ระบบอัตโนมัติ สำหรับการสอบเทียบ หัววัดการสั่นสะเทือน

พจมาน ท่าจีน
ฐานันดร พิทักษ์เกียรติ
วีระชัย วาริยาตร์

เครื่องมือวัดการสั่นสะเทือนไม่ว่าจะเป็นแบบ อะนาล็อค หรือ ดิจิตอล ได้มีการใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม เพื่อตรวจดูสภาพของเครื่องจักรกล หรือเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบการสั่นสะเทือนของอุตสาหกรรมรถยนต์ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในระบบการวัด เครื่องมือวัดเหล่านี้จะได้รับการสอบเทียบเป็นระยะ องค์ประกอบสำคัญของเครื่องมือวัดการสั่นสะเทือนก็คือหัววัดการสั่นสะเทือน ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานการสอบเทียบทางด้านนี้ หัววัดการสั่นสะเทือนก็จำเป็นต้องได้รับการสอบเทียบเช่นกัน อย่างไรก็ตามการปฏิบัติการสอบเทียบที่ดำเนินการด้วยมนุษย์ใช้ระยะเวลามาก และอาจเกิดความผิดพลาดจากผู้สอบเทียบเอง โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งมีบทบาทในการให้บริการสอบเทียบเครื่องมือวัด รวมถึงการพัฒนาระบบการวัดให้มีประสิทธิภาพ และความแม่นยำของการวัดสูงขึ้น ได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงได้พัฒนาระบบการสอบเทียบอัตโนมัติเพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว โดยระบบนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสอบเทียบ และลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา และพัฒนาระบบการสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนอัตโนมัติ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมระบบการสอบเทียบแบบ แบคทูแบค (Back-to-Back) เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนของระบบอัตโนมัติ เนื้อหาในหัวข้อนี้ที่จะกล่าวถึงจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนแบบแบคทูแบค และการสอบเทียบด้วยระบบอัตโนมัติ

การสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนแบบ แบคทูแบค

การสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนนั้นโดยปกติจะใช้วิธีแบคทูแบค ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความไวของหัววัด (sensitivity) ที่ต้องการสอบเทียบกับความไวของหัววัดมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยขนาดและความถี่ของสัญญาณถูกสร้างจากตัวกำเนิดสัญญาณ (generator) และสัญญาณถูกขยายขนาดด้วยตัวขยายสัญญาณ (power amplifier) ก่อนที่ส่งต่อให้กับตัวสร้างการสั่นสะเทือน (shaker) เนื่องจากวิธีการติดตั้งหัววัดที่ต้องการสอบเทียบกับหัววัดมาตรฐานบนตัวสร้างการสั่นสะเทือนเป็นแบบแบคทูแบค ดังนั้นระดับการสั่นสะเทือนที่หัววัดทั้งสองได้รับจึงเท่ากัน หัววัดการสั่นสะเทือนจะแปลงระดับการสั่นสะเทือนเป็นประจุไฟฟ้า (charge) ซึ่งประจุไฟฟ้านี้จะถูกเปลี่ยนเป็นศักย์ไฟฟ้า (voltage) ด้วยตัวแปลงประจุ (charge amplifier) โดยค่าศักย์ไฟฟ้าจะถูกอ่านด้วยโวลต์มิเตอร์ (voltmeter) ระดับของการสั่นสะเทือนจะมีความสัมพันธ์กับค่าศักย์ไฟฟ้าที่อ่านได้ สำหรับหัววัดมาตรฐานและหัววัดที่ต้องการสอบเทียบดังสมการที่แสดง ข้างล่าง

$$a = \frac{V_r T_r}{S_r D_r} \qquad (1)$$

$$a = \frac{V_u T_u}{S_u D_u} \qquad (2)$$

โดย a คือ ขนาดของการสั่นสะเทือน

V คือ ค่าศักย์ไฟฟ้าที่อ่านได้ซึ่งถูกแปลงจากหัววัดการสั่นสะเทือน

T คือ ค่าความไวของหัววัดซึ่งถูกตั้งค่าจากตัวแปลงประจุ (charge amplifier) ที่ต่อกับหัววัดการสั่นสะเทือน

D คือ ค่าการแปลงระดับการสั่นสะเทือนเป็นศักย์ไฟฟ้าซึ่งถูกตั้งค่าจากตัวแปลงประจุ (charge amplifier) ที่ต่อกับหัววัดการสั่นสะเทือน

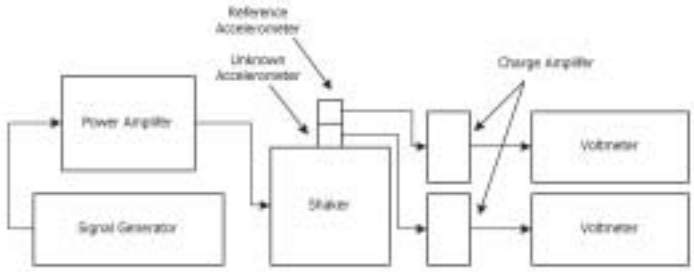
S คือ ค่าความไวของหัววัดการสั่นสะเทือน

Subscript r และ u คือ หัววัดมาตรฐานและหัววัดที่ถูกสอบเทียบตามลำดับ

เนื่องจากระดับการสั่นสะเทือนที่หัววัดทั้งสองได้รับเท่ากัน ดังนั้นค่าความไวของหัววัดที่ถูกสอบเทียบสามารถคำนวณหาได้โดยนำสมการที่ 1 และ 2 มาเท่ากัน และจะให้ค่าความไว ดังแสดงในสมการข้างล่าง

$$S_u = \frac{V_u T_u D_r}{V_r T_r D_u} S_r \qquad (3)$$

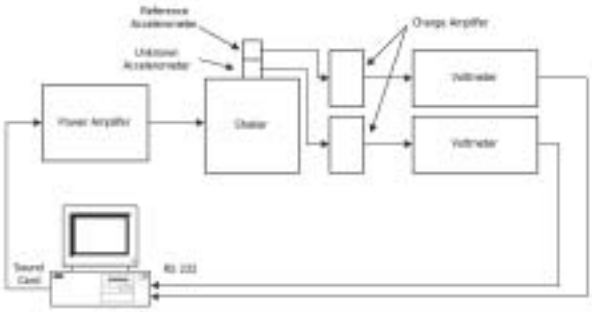
โดยปกติการสอบเทียบด้วยวิธีนี้จะสอบเทียบที่ความถี่ 160 เฮิร์ต (Hz) และที่ขนาดการสั่นสะเทือนหลายระดับ ดังนั้นค่าศักย์ไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์จะต้องถูกคำนวณด้วยสมการที่ (1) เพื่อตรวจสอบระดับการสั่นสะเทือนในขณะนั้นกับระดับที่ต้องการสอบเทียบ



รูปที่ 1 : แผนภาพการสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนแบบ แบคทูแบค

การสอบเทียบด้วยระบบอัตโนมัติ

สำหรับระบบอัตโนมัติเมื่อนำมาใช้กับการสอบเทียบแบบแบคทูแบค ระบบโดยรวมจะคล้ายคลึงกับระบบแบคทูแบค โดยตัดตัวสร้างสัญญาณออก (generator) และเพิ่มคอมพิวเตอร์เข้ามา ในระบบดังแสดงในรูปที่ 2 คอมพิวเตอร์ที่เพิ่มเข้ามานี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณออก และควบคุมระบบ โดยสัญญาณจะถูกสร้างจากการ์ดเสียง (sound card) และควบคุมสัญญาณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับวิธีการสอบเทียบจะดำเนินการเช่นเดียวกับที่อธิบายในหัวข้อแบคทูแบค โดยค่าศักย์ไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ (voltmeter) จะถูกส่งกลับไปที่คอมพิวเตอร์โดยผ่านทางการ อินเตอร์เฟส (interface) ด้วย RS-232 คอมพิวเตอร์จะประมวลผลค่าศักย์ไฟฟ้านี้ เป็นระดับ การสั่นสะเทือนตามสมการที่ (1) และ (2) ระดับการสั่นสะเทือนที่อ่านได้จะถูกเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้สำหรับการสอบเทียบ ถ้าหากไม่เท่ากันคอมพิวเตอร์จะปรับขนาดของสัญญาณที่ส่งออกไปที่ตัวขยายสัญญาณ จนกระทั่งระดับการสั่นสะเทือนที่อ่านได้ตรงกับระดับที่ตั้งไว้ คอมพิวเตอร์จะคำนวณหาความไวของหัววัดที่ต้องการสอบเทียบตามสมการที่ (3) และบันทึกค่า หลังจากนั้นคอมพิวเตอร์ จะเริ่มส่งสัญญาณใหม่เพื่อทำการสอบเทียบที่ระดับการสั่นสะเทือนอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ รวมทั้งการทำซ้ำ เพื่อคำนวณหาค่าความไม่แน่นอน จนครบกระบวนการสอบเทียบ คอมพิวเตอร์จะรายงานผลการสอบเทียบเป็นความไวเฉลี่ยของหัววัดที่ต้องการสอบเทียบ และค่าความไม่แน่นอน



รูปที่ 2 : แผนภาพการสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนด้วยระบบอัตโนมัติ

ระบบอัตโนมัติจะเพิ่มศักยภาพให้แก่กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในด้านการสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือน เนื่องจากความถูกต้องของการวัดที่เพิ่มขึ้น และลดระยะเวลาที่ใช้ในการสอบเทียบ รวมถึงการประมวลผลการสอบเทียบ

เอกสารอ้างอิง

International Organization for Standardization. Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups. **ISO 5347-3.** 1993.

Harris, C M. **Shock and vibration handbook**. 4th Ed. London : McGraw-Hill, 1996.

Serridge, M., and Licht, T R. **Piezoelectric accelerometer and vibration preamplifier handbook**. n.p. : Bruel & Kjaer, 1987.

บทบาทใหม่กรมวิทยาศาสตร์บริการฯ (ต่อจากหน้า 28)

คุณภาพแก่ห้องปฏิบัติการอีกด้วย

ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะได้รับการรวบรวมไว้ จัดทำเป็นฐานข้อมูล และดัชนีโดยกลุ่มงานที่ 4 **กลุ่มทะเบียนและดัชนีทดสอบความสามารถห้องปฏิบัติการ** เพื่อเผยแพร่เป็นประโยชน์ต่อการบริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

ประโยชน์ของการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. สร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า

โลกปัจจุบัน ลูกค้าต่างมองหาหลักประกันอีกชั้นหนึ่งว่าผลิตภัณฑ์ วัสดุ หรือบริการที่ตนเองจัดซื้อเป็นไปตามความคาดหวังหรือความต้องการ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิตจะส่งผลิตภัณฑ์ไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐานและข้อกำหนด การเลือกใช้ห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถจะช่วยลดความเสี่ยงที่เกิดจากความผิดพลาดของการทดสอบอันเป็นผลให้การผลิต หรือการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่ไม่ตรงกับความหวังของลูกค้า

ความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นเมื่อลูกค้าทราบว่าผลิตภัณฑ์นั้นถูกทดสอบอย่างถี่ถ้วนโดยห้องปฏิบัติการที่เป็นอิสระและมีความสามารถ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสามารถแสดงให้ลูกค้าเห็นว่าห้องปฏิบัติการเองก็ได้ถูกประเมินโดยบุคคลที่สามเช่นเดียวกัน พบว่ามีลูกค้าจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ที่ต้องการข้อพิสูจน์ที่เป็นอิสระมากกว่าคำยืนยันจากผู้จำหน่ายอย่างง่ายๆ ว่าผลิตภัณฑ์นั้นเหมาะสมกับการใช้งาน

2. ลดปัญหาที่เกิดจากการทดสอบซ้ำ

ปัจจุบัน การทดสอบ การตรวจสอบ การออกใบรับรองผลิตภัณฑ์ที่ส่งไปจำหน่าย ยังประเทศต่างๆ นั้นเป็นปัญหาและอุปสรรคประการหนึ่งของการค้าระหว่างประเทศและเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการไม่ยอมรับซึ่งกันและกันของผลทดสอบ การทดสอบซ้ำค่าใช้จ่ายระหว่างรอผลทดสอบ องค์การค้าโลกพยายามผลักดันให้ประเทศสมาชิกเจรจาเพื่อหาแนวทางยอมรับซึ่งกันและกัน เพื่อลดอุปสรรค ปัญหาทางเทคนิค การทดสอบควรทำเพียงครั้งเดียวและผลการทดสอบต้องได้รับการยอมรับในทุกประเทศที่มีการส่งสินค้าไป (One stop testing) การรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการ (Laboratory Accreditation) เป็นกระบวนการหนึ่งที่จะนำไปสู่การบรรลุข้อตกลงดังกล่าว ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองความสามารถว่ามีการดำเนินงานตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 จะเป็นที่มั่นใจว่าให้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง เชื่อถือได้ ทั้งนี้ห้องปฏิบัติการต้องได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่มีการดำเนินการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC Guide 58 เช่นเดียวกัน

3. สนับสนุนระบบการค้าภายใต้กฎกติกาขององค์การการค้าโลก

ด้วยระบบของข้อตกลงระหว่างประเทศ ห้องปฏิบัติการที่ได้รับรองความสามารถ จะได้รับการยอมรับในระดับระหว่างประเทศด้วย ซึ่งมีผลทำให้ข้อมูลผลการทดสอบ ผลการสอบเทียบหรือผลการวัดของห้องปฏิบัติการนั้นได้รับการยอมรับได้ง่ายขึ้นในตลาดต่างประเทศ การยอมรับนี้ช่วยลดค่าใช้จ่ายของผู้ผลิตและผู้ส่งออกที่ใช้บริการจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง เนื่องจากจะช่วยลดหรือยกเว้นการทดสอบซ้ำจากประเทศผู้นำเข้าสินค้า