อมในการปฏิบัติงานจริง

๙.๑.๓ ต้องสามารถลดจำนวนการหยุดเดินของเครื่องจักร ในสถานะฉุกเฉินได้ไม่เกิน ๒ ครั้งต่อปี เนื่องจากสถิติเดิมที่ผ่านมา ก่อนทำโครงการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ด้วยหลักเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) ต้องมีการหยุดเครื่องจักรในสถานะฉุกเฉินเพื่อทำการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเฉลี่ยประมาณ ๕ ครั้งต่อปี โดยการซ่อมบำรุงแต่ละครั้งใช้งบประมาณค่อนข้างสูงใช้เวลานานในการซ่อมบำรุง ส่งผลกระทบไปถึงระบบบำบัดน้ำเสีย (เนื่องจากระบบบำบัดเสียจะหยุดเดินระบบอย่างต่อเนื่องได้ไม่เกิน ๘ ชั่วโมง จะทำให้จุลินทรีย์ในน้ำเสียจะไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้)

๙.๒ วิธีการประเมินผล

๙.๒.๑ สถิติการหยุดเดินของเครื่องจักรในสภาวะฉุกเฉินจะต้องน้อยลงหรือแทบไม่มีเลย ต้องมีรายงานการปฏิบัติงานการตรวจสอบ (Check List) พร้อมใบยืมเครื่องมือตรวจวัด และนำเครื่องมือตรวจวัดไปใช้งานจริง โดยสามารถวิเคราะห์และคาดคะเนพยากรณ์ อาการชำรุดของเครื่องจักรได้จริง

๙.๒.๒ ประหยัดงบประมาณในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร โดยเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายประมาณที่ผ่านมา

๙.๒.๓ เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งเครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มสมรรถนะ โดยสามารถดูได้จากปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าที่ลดลง

๙.๒.๔ สามารถยกระดับคุณภาพของทีมงานตรวจสอบ ซึ่งทีมงานตรวจสอบสามารถนำข้อมูลต่างๆ เหล่านี้มาวิเคราะห์หาสาเหตุถึงปัญหาของการชำรุดเสียหาย โดยสามารถปฏิบัติงานได้จริง ถึงการแก้ไขได้ตรงจุดและประหยัดเวลา

๑๐. ข้อเสนอแนะ

๑๐.๑ ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ผู้บริหารกรุงเทพมหานคร ควรประกาศเป็นนโยบายให้ส่วนราชการในสังกัดกรุงเทพมหานครและภาคประชาชน โดยมีการรณรงค์ให้ประชาชนตระหนักถึงการไม่ปล่อยให้ขยะไหลลงสู่ท่อระบายน้ำ เพราะขยะเหล่านี้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสียเกิดการชำรุดเสียหาย

๑๐.๒ ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติการ

๑๐.๒.๑ เจ้าหน้าที่ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ต้องตระหนักถึงภารกิจในระบบบำบัดน้ำเสียที่ต้องทำงานอย่างต่อเนื่อง ๒๔ ชั่วโมง โดยมีหน้าที่หลักอยู่ ๒ ส่วน

- ปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนปล่อยสู่คลองและแม่น้ำเจ้าพระยา
- สนับสนุนการป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

๑๐.๒.๒ จัดให้มีการฝึกอบรมซักซ้อมความเข้าใจกับเจ้าหน้าที่ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ ถึงความสำคัญของการวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรการเฝ้าระวังเครื่องจักรปีละ ๑ ครั้ง

ภาคผนวก

What is the 62 MAX and 62 MAX+ value proposition?

The 62 MAX is a two-model replacement program for the current Fluke 62. The 62 MAX and 62 MAX+ are good at many things—accuracy, distance to spot, adjustable emissivity, high-low alarms. But they excel in three areas that are most important to customers:

Durability

The 62 MAX and 62 MAX+ can survive a 3 meter (9.8 foot) drop

Size

They are easy to carry and always with you. The 62 MAX+ clips quickly to your tool belt.

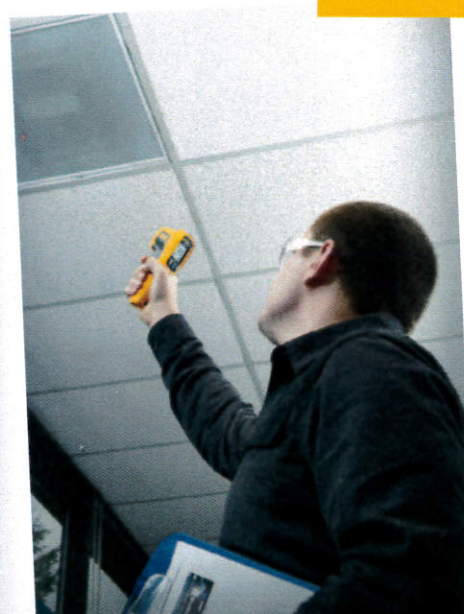
Dust/water resistance

IP54 rated to keep out dust particles, to work even if it gets wet.



What customers use the 62 MAX and 62 MAX+?

Industrial Technicians	Electrical Technicians	HVAC Technicians
Working Environment Utilities, manufacturing facilities Mostly indoors Hot/cold environments May be wet or damp May be on catwalks, ladders or cement flooring	Working Environment Utilities, manufacturing facilities, office buildings Mostly indoors Temperate environment	Working Environment Utilities, manufacturing facilities, office buildings, some residential Inside and outside Hot and cold environments May be wet or damp Climbing ladders or catwalk either inside or to the roof
Applications Rotating motors and other machinery Motor starter relay contacts and overloads Bearings Energy surveys Boiler operations and steam systems Performance verifications Production process	Applications Check temps of high-voltage equipment and transformers from a safe distance Detect heating of fuses, wires, insulators, connectors, splices, switches Overloaded motors due to possible harmonic currents	Applications Check temp of furnace exteriors, steam traps, heat exchangers Take suction line temps for superheat Ambient temp readings Outlet/inlet air Refrigeration equipment, freezers, AC condenser temps to look for blockages Chiller input/output Energy audits



What makes the 62 MAX and 62 MAX+ the best choice in IR thermometers

	Fluke 62 MAX / Fluke 62 MAX+	Competition
Brand	Built by Fluke—the most trusted tools in the world!	A variety of manufacturers trying to enter the space
Rugged	IP54 rated for water and dust resistance; meant to be treated like a tool	Range from no rating to low IP protection
Drop Resistance	Built to withstand a 3 meter/9.8 foot drop	Range from no rating to 2 meters
Design	Ergonomic fit to “feel” good in your hand	Traditional pistol grip
Easy-to-Carry	Small size allows you to put in your tool box or on your tool belt	No clip; may get damaged in tool box
Dual-Lasers	The 62 MAX+ has two lasers making it easy to see your spot size	NA
Price	Increased features and ruggedness for the same price as the Fluke 62 Mini	Lack of ruggedness at same price point

Standards and Agency Approval:

Compliance – EN/IEC 61010-1: 2001

Laser Safety – FDA and EN 60825-1 Class II

Ordering Information:

Model #	Description	Item number	UPC code	Dimensions (HxWxL) cm	Weight	Origin	ECCN
Fluke-62 MAX	IR thermometer	4130474	0 95969 62020 8	175 mm x 85 mm x 75 mm (6.88 in x 3.34 in x 2.95 in)	255 g (8.99 oz)	China	EAR99
Fluke-62 MAX+	IR thermometer	4130488	0 95969 62021 5	175 mm x 85 mm x 75 mm (6.88 in x 3.34 in x 2.95 in)	255 g (8.99)	China	EAR99

Order Requirements: Minimum order quantity of three



Sales Support Collateral

The following material has been prepared for the introduction of the 62 MAX and 62 MAX+ Infrared Thermometers, and is ready for download at www.fluke.com/62max-launch.

Item	Description	Literature number
62 MAX brochure	4 page customer brochure.	4160018
62 MAX POP display	Point of purchase display, with working unit attached.	4138085
62 MAX "Handle Without Care" video	1:30 video showing product in use.	4160052
62 MAX press release	Release used to introduce product to press for editorial postings on web and in print	
62 MAX photos	Images in a variety of resolutions for use on the Web and in print	
62 MAX web product page copy	Text for use on 62 MAX product page	
62 MAX catalog copy	Text and images designed for placement in catalogs	
62 MAX web banners	Promotional electronic banners for placement on websites	
62 MAX e-mail material	e-mail text and images designed to spread awareness of the product and its innovative features	



For additional information contact your Fluke representative

Fluke Corporation
PO Box 9090,
Everett, WA 98206 U.S.A.

Fluke Europe B.V.
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, The Netherlands

For more information call:

In the U.S.A. (800) 443-5853 or Fax (425) 446-5116
In Europe/M-East/Africa +31 (0) 40 2675 200 or Fax +31 (0) 40 2675 222
In Canada (800)-36-FLUKE or Fax (905) 890-6866
From other countries +1 (425) 446-5500 or Fax +1 (425) 446-5116
Web access: <http://www.fluke.com>

©2012 Fluke Corporation. Specifications subject to change without notice.
Printed in U.S.A. 5/2012 4213671A_EN

Modification of this document is not permitted without written permission from Fluke Corporation.



9070 Smart Vibration Meter

Vibration analysis at the touch of a button

Machinery Health Monitoring Tools from testproductsintl.com • 800.368.5719

BENEFITS

- ISO Built-in Alarms
- Easily identify bearing problems with BDU Reading
- Easily identify problems with built in band filters: 1X (unbalance), 2X (misalignment), 3X (looseness)
- 800 line FFT (spectrum)
- Ruggedized IP67 case
- 3-year Limited Warranty

FEATURES

- Full Color OLED Display
- Built-in accelerometer with stinger. Optional long stinger and magnetic mount available

MARKETS

- Commercial/Industrial HVAC
- Food Processing
- Manufacturing
- Mining
- Packaging
- Petrochemical
- Pulp and Paper
- Power Plants
- Utilities
- Automotive

9070
data sheet
04.12

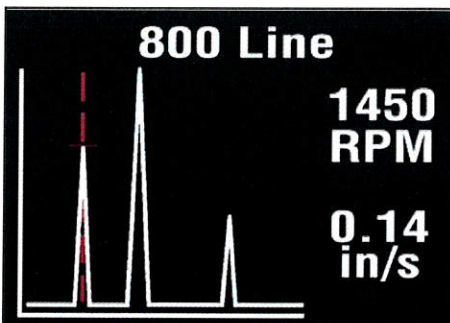
Analyze and Interpret readings...Incredible performance at an unbelievably low price



Overall machine and bearing conditions: vibration values are displayed with color coded alarm levels for ISO values and Bearing Damage (BDU).



Easy vibration analysis: clear picture of machine problems detected with built in band filters:
1X (unbalance)
2X (misalignment)
3X (looseness)



Identify complex issues: 800-line spectrum with zoom and cursor.



Photo Actual Size

Test the TPI Advantage

Copyright © 2012 Test Products International, Inc.

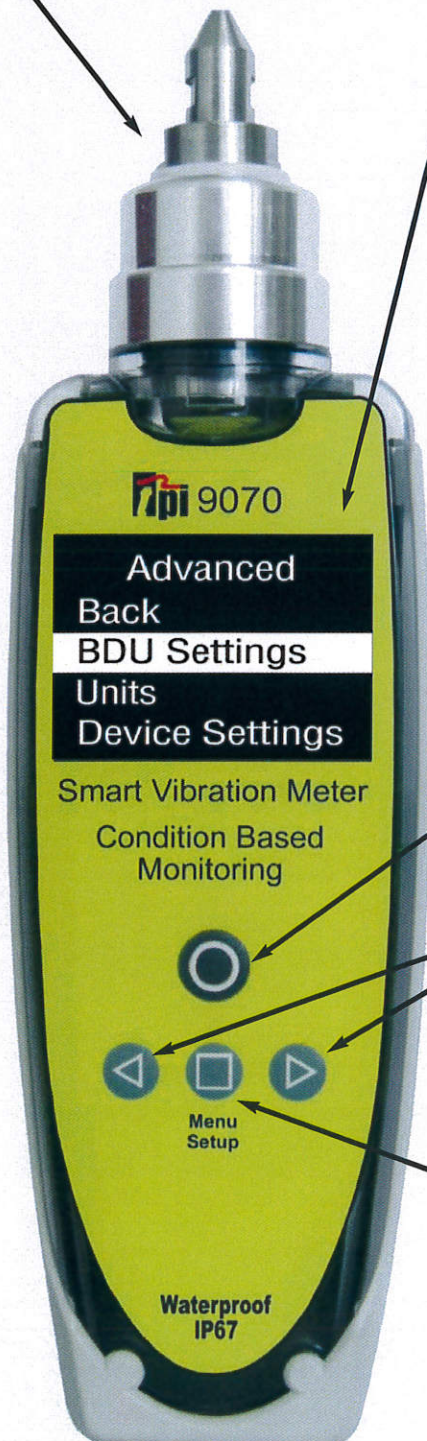


9070 Smart Vibration Meter

Machinery Health Monitoring Tools from testproductsintl.com • 800.368.5719

Stinger tip accelerometer with standard 1/4 x 28 threads. Various length stingers or magnets can be used

Full color high contrast OLED display



- **Size:** H 7.95" W 2.36"
- **Weight:** 9.8oz (280g)
- **Environmental:**
 - o **Water:** IP67 Waterproof
 - o **Operating:** 32°F to 122°F (0C to 50C)
 - o **Storage:** -4°F to 158°F (-20C to 70C)
- **Power supply:** 2xAA batteries
- **Battery life:** Approximately 50 hours of normal use
- **Frequency ranges:** 2/10Hz - 1kHz ISO
2Hz - 3kHz
- **Frequency resolution:** 100 / 200 / 400 / 800 lines
- **Displayed amplitude units:** Acceleration in g / velocity in inches per second or mm per second / Bearing damage in BDU
- **Displayed frequency units:** Hz, CPM or RPM
- **Input range:** +/- 50 g
- **Dynamic range:** 72 dB
- **Auto set up of VA bands**
- **Accelerometer connection:** Internal sensor
- **Standard accessories**
 - o Pouch with protective cap for pointed stinger
- **Optional accessories:**
 - o Magnet

Top button with circle:

- Press to power ON
- Press again to take a reading
- Auto OFF one minute after last reading, unless time OFF is changed in power time OFF in user settings

Left and right cursors:

- Move cursor in FFT mode
- Select set up in Menu mode

Menu Setup button:

- Press and it cycles through main big number screen, VA screen (Unbalance, Misalignment and Looseness)
- FFT, FFT zoom *2, FFT zoom *4, FFT zoom*8 and back to start.

Press and hold Setup Menu to set:

- ISO filter 2/10Hz
- ISO alarm level
- Units of measure: Metric/English
- Run speed (Metric defaults to 1500 CPM/English 1800 CPM)
- Frequency axis CPM (default) or Hz
- Screen brightness
- Power time OFF (programmable)

Left and right buttons select options and Menus accepts change

Photo Actual Size



Data Sheet



TACH20 Combo Tachometer

Contact and Non-Contact

The Amprobe TACH20 hand-held tachometer accurately measures rotational or surface speed as well as length. It comes with a large LCD display that allows the user to easily read the measurement. It also has a built in memory function that permits automatic storage of maximum, minimum, average values plus the last measurement displayed.

The TACH20 is supplied with all the necessary accessories designed with optimal mechanical stability to ensure accurate, reliable, and repeatable measurements. In addition to the mechanical adapter that accepts a variety of tips, as well as the surface speed wheel for contact rpm measurement, the TACH20 can perform non-contact measurement by using the infrared beam function.

No hassle warranty

No waiting.

*No shipping
charges.*



Our commitment to high-quality products and customer service is demonstrated by our industry exclusive "No Hassle" warranty. In the unlikely event that an Amprobe Test Tool requires warranty service, any of our local dealers are authorized to replace it, on the spot.

(note: \$500 MSLP limit)

- Measures rotational and surface speed
- Built-in memory
- Digital Display
- Auto power off function
- Easy to select units and mode functions
- Contact and non-contact measurement
- Select rpm using infrared beam or adapter: m/min, m/sec, ft/min, ft/sec, in/min, m, ft, and in.
- Includes 6 Adapters, Carrying Case, Reflective Tapes, Batteries and User Manual





TACH20 Combo Tachometer

Data Sheet

Specifications

General Specifications

Accuracy	±0.02% v. reading ±1 Digit			
Measuring Ranges rpm	optical	1 ... 99999 min		
	mechanical	1 ... 19999 min		
Speed		Ø 01 m	Ø 6"	Ø 12"
	m/min	0.10 ...1999	0.10 ...1524	0.40 ...609.6
	ft/min	0.40 ...6550	0.40 ...5000	0.40 ...2000
	in/min	4.00 ...78700	4.00 ...60000	4.00 ...24000
	m/sec	0.10 ...33.30	0.10 ...25.40	0.10 ...10.16
	ft/sec	0.10 ...109	0.10 ...83.33	0.10 ...33.30
Length	0 ...99999 m / 0...99999 ft / 0...99999 in			
Sensing Distance (optical)	max. 600 mm (24 in)			
Operation				
Battery type	2x AA 1.5V Battery LR6 (ALKALINE) or rechargeable			
Operating Temperature	0 ... +50°C (32...122°F)			
Storage Temperature	-20...+70°C (0...160°F)			
Housing				
Material	ABS			
Weight	250 g (0.55 lb)			
Size	175x60x28 mm (7x2.5x1 in)			
Agency Approvals & Certifications	CE			

Amprobe® Test Tools
website: www.Amprobe.com
email: info@amprobe.com
Everett, WA 98203
Tel: 877-AMPROBE

Amprobe® Test Tools Europe
Amprobe Test Tools Europe
Beha-Amprobe GmbH
In den Engematten 14
79286 Glottertal, Germany
Tel.: +49 (0) 7684 8009 - 0

©2008 Amprobe Test Tools. All rights reserved.
7/2008 3358122 Rev A

TECHNICAL DATA

Fluke 370 FC Series True-rms Wireless AC/DC Clamp Meters


LOG AND TREND MEASUREMENTS

Transmit results wirelessly via Fluke Connect® Measurements app

WORK SAFELY

Capture measurements outside the arc flash zone with Bluetooth connectivity to your Apple or Android devices

LO-PASS FILTER

Integrated VFD low-pass filter (Fluke 376 FC and 375 FC) for accurate motor drive measurements

TRUE-RMS

True-rms voltage and current for accurate measurements on non-linear signals

WARRANTY

Three-year

The new Fluke 370 FC Series (376 FC, 375 FC and 374 FC) offers advanced troubleshooting performance. The iFlex® flexible current probe allows easy connections to wires in tight spaces. In addition, all three clamps are now part of the Fluke Connect® family of wireless test tools. Now you can:

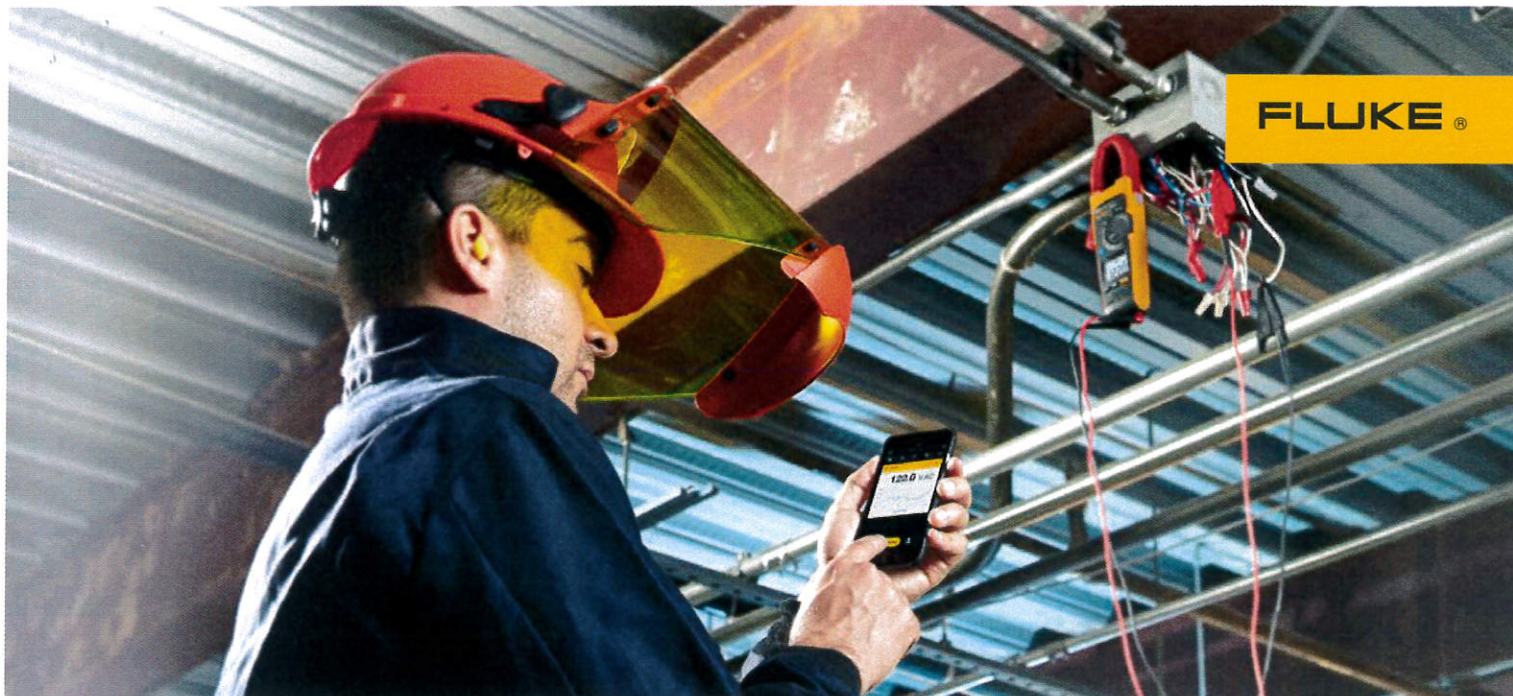
- Log and trend measurements to pinpoint intermittent faults
- Transmit results wirelessly via Fluke Connect® Measurements app
- Create and send reports right from the field
- Capture measurements outside the arc flash zone with Bluetooth connectivity to your Apple or Android devices

Product highlights

- Connect your meter to your smartphone using Fluke Connect Measurements app to increase the troubleshooting power of your clamp
- Read measurements on your phone at a safe distance, wearing less PPE while your meter takes all the risks
- Record results directly to your phone and the Fluke Cloud™
- Capture intermittent faults while performing other tasks using the logging capabilities of the Fluke 376 FC and 375 FC
- Create and share reports from the field via email, or converse in real time with ShareLive™ video calls
- iFlex flexible current probe expands the measurement range to 2500 A ac; provides access to large conductors in tight spaces (included with 376 FC; compatible with 375 FC and 374 FC)



All trademarks are the property of their respective owners



- TPAK magnetic hanging strap (included with 376 FC; compatible with 375 FC and 374 FC) allows you to conveniently hang the meter while using the probes
- Integrated VFD low pass filter (Fluke 376 FC and 375 FC) for accurate motor drive measurements
- Proprietary in-rush measurement technology to filter out noise and capture motor starting current exactly as the circuit protection sees it
- CAT IV 600 V, CAT III 1000 V safety rating
- Three-year warranty
- Soft carrying case

Measurement Capability

- 1000 A ac and dc current measurement (376 FC); 600 A ac and dc (375 FC and 364 FC)
- 2500 A ac current measurement with iFlex® flexible current probe
- 1000 V ac and dc voltage measurement
- True-rms voltage and current for accurate measurements on non-linear signals
- Frequency measurement to 500 Hz with body jaw and iFlex (376 FC and 375 FC)
- Resistance measurement to 60 k Ω (376 FC and 375 FC) or 6000 Ω (374 FC), with continuity detection
- Min, max, average and in-rush recording to capture variations automatically
- 500 mV dc measurement range to interface with other accessories (376 FC and 375 FC)
- 1000 μ F capacitance measurement



Comparison chart

	Fluke 376 FC	Fluke 375 FC	Fluke 374 FC
CAT rating	CAT III 1000 V, CAT IV 600 V	CAT III 1000 V, CAT IV 600 V	CAT III 1000 V, CAT IV 600 V
A ac range	999.9 A with clamp jaws 2500 A with iFlex® flexible current clamp	600 A with clamp jaws 2500 A with optional iFlex® flexible current clamp	600 A with clamp jaws 2500 A with optional iFlex® flexible current clamp
A dc range	999.9 A	600 A	600A
Best resolution	0.1 A	0.1 A	0.1 A
V ac range	1000 V	1000 V	1000 V
V dc range	1000 V	1000 V	1000 V
mV dc range	500 mV	500 mV	
Ohms range	60.00 kΩ	60.00 kΩ	6,000 Ω
Frequency	5-500.0 Hz	5-500.0 Hz	
Capacitance	1 μF-1,000 μF	1 μF-1,000 μF	1 μ-1,000 μF
Auto shutoff	•	•	•
True RMS	•	•	•
Display hold	•	•	•
Inrush measurements	•	•	•
Backlight	•	•	•
DC zero	•	•	•
Min/max	•	•	•
VFD low pass filter	•	•	
Logging	•	•	
iFlex® flexible current clamp	Included	Optional	Optional
Fluke Connect® compatible	•	•	•

Specifications

General specifications	
Maximum voltage between any terminal and earth ground	1000 V
Battery type	2 AA alkaline batteries, NEDA 15A, IEC LR6
Temperature	Operating: -10 °C to +50 °C (14 °F to + 122 °F) Storage: -40 °C to +60 °C (-40 °F to + 140 °F)
Operating humidity	Non condensing (< 10 °C (50 °F)), ≤90 % RH (at 10 °C to 30 °C (50 °F to 86 °F)), ≤75 % RH (at 30 °C to 40 °C (86 °F to 104 °F)), ≤45 % RH (at 40 °C to 50 °C (104 °F to 122 °F))
Altitude	Operating: 3,000 m (9,842 ft) Storage: 12,000 m (39,370 ft)
Dimensions	24.9 cm (9.8 in) x 8.5 cm (3.3 in) x 4.5 cm (1.7 in)
Weight	395 g (13.9 oz)
Jaw opening	34 mm (1.3 in)
Flexible current probe diameter	7.5 mm (.29 in)
Flexible current probe cable length (head to electronics connector)	1.8 m (70.8 in)
Safety	IEC 61010-1, Pollution Degree 2 IEC 61010-2-032: CAT III 1000 V / CAT IV 600 V IEC 61010-2-033: CAT III 1000 V / CAT IV 600 V
IP rating	IEC 60529: IP30, non-operating
Radio frequency certification	FCC ID:T68-FBLE IC:6627A-FBLE

General specifications continued

Electromagnetic Compatibility (EMC)

International: IEC 61326-1: Portable, Electromagnetic Environment,
IEC 61326-2-2 CISPR 11: Group 1, Class A

Korea (KCC): Class A Equipment (Industrial Broadcasting & Communication
Equipment)

USA (FCC): 47 CFR 15 subpart B. This product is considered an exempt device
per clause 15.103.

Temperature coefficients

Add 0.1 × specified accuracy for each degree C above 28 °C or below 18 °C

Function	Range	Resolution	Accuracy	Crest factor	Trigger level
AC current via jaw	374 FC and 375 FC: 600.0 A 376 FC: 999.9 A	0.1 A	2 % ±5 digits (10 Hz to 100 Hz)	3 at 500 A (375 FC and 376 FC only) 2.5 at 600 A 1.42 at 1000 A (376 FC only) Add 2 % for C.F. >2	
AC current via flexible current probe	2500 A	374 FC and 375 FC: 0.1 A (≤ 600.0 A), 1 A (≤ 2500 A) 376 FC: 0.1 A (≤ 999.9 A), 1 A (≤ 2500 A)	3 % ±5 digits (5 Hz to 500 Hz)	3.0 at 1100 A (375 FC and 376 FC only) 2.5 at 1400 A 1.42 at 2500 A Add 2 % for C.F. >2	
DC current	374 FC and 375 FC: 600.0 A 376 FC: 999.9 A	0.1 A	2 % ±5 digits		
AC voltage	1000 V	0.1 V (≤600.0 V) 1 V (≤1000 V)	1.5 % ±5 digits (20 Hz to 500 Hz)		
DC voltage	1000 V	0.1 V (≤600.0 V) 1 V (≤1000 V)	1 % ±5 digits		
mV dc	500.0 mV	0.1 mV	1 % ±5 digits		
Frequency via jaw	375 FC and 376 FC: 5.0 Hz to 500.0 Hz	0.1 Hz	0.5 % ±5 digits		5 Hz to 10 Hz, ≥10 A 10 Hz to 100 Hz, ≥5 A 100 Hz to 500 Hz, ≥10 A
Frequency via flexible current probe	375 FC and 376 FC: 5.0 Hz to 500.0 Hz	0.1 Hz	0.5 % ±5 digits		5 Hz to 20 Hz, ≥25 A 20 Hz to 100 Hz, ≥20 A 100 Hz to 500 Hz, ≥25 A
Resistance	374 FC: 6,000 Ω 375 FC and 376 FC: 60 kΩ	374 FC: 0.1 Ω (≤600 Ω), 1 Ω (≤6000 Ω) 375 FC and 376 FC: 0.1 Ω (≤600 Ω), 1 Ω (≤6000 Ω), 10 Ω (≤60 kΩ)	1 % ±5 digits		
Capacitance	1000 μF	0.1 μF (≤100 μF), 1 μF (≤1000 μF)	1 % ±4 digits		

Ordering information

374 FC 600A AC/DC True-rms Wireless Clamp Meter

375 FC 600A AC/DC True-rms Wireless Clamp Meter

376 FC 1000A AC/DC True-rms Wireless Clamp Meter with iFlex®

Included

18-inch iFlex® Flexible Current Probe (376 FC only)

TPAK Magnetic Hanging Strap (376 FC only)

Soft Carrying Case

TL75 Test Leads

Two AA Alkaline Batteries

Coated Instruction Card

Safety Information Sheet

Optional accessories

TPAK Magnetic Hanging Strap (included with 376 FC)

18-inch iFlex® Flexible Current Probe (included with 376 FC)



Set up and sustain preventive maintenance practices with ease to help you oversee your complex world with the Fluke Connect® system of software and wireless test tools.

- Maximize uptime and make confident maintenance decisions with data you can trust and trace.
- Save measurements to the Fluke Cloud™ and associate with an asset so your team can consult both historical and current measurements from one location.
- Collaborate with ease by sharing your data with others with ShareLive™ video calls and emails.
- Wireless one-step measurement transfer with AutoRecord™ measurements removes the need for clipboards and paperwork.
- Consult summary views of all assets over time for easy identification of correlated or periodic failures for easier prioritization of maintenance work.
- Generate reports with multiple measurement types to provide status or work recommendations.

Find out more at **flukeconnect.com**

Download the app at:



Smartphone is not included with purchase.

Fluke. *Keeping your world up and running.®*

Fluke Corporation

PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

Fluke Europe B.V.

PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, The Netherlands

For more information call:

In the U.S.A. (800) 443-5853 or

Fax (425) 446-5116

In Europe/M-East/Africa +31 (0) 40 2675 200 or

Fax +31 (0) 40 2675 222

In Canada (800)-36-FLUKE or

Fax (905) 890-6866

From other countries +1 (425) 446-5500 or

Fax +1 (425) 446-5116

Web access: <http://www.fluke.com>

©2015 Fluke Corporation.

Specifications subject to change without notice.
Printed in U.S.A. 8/2015 6005995a-en

Modification of this document is not permitted
without written permission from Fluke Corporation.

TECHNICAL DATA

Fluke 1587 FC/1577 Insulation Multimeters



FLUKE CONNECT COMPATIBLE (1587 FC ONLY)

Download the free Fluke Connect® app from iTunes or Google Play to enable graphs within the PI/DAR function, memory storage, and temperature compensation

DISPLAY

Large, 6000-count back-lit display

VFD

Low-pass filter for accurate motor drive measurements (1587 FC only)

INSULATION TEST

1587 FC: 0.01 MΩ to 2 GΩ
1577: 0.1 MΩ to 600 MΩ

INSULATION TEST VOLTAGES

1587 FC: 50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V
1577: 500 V, 1000 V

WARRANTY

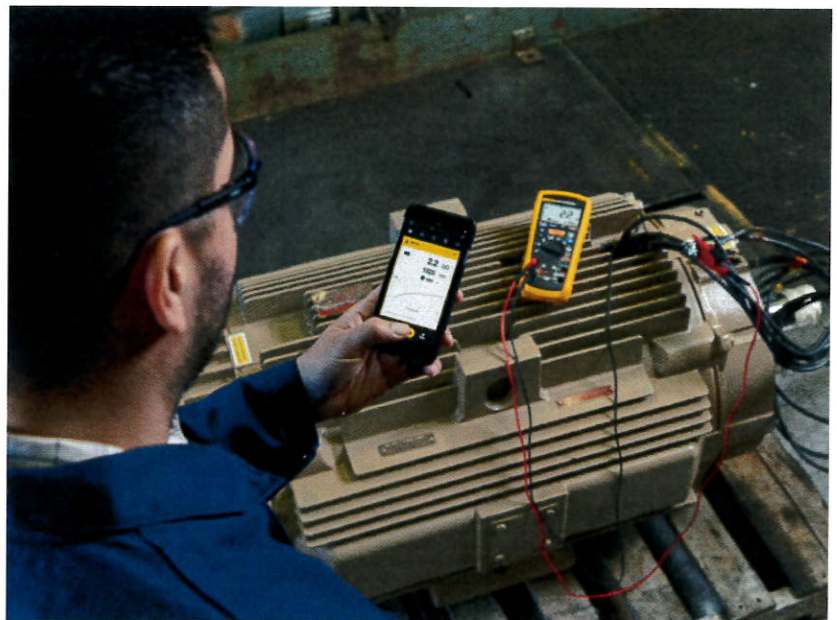
Three-year standard warranty; extendable to five-years through product registration within 45 days of purchase*

The High-Performance 2-in-1 Insulation DMM

The Fluke 1587 FC and 1577 Insulation Multimeters combine a digital insulation tester with a full-featured, true-rms digital multimeter in a single compact, handheld unit, which provides maximum versatility for both troubleshooting and preventative maintenance.

The Fluke 1587 FC Insulation Multimeter adds four powerful new diagnostic functions through the Fluke Connect® Measurements app:

- PI/DAR timed ratio tests with TrendIt™ graphs identifies moisture and contaminated insulation problems faster
- Memory storage through Fluke Connect eliminates writing down results, reduces errors and saves data for historical tracking over time
- Temperature Compensation through app for establishing accurate baselines and relevant historical comparisons
- Historical tracking and trending of assets identifies degradation over time, allows real-time decisions to be made in the field with Fluke Connect® Assets (sold separately)



Store and share data using the Fluke 1587 FC with Fluke Connect Measurements App.

* Two-year additional warranty offer may be discontinued without notice

Product Highlights

- PI/DAR timed ratio tests (1587 FC only)
- Live circuit detection prevents insulation test if voltage > 30 V is detected for added user protection
- VFD low-pass filter for accurate motor drive measurements (1587 FC only)
- Auto-discharge of capacitive voltage for added user protection
- Insulation test (1587 FC: 0.01 MΩ to 2 GΩ) (1577: 0.1 MΩ to 600 MΩ)
- Insulation test voltages (1587 FC: 50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V), (1577: 500 V, 1000 V) for many applications
- AC/DC voltage, DC millivolts, AC/DC milliamps, Resistance (Ω), Continuity
- Capacitance, diode test, temperature, Min/Max, frequency (Hz) (1587 FC only)
- Auto power off to save battery power
- CAT III 1000 V, CAT IV 600 V measurement category
- Large display with backlight
- Rugged, utility hard case allows you to bring everything you need for the job
- Included accessories: Remote probe, test leads and probes, alligator clips, (K-type thermocouple, 1587 FC only)
- Accepts optional Fluke TPAK Magnetic Meter Hanger for convenient hands free operation
- Three-year standard warranty; extendable to five-years through product registration within 45 days of purchase*



General Specifications

Maximum voltage applied to any terminal and common	1000 V
Storage temperature	-40 °C to 60 °C (-40 °F to 140 °F)
Operating temperature	-20 °C to 55 °C (-4 °F to 131 °F)
Temperature coefficient	0.05 x (specified accuracy) per °C for temperatures <18 °C or >28 °C (<64 °F or >82 °F)
Relative humidity	Noncondensing
	0 % to 95 % @ 10 °C to 30 °C (50 °F to 86 °F)
	0 % to 75 % @ 30 °C to 40 °C (86 °F to 104 °F)
	0 % to 40 % @ 40 °C to 55 °C (104 °F to 131 °F)
Vibration	Random, 2 g, 5-500 Hz per MIL-PRF-28800F, Class 2 instrument
Radio frequency communication	2.4 GHz ISM Band
Radio frequency certification	FCC: T68-FBLE, IC: 6627A-FBLE
Electromagnetic compatibility	
International IEC 61326-1: Portable Electromagnetic Environment; IEC 61326-2-2 CISPR 11: Group 1, Class A	Group 1: Equipment has intentionally generated and/or uses conductively-coupled radio frequency energy that is necessary for the internal function of the equipment itself. Class A: Equipment is suitable for use in all establishments other than domestic and those directly connected to a low-voltage power supply network that supplies buildings used for domestic purposes. There may be potential difficulties in ensuring electromagnetic compatibility in other environments due to conducted and radiated disturbances. Emissions that exceed the levels required by CISPR 11 can occur when the equipment is connected to a test object. The equipment may not meet the immunity requirements of this standard when test leads and/or test probes are connected.

General specifications cont.

Korea (KCC)	Class A Equipment (Industrial Broadcasting & Communication Equipment) Class A: Equipment meets requirements for industrial electromagnetic wave equipment and the seller or user should take notice of it. This equipment is intended for use in business environments and not to be used in homes.		
USA (FCC)	47 CFR 15 subpart B. This product is considered an exempt device per clause 15.103.		
Enclosure protection	IEC 60529: IP40 (non-operating)		
Safety	IEC 61010-1	Pollution Degree 2	
	IEC 61010-2-033	CAT IV 600 V/CAT III 1000 V	
Batteries	Four AA batteries (NEDA 15A or IEC LR6)		
Battery life	Meter use 1000 hours; Insulation test use: Meter can perform at least 1000 insulation tests with fresh alkaline batteries at room temperature. These are standard tests of 1000 V into 1 MΩ with a duty cycle of 5 seconds on and 25 seconds off.		
Size	5.0 cm H x 10.0 cm W x 20.3 cm L (1.97 in H x 3.94 in W x 8.00 in L)		
Weight	550 g (1.2 lb)		
Altitude	Operating	2000 m	
	Storage	12,000 m	
Over-Range capability	110 % of range except for capacitance which is 100 %		
Frequency overload protection	<10 ⁷ V-Hz		
Fuse Protection for mA input	0.44A, 1000 V, IR 10 kA		

Electrical specifications
AC voltage measurement
Accuracy (1587 FC only)

Range	Resolution	50 Hz to 60 Hz ± (% of Rdg + counts)	60 Hz to 5000 Hz ± (% of Rdg + counts)
600.0 mV	0.1 mV	± (1 % + 3)	± (2 % + 3)
6.000 V	0.001 V	± (1 % + 3)	± (2 % + 3)
60.00 V	0.01 V	± (1 % + 3)	± (2 % + 3)
600.0 V	0.1 V	± (1 % + 3)	± (2 % + 3) ¹
1000 V	1 V	± (2 % + 3)	± (2 % + 3) ¹

¹ 1 kHz bandwidth

Low-Pass Filter Voltage (1587 FC only)

Range	Resolution	50 Hz to 60 Hz ± (% of Rdg + Counts)	60 Hz to 400 Hz ± (% of Rdg + Counts)
600.0 mV	0.1 mV	± (1 % + 3)	+ (2 % + 3) - (6 % - 3)
6.000 V	0.001 V	± (1 % + 3)	+ (2 % + 3) - (6 % - 3)
60.00 V	0.01 V	± (1 % + 3)	+ (2 % + 3) - (6 % - 3)
600.0 V	0.1 V	± (1 % + 3)	+ (2 % + 3) - (6 % - 3)
1000 V	1 V	± (2 % + 3)	+ (2 % + 3) - (6 % - 3)

1577 accuracy

Range	Resolution	50 Hz to 60 Hz ± (% of Rdg + Counts)
600.0 mV	0.1 mV	± (2 % + 3)
6.000 V	0.001 V	± (2 % + 3)
60.00 V	0.01 V	± (2 % + 3)
600.0 V	0.1 V	± (2 % + 3)
1000 V	1 V	± (2 % + 3)

AC Conversion	Inputs are ac coupled true-rms responding and specified from 5 % to 100 % of range. Input signal crest factor can be up to 3 up to 500 V, decreasing linearly to a crest factor ≤1.5 at 1000 V. For non-sinusoidal waveforms add ± (2 % reading + 2 % FS) typical, for a crest factor up to 3.	
Input Impedance	10 MΩ (nominal), <100 pF, ac-coupled	
Common mode rejection ratio (1 kΩ unbalanced)	>60 dB at dc, 50 or 60 Hz	

DC voltage measurement

Range	Resolution	Accuracy 1587 FC ¹ ± (% of Rdg + Counts)	Accuracy 1577 ¹ ± (% of Rdg + Counts)
6.000 V dc	0.001 V	± (0.09 % + 2)	± (0.2 % + 2)
60.00 V dc	0.01 V	± (0.09 % + 2)	± (0.2 % + 2)
600.0 V dc	0.1 V	± (0.09 % + 2)	± (0.2 % + 2)
1000 V dc	1 V	± (0.09 % + 2)	± (0.2 % + 2)

¹Accuracies apply to ± 100% of range.

Input Impedance: 10 MΩ (nominal), <100 pF

Normal mode rejection ratio: >60 dB @ 50 Hz or 60 Hz

Common mode rejection ratio: >120 dB @ dc, 50 Hz or 60 Hz (1 k unbalanced)

DC millivolts measurement

Range	Resolution	Accuracy 1587 FC ± (% of Rdg + Counts)	Accuracy 1577 ± (% of Rdg + Counts)
600.0 mV dc	0.1 mV	± (0.1 % + 1)	± (0.2 % + 1)

DC and AC current measurement

Range		Resolution	Accuracy 1587 FC ± (% of Rdg+Counts)	Accuracy 1577 ± (% of Rdg+Counts)	Burden voltage (Typical)
AC 45 Hz to 1000 Hz	400 mA	0.1 mA	± (1.5 % + 2) ¹	± (2 % + 2) ¹	2 mV/mA
	60 mA	0.01 mA	± (1.5 % + 2) ¹	± (2 % + 2) ¹	
DC	400 mA	0.1 mA	± (0.2 % + 2)	± (1.0 % + 2)	2 mV/mA
	60 mA	0.01 mA	± (0.2 % + 2)	± (1.0 % + 2)	

¹1 kHz bandwidth

Overload: 600 mA for 2 minutes maximum

Fuse protection for mA Input: 0.44 mA, 1000 V, IR 10 kA

AC conversion: Inputs are ac coupled true-rms responding and specified from 5 % to 100 % of range. Input signal crest factor can be up to 3 up to 300 mA, decreasing linearly to crest factor ≤1.5 at 600 mA. For non-sinusoidal waveforms add +[2 % reading + 2 % FS] typical, for a crest factor up to 3.

Ohms measurement

Range	Resolution	Accuracy 1587 FC ¹ + (% of Rdg+Counts)	Accuracy 1577 ¹ + (% of Rdg+Counts)
600.0 Ω	0.1 Ω		
6.000 kΩ	0.001 kΩ		
60.00 kΩ	0.01 kΩ	± (0.9 % + 2)	± (1.2 % + 2)
600.0 kΩ	0.1 KΩ		
6.000 MΩ	0.001 MΩ		
50.0 MΩ [2]	0.01 MΩ	± (1.5 % + 3)	± (2.0 % + 3)

¹Accuracies apply from 0 % to 100 % of range. ²Up to 80 % relative humidity.

Overload protection: 1000 V rms or dc

Open circuit test voltage: <8.0 V dc

Short circuit current: <1.1 mA

Diode test (1587 FC only)

Diode test indication	Display voltage drop: 0.6 V at 1.0 mA nominal test current:
Accuracy	± (2 % + 3)

Continuity test

Continuity indication	Continuous audible tone for test resistance below 25 Ω and off above 100 Ω. Maximum reading; 1000 Ω
Open circuit voltage	<8.0 V
Short circuit current	1.0 mA typical
Overload protection	1000 V rms
Response time	>1 m sec

Frequency measurement (1587 FC only)

Range	Resolution	Accuracy ± (% of Rdg+Counts)
99.99 Hz	0.01 Hz	± (0.1 % + 1)
999.9 Hz	0.1 Hz	± (0.1 % + 1)
9.999 kHz	0.001 kHz	± (0.1 % + 1)
99.99kHz	0.01 kHz	± (0.1 % + 1)

Frequency counter sensitivity

Input range	V ac Sensitivity (RMS Sine Wave) ¹		DC trigger levels to 20 kHz ²
	5 Hz to 20 kHz	20 kHz to 100 kHz	
600.0 mV ac	100.0 mV	150.0 mV	NA
6.0 V	1.0 V	1.5 V	-400.0 mV and 2.5 V
60.0 V	10.0 V	36.0 V	1.2 V and 4.0 V
600.0 V	100.0 V		12.0 V and 40.0 V
1000.0 V	300.0 V		12.0 V and 40.0 V

¹Maximum input for specified accuracy = 10x range (1000 V max). Noise at low frequencies and amplitudes may affect accuracy.

²Usable to 100 kHz with full scale input.

Capacitance (1587 FC only)

Range	Resolution	Accuracy ± (% of Rdg+Counts)
1000 nF	1 nF	
10.00 μF	0.01 μF	± (1.2 % + 2)
100.0 μF	0.1 μF	
9999 μF	1 μF	± (1.2 % + 90 counts)

Temperature measurement (1587 FC only)

Range	Resolution	Accuracy ¹ ± (% of Rdg+Counts)
-40 ° C to 537 ° C	0.1 °C	± (1 % + 10 counts)
-40 ° F to 998 ° F	0.1 °F	± (1 % + 18 counts)

¹Accuracies apply following 90 minutes settling time after a change in the ambient temperature of the instrument.

Insulation specifications

Measurement range	Model 1587 FC: 0.01 MΩ to 2 GΩ Model 1577: 0.1 MΩ to 600 MΩ
Test voltages	Model 1587 FC: 50, 100, 250, 500, 1000 V Model 1577: 500, 1000 V
Test voltage accuracy	+20 %, -0 %
Short-Circuit test current	1 mA nominal
Auto discharge	Discharge time <0.5 second for C = 1 μF or less
Live circuit detection	Inhibit test if terminal voltage > 30 V prior to initialization of test
Maximum capacitive load	Operable with up to 1 μF load

Model 1587 FC

Output voltage	Display range	Resolution	Test current	Resistance accuracy ± (% of Rdg + Counts)
50 V (0 % to +20 %)	0.01 to 6.00 MΩ	0.01 MΩ	1 mA @ 50 kΩ	± (3 % + 5 counts)
	6.0 to 50.0 MΩ	0.1 MΩ		
100 V (0 % to +20 %)	0.01 to 6.00 MΩ	0.01 MΩ	1 mA @ 100 kΩ	± (3 % + 5 counts)
	6.0 to 60.0 MΩ	0.1 MΩ		
250 V (0 % to +20 %)	60 to 100 MΩ	1 MΩ	1 mA @ 250 kΩ	± (1.5 % + 5 counts)
	0.1 to 60.0 MΩ	0.1 MΩ		
500 V (0 % to +20 %)	60 to 250 MΩ	1 MΩ	1 mA @ 500 kΩ	± (1.5 % + 5 counts)
	0.1 to 60.0 MΩ	0.1 MΩ		
1000 V (0 % to +20 %)	60 to 500 MΩ	1 MΩ	1 mA @ 1 MΩ	± (1.5 % + 5 counts)
	0.1 to 60.0 MΩ	0.1 MΩ		
	60 to 600 MΩ	1 MΩ		
	0.6 to 2.0 GΩ	100 MΩ		± (10 % + 3 counts)

Model 1577

500 V (0 % to +20 %)	0.1 to 60.0 MΩ	0.1 MΩ	1 mA @ 500 kΩ	± (2.0 % + 5 counts)
	60 to 500 MΩ	1 MΩ		
1000 V (0 % to +20 %)	0.1 to 60.0 MΩ	0.1 MΩ	1 mA @ 1 MΩ	± (2.0 % + 5 counts)
	60 to 600 MΩ	1 MΩ		



Comparison chart

	1587 FC	1577
PI/DAR timed ratio measurements with TrendIt™ graphs through Fluke Connect Measurements app	•	
Memory storage through Fluke Connect Measurements app	•	
Temperature Compensation through Fluke Connect Measurements app	•	
VFD low-pass filter for accurate motor drive measurements	•	
Insulation test voltages 50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V	•	
Insulation test voltages 500 V, 1000 V		•
Insulation test: 0.01 MΩ to 2.0 GΩ	•	
Insulation test: 0.1 MΩ to 600 MΩ		•
Auto-discharge of capacitive voltage	•	•
Insulation test smoothing reading	•	
Frequency	•	
Capacitance	•	
Diode test	•	
Temperature	•	
Min/Max	•	
AC/DC Voltage	•	•
DC Millivolts	•	•
AC/DC Milliamps	•	•
Resistance (0.1 Ω to 50 MΩ)	•	•
Continuity	•	•
Three-year warranty	•	•
Remote probe, test leads, alligator clips	•	•
K-type thermocouple	•	
Rugged, utility hard case	•	•
Auto power off	•	•

Ordering information

Fluke-1577 Insulation Multimeter

Fluke-1587 FC Insulation Multimeter

Fluke-1587/MDT FC 2-IN-1 ADV Motor & Drive Kit w/9040, i400

1587KIT/62MAX+ FC 2-IN-1 ADV Elec Kit w/62MAX+ i400

Included

Remote probe, test leads, alligator clips, K-type thermocouple (1587 FC only), hard case, user documentation

Optional accessories

TPAK Magnetic Tool Hanger

i400 AC Current Clamp

C25 Soft Case



See it. Save it. Share it. All the facts, right in the field.

Fluke Connect® with ShareLive™ video call is the only wireless measurement system that lets you stay in contact with your entire team without leaving the field*. The Fluke Connect mobile app is available for iPhone models 4S and up running iOS 8.0 or higher, iPad Air and iPad Mini (2nd generation) in an iPhone frame on iPad and iPod Touch (5th generation) HTC One and One M8 running Android 4.4.x or higher LG G3 and Nexus 5 running Android 4.4.x or higher Samsung Galaxy S4 running Android 4.3.x or higher Samsung Galaxy S5 running Android 4.4.x or higher and works with over 20 different Fluke products—the largest system of connected test tools in the world. And more are on the way. Go to the Fluke website to find out more.

*Within provider's wireless service area.

Download the app at:



All trademarks are the property of their respective owners. WiFi or cellular service required to share data. Smartphone, wireless service and data plan not included with purchase. First 5 GB of storage is free. Phone support details can be viewed at fluke.com/phones.

Smart phone wireless service and data plan not included with purchase.
Fluke Connect is not available in all countries.

Fluke. Keeping your world
up and running.®

Fluke Corporation

PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

Fluke Europe B.V.

PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, The Netherlands

For more information call:

In the U.S.A. (800) 443-5853 or
Fax (425) 446-5116
In Europe/M-East/Africa +31 (0) 40 2675 200 or
Fax +31 (0) 40 2675 222
In Canada (800)-36-FLUKE or
Fax (905) 890-6866
From other countries +1 (425) 446-5500 or
Fax +1 (425) 446-5116
Web access: <http://www.fluke.com>

©2015 Fluke Corporation.
Specifications subject to change without notice.
Printed in U.S.A. 8/2014 6005917a-en

Modification of this document is not permitted
without written permission from Fluke Corporation.