บทที่ 3
การออกแบบการทดลอง และวิธีการทดลอง

โครงงานวิจัยนี้เป็นการสอบเทียบเครื่องมือวัดกำลังของคลื่นอัลตราซาวด์ที่ใช้ในทางการแพทย์โดยวิธีการทดลองประกอบไปด้วย 2 ส่วน ซึ่งส่วนแรกเป็นการสอบเทียบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ จำนวน 3 เครื่อง โดยทำการสอบเทียบในช่วงความถี่ตั้งแต่ 1 เมกะเฮิร์ตซ์ ถึง 10 เมกะเฮิร์ตซ์ และในช่วงกำลังตั้งแต่ 10 มิลลิวัตต์ ถึง 500 มิลลิวัตต์ ส่วนที่สองเป็นการทดสอบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ที่ผ่านการสอบเทียบจากส่วนแรกแล้วมาวัดค่ากำลังที่ได้จากเครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัด (Ultrasound Therapy) ที่ผ่านการสอบเทียบแล้วที่ความถี่ 0.86 เมกะเฮิร์ตซ์, 2 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 3 เมกะเฮิร์ตซ์ โดยมีค่ากำลังในช่วงตั้งแต่ 125 มิลลิวัตต์ ถึง 10 วัตต์ โดยการทดลองในแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

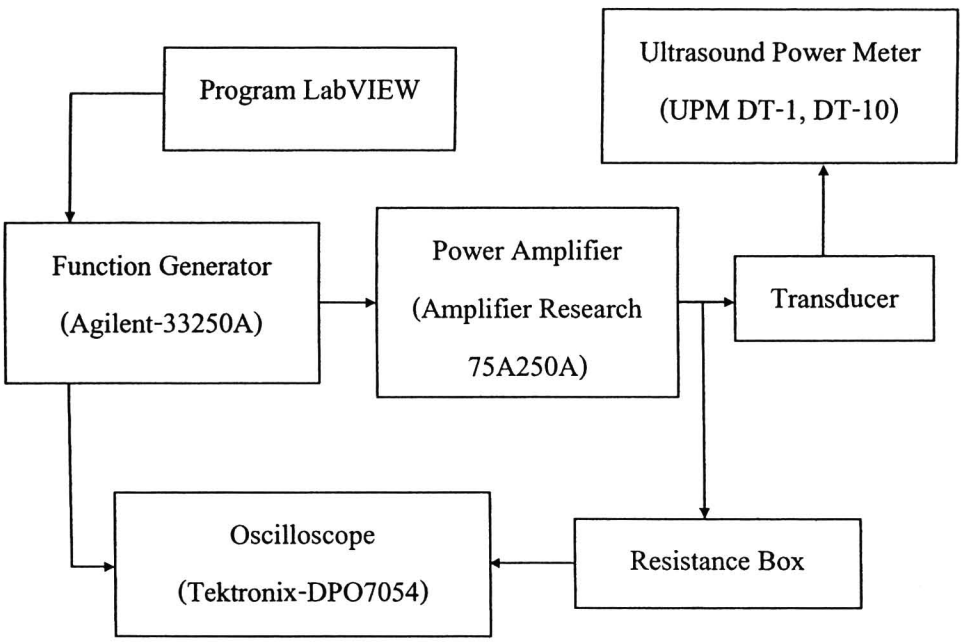
3.1 การสอบเทียบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์

การสอบเทียบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ในส่วนนี้เป็นการนำทรานสดิวเซอร์ที่มีค่าความถี่ 1 เมกะเฮิร์ตซ์, 5 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 10 เมกะเฮิร์ตซ์ มาป้อนค่าศักย์ไฟฟ้าที่โวลล์ต่างๆ ให้ได้ค่ากำลังของคลื่นอัลตราซาวด์ในช่วง 10 มิลลิวัตต์ ถึง 500 มิลลิวัตต์ จากนั้นอ่านค่ากำลังของคลื่นอัลตราซาวด์ที่วัดได้จากเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ แล้วนำค่ากำลังที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่ากำลังที่วัดได้จากระบบปฐมภูมิซึ่งพัฒนาโดยสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ซึ่งส่วนประกอบต่างๆ ของการสอบเทียบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์สามารถแสดงได้เป็น Block Diagram ดังภาพที่ 3-1 และ ภาพที่ 3-2 แสดงภาพถ่ายจริงของส่วนประกอบต่างๆ ใน Block Diagram ของภาพที่ 3-1

การสอบเทียบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์สามารถแสดงรายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1. เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า (Function Generator) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 33250A มีหน้าที่ ให้กำเนิดสัญญาณ โดยสามารถเลือกรูปแบบของสัญญาณที่ต้องการได้หลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ในการสอบเทียบจะเป็นสัญญาณแบบรูปคลื่นไซน์ (Sinusoidal Wave)

2. เครื่องขยายกำลังไฟฟ้า (Power Amplifier) ยี่ห้อ Amplifier Research รุ่น 75A250A มีหน้าที่ ขยายสัญญาณที่กำเนิดมาจากเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าให้มีขนาดของสัญญาณที่เพียงพอที่จะทำให้เกิดสัญญาณคลื่นอัลตราซาวด์ในช่วงกำลังตั้งแต่ 10 มิลลิวัตต์ ถึง 500 มิลลิวัตต์



ภาพที่ 3-1 ภาพ Block Diagram ของการสอบเทียบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์

3. เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า (Oscilloscope) ยี่ห้อ Tektronix รุ่น DPO7054 ทำหน้าที่แสดงคุณสมบัติของสัญญาณไฟฟ้าที่กำเนิดมาจากเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า ทั้งสัญญาณก่อนเข้า เครื่องขยายกำลังไฟฟ้า และสัญญาณที่ผ่านออกมาจากเครื่องขยายกำลังไฟฟ้าเพื่อเข้าไปยังทรานสดิวเซอร์

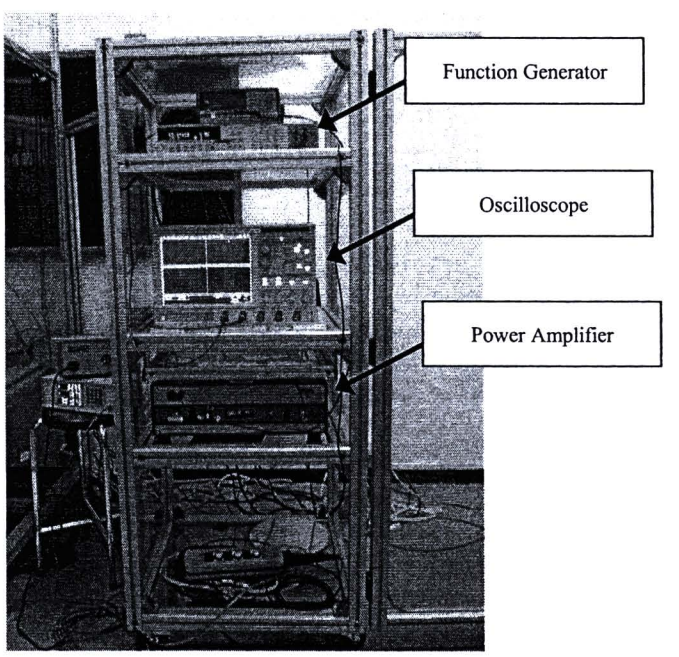
4. Resistance Box เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ลดค่าความต่างศักย์ของสัญญาณให้เป็นไปตามสัดส่วนตามหลักการของ Voltage Divider เพื่อให้ค่าความต่างศักย์อยู่ในช่วงที่สามารถแสดงได้บนเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า

5. โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการ เปิด-ปิด ของ เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า ที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณคลื่นรูปไซน์ (Sine Wave)

6. เครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ (Ultrasound Power Meters) ที่ใช้ในการสอบเทียบประกอบด้วย 3 เครื่อง ยี่ห้อ Ohmic ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา รุ่น UPM-DT-1 จำนวน 2 เครื่อง และ ยี่ห้อ Ohmic ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา รุ่น UPM-DT-10 จำนวน 1 เครื่อง

7. อัลตราซาวด์ทรานสดิวเซอร์ (Ultrasound Transducers) ที่ใช้ในการสอบเทียบจะใช้ทรานสดิวเซอร์ชนิดไม่เข้าสู่ศูนย์กลาง (Unfocus) ที่มีความถี่ 1 เมกะเฮิร์ตซ์, 5 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 10 เมกะเฮิร์ตซ์ จากบริษัท Olympus NDT ประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ที่ใช้ในการสอบเทียบสามารถวัดความถี่ได้ตั้งแต่ค่าความถี่ 1 เมกะเฮิร์ตซ์ ถึง 10 เมกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งแสดงดังภาพที่ 3-3

8. น้ำที่ใช้จะต้องเป็นน้ำที่ปราศจากแก๊ส (Degassed Water) เพื่อป้องกันการเกิดปรากฏการณ์คาวิเตชั่น (Cavitation) ซึ่งฟองที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อค่า Attenuation โดยฟองที่เกิดขึ้นจะมีผลให้ค่ากำลังที่วัดเกิดความไม่ถูกต้องอันเนื่องมาจากการสะท้อนของคลื่นกับฟองอากาศ



ภาพที่ 3-2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบเทียบ

เมื่อนำหัวทรานสดิวเซอร์ไปวางในตำแหน่งเหนือตัวเป้าหมายแบบสะท้อนที่บริเวณกึ่งกลางของเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะปล่อยค่าศักย์ไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าต่างๆ โดยใช้โปรแกรม LabVIEW เป็นตัวควบคุมการเปิด-ปิดของเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าเพื่อให้ได้ค่ากำลังของคลื่นอัลตราซาวด์ที่มีค่าอยู่ในช่วง 10 มิลลิวัตต์ ถึง 500 มิลลิวัตต์ การหาค่ากำลังของคลื่น อัลตราซาวด์สามารถหาได้จากหลักการแรงการแผ่รังสี (Radiation Force Balance) ที่อ่านค่าได้จากเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ โดยการวัดค่ากำลังในแต่ละค่าจะทดลองซ้ำ 6 ครั้ง

และหาค่าเฉลี่ย (Average) ซึ่งสามารถพิจารณาการเดินทางของคลื่นอัลตราซาวด์ที่ตกกระทบบนกรวยเป้ารับแบบสะท้อนได้จากสมการ

$$P = \frac{Fc}{2\cos\theta\cos\varphi} \tag{3-1}$$

โดยที่ P คือ กำลังเฉลี่ย

F คือ แรงการแผ่รังสีของคลื่นอัลตราซาวด์ (N)

c คือ ความเร็วของคลื่นอัลตราซาวด์ในตัวกลาง (m/s)

θ คือ มุมสะท้อนระหว่างลำคลื่นอัลตราซาวด์กับเส้นตั้งฉากของกรวยเป้ารับ (°)

φ คือ มุมตกกระทบระหว่างลำคลื่นอัลตราซาวด์กับเส้นตั้งฉากของกรวยเป้ารับ (°)

เมื่อพิจารณาการเดินทางของคลื่นอัลตราซาวด์ เมื่อมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ดังนั้น จากสมการที่ (3-1) สามารถเขียนใหม่ได้ ดังนี้

$$P = \frac{Fc}{2\cos\theta^{2}} \tag{3-2}$$

เมื่อ $c = -0.0414T^2 + 4.7312T + 1404.3$

T คือ อุณหภูมิน้ำบริสุทธิ์ที่คลื่นอัลตราซาวด์ผ่านในช่วง 15 ถึง 25°C

เมื่อทำการสอบเทียบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์เสร็จเรียบร้อยทั้ง 3 เครื่องแล้ว จะนำเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์มาทดสอบซ้ำอีกครั้งโ ดยการนำไปวัดค่ากำลังของคลื่นอัลตราซาวด์ที่ได้จากเครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัด

3.1.1 ขั้นตอนการวัดค่ากำลังคลื่นอัลตราซาวด์จากหัวทรานสดิวเซอร์ด้วยเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์

3.1.1.1 การเตรียมอุปกรณ์

1. ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องให้มีอุณหภูมิคงที่ หลีกเลี่ยงบริเวณที่มีกระแสลมหมุนเวียน

2. วางเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์บนพื้นผิวหน้าที่เรียบ และไม่มีการสั่นทางกล แล้วจึงถอดสลักฝาครอบ

3. ทำความสะอาดเครื่องด้วยผ้าสะอาด และอบอุ่นเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์อย่างน้อย 30 นาที ก่อนทำการวัด

4. ทำความสะอาดกรวยเป้ารับ แล้วเช็ดให้แห้ง

5. ทำการกำจัดผงที่อาจเกิดขึ้นบนผิวน้ำและหัวทรานสดิวเซอร์

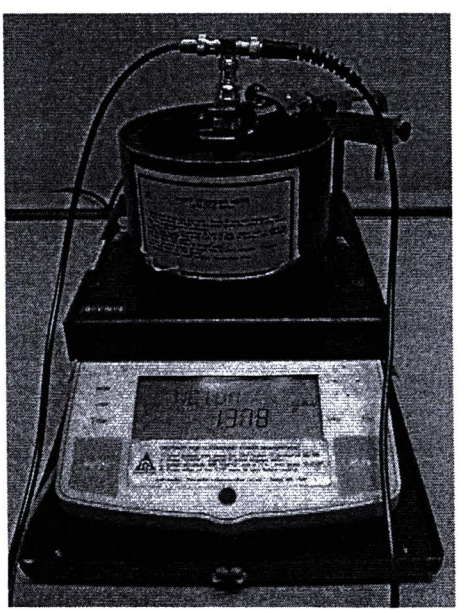
6. น้ำที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นน้ำกลั่นและมีอุณหภูมิห้อง

3.1.1.2 ขั้นตอนการสอบเทียบ

1. วางอ่างน้ำบนฐานของเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ แล้วสอดแขนกรวยเป้ารับ

2. กดปุ่ม ZERO เพื่อให้จอแสดงผลแสดงค่าศูนย์ก่อนทำการตรวจสอบเครื่อง หรือทำการวัดกำลังของคลื่นอัลตราซาวด์ โดยเลือกค่าความละเอียด 0.01 วัตต์

ภาพที่ 3-3 หัวทรานสดิวเซอร์



ภาพที่ 3-4 การติดตั้งหัวทรานสดิวเซอร์กับเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ UPM-DT 1

ภาพที่ 3-5 การติดตั้งหัวทรานสดิวเซอร์กับเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ UPM-DT 10

3. ตรวจสอบความคงที่ของเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ด้วยแผ่นเหล็กน้ำหนัก 0.68 กรัม และ 1 กรัม ซึ่งเป็นแผ่นเหล็กที่ติดมากับเครื่องก่อนทำการวัด โดยเลือกค่าความละเอียดของเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ที่ 0.01 วัตต์

4. เทน้ำปราศจากแก๊สที่เตรียมไว้ลงในอ่าง โดยขณะที่เทน้ำให้เอียงอ่างเล็กน้อยเพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศ

5. ดึงสลักด้านหลังเครื่อง กรณีเป็นเครื่องรุ่น DT-10 ซึ่งมีความยาวประมาณ 1 นิ้ว แล้วหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาเป็นมุม 90° หากสลักด้านหลังเครื่องไม่ถูกดึง ที่จอแสดงผลของเครื่องจะแสดง “ERROR 96”

6. ติดตั้งหัวทรานสดิวเซอร์ด้วยขาหนีบ โดยปรับผิวหน้าของทรานสดิวเซอร์ให้ขนานกับผิวหน้าของน้ำ และจัดให้อยู่บริเวณกึ่งกลางของกรวยเป้ารับ แสดงดังภาพที่ 3-4 ซึ่งแสดงการติดตั้งหัวทรานสดิวเซอร์กับเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ รุ่น UPM DT-1 และภาพที่ 3-5 แสดงการติดตั้งหัวทรานสดิวเซอร์กับเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ รุ่น UPM DT-10

7. จุ่มผิวหน้าของทรานสดิวเซอร์ไว้ในน้ำประมาณ 5 นาที ก่อนเริ่มทำการวัดค่ากำลังคลื่นอัลตราซาวด์ เพื่อปรับอุณหภูมิผิวหน้าทรานสดิวเซอร์

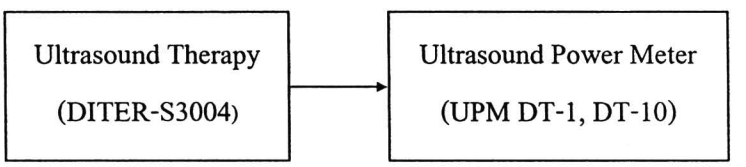
8. ก่อนเริ่มทำการวัดให้ตรวจสอบว่าน้ำที่อยู่ภายในอ่างนิ่งและไม่มีฟองอากาศอยู่ระหว่างผิวหน้าทรานสดิวเซอร์ และกรวยเป้ารับ

9. ตั้งระดับความเข้ม ความถี่ และรูปแบบคลื่นอัลตราซาวด์

10. กดปุ่ม ZERO ทุกครั้งที่ทำการวัด และบันทึกผลค่ากำลังที่อ่านได้ และทำการวัดซ้ำค่าเดิมทุก 5 นาที จำนวน 6 ครั้ง

3.2 การทดสอบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ด้วยเครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัด (Ultrasound Therapy)

การทดสอบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว โดยการวัดค่ากำลังที่ได้จากเครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัดเป็นการทดสอบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ซ้ำอีกครั้งหลังจากผ่านการสอบเทียบเรียบร้อยแล้ว ซึ่งส่วนประกอบต่างๆ ในการทดสอบแสดงดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 Block Diagram ของการทดสอบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ด้วยเครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัด

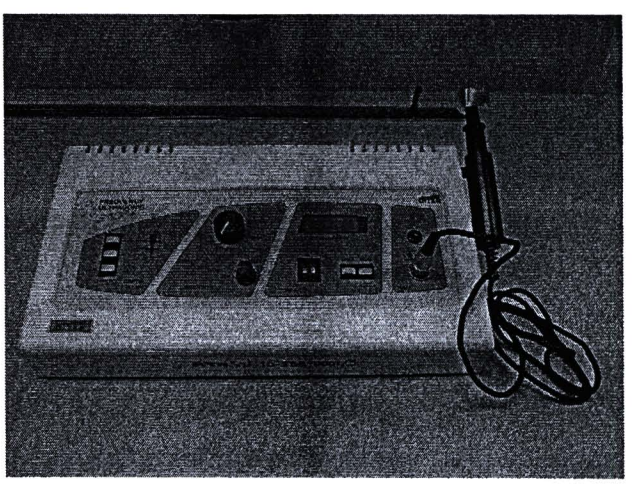
การทดสอบเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ด้วยเครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัด สามารถแสดงรายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1. เครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัด (Ultrasound Therapy) ที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องยี่ห้อ DITER รุ่น S3004 แสดงดังภาพที่ 3-7 ซึ่งสามารถตั้งค่าความถี่ (Frequency) ได้ 3 ระดับ คือ 0.86 เมกะเฮิร์ตซ์, 2 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 3 เมกะเฮิร์ตซ์ สามารถตั้งลักษณะของรูปคลื่นที่ออกมาได้ทั้ง แบบช่วงคลื่น (Pulse) และแบบคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave, CW) โดยปรับรูปแบบของช่วงคลื่นได้ 3 รูปแบบ คือ แบบ 1 : 10, 1 : 5 และ 1 : 2 และนอกจากนี้ยังสามารถปรับระดับความเข้ม (Intensity) ได้ 8 ระดับ ในกรณีที่เป็นรูปคลื่นแบบช่วงคลื่น คือ 0.25, 0.5, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (W/cm^2) และ 6 ระดับ ในกรณีที่เป็นรูปคลื่นแบบต่อเนื่อง คือ 0.25, 0.5, 0.8, 1.0, 1.5 และ 2.0 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร โดยส่วนหัวของทรานสดิวเซอร์มีพื้นที่เท่ากับ 4.5±1 ตารางเซนติเมตร (cm^2) ซึ่งส่งผลทำให้เครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัดนี้สามารถกำเนิดคลื่นอัลตราซาวด์ที่มีค่ากำลังในช่วงตั้งแต่ 125 มิลลิวัตต์ ถึง 10 วัตต์

2. เครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ที่ใช้จะเป็นเครื่องเดียวกับเครื่องที่ใช้ในการสอบเทียบในตอนแรก

3. น้ำที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับน้ำที่นามำใช้ในการสอบเทียบ คือเป็นน้ำที่ปราศจากแก๊สเพื่อป้องกันการสะท้อนของคลื่นอัลตราซาวด์ที่อาจจะเกิดขึ้นเมื่อมีฟองอากาศ

การวัดค่ากำลังของคลื่นอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัดสามารถวัดได้โดยการนำหัวทรานสดิวเซอร์จุ่มลงในน้ำและอยู่ในตำแหน่งศูนย์กลางของเป้าหมายแบบสะท้อนจากนั้นปรับเลือค่าความถี่ เลือกชนิดและลักษณะของรูปคลื่นที่ต้องการและเลือกระดับความเข้มของคลื่นอัลตราซาวด์ที่ต้องการ โดยจะทำการทดลองซ้ำ 6 ครั้ง ในแต่ละค่าการวัด



ภาพที่ 3-7 เครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัดที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 การเตรียมอุปกรณ์

1. ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องให้มีอุณหภูมิคงที่ หลีกเลี่ยงบริเวณที่มีกระแสลมหมุนเวียน

2. วางเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์บนพื้นผิวหน้าที่เรียบ และไม่มีการสั่นทางกล แล้วจึงถอดสลักฝาครอบ

3. ทำความสะอาดเครื่องด้วยผ้าสะอาด และอบอุ่นเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์อย่างน้อย 30 นาที ก่อนทำการวัด

4. ทำความสะอาดกรวยเป้ารับ แล้วเช็ดให้แห้ง

5. ทำการกำจัดผงที่อาจเกิดขึ้นบนผิวน้ำและหัวทรานสดิวเซอร์

6. น้ำที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นน้ำกลั่นและมีอุณหภูมิห้อง

3.2.2 ขั้นตอนการสอบเทียบ

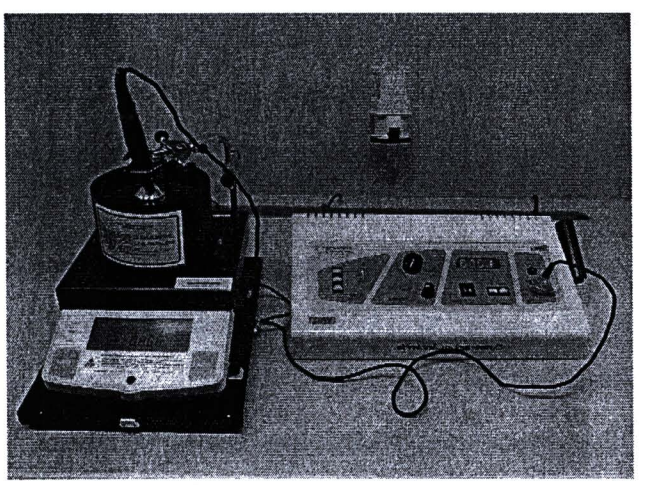
1. วางอ่างน้ำบนฐานของเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ แล้วสอดแขนกรวยเป้ารับ

2. กดปุ่ม ZERO เพื่อให้จอแสดงผลแสดงค่าศูนย์ก่อนทำการตรวจสอบเครื่อง หรือทำการวัดกำลังของคลื่นอัลตราซาวด์ โดยเลือกค่าความละเอียด 0.01 วัตต์

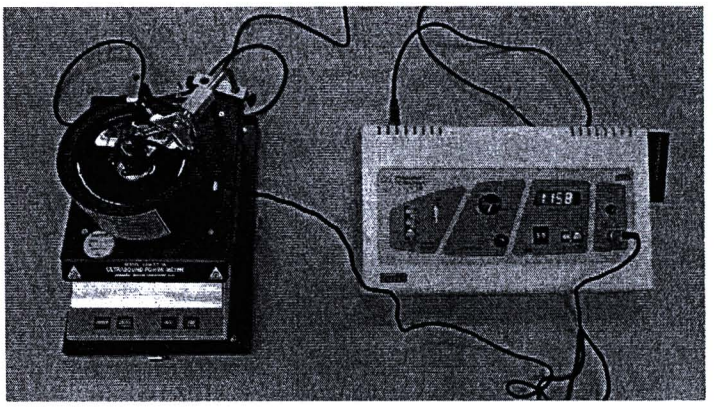
3. ตรวจสอบความคงที่ของเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ด้วยแผ่นเหล็กน้ำหนัก 0.68 กรัม และ 1 กรัม ซึ่งเป็นแผ่นเหล็กที่ติดมากับเครื่องก่อนทำการวัด โดยเลือกค่าความละเอียดของเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ที่ 0.01 วัตต์

4. เทน้ำปราศจากแก๊สที่เตรียมไว้ลงในอ่าง โดยขณะที่เทน้ำให้เอียงอ่างเล็กน้อยเพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศ

5. ดึงสลักด้านหลังเครื่อง กรณีเป็นเครื่องรุ่น DT-10 ซึ่งมีความยาวประมาณ 1 นิ้ว แล้วหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาเป็นมุม 90° หากสลักด้านหลังเครื่องไม่ถูกดึง ที่จอแสดงผลของเครื่องจะแสดง “ERROR 96”



ภาพที่ 3-8 การต่อเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ UPM-DT 1 กับเครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัด



ภาพที่ 3-9 การต่อเครื่องอัลตราซาวด์พาวเวอร์มิเตอร์ UPM-DT 10 กับเครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัด

6. ติดตั้งหัวทรานสดิวเซอร์ด้วยขาหนีบ โดยปรับผิวหน้าของทรานสดิวเซอร์ให้ขนานกับผิวหน้าของน้ำ และจัดให้อยู่บริเวณกึ่งกลางของกรวยเป้ารับ แสดงดังภาพที่ 3-8 และภาพที่ 3-9

7. จุ่มผิวหน้าของทรานสดิวเซอร์ไว้ในน้ำประมาณ 5 นาที ก่อนเริ่มทำการวัดค่ากำลังคลื่นอัลตราซาวด์ เพื่อปรับอุณหภูมิผิวหน้าทรานสดิวเซอร์

8. เปิดเครื่องอัลตราซาวด์ทางกายภาพบำบัด และทำการอบอุ่นเครื่องก่อนการตั้งค่าความถี่ของคลื่นอัลตราซาวด์

9. ทำการปรับตั้งค่าความถี่ รูปแบบคลื่น และระดับความเข้มของคลื่นอัลตราซาวด์

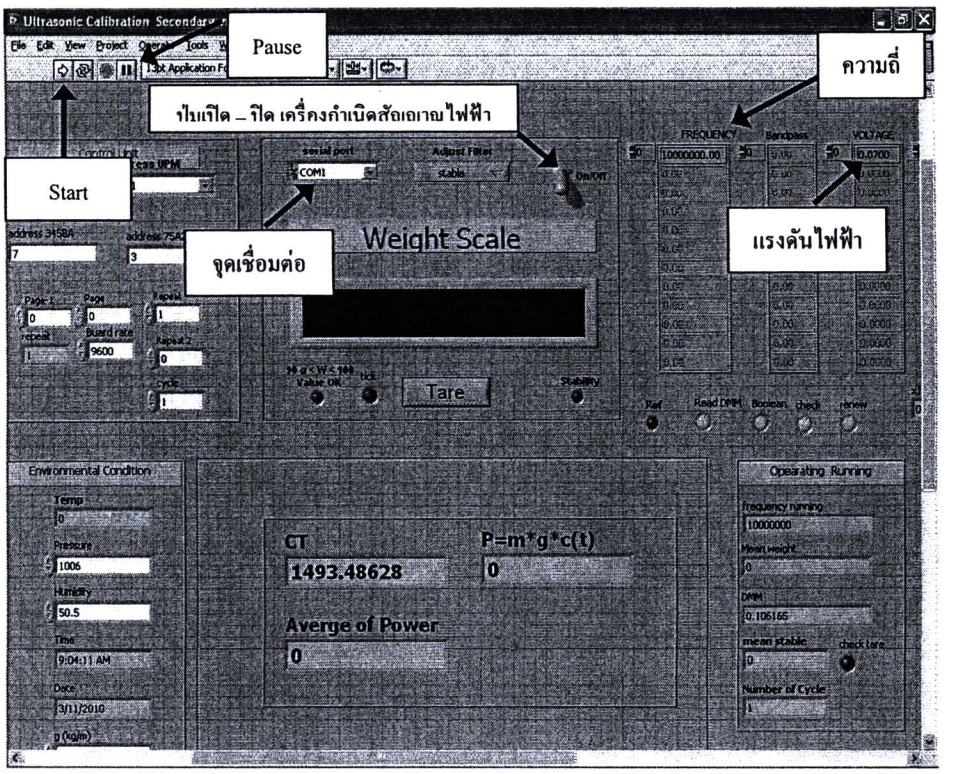
10. ก่อนเริ่มทำการวัดให้ตรวจสอบว่าน้ำที่อยู่ภายในอ่างนิ่งและไม่มีฟองอากาศอยู่ระหว่างผิวหน้าทรานสดิวเซอร์ และกรวยเป้ารับ

11. ตั้งระดับความเข้ม ความถี่ และรูปแบบคลื่นอัลตราซาวด์

12. กดปุ่ม ZERO ทุกครั้งที่ทำการวัด และบันทึกผลค่ากำลังที่อ่านได้ และทำการวัดซ้ำค่าเดิมทุก 5 นาที จำนวน 6 ครั้ง

3.3 โปรแกรม LabVIEW

ในส่วนของการควบคุมการเปิด – ปิด เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าที่ทำหน้าที่กำเนิดคลื่นรูปไซน์ จะใช้โปรแกรม LabVIEW เป็นตัวควบคุม โดยจะแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งรูปแบบของโปรแกรมจะแสดงดังภาพที่ 3-10 และ ภาพที่ 3-11 แสดง Flow Chart การทำงานของโปรแกรม LabVIEW ในการควบคุมการเปิด – ปิด เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า



ภาพที่ 3-10 หน้าจอโปรแกรมการควบคุมการเปิด – ปิด เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า

ซึ่งภายในหน้าจอแสดงผลของโปรแกรม LabVIEW จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1. Front Panel หรือหน้าปัทม์ จะเป็นส่วนที่ใช้สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม ซึ่งหน้าจอจะประกอบไปด้วย

1.1 Start เป็นปุ่มเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมควบคุมการเปิด – ปิด เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า

1.2 Pause เป็นปุ่มหยุดการทำงานของโปรแกรมควบคุมการเปิด – ปิด เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า

1.3 Serial Port เป็นตำแหน่งแสดงการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก

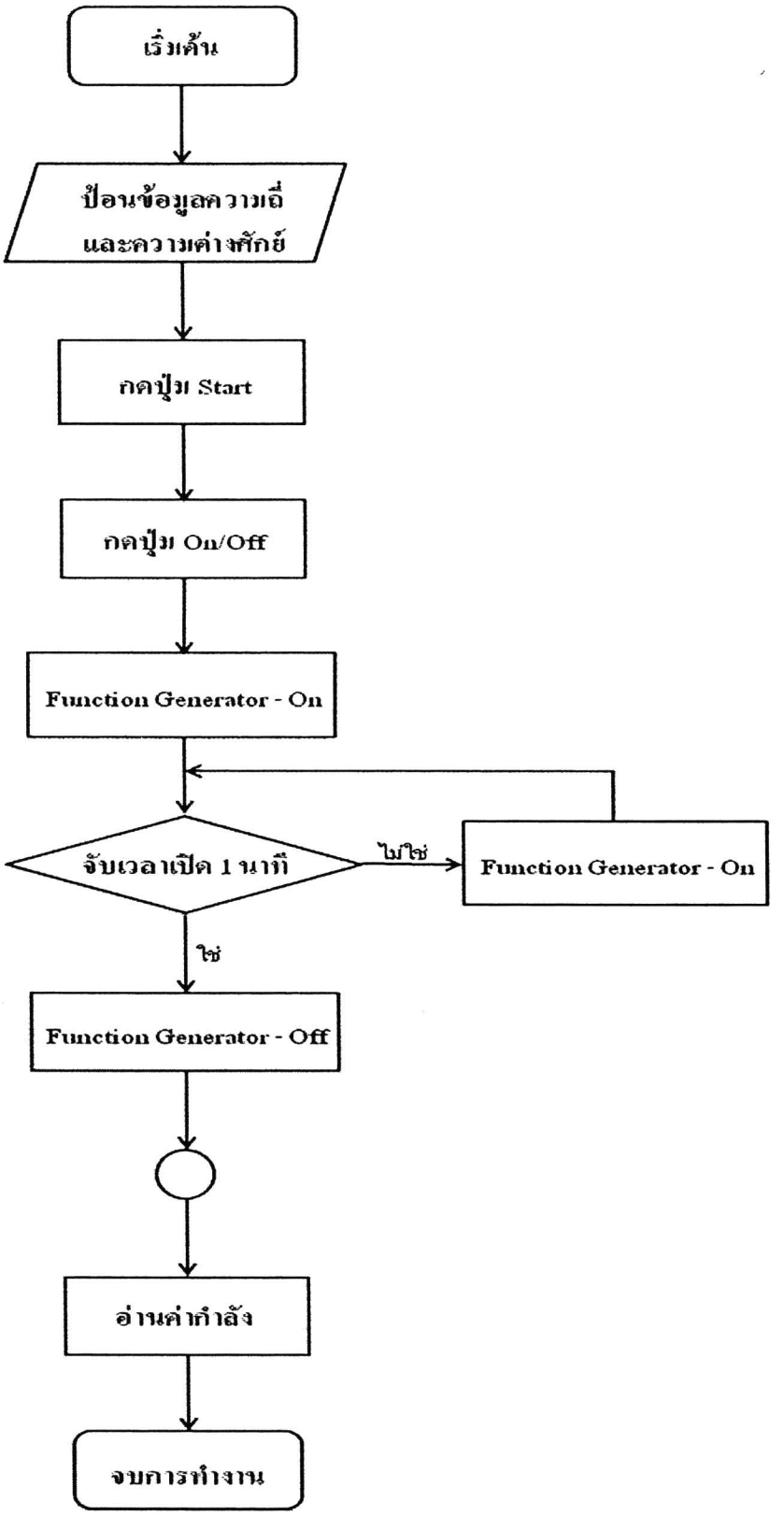
1.4 On – Off เป็นปุ่มเปิด – ปิด การทำงานเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า

1.5 Frequency แสดงค่าความถี่ของทรานสดิวเซอร์ที่ใช้ในการสอบเทียบ

1.6 Voltage แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า

1.7 Tare ปุ่มที่ใช้ในการปรับให้ค่าในช่อง Weight Scale มีค่าเป็นศูนย์

2. Block Diagram จะประกอบด้วย ฟังก์ชัน ค่าคงที่ โปรแกรมควบคุมการทำงานหรือโครงสร้าง และทำการต่อสาย (Wire) สำหรับ Block ที่เหมาะสมเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดลักษณะการไหลของข้อมูลระหว่าง Block เหล่านั้น ทำให้ข้อมูลได้รับการประมวลผลตามที่ต้องการ ซึ่งแสดงดังรูป ก–1 (ภาคผนวก ก)



ภาพที่ 3-11 Flow Chart ควบคุมการเปิด – ปิด เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า