

1 บทนำ

การวัดระดับ (Level Measurement) คือการระบุตำแหน่งของพื้นผิวภายในถัง เครื่องปฏิกรณ์ หรือภาชนะอื่นๆ โดยวัดระยะทางแนวตั้ง (Vertical Distance) ระหว่างจุดอ้างอิงซึ่งโดยปกติคือฐานของภาชนะกับพื้นผิว ของของเหลว ของแข็ง หรือส่วนต่อประสานของของเหลวสองชนิด

การวัดระดับมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก เพราะการทราบระดับของวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตต่างๆ ทำให้สามารถจัดการระบบการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันขององค์กร และที่สำคัญคือช่วยให้กระบวนการผลิตมีความปลอดภัย ซึ่งปัจจัยสำคัญทำให้ผู้ผลิต ได้รับไว้วางใจจากกลุ่มลูกค้า ผู้ลงทุน และประชาชนโดยรอบสถานที่ผลิต โดยความสำคัญของการวัดระดับต่ออุตสาหกรรมในมิติต่างๆ พอจะสรุปได้ดังนี้

- 1) **ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต** การทราบปริมาณที่แน่นอนจากการวัดระดับที่แม่นยำ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต ผู้ผลิตสามารถจัดสรรทรัพยากรที่มีได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและบำรุงรักษาถังเก็บที่ไม่จำเป็น
- 2) **ความปลอดภัย** การวัดระดับมีบทบาทอย่างมากในการรักษาความปลอดภัยในอุตสาหกรรม ความล้มเหลวในระบบวัดระดับ จนทำให้เกิดการบรรจุเกินจนล้น อาจนำไปสู่หายนะ ทำให้สารอันตรายเกิดการรั่วไหล สร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน รวมทั้งสิ่งแวดล้อมโดยรอบอย่างมหาศาลได้
- 3) **มูลค่าของสินค้า** บ่อยครั้งมูลค่าของสินค้าที่เป็นของเหลว หรือของแข็งในถังเก็บ ขึ้นอยู่กับน้ำหนักหรือปริมาตรของสินค้า ซึ่งคำนวณได้จากระดับของสินค้านั้นๆ ความคลาดเคลื่อนในการวัดระดับเพียง $\frac{1}{8}$ นิ้ว (≈ 3 มิลลิเมตร) จึงอาจส่งผลต่อมูลค่าของสินค้าได้อย่างมหาศาล โดยปกติเครื่องวัดที่ใช้วัดระดับในการซื้อขาย โอนกรรมสิทธิ์ในสินค้าตามกฎหมายจะมีความคลาดเคลื่อนในการวัดระดับน้อยกว่า $\frac{1}{16}$ นิ้ว (≈ 1 มิลลิเมตร) และได้รับการอนุมัติจากหน่วยงานทางมาตรวิทยา

2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวัดระดับ และเครื่องวัดระดับ

2.1 ระบบวัดถึง

2.2 การคำนวณมวลและปริมาตรจากระดับ

2.3 ประเภทของเครื่องวัดระดับ

2.4 การเลือกใช้เครื่องวัดระดับ

3 หลักการทำงานของเครื่องวัดระดับ และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

3.1 เครื่องวัดระดับแบบลอย

3.1.1 หลักการทำงาน

เครื่องวัดระดับแบบลอย (Float Level Device) เป็นเครื่องวัดระดับที่มาหลักการทำงานง่ายที่สุดแบบหนึ่ง โดยเครื่องวัดระดับแบบลอยอย่างง่าย จะประกอบด้วยลูกลอยที่เป็นวัสดุลอยน้ำทรงกลม (Spherical) ทรงกระบอก (Cylindrical) หรือเป็นทรงรีคล้ายแคปซูลยา (Oblong) ที่ถูกติดอยู่กับก้านกลไก เมื่อนำวัสดุลอยน้ำนี้ไปลอยน้ำ การเคลื่อนที่ของก้านกลไกจะเป็นไปโดยสอดคล้องกับระดับน้ำ และสามารถเป็นตัวบอกระดับบนแผ่นเกจ (Guage Board) หรือกระตุ้นสวิตช์สำหรับส่งสัญญาณ หรือใช้ควบคุมการปิด-เปิดของเครื่องสูบน้ำ (Pump) ให้ทำงานได้โดยอัตโนมัติได้

3.1.2 รูปแบบของเครื่องวัดระดับแบบลอย

หลักการของเครื่องวัดระดับแบบลอย อาจนำไปสร้างเป็นเครื่องวัดในอุตสาหกรรมได้หลากหลายรูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบก็จะเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และการใช้งานที่ต่างกันไป รูปแบบหลักๆ ของเครื่องวัดระดับแบบลอยสรุปได้ดังนี้

- 1) **สวิตช์ลอยแบบเชื่อมต่อด้วยแม่เหล็ก (Magnetic Coupled Float Switch)** สวิตช์ลอยชนิดนี้ใช้การเชื่อมต่อทางแม่เหล็ก (Magnetic Coupling) ข้ามท่อปิดเพื่อแยกระหว่างของเหลวในกระบวนการและอุปกรณ์สวิตช์ของเครื่องวัด โดยมีโครงสร้างภายในแสดงได้ดังภาพที่ (*) เมื่อระดับของเหลวเพิ่มขึ้นระดับของลูกลอยก็จะเพิ่มสูงขึ้น ปลายอีกด้านของก้านกลไกที่ติดอยู่กับลูกลอยซึ่งเป็นปลอกที่ทำมาจากวัสดุที่แม่เหล็กดูดติด (Attraction Sleeve) จะถูกดันขึ้นจนเข้าใกล้แม่เหล็กที่อยู่อีกด้านของท่อ ทำให้แม่เหล็กนี้สามารถดูดติดวัสดุดังกล่าวได้ สวิตช์ปรอท (Mercury Switch) ที่อยู่อีกด้านของแขนแกว่งจะเอียงไปอีกด้านหนึ่งจนเกิดเปลี่ยนสถานะทางไฟฟ้า ในกรณีที่ต้องติดสวิตช์ลอยที่ผนังบ่อหรือถังเก็บ สวิตช์ลอยแบบเชื่อมต่อด้วยแม่เหล็กสามารถออกแบบได้อีกรูปแบบหนึ่งดังภาพที่ (*) โดยเมื่อระดับของเหลวเพิ่มสูงขึ้น แม่เหล็กพลิกกลับลงมาระตุ้นสวิตช์ให้เกิดการเปลี่ยนสถานะไป

นอกจากนี้ยังอาจใช้หรีดสวิตช์ (Reed Switch) ที่เป็นหน้าสัมผัสขนาดเล็กบรรจุอยู่ในหลอดแก้ว ช่วยลดขนาดและจำนวนส่วนเคลื่อนที่ ดังภาพที่ (*) และ (*)

- 2) **ลูกลอยและท่อน้ำ (Float and Guide Tube)** สวิตช์ลอยรูปแบบนี้ประกอบด้วยลูกลอยทรงกลม ซึ่งถูกร้อยผ่านท่อน้ำที่ไม่ติดแม่เหล็ก แม่เหล็กรูปวงแหวนจะถูกฝังอยู่ในลูกลอย และหรีดสวิตช์จะถูกฝังอยู่ในท่อน้ำดังภาพที่ (*) ในจุดที่ต้องการ เมื่อระดับของเหลวเพิ่มขึ้น ลูกลอยที่มีแม่เหล็กอยู่ภายในจะลอยขึ้นตามท่อน้ำ โดยเมื่อลอยขึ้นถึงตำแหน่งที่ฝังหรีดสวิตช์ไว้ หรีดสวิตช์ก็จะเปลี่ยนสถานะ
- 3) **สวิตช์เอียง (Tilt Switch)** สวิตช์เอียงเป็นลูกลอยพลาสติกที่ภายในมีสวิตช์ปรอทบรรจุอยู่ และถูกแขวนอย่างอิสระโดยสายเคเบิล ที่ระดับที่ต้องการ (ภาพที่ *) เมื่อระดับของเหลวเพิ่มขึ้นจนถึงระดับลูกลอย ลูกลอยจะเอียง และสวิตช์ปรอทจะเปลี่ยนสถานะ สวิตช์ลอยลักษณะนี้จะใช้ได้กับการใช้งานภายใต้อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศเท่านั้น

3.1.3 ข้อได้เปรียบและข้อจำกัด

เครื่องวัดระดับแบบลอยมีหลักการทำงานที่ง่าย มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนและส่วนประกอบไม่มาก ทำให้สามารถบำรุงรักษา ซ่อมแซมได้ง่าย และเชื่อถือได้เป็นอย่างมาก นอกจากนี้เครื่องวัดระดับแบบลอยบางรูปแบบยังสามารถทำงานภายใต้อุณหภูมิและความดันที่สูง อย่างไรก็ตาม เครื่องวัดระดับแบบลอยเป็นอุปกรณ์เฉื่อยงาน (Passive) ที่ไม่มีระบบตรวจสอบตนเอง จึงมีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบอยู่เสมอ และเนื่องจากการสัมผัสกับของเหลวที่จะวัดโดยตรง ของเหลวที่หนืดอาจทำให้กลไกของลูกลอยเกิดติดขัดได้

3.2 สวิตช์ทางแสง

3.3 ความนำ

3.4 สวิตช์ระดับแบบสั่น

3.4.1 หลักการทำงาน

สวิตช์ระดับแบบสั่นประกอบด้วยแหล่งกำเนิดความถี่เพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric Oscillator) ต่อกับหัววัดที่มีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายใบมีด และตัวตรวจจับสัญญาณ ดังภาพที่ (*) โดยสัญญาณป้อนกลับที่ได้รับจากตัวตรวจจับจะถูกขยาย และนำไปขับผลึกเพียโซอิเล็กทริกที่ใช้กำเนิดสัญญาณอีกครั้ง ในสภาวะปกติ หัววัดระดับนี้จะสั่นด้วยความถี่ธรรมชาติหนึ่ง แต่เมื่อระดับของตัวกลาง (ของเหลวหรือของแข็งที่ทำการวัด) เพิ่มขึ้นจนสัมผัสกับหัววัด การสั่นของหัววัดจะถูกหน่วง (Damped) ทำให้ขนาดและความถี่ของการสั่นลดลง ตัวตรวจจับจึงสั่งการให้รีเลย์ทำการเปลี่ยนสถานะไป

3.4.2 ข้อได้เปรียบและข้อจำกัด

การวัดของสวิตช์ระดับแบบสั่นไม่ได้รับผลกระทบจากการไหล (Flow), ความปั่นป่วน (Turbulence), ฟอง (Foam), การสั่น (Vibration) การเคลือบ (Coating) และการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของตัวกลาง ทำให้เป็นเทคโนโลยีการวัดระดับที่เชื่อถือได้มากเทคโนโลยีหนึ่ง นอกจากนี้ยังไม่ต้องมีการปรับเทียบ (Calibration) และที่สำคัญคือมีความสามารถตรวจสอบการทำงานของตนเอง อุปกรณ์สมัยใหม่ที่ใช้ในอุตสาหกรรม สามารถตรวจสอบและรายงานสถานะ และความผิดปกติต่างๆ ทั้งทางไฟฟ้าและทางกลได้อย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม สวิตช์ระดับแบบสั่นไม่สามารถใช้กับตัวกลางที่มีความหนืดมากๆ เนื่องจากตัวกลางอาจมีการจับตัวระหว่างหัววัดทั้งสอง ทำให้เกิดความผิดพลาดได้หากไม่ได้รับการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ

3.5 ความจุ

3.6 อัลตราโซนิก

3.7 เรดาร์แบบบังคับนำคลื่น

3.8 เรดาร์แบบไม่สัมผัส

4 บรรณานุกรม