เฉลยแบบฝึกหัด

บทที่ 1

ตอนที่ 1

1. ก	2. ง	3. ก	4. ข
5. ค	6. ข	7. ค	8. ง
9. ง	10. ข		

ตอนที่ 2

1. การเลือกใช้ทรานสดิวเซอร์ควรพิจารณาจากปัจจัยพื้นฐานอะไรบ้าง

การเลือกใช้ทรานสดิวเซอร์ควรพิจารณาจากปัจจัยพื้นฐานดังต่อไปนี้

1. ย่านการทำงาน ทรานสดิวเซอร์ต้องรักษาย่านการทำงานตามที่กำหนดไว้ได้ดีอย่างสม่ำเสมอ

2. ความไว ทรานสดิวเซอร์จำเป็นต้องมีความไวที่เพียงพอ กับการจ่ายพลังงานออกเอาต์พุต

3. ตอบสนองความถี่ และความถี่ได้ระดับ ทรานสดิวเซอร์จะต้องทำงานได้ราบเรียบในย่านความถี่ที่ต้องการ และความถี่ต้องถูกกระตุ้นให้ได้ระดับอย่างสม่ำเสมอ

4. เหมาะสมกับการใช้งานในบริเวณนั้น ต้องใช้งานในย่านอุณหภูมิของทรานสดิวเซอร์ทำงานได้ ของเหลวอาจทำให้เกิดสนิม มีแรงกดดัน ถูกกระตุ้นโดยรุนแรง และถูกกระทบกระเทือนแรงๆ หรืออาจมีปัญหาไปถึงเรื่องขนาด และข้อจำกัดของช่องใส่ตัวทรานสดิวเซอร์

5. ความไวต่ำสุด ตัวทรานสดิวเซอร์จำเป็นต้องมีความไวที่ต่ำสุดต่อการกระตุ้นจากสิ่งต่างๆ ในบริเวณที่นำทรานสดิวเซอร์ไปใช้งาน

6. ความเที่ยงตรง ทรานสดิวเซอร์อาจจะมีปัญหาซ้ำๆ และการปรับแต่งที่ผิดพลาด รวมถึงความผิดพลาดที่เกิดจากการค้าง ความไว และการกระตุ้นจากสิ่งต่างๆ

7. การใช้งานและความแข็งแรง ทรานสดิวเซอร์จะต้องมีความแข็งแรงมากพอทั้งในด้านทางกล และทางไฟฟ้า ให้เหมาะสมกับขนาดและน้ำหนักของตัวทรานสดิวเซอร์ด้วย เมื่อคิดจะติดตั้งและใช้งานทรานสดิวเซอร์

8. ทางด้านไฟฟ้า ควรพิจารณาถึงความยาว และชนิดของสายเคเบิลที่ต้องการใช้ พิจารณาถึงอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน เมื่อมีการเปรียบเทียบกับการจำกัดค่าของอัตราขยายและการตอบสนองความถี่

2. บอกลักษณะของโพเทนชิโอมิเตอร์แบบปรับหมุน และแบบเลื่อนปรับค่า มีลักษณะเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

โพเทนชิโอมิเตอร์แบบหมุนปรับค่า รูปร่างลักษณะของโพเทนชิโอมิเตอร์แบบนี้ การปรับเปลี่ยนค่าโดยการหมุนที่แกนกลาง ไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาหรือตามเข็มนาฬิกา รอบของการหมุนปรับเปลี่ยนค่ามีตั้งแต่หมุนได้ไม่ถึงรอบไปจนถึงหมุนได้เป็นร้อย ๆ รอบ การหมุนปรับเปลี่ยนค่าทำให้เกิดค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงเป็นแบบเชิงเส้น ค่าความต้านทานที่ผลิตมาใช้งานมีหลายค่าขึ้นอยู่กับการผลิต โครงสร้างภายในของโพเทนชิโอมิเตอร์แบบหมุนปรับค่าประกอบด้วยขดลวดความต้านทานพันบนแกนฉนวน มีขั้วต่อ A และ B เป็นขั้วต่อหัวท้ายของขดลวดความต้านทาน และขั้วต่อ W เป็นขั้วต่อปรับเคลื่อนที่ได้ เพื่อเลือกค่าความต้านทานหรือแรงดันจ่ายออกตามต้องการ

ส่วนโพเทนชิโอมิเตอร์แบบเลื่อนปรับค่า รูปร่างลักษณะของโพเทนชิโอมิเตอร์แบบนี้ การปรับเปลี่ยนค่าโดยการผลักหรือดันที่แกนกลาง ไปด้านหน้าหรือด้านหลัง แกนการชักใช้ปรับเปลี่ยนค่ามีตั้งแต่ค่าต่ำไม่กี่มิลลิเมตรไปจนถึงชักได้เป็นร้อย ๆ มิลลิเมตร การชักปรับเปลี่ยนค่าเกิดค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงเป็นแบบเชิงเส้น ค่าความต้านทานที่ผลิตมาใช้งานมีหลายค่าขึ้นอยู่กับการผลิตเช่นเดียวกัน โครงสร้างภายในของโพเทนชิโอมิเตอร์แบบเลื่อนปรับค่าประกอบด้วยขดลวดความต้านทานพันบนแกนฉนวน มีขั้วต่อ A และ B เป็นขั้วต่อหัวท้ายของขดลวดความต้านทาน และขั้วต่อ W เป็นขั้วต่อปรับเคลื่อนที่ได้ เพื่อเลือกค่าความต้านทานหรือแรงดันจ่ายออกตามต้องการ

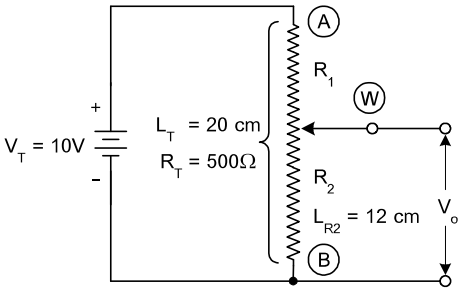
3. ความเป็นเชิงเส้นของโพเทนชิโอมิเตอร์คืออะไร บอกไว้เพื่อประโยชน์อะไรบ้าง

ความเป็นเชิงเส้นของโพเทนชิโอมิเตอร์คือสิ่งที่จะช่วยทำให้กลไกเกิดการเคลื่อนที่มีความสม่ำเสมอ ส่งผลต่อแขนกวาดหรือก้านชักเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานอย่างต่อเนื่อง หรือก็คือความต้านทานที่ถูกเฉลี่ยไปบนความยาวทั้งหมดของส่วนที่เป็นความต้านทาน บอกไว้เพื่อประโยชน์ต่อความถูกต้องของมุมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างเป็นเชิงเส้น หรือระยะทางที่เคลื่อนที่ไปอย่างเป็นเชิงเส้น รายละเอียดความเป็นเชิงเส้นถูกบอกไว้ในรูปความผิดพลาดเป็นร้อยละ (%) หรือบอกไว้เป็นความเที่ยงตรงในรูปความผิดพลาดเป็นร้อยละ (%)

4. รายละเอียดของโพเทนชิโอมิเตอร์บอกถึงอะไรบ้าง การเลือกใช้งานควรพิจารณาจากส่วนใด

โพเทนชิโอมิเตอร์ที่ผลิตมาใช้งาน มีคุณสมบัติในการทำงานที่เหมือนกัน คือ ใช้ค่าความต้านทานในตัวโพเทนชิโอมิเตอร์ไปใช้ทำงาน โดยค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไป ถูกนำไปปรับเปลี่ยนให้เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าเหมือนกัน แต่สิ่งที่เกิดความแตกต่างกันของโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ผลิตมาใช้งาน ได้แก่ รูปร่าง ขนาด ลักษณะการทำงาน ค่าความต้านทานที่ผลิตมาใช้งาน และการนำไปประยุกต์ใช้งาน สิ่งสำคัญก่อนการเลือกโพเทนชิโอมิเตอร์มาใช้งาน มีความจำเป็นจะต้องศึกษารายละเอียดคุณสมบัติของโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ต้องการใช้เสียก่อน เพื่อให้สามารถเลือกโพเทนชิโอมิเตอร์ได้ถูกต้องเหมาะสมกับงาน เหมาะสมกับการทำงาน และเหมาะสมกับระบบของงานนั้นๆ

5.



โพเทนชิโอมิเตอร์ตัวหนึ่ง มีความต้านทาน 500Ω มีแขนชักยาว 20 cm ถูกจัดวงจรตามรูป จ่ายแรงดันให้โพเทนชิโอมิเตอร์ 10V เมื่อแขนชัก W เลื่อนไป 12 cm จากขั้ว B จะมีแรงดันออกเอาต์พุต V_o เท่าไร

วิธีทำ

จาก $\dfrac{R_2}{R_T} = \dfrac{L_{R2}}{L_T}$

หรือ $R_2 = \dfrac{L_{R2}}{L_T} R_T$

เมื่อ R_2 = ?

$R_T = 500\Omega$

L_T = 20 ซ.ม.

L_{R2} = 12 ซ.ม.

$$R_2 = \frac{12\text{ซ.ม.}}{20\text{ซ.ม.}} \times 500\Omega = 300\Omega$$

สูตร $\dfrac{V_o}{V_T} = \dfrac{R_2}{R_1 + R_2}$

หรือ $V_o = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_T$

เมื่อ $V_o = ?$

$V_T = 10V$

$R_2 = 300\Omega$

$R_T = R_1 + R_2 = 500\Omega$

$\therefore \quad V_o = \frac{300\Omega}{500\Omega} \times 10V = 6V$ **ตอบ**

บทที่ 2

ตอนที่ 1

1. ง	2. ก	3. ก	4. ค
5. ข	6. ก	7. ค	8. ง
9. ค	10. ข		

ตอนที่ 2

1. ความเค้นและความเครียดหาได้อย่างไร มีความแตกต่างกันอย่างไร

สเตรนเกจถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้วัดความเค้น และความเครียดของวัตถุ ที่เกิดจากแรงภายนอกจ่ายเข้ามาให้กระทำแก่วัตถุ ความเค้นถูกกำหนดให้เป็นแรงต้านภายในวัตถุ และความเครียดถูกกำหนดให้เป็นการเคลื่อนตัวของวัตถุ หรือการทำให้วัตถุผิดรูปร่างไป ในส่วนที่เกิดขึ้นเหมือนกันคือการกระจายแรงต้านภายในวัตถุ ซึ่งถูกค้นพบโดยฮุก ได้ตั้งกฎของฮุกขึ้นมา ความเค้นสามารถคำนวณได้ โดยใช้สูตรคำนวณค่าจากแรงที่กระทำกับวัตถุ (F) หารด้วยพื้นที่หน้าตัดของวัตถุ (A) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

ความเค้น (S) = $\frac{F}{A}$ .....(1)

เมื่อ S = ความเค้น หน่วย กิโลกรัม/ตารางเมตร (kg/m^2)

F = แรงที่กระทำกับวัตถุ หน่วย กิโลกรัม (kg)

A = พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ หน่วย ตารางเมตร (m^2)

ความเครียดหาค่าได้จาก จำนวนของการทำให้ผิดรูปต่อหน่วยความยาวของวัตถุ เมื่อมีภาระให้ ความเครียดสามารถคำนวณได้ โดยใช้สูตรคำนวณค่าจากการทำให้เปลี่ยนแปลงไปของความยาว (ΔL) หารด้วยความยาวเดิม (L) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

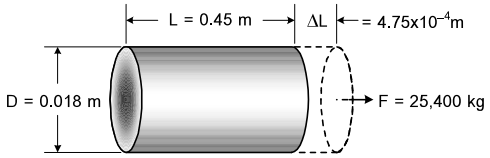
$$\text{ความเครียด (G)} = \frac{\Delta L}{L} \qquad \text{.....(2)}$$

เมื่อ G = ความเครียด (ไม่มีหน่วย)

ΔL = ความยาวที่เปลี่ยนแปลงไป หน่วย เมตร (m)

L = ความยาวเดิม หน่วย เมตร (m)

2. แท่งโลหะทรงกระบอกตามรูป มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.18m ยาว 0.45m เมื่อแท่งโลหะถูกแรงดึง 25,400kg ความยาวของแท่งโลหะเปลี่ยนแปลงไป 4.75×10^{-4}m จงหาค่าความเค้น และความเครียดของแท่งโลหะ



วิธีทำ

สมการหาพื้นที่ทรงกลม $A = \pi r^2 = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2$

เมื่อ D = 0.018 m

แทนค่า $A = \pi\left(\frac{0.018}{2}\right)^2 = 2.55\times10^{-4}\,m^2$

จากสมการความเค้น $S = \frac{F}{A}$

เมื่อ S = ความเค้น kg/m^2

F = 25,400kg

$A = 2.55\times10^{-4}\,m^2$

แทนค่า $S = \frac{25{,}400kg}{2.55\times10^{-4}} = 99.61x10^{6}\,kg/m^2$

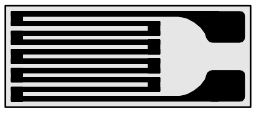
จากสมการความเครียด $G = \frac{\Delta L}{L}$

เมื่อ G = ความเครียด

$\Delta L = 4.75 \times 10^{-4}$ m

L = 0.45m

แทนค่า $G = \frac{4.75 \times 10^{-4} \text{ m}}{0.45\text{m}} = 1.056 \times 10^{-3}$ **ตอบ**

3. 

สเตรนเกจตามรูป มีค่าตัวประกอบเกจ K = 1.85 ค่าความต้านทานเดิมของ สเตรนเกจเท่ากับ 135Ω ถูกนำไปแปะติดกับเหล็กราวสะพาน ซึ่งมีความเครียด 1.8×10^{-6} จงหาค่าความต้านทาน สเตรนเกจที่เปลี่ยนแปลงไป

วิธีทำ

จากสมการ $K = \frac{\Delta R / R}{G}$

จะได้ $\Delta R = KGR$

เมื่อ K = 1.85

$G = 1.8 \times 10^{-6}$

R = 135Ω

แทนค่า $\Delta R = (1.85)(1.8 \times 10^{-6})(135\Omega) = 4.496 \times 10^{-4}\Omega$

∴ ความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไป = 449.6μΩ **ตอบ**

4. บอกชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิตสเตรนเกจมาอย่างละเอียด

4.1 ชนิดคอนสแตนแตน

4.2 ชนิดนิโครมวี

4.3 ชนิดไดนาลอย

4.4 ชนิดพลาตินัม-ทังสเตน

4.5 ชนิดสารกึ่งตัวนำ

4.1 ชนิดคอนสแตนแตน คือ สเตรนเกจชนิดใช้โลหะผสมระหว่างทองแดงและนิกเกิล มีสัมประสิทธิ์อุณหภูมิต่ำ ชนิดคอนสแตนแตนเป็นเกจที่พบเห็นได้ทั่วไป นำไปใช้งานในการวัดความเครียดทางกายภาพ ความเครียดมีการเปลี่ยนแปลงในระดับไม่เกิน ±1,500 μcm/cm ทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 10°C ถึง 200°C

4.2 ชนิดนิโครม วี คือ สเตรนเกจชนิดใช้โลหะผสมระหว่างนิกเกิลและโครม นำไปใช้งานในการวัดความเครียดคงที่ที่อุณหภูมิประมาณ 375°C ด้วยการชดเชยอุณหภูมิ เมื่อเปลี่ยนส่วนผสมไปสามารถนำไปใช้วัดความเครียดคงที่ที่อุณหภูมิประมาณ 650°C และวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ถึง 1000°C

4.3 ชนิดไดนาลอย คือ สเตรนเกจชนิดใช้โลหะผสมระหว่างนิกเกิลและเหล็ก มีค่าตัวประกอบเกจสูง มีค่าความต้านทานสูงและค่าความล้าในวัตถุสูง เป็นโลหะที่นำมาประยุกต์ใช้งานในความเครียดที่เปลี่ยนแปลง มีความไวต่ออุณหภูมิสูง สามารถใช้งานได้ทนทาน ย่านอุณหภูมิของเกจชนิดไดนาลอยโดยทั่วไปถูกจำกัดค่าด้วยพาหะของวัสดุ และมีความสัมพันธ์กับสารที่ใช้ยึดติด

4.4 ชนิดพลาตินัม-ทังสเตน คือ สเตรนเกจชนิดใช้โลหะผสมระหว่างพลาตินัมและทังสเตน เป็นเกจที่มีเสถียรภาพดีมาก และมีค่าความต้านทานสูง มีค่าความล้าในวัตถุสูงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น สเตรนเกจชนิดนี้จะสนับสนุนการทดสอบที่อุณหภูมิคงที่ประมาณ 700°C และวัดค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ถึง 850°C เพราะว่าวัสดุที่ใช้มีความสัมพันธ์อย่างมากกับสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ บางแบบมีความจำเป็นต้องใช้การชดเชยอุณหภูมิ เพื่อแก้ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

4.5 ชนิดสารกึ่งตัวนำ คือ สเตรนเกจชนิดที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานโดยใช้สารกึ่งตัวนำประเภท เจอร์เมเนียมหรือซิลิคอน นำมาใช้บ่อย ๆ ในทรานสดิวเซอร์ที่มีเอาต์พุตสูง เช่น เซลล์ภาระ เป็นสเตรนเกจที่มีความไวสูงมาก มีตัวประกอบเกจกว้างประมาณ 50 ถึง 200 แต่ตัวสเตรนเกจเองจะมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และแสดงผลออกมาไม่เป็นเชิงเส้น สเตรนเกจชนิดนี้สามารถทำให้มีขนาดเล็กลง และมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าแบบลวดโลหะ

5. บอกลักษณะและโครงสร้างของสเตรนเกจแต่ละแบบมาให้เข้าใจ

5.1 แบบแกนเดียว

5.2 แบบสองแกน

5.3 แบบสามแกน

5.4 แบบแยกออกจากกัน

5.1 สเตรนเกจแบบแกนเดียว ถือเป็นโครงสร้างแบบพื้นฐานของสเตรนเกจ ในส่วนโครงสร้างประกอบด้วยลวดความต้านทานขนาดเล็กขดไปมาในแนวขนานบนฐานรอง ปลายทั้งสองด้านของสเตรนเกจมีจุดต่อสำหรับต่อสายตัวนำออกไปใช้งาน ถูกนำไปใช้งานบ่อยมากเกี่ยวกับการวัดความยาว และใช้ในบริเวณที่มีความแคบ

5.2 สเตรนเกจแบบสองแกน หรือแบบดอกจันชนิดสองส่วน มีสเตรนเกจ 2 ตัววางใกล้กับ หรือวางซ้อนกันในแนวการวัดค่าต่างกัน นิยมใช้งานเป็นทรานสดิวเซอร์วัดแรงหรือความเครียด โดยนำลวดสเตรนเกจไปต่อในวงจรวีตสโตนบริดจ์ ช่วยทำให้การวัดค่าได้เอาต์พุตออกมาสูงสุด สำหรับการวัดวิเคราะห์ความเค้นและความเครียด ในส่วนวงจรวีตสโตนบริดจ์ที่เป็นแกนหลักและที่เป็นส่วนประกอบของวงจร อาจจะมีความต้านทานในวงจรที่แตกต่างกันได้ สามารถเลือกใช้ในการเปรียบเทียบเอาต์พุตได้ ให้เป็นสัดส่วนระหว่างความเค้นและความเครียดกับเอาต์พุตของส่วนที่เป็นแกนหลัก คือสัดส่วนของความเครียด

5.3 สเตรนเกจแบบสามแกน หรือแบบดอกจันชนิดสามส่วน มีสเตรนเกจ 3 ตัววางใกล้กับ หรือวางซ้อนกันในแนวการวัดค่าต่างกัน พบใช้บ่อย ๆ ในการหาทิศทางและขนาดของผลความเครียดทั่วไปจากภาระโครงสร้างที่ซับซ้อน ที่นิยมใช้งานเป็นชนิดที่สเตรนเกจแต่ละตัวทำมุมกัน 45° หรือ 60°

5.4 สเตรนเกจแบบแยกออกจากกัน ส่วนประกอบของสเตรนเกจชนิดแยกออกจากกันประกอบด้วย ส่วนประกอบของโครงร่างคงที่ และอาร์เมเจอร์ โดยการสนับสนุนจากส่วนกลางของโครงร่างคงที่ อาร์เมเจอร์สามารถเคลื่อนที่ได้ในทิศทางเดียว และจะถูกให้เลื่อนไปในทิศทางที่จำกัดค่าด้วยลวดเส้นเล็กสี่เส้น โดยลวดมีความไวต่อความเครียด พันไว้ระหว่างฉนวนแข็งวางบนโครงร่างส่วนคงที่ และบนอาร์เมเจอร์เคลื่อนที่ ลวดเส้นเล็กมีค่าเท่ากับความยาวตามที่กำหนดไว้

บทที่ 3

ตอนที่ 1

1. ค	2. ง	3. ข	4. ก
5. ก	6. ค	7. ง	8. ก
9. ง	10. ข		

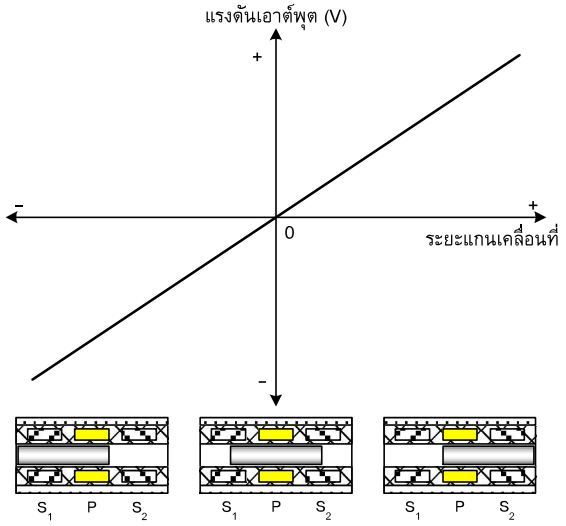
ตอนที่ 2

1. LVDT ทำหน้าที่อะไร มีโครงสร้างและหลักการทำงานอย่างไรอธิบาย

LVDT หรือทรานสดิวเซอร์ชนิดหม้อแปลงแสดงความแตกต่างเปลี่ยนแปลงแบบเชิงเส้น คือหม้อแปลงชนิดที่ใช้การพันของขดลวดมาทำงาน เป็นอุปกรณ์เกี่ยวข้องกับการทำงานของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ด้วยการใช้วิธีแปลค่าการเคลื่อนไหวเชิงเส้นของอาร์เมเจอร์ชนิดสารเฟอร์โร

แมกเนติก ไปเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ซึ่งได้สัดส่วนอย่างเป็นเชิงเส้นกับตำแหน่งอาร์เมเจอร์ที่เกิดการเคลื่อนที่ไป LVDT เป็นโครงสร้างที่สร้างด้วยขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิพันบนแกนอากาศ บรรจุภายในท่อโลหะซึ่งเป็นตัวป้องกัน มีอาร์เมเจอร์เคลื่อนไหวได้ถูกแยกออกมา ช่วยในการควบคุมการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างกัน ความแรงของแรงดันที่เกิดขึ้น เป็นสัดส่วนต่อตำแหน่งการเคลื่อนที่ของอาร์เมเจอร์ ขณะเดียวกันเฟสของแรงดันจะแสดงทิศทางของการเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งอ้างอิงที่ศูนย์

2. จากรูปกราฟแสดงถึงการทำงานของ LVDT บอกอะไรให้ทราบบ้าง อธิบายพร้อมแสดงตำแหน่งการทำงานของ LVDT



จากรูปเป็นกราฟแสดงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและเฟสที่เกิดขึ้นขณะปรับเปลี่ยนแกนเคลื่อนที่ภายในตัว LVDT ที่ตำแหน่งแกนเคลื่อนที่อยู่กึ่งกลาง เป็นตำแหน่งสมดุลของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ คือตำแหน่งศูนย์กลางกราฟ ระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับส่งออกเอาต์พุตเป็น 0V เมื่อปรับแกนเคลื่อนที่หนีจากศูนย์กลางมา ระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและเฟสที่เกิดขึ้นเกิดการเปลี่ยนแปลงไป เช่น ปรับแกนเคลื่อนที่ไปทาง S_1 เฟสแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นลบ (-) มีระดับแรงดันเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และเมื่อปรับแกนเคลื่อนที่ไปทาง S_2 เฟสแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นบวก (+) มีระดับแรงดันเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเช่นกัน

3. LVDT ชนิดไฟสลับจ่ายแรงดันอินพุตให้ 9.5V มีแรงดันออกเอาต์พุต 6V แกนเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงค่าได้ ±25mm จงหาค่า

(ก) แรงดันออกเอาต์พุตเมื่อแกนเคลื่อนตัวจากกึ่งกลางมา +17.8mm

(ข) แรงดันออกเอาต์พุตเมื่อแกนเคลื่อนตัวจากกึ่งกลางมา –6.1mm

วิธีทำ

(ก) แรงดันออกเอาต์พุตเมื่อแกนเคลื่อนตัวจากกึ่งกลางมา +17.8mm

แกนเคลื่อนที่เคลื่อนไป +25mm มีแรงดันออกเอาต์พุต = 6V

แกนเคลื่อนที่เคลื่อนไป +1mm มีแรงดันออกเอาต์พุต = $\frac{6V}{25mm}$

แกนเคลื่อนที่เคลื่อนไป +17.8mm มีแรงดันออกเอาต์พุต = $\frac{(6V)(17.8mm)}{25mm}$ = 4.27V

$\therefore$ มีแรงดันออกเอาต์พุตที่ตำแหน่ง +17.8mm = 4.27V

(ข) แรงดันออกเอาต์พุตเมื่อแกนเคลื่อนตัวจากกึ่งกลางมา –6.1mm

แกนเคลื่อนที่เคลื่อนไป –25mm มีแรงดันออกเอาต์พุต = –6V

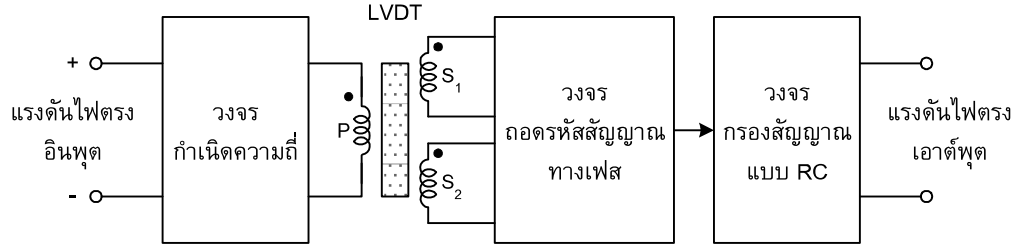
แกนเคลื่อนที่เคลื่อนไป –1mm มีแรงดันออกเอาต์พุต = $\frac{-6V}{-25mm}$

แกนเคลื่อนที่เคลื่อนไป –6.1mm มีแรงดันออกเอาต์พุต = $\frac{(-6V)(-6.1mm)}{-25mm}$ = –1.46V

$\therefore$ มีแรงดันออกเอาต์พุตที่ตำแหน่ง –6.1mm = –1.46V **ตอบ**

4. DC-LVDT ทำหน้าที่อะไร มีโครงสร้างและหลักการทำงานอย่างไรอธิบาย

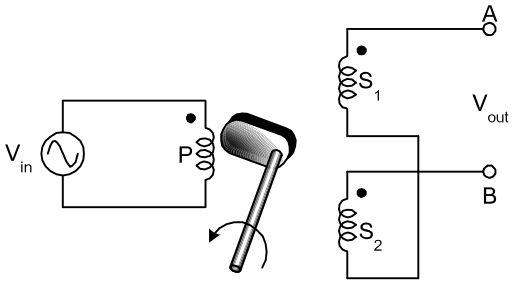
DC-LVDT ทำหน้าที่เหมือนกับ LVDT ชนิดไฟ AC นั่นเอง คือเป็นทรานสดิวเซอร์ชนิดหม้อแปลงแสดงความแตกต่างเปลี่ยนแปลงแบบเชิงเส้น เป็นหม้อแปลงชนิดที่ใช้การพันของขดลวดมาทำงาน เป็นอุปกรณ์เกี่ยวข้องกับการทำงานของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ด้วยการใช้วิธีแปลค่าการเคลื่อนไหวเชิงเส้นของอาร์เมเจอร์ชนิดสารเฟอร์โรแมกเนติก ไปเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ออกเอาต์พุต ลักษณะการทำงาน แสดงดังรูป



จากรูปแสดงการนำ LVDT ไปใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยการเพิ่มวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์เข้าไปหลายวงจร ส่วนประกอบทั้งหมดประกอบด้วย วงจรกำเนิดความถี่ทำหน้าที่กำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นมาป้อนให้อินพุต P ของตัว LVDT ส่งผลให้เอาต์พุต S_1, S_2 เกิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับมาก-น้อยตามสภาวะการเคลื่อนตัวของแกนเคลื่อนที่ ส่งแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจากเอาต์พุต S_1, S_2 ไปเข้าวงจรถอดรหัสสัญญาณทางเฟส เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระเพื่อม ส่งต่อไปให้วงจรกรองสัญญาณแบบ RC กรองแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระเพื่อมให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจ่ายออกเอาต์พุต แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ทางเอาต์พุตจ่ายออกมาอาจมีขั้วเป็นบวกหรือลบก็ได้ ขึ้นอยู่กับวงจรถอดรหัสสัญญาณทางเฟสว่าจะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกระเพื่อมส่งออกเป็นบวกหรือลบ

5. RVDT ทำหน้าที่อะไร มีโครงสร้างและหลักการทำงานอย่างไรอธิบาย

RVDT สร้างขึ้นมาใช้งานในการวัดค่าการเคลื่อนที่ของมุมที่เปลี่ยนแปลงไป ของตัวอุปกรณ์ที่ทำการวัด โดยใช้หลักการทำงานเหมือนกับ LVDT เพียงแต่ว่า LVDT ใช้แกนโลหะเคลื่อนที่เป็นทรงกระบอก ส่วน RVDT ใช้แกนโลหะเคลื่อนที่เป็นแบบแกนโลหะหมุนรอบตัวสามารถหมุนได้ 360° มีโครงสร้างและหลักการทำงานอธิบายได้ดังนี้



จากรูป เป็นรูปโครงสร้างสัญลักษณ์ ประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิ (P) จำนวน 1 ขด และขดลวดทุติยภูมิ (S_1, S_2) จำนวน 2 ขด พันบนแกนที่เป็นฉนวนหรือแกนอากาศ ที่มีตอนกลางของแกนฉนวนเป็นท่อกลวงตลอดแนวแกน ขดลวดปฐมภูมิ (P) เป็นขดป้อนแรงดันไฟสลับเข้ามา เรียกว่าขดอินพุต ขดลวดทุติยภูมิ (S_1, S_2) เป็นขดป้อนแรงดันไฟสลับออก เรียกว่าขดเอาต์พุต มีแกนเคลื่อนที่สามารถหมุนได้รอบตัวในแกนกลางท่อของ RVDT ได้ การหมุนรอบตัวของแกนเคลื่อนที่ ส่งผลให้แรงดันส่งออกเอาต์พุตมีระดับแรงดันและเฟสเกิดการเปลี่ยนแปลงไปโดยสัมพันธ์กับตำแหน่งการหมุนของแกนเคลื่อนที่

บทที่ 4

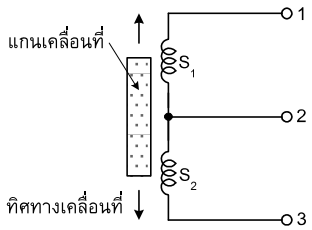
ตอนที่ 1

1. ง	2. ค	3. ก	4. ข
5. ค	6. ก	7. ง	8. ข
9. ค	10. ง		

ตอนที่ 2

1. อธิบายโครงสร้างและหลักการทำงานของทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำ พร้อมวาดรูปประกอบ

ทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำ มีทั้งชนิดกำเนิดสัญญาณด้วยตัวเอง และชนิดเป็นตัวส่งผ่านสัญญาณ ชนิดกำเนิดสัญญาณด้วยตัวเอง ใช้ประโยชน์เป็นตัวกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าทั่วไป โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของตัวนำและสนามแม่เหล็กตัดผ่าน ส่งผลให้ตัวนำกำเนิดแรงดันขึ้นมา ใช้ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ระหว่างสนามแม่เหล็กและตัวนำเป็นตัวจ่ายสัญญาณออกโดยการเปลี่ยนไปในรูปของการวัดค่า โครงสร้างของทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำ แสดงดังรูป

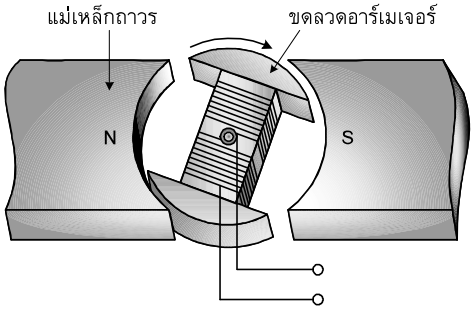


จากรูป แสดงทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำ ชนิดใช้หาตำแหน่งแบบขดลวดคู่ เป็นการทำงานเบื้องต้นของโช้คแตกต่าง เช่น ความเหนี่ยวนำแบบครึ่งบริดจ์ ใช้สำหรับเป็นส่วนประกอบของวงจรกำเนิดความถี่ แกนเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งไป ส่งผลต่อความสมดุลของสนามแม่เหล็กในขดลวด S_1,S_2 เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำนี้ ได้รับผลจากการวัดค่าของแรงที่เกิดขึ้น โดยการเปลี่ยนอัตราส่วนความเหนี่ยวนำของขดลวดคู่ หรือโดยการเปลี่ยนความเหนี่ยวนำของขดลวดเดี่ยว ไม่ว่าในกรณีใดก็ตามแกนอาร์เมเจอร์สารเฟอร์โรแมกเนติกจะเคลื่อนที่อันเกิดจากแรงที่มากระทำ นำไปใช้ในการวัดหาค่า และแสดงค่าความขัดแย้งของวงจรแม่เหล็กออกมา

2. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดความเร็วรอบมาให้เข้าใจ พร้อมวาดรูปประกอบ

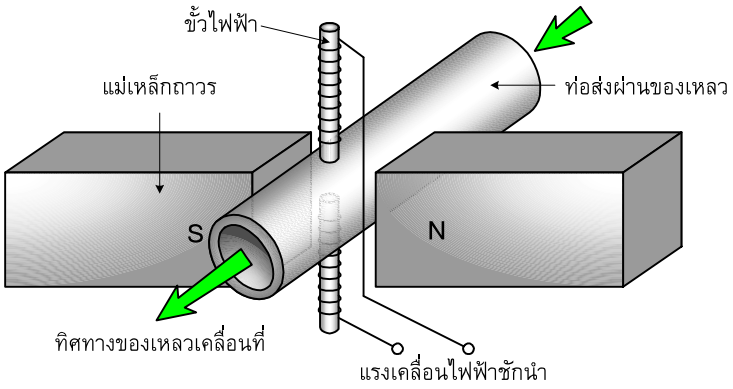
เครื่องวัดความเร็วรอบ คือ ทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำ ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงความเร็ว หรืออัตราเร็ว ในการหมุนไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า ในทางเทคนิคใช้เพื่อจุดประสงค์ในการวัดอัตราเร็วของมุมที่ส่งผ่านโดยตรงให้โรเตอร์ ของเครื่องกำเนิดแรงดันไฟตรง เครื่องวัดความเร็วรอบแสดงดังรูป



จากรูป แสดงเครื่องวัดความเร็วรอบใช้หลักการทำงานของสเตเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร จำนวนรอบที่ส่งผ่านจากการหมุนของอาร์เมเจอร์ ระหว่างขั้วของแม่เหล็กถาวร ด้วยเหตุนี้ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันในขดลวดของโรเตอร์ แรงดันที่เกิดขึ้นอาจมีค่าถึง 10mV ต่อรอบต่อนาที (rpm) ซึ่งสามารถนำไปใช้ป้อนโดยตรงให้โวลต์มิเตอร์วัดไฟตรง และปรับแต่งหน่วยเป็นรอบต่อนาที (rpm)

3. การวัดความเร็วของไหลใช้หลักการทำงานของอะไร มีหลักการทำงานอย่างไร

ความเร็วในการไหลสามารถวัดค่าได้ด้วยทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำ วิธีนี้ใช้หาการขยายตัวออกในระบบที่ไม่สามารถให้ทำงานได้ในอากาศ ใช้วัดความหนาแน่นของของเหลวที่ลอยอยู่ เช่น ของโสโครกที่ป้อนมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ในปัจจุบันเป็นปัญหาที่สำคัญ จึงจำเป็นต้องนำมิเตอร์วัดการไหลที่ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้ามาใช้งาน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดการไหลของวัสดุต่าง ๆ ที่มีการไหล ทำให้เกิดไฟฟ้าขึ้นมา มิเตอร์สามารถมองเห็นส่วนหน้าตัดของท่อที่เป็นเส้นทางเคลื่อนที่ของวัสดุที่เป็นฉนวน ขดลวดสองขดถูกวางไว้ในทางตรงข้ามกัน และมีขั้วไฟฟ้าวางในตำแหน่งตรงข้ามกันในส่วนที่เหลือ ถ้าขดลวดได้รับการกระตุ้นจากการเคลื่อนตัวของของเหลว ไปตามความยาวของตัวนำ เกิดการตัดผ่านของเส้นแรงแม่เหล็ก ส่งผลให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าชักนำกำเนิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้า โดยวงจรที่เหมาะสมและเกิดการขยาย มีสัญญาณไฟฟ้าพอสมควรไหล สามารถนำไปใช้งานได้ ลักษณะแนวความคิดของมิเตอร์วัดการไหล แสดงดังรูป



จากรูปแสดงทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำใช้วัดของไหล เป็นแนวความคิดที่ใช้สร้างเป็นมิเตอร์ หลักการเบื้องต้นเมื่อมิเตอร์ทำงานจะเหมือนกับเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดทำหน้าที่แทนด้วยท่อส่งผ่านของเหลว วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กถาวรสองขั้ว เมื่อมีของเหลวไหลผ่านสนามแม่เหล็ก ส่งผลให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าชักนำ (emf) เหนี่ยวนำขึ้นที่ขั้วไฟฟ้า และสามารถเพิ่มค่าแรงดันขึ้นได้ด้วยขั้วไฟฟ้าสองขั้วที่มีขดลวดพันอยู่ ค่าการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าชักนำ

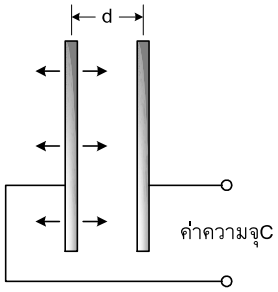
4. อธิบายการทำงานของทรานสดิวเซอร์ชนิดความจุในหัวข้อต่อไปนี้

4.1 การเปลี่ยนแปลงช่องแผ่นเพลต

4.2 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่แผ่นเพลต

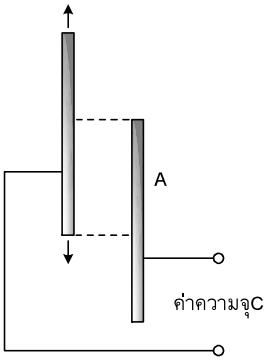
4.1 การเปลี่ยนแปลงช่องว่างแผ่นเพลตขนาน ถูกนำไปใช้บ่อยๆ สำหรับการตรวจจับการเคลื่อนที่ ถ้าช่องว่างถูกเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าขนาดของขั้วไฟฟ้า สูตรค่าความจุของแผ่นเพลตขนาน แสดงค่าความจุด้วยการกลับความสัมพันธ์ไปตามช่องว่าง สิ่งนี้ทำให้เกิดความสะดวกในการหาค่าความจุจำนวนมากที่มีช่องว่างขนาดเล็ก แต่จะต้องกำหนดการจำกัดสัญญาณ เพื่อชดเชยสำหรับค่าความจุที่เปลี่ยนแปลงไป โดยค่าความจุมีความสัมพันธ์กับกราฟแบบพาราโบลิค การนำไปใช้งานที่สะดวกและง่าย จึงนิยมนำไปใช้งานสำหรับการวัดค่าออกมาเป็นอิมพีแดนซ์ มากกว่าการวัดค่าออกมาเป็นความจุ

หลายแหล่งกำเนิดที่ไม่เป็นเชิงเส้น ทำให้เกิดการสูญเสียคุณสมบัติพื้นฐานของการเป็นทรานสดิวเซอร์ชนิดแผ่นเพลตขนาน พื้นฐานแผ่นเพลตทั้งสองถูกวางอยู่ในแนวแกน Z ด้วยขนาดแผ่นเพลตที่เหมือนกัน ไม่ต้องการความไวสำหรับการเคลื่อนที่ในด้านตรงข้ามของแกน X หรือแกน Y ไม่ต้องการการส่งผ่านจากด้านหลังของแผ่นเพลต และไม่ต้องการความเอียงของแผ่นเพลต การเปลี่ยนแปลงสามารถแสดงได้ดังรูป



จากรูป ค่าความจุของตัวเก็บประจุเปลี่ยนแปลงค่าตามระยะห่างระหว่างแผ่นเพลต ระยะห่างระหว่างแผ่นเพลตน้อยลงค่าความจุมากขึ้น และระยะห่างระหว่างแผ่นเพลตมากขึ้นค่าความจุน้อยลง

4.2 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่แผ่นเพลต ในการวัดความจุด้วยการใช้การเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงช่องว่าง เป็นการตรวจวัดที่มีความยากลำบากมาก ความเที่ยงตรงของการวัดระดับสัญญาณที่หายไปที่ผิวของแผ่นเพลต โดยใช้วิธีการให้พื้นที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นสิ่งที่ดีกว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงพื้นที่แผ่นเพลตของทรานสดิวเซอร์ชนิดความจุ แสดงได้ดังรูป

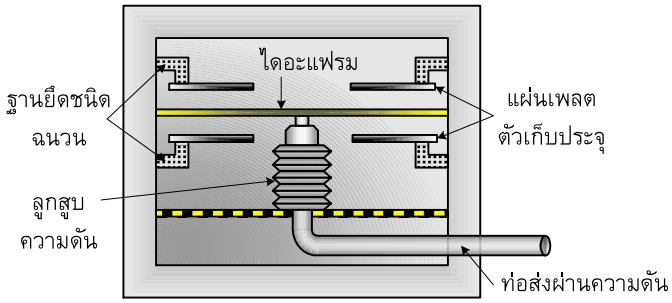


จากรูป ค่าความจุของตัวเก็บประจุเปลี่ยนแปลงไปตามค่าพื้นที่ของแผ่นเพลตทั้งสองที่เกิดสนามไฟฟ้า พื้นที่ของแผ่นเพลตทั้งสองเกิดสนามไฟฟ้าน้อยลงค่าความจุน้อยลง พื้นที่ของแผ่นเพลตทั้งสองเกิดสนามไฟฟ้ามากขึ้นค่าความจุมากขึ้น

5. ทรานสดิวเซอร์ความดันชนิดความจุคืออะไร ทำงานอย่างไร

ทรานสดิวเซอร์ความดันชนิดความจุ เป็นการนำทรานสดิวเซอร์ชนิดความจุไปใช้ในการตรวจวัดความดัน ใช้หลักการทำงานโดยนำไดอะแฟรมไปวางไว้ระหว่างแผ่นเพลตโลหะคงที่สองชุดของตัวเก็บประจุ ตัวไดอะแฟรมสามารถเคลื่อนไหวตามความดันที่ส่งมาให้ เมื่อไดอะแฟรมมีการเคลื่อนไหว ไดอะแฟรมจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความจุของตัวเก็บประจุ เมื่อนำ

สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับจ่ายให้แผ่นเพลตของตัวเก็บประจุ สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงค่าความจุของตัวเก็บประจุได้ โครงสร้างของทรานสดิวเซอร์ความดันชนิดความจุ แสดงได้ดังรูป



จากรูปแสดงโครงสร้างทรานสดิวเซอร์ความดันชนิดความจุ ประกอบด้วยตัวเก็บประจุ 2 ตัว แผ่นเพลตถูกยึดไว้คงที่ ระหว่างแผ่นเพลตของตัวเก็บประจุมีไดอะแฟรมวางขวางอยู่ ไดอะแฟรมวางอยู่บนลูกสูบแบบความดัน ตัวลูกสูบแบบความดันมีท่อรับแรงอัดที่ส่งมา ทำให้ไดอะแฟรมเกิดการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ตามสภาวะความดันที่ส่งเข้ามา ไดอะแฟรมเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งไป ส่งผลต่อค่าความจุในตัวเก็บประจุเปลี่ยนแปลงค่าความจุตามไปด้วย เมื่อนำไปต่อร่วมกับวงจรภายนอก จะสามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น นำค่าไปแสดงผลออกมาเป็นปริมาณไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ตามต้องการ

บทที่ 5

ตอนที่ 1

1. ข	2. ก	3. ค	4. ง
5. ข	6. ง	7. ค	8. ง
9. ง	10. ก		

ตอนที่ 2

1. บอกชนิดความดันที่ทำการวัดในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ความดันสัมบูรณ์

1.2 ความดันโดยประมาณ

1.3 ความดันที่แตกต่าง

1.4 ความดันอ้างอิงแบบปิด

1.1 ความดันสัมบูรณ์ คือ การวัดค่าความดันโดยใช้การอ้างอิงกับสุญญากาศ หรือความดันที่ค่าศูนย์ ความดันที่ระดับน้ำทะเล 1 บรรยากาศเท่ากับ 14.7 ปอนด์ต่อหนึ่งตารางนิ้ว (lbs/in หรือ psi) หรือ เท่ากับ 101.3 กิโลปาสคาล (kPa) การวัดความดันโดยใช้ ทรานสดิวเซอร์วัดความดันสัมบูรณ์ โดยทั่วไปวัดค่าออกมาเป็นค่าบวก เพราะเหตุว่าอุปกรณ์ที่ใช้อ้างอิงในสุญญากาศมีประสิทธิภาพดีมาก ซึ่งความดันสัมบูรณ์จะมีค่าเป็นศูนย์ การอ้างอิงที่ระดับศูนย์ทำได้โดยดูดอากาศออกจากภายในบริเวณที่อ้างอิงของทรานสดิวเซอร์ พร้อมปิดผนึกอย่างดี

1.2 ความดันโดยประมาณ คือ การวัดค่าความดันโดยใช้การอ้างอิงกับชั้นบรรยากาศที่ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำทะเล การวัดความดันโดยใช้ทรานสดิวเซอร์วัดความดันโดยประมาณ ความดันออกมาเป็นค่าบวก ที่ความดันเหนือระดับน้ำทะเล ความดันวัดออกมาเป็นค่าลบ ที่ความดันต่ำกว่าระดับน้ำทะเล ด้วยเหตุที่ความดันชั้นบรรยากาศเหนือระดับน้ำทะเลที่กำหนดไว้มีค่าติดลบ เพราะว่าความดันบรรยากาศมีค่าลดลงที่ระดับความสูงเพิ่มขึ้น การกำหนดที่ระดับน้ำทะเลอ้างอิง ทำได้ด้วยการปิดผนึกภายในหรือบริเวณที่อ้างอิงของทรานสดิวเซอร์ที่ความดันบรรยากาศของระดับน้ำทะเล ในรูปของความดันโดยประมาณนี้ บางครั้งใช้บอกถึงการวัดความดันอ้างอิง ที่ความดันบรรยากาศล้อมรอบอื่นๆ เทียบกับระดับน้ำทะเล

1.3 ความดันที่แตกต่าง คือ การวัดค่าความดันโดยมีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงความดันอ้างอิง เช่น ความดันที่บรรยากาศล้อมรอบ หรือในแหล่งกำเนิดความดันในที่อื่นๆ ยอมให้เปลี่ยนแปลงอย่างอิสระของการวัดค่าทางปฐมภูมิ โครงสร้างทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันในแบบที่นำมาใช้งานจริงจะเกิดความรู้สึกที่แตกต่างระหว่างแหล่งกำเนิดแรงดันอิสระสองแหล่งพร้อมกัน เอาต์พุตทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันที่แตกต่างกัน คือสัดส่วนความดันที่แตกต่างกันระหว่างแหล่งกำเนิดแรงดันอิสระทั้งสอง ตัวอย่างการวัดความดันที่แตกต่าง ทำได้โดยการเปิดปลายมาโนมิเตอร์ หรือช่องระบายอากาศของ ทรานสดิวเซอร์ชนิดความดัน

1.4 ความดันอ้างอิงแบบปิด คือ การวัดค่าที่เกี่ยวข้องกับความดันอ้างอิงแบบปิด นอกเหนือไปจากความดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล ความดันอ้างอิงแบบปิด เป็นการทำขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงการลดลงหรือเพิ่มขึ้นที่เกิดขึ้นภายใน หรือขนาดอ้างอิงของทรานสดิวเซอร์ที่ถูกกำหนดโดยความดันสัมบูรณ์ เพราะว่าขนาดอ้างอิงแบบปิดมีความจุของปริมาตรก๊าซคงที่ ทรานสดิวเซอร์จะต้องรักษาอุณหภูมิให้คงที่ และหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงของความดันอ้างอิง

2. บอกลักษณะทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันประเภทต่างๆ ต่อไปนี้

2.1 ไดอะแฟรม

2.2 ลูกสูบ

2.3 แคปซูล

2.4 หลอดบูรดอน

2.5 หลอดยืดตึง

2.1 ทรานสดิวเซอร์ประเภทไดอะแฟรม แผ่นไดอะแฟรมถูกวางอยู่ส่วนบนของถังรับความดัน ซึ่งแผ่นไดอะแฟรมเคลื่อนไหวเข้าหรือออก เมื่อมีความดันส่งเข้ามาในถังรับความดัน แบ่งออกได้เป็นชนิดไดอะแฟรมผิวเรียบ และชนิดไดอะแฟรมผิวย่น ถ้าความดันภายในถังมากกว่าความดันในอากาศ ไดอะแฟรมจะเคลื่อนที่ออก และถ้าความดันภายในถังน้อยกว่าความดันในอากาศ ไดอะแฟรมจะเคลื่อนที่เข้า

2.2 ทรานสดิวเซอร์ประเภทลูกสูบ โดยถังเก็บความดันเป็นลักษณะลูกสูบลม มีผิวโดยรอบเป็นลอน อาจผลิตมาจากพลาสติก ยาง หรือโลหะก็ได้ สามารถยืดเข้าออกได้ ถ้าความดันภายในถังมากกว่าความดันในอากาศ ถังลูกสูบจะเคลื่อนที่ออก และถ้าความดันภายในถังน้อยกว่าความดันในอากาศ ถังลูกสูบจะเคลื่อนที่เข้า

2.3 ทรานสดิวเซอร์ประเภทแคปซูล โดยถังเก็บความดันเป็นลักษณะเหมือนแคปซูล มีผิวด้านบนและด้านล่างหยักเป็นลอนโดยรอบ ตัวแคปซูลพองตัวออกหรือหดตัวเข้าขึ้นอยู่กับความดันที่ส่งเข้ามาภายในถัง ถ้าความดันภายในถังมากกว่าความดันในอากาศ ตัวแคปซูลจะเคลื่อนที่ออก และถ้าความดันภายในถังน้อยกว่าความดันในอากาศ ตัวแคปซูลจะเคลื่อนที่เข้า

2.4 ทรานสดิวเซอร์ประเภทหลอดบูรดอน ลักษณะทรานสดิวเซอร์ประเภทนี้ไม่ใช้ถังเก็บความดัน แต่จะใช้ท่อหรือหลอดโลหะมีลักษณะท่อเป็นรูปรีหรือรูปเหลี่ยม จัดลักษณะท่อเป็นแบบต่างๆ เมื่อมีความดันส่งเข้ามาตามท่อ ทำให้ท่อเกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งไปในลักษณะต่างๆ ขึ้นอยู่กับการจัดรูปแบบท่อ แบ่งออกได้เป็น ท่อเป็นแบบโค้งเป็นวงกลม เมื่อมีความดันส่งเข้ามาความโค้งของท่อเกิดการเปลี่ยนแปลง ตอนปลายของท่อเกิดการเคลื่อนตัวเข้าหรือออก เปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม ถ้าความดันภายในท่อมากกว่าความดันในอากาศ ปลายของท่อจะเคลื่อนที่ออก และถ้าความดันภายในท่อน้อยกว่าความดันในอากาศ ปลายของท่อจะเคลื่อนที่เข้า ท่อเป็นแบบโค้งวงก้นหอยหลายวง เมื่อมีความดันส่งเข้ามาตามท่อวงก้นหอยของท่อเกิดการเปลี่ยนแปลง วงก้นหอยมีการหมุนคลายตัวออกหรือหมุนม้วนตัวเข้า ตามค่าความดันที่ป้อนเข้ามา ถ้าความดันภายในท่อมากกว่าความดันในอากาศ วงก้นหอยจะเคลื่อนที่ออก และถ้าความดันภายในท่อน้อยกว่าความดันในอากาศ วงก้นหอยจะเคลื่อนที่เข้า และท่อเป็นแบบบิดเกลียว เมื่อมีความดันส่งเข้ามาเกลียวของท่อเกิดการเปลี่ยนแปลง เกลียวมีการหมุนบิดตัวออกหรือหมุนบิดตัวเข้าตามค่าความดันที่ป้อนเข้ามา ถ้าความดันภายในท่อมากกว่าความดันในอากาศ เกลียวมีการหมุนบิดตัวออก และถ้าความดันภายในท่อน้อยกว่าความดันในอากาศ เกลียวมีการหมุนบิดตัวเข้า

2.5 ทรานสดิวเซอร์ประเภทหลอดยืดตึง เมื่อมีความดันส่งเข้ามาจะส่งผลให้ปลายหลอดเคลื่อนตัวขึ้นลงตามสภาวะความดันที่จ่ายเข้ามา คือปลายหลอดเกิดการแกว่งตัวไปมา ตามรูป เกิดการแกว่งตัวขึ้นและลง

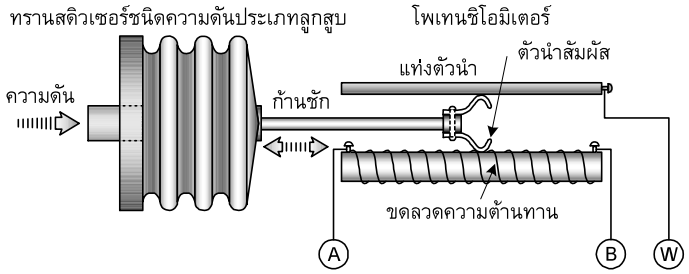
3. เกจวัดความดันผลิตจากหลอดบูรดอนมีโครงสร้างและหลักการทำงานอย่างไร

เกจวัดความดันผลิตจากหลอดบูรดอน เป็นทรานสดิวเซอร์ชนิดความดัน ที่ผลิตขึ้นมาเป็นเครื่องมือวัดความดัน โดยนำทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันไปใช้งานโดยลำพัง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของหลอดบูรดอน สามารถแสดงค่าออกมาเป็นความดันได้โดยตรง พร้อมการปรับแต่งสเกลหน้าปัดความดันค่าต่าง ๆ ไว้ ก็จะได้เกจวัดความดันออกมา ลักษณะเกจวัดความดันผลิตจากหลอดบูรดอน แสดงดังรูป

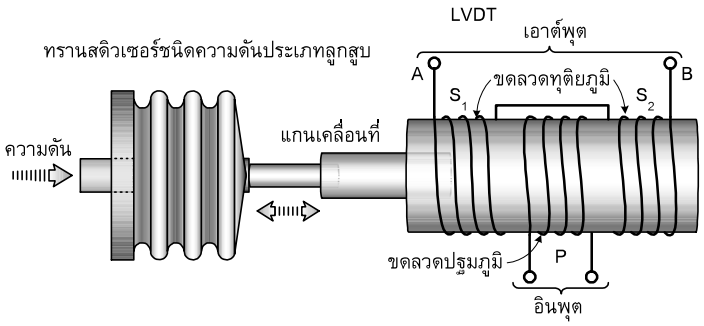
จากรูปแสดงเกจวัดความดันผลิตจากหลอดบูรดอนแบบกลม เกจความดันปกติประกอบด้วยท่อขดลวดปลายปิดหรือหลอดบูรดอน ต่อเข้ากับกล่องหรือท่อที่มีความดันป้อนให้ เมื่อมีความดันส่งเข้ามาความโค้งของท่อเกิดการเปลี่ยนแปลง ตอนปลายของท่อเกิดการเคลื่อนตัวเข้าหรือออก เปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม ถ้าเพิ่มความดันภายในท่อมากขึ้น ปลายท่อจะเคลื่อนที่คลายตัวออก ถ้าลดความดันภายในท่อลง ปลายท่อจะเคลื่อนที่ม้วนตัวเข้า ส่งผ่านการเคลื่อนที่นี้ไปยังแขนชักและเชื่อมต่อไปยังเฟืองที่ต่อเข้ากับเข็มชี้แสดงค่าการวัดออกมา มีสเกลหน้าปัดแสดงค่าความดันไว้

4. การทำงานของทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันประเภทลูกสูบ ใช้งานร่วมกับทรานสดิวเซอร์ชนิดอื่นได้อย่างไรอธิบาย

การทำงานทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันประเภทลูกสูบ ใช้งานร่วมกับทรานสดิวเซอร์ชนิดอื่นได้ โดยการนำไปต่อใช้งานร่วมกับทรานสดิวเซอร์ชนิดโพเทนชิโอมิเตอร์ หรือชนิด LVDT เพื่อทำหน้าที่วัดความดันให้แสดงผลออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า นำไปใช้ทำงานหรือแสดงผลการทำงาน ลักษณะการต่อทำงาน แสดงดังรูป



(ก) ต่อร่วมกับโพเทนชิโอมิเตอร์



(ข) ต่อร่วมกับ LVDT

จากรูป (ก) เป็นการต่อร่วมกับโพเทนชิโอมิเตอร์แบบก้านชัก เมื่อมีความดันป้อนเข้ามาที่ท่อรับความดันของทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันประเภทลูกสูบ มีผลทำให้ลูกสูบเกิดการเคลื่อนที่เข้าออก ส่งผลให้ก้านชักของโพเทนชิโอมิเตอร์เคลื่อนที่ไปมาตามไปด้วย ตัวนำสัมผัสที่สัมผัสระหว่างแท่งตัวนำและขดลวดความต้านทานก็จะเคลื่อนที่ตามไปด้วยเช่นกัน ค่าความต้านทานที่ขั้ว A,W และขั้ว B,W เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าตามการเคลื่อนที่ของตัวนำสัมผัส นำค่าความต้านทานที่ขั้วต่อไปใช้งานตามต้องการ

ส่วนรูป (ข) เป็นการต่อร่วมกับ LVDT เมื่อมีความดันป้อนเข้าที่ท่อรับความดันของทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันประเภทลูกสูบ มีผลทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้าออก ส่งผลให้แกนเคลื่อนที่เคลื่อนตัวตามไปด้วย แกนเคลื่อนที่ที่เคลื่อนตัวใน LVDT ช่วยทำให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกส่งมาจากขดลวดปฐมภูมิ (P) ทางอินพุต เหนี่ยวนำส่งผ่านไปออกขดลวดทุติยภูมิ (S_1,S_2) ทางเอาต์พุตเปลี่ยนแปลง เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าชักนำส่งออกเอาต์พุตที่ขดลวด S_1 และ S_2 มีแรงดันตกคร่อมแตกต่างกัน แรงดันผลต่างระหว่างขดลวด S_1 และ S_2 คือค่าแรงดันส่งออกเอาต์พุตที่ขั้ว A,B ได้แรงดันที่ขั้ว A,B เปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งแกนเคลื่อนที่เคลื่อนตัวไป นำค่าแรงดันที่ได้ไปใช้งานตามต้องการ

5. ทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันที่ผลิตมาใช้งานสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอะไรได้บ้าง

ทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันที่ผลิตมาใช้ในงานอุตสาหกรรม ได้ถูกพัฒนาไปอย่างมาก โดยผลิตให้เหมาะสมกับงานชนิดต่าง ๆ และอำนวยความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น โดยปกติแล้วการทำงานของทรานสดิวเซอร์ชนิดความดันที่ผลิตมาใช้งาน จะจ่ายสัญญาณออกเอาต์พุตในรูปแรงดันหรือกระแสไฟฟ้า เพราะให้ความสะดวกต่อการนำไปใช้งาน หรือต่อการนำไปใช้ควบคุมการทำงานต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ตัวอย่างการนำไปใช้งานได้แก่ อุปกรณ์ในเครื่องปรับอากาศ ใช้ในรางรถไฟ กรรมวิธีแสดงผล ควบคุมปั้มหรือคอมเพรสเซอร์ ลิฟต์ยกของขนาดเล็ก เครื่องมือกล ระบบชลประทาน งานอุตสาหกรรมทั่วไป ประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์พื้นฐานในงานผลิต (OEM) งานไฮโดรลิก เครื่องวัดและทดสอบ การระบายความร้อนและการปรับอากาศ (HVAC) ทางการแพทย์ อุปกรณ์โครงสร้าง ทดสอบการทรงตัว อุปกรณ์ใช้งานในด้านน้ำมันและด้านก๊าซ โรงรีดนม ด้านอาหาร การปรุงยา และการประยุกต์ใช้งานในด้านเกี่ยวกับสุขภาพ เป็นต้น

บทที่ 6

ตอนที่ 1

1. ข	2. ก	3. ค	4. ค
5. ข	6. ง	7. ง	8. ก
9. ข	10. ง		

ตอนที่ 2

1. อธิบายหลักการทำงานเบื้องต้นของเทอร์โมคัปเปิลพร้อมวาดรูปประกอบ

ผลการทำงานของไฟฟ้าเกิดจากความร้อน ถือว่าเป็นพื้นฐานของเรื่องเทอร์โมคัปเปิล ซึ่งโลหะสองชนิดเกือบทั้งหมดสามารถนำมาใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลได้ โดยใช้ได้ตามมาตรฐานของแต่ละชนิดโลหะ พร้อมทั้งสามารถตรวจสอบแรงดันที่ออกเอาต์พุตได้ แรงดันออกเอาต์พุตที่กำเนิดขึ้นมาจากเทอร์โมคัปเปิล ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างรอยต่อของลวดโลหะสองชนิดที่แตกต่างกัน เป็นส่วนสำคัญมากในการนำเทอร์โมคัปเปิลไปใช้วัดอุณหภูมิ หลักการเบื้องต้นของการตรวจวัดอุณหภูมิด้วยหลักการเทอร์โมคัปเปิล แสดงดังรูป