บทที่ 3
การออกแบบและโครงสร้างการทำงาน

3.1 โครงสร้างของเครื่องทำความสะอาดอุลตร้าโซนิค

รูปที่ 3.1 แผนภาพส่วนประกอบของเครื่องทำความสะอาดอุลตร้าโซนิค

เครื่องทำความสะอาดอุลตร้าโซนิคจะประกอบด้วย 3 ส่วนแสดงดังรูปที่ 3.1 ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 คือส่วนขับทรานสดิวเซอร์เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ส่งกำลังให้ทรานสดิวเซอร์ส่วนที่ 2 ทรานสดิวเซอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับไปเป็นคลื่นเสียงความถี่สูง ส่วนที่ 3 ถังทำความสะอาดเป็นส่วนที่รองรับชิ้นงานที่ทำความสะอาดและตัวกลางในการทำความสะอาด

3.2 กระบวนการสร้างเครื่องทำความสะอาดอุลตร้าโซนิคประกอบด้วย 3 ส่วน

3.2.1 การออกแบบและสร้างวงจรส่งกำลังให้อุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์

3.2.2 ออกแบบและสร้างชุดถังทำความสะอาด

3.2.3 ทดสอบการทำความสะอาด

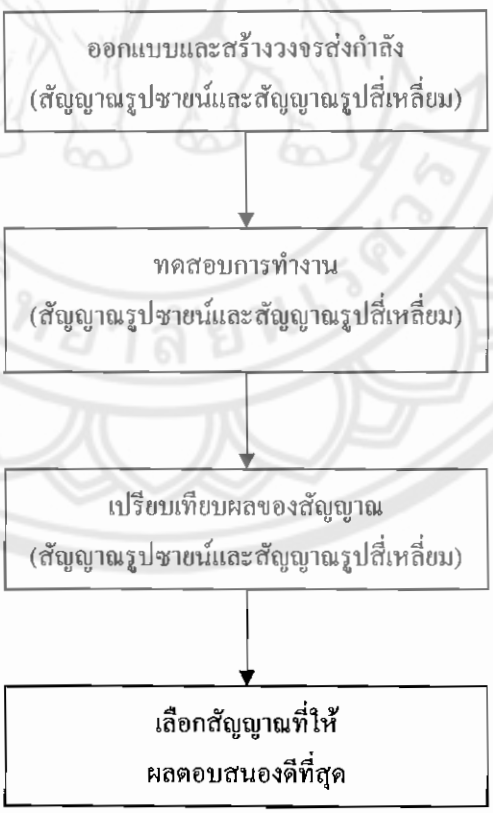
3.2.1 การออกแบบและสร้างวงจรส่งกำลังให้อุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์

วงจรส่งกำลังให้ทรานสดิวเซอร์เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ให้อุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ทำงานโดยรูปแบบของสัญญาณทดสอบที่ส่งไปยังทรานสดิวเซอร์นั้นมีดังนี้

ก) สัญญาณรูปสี่เหลี่ยม

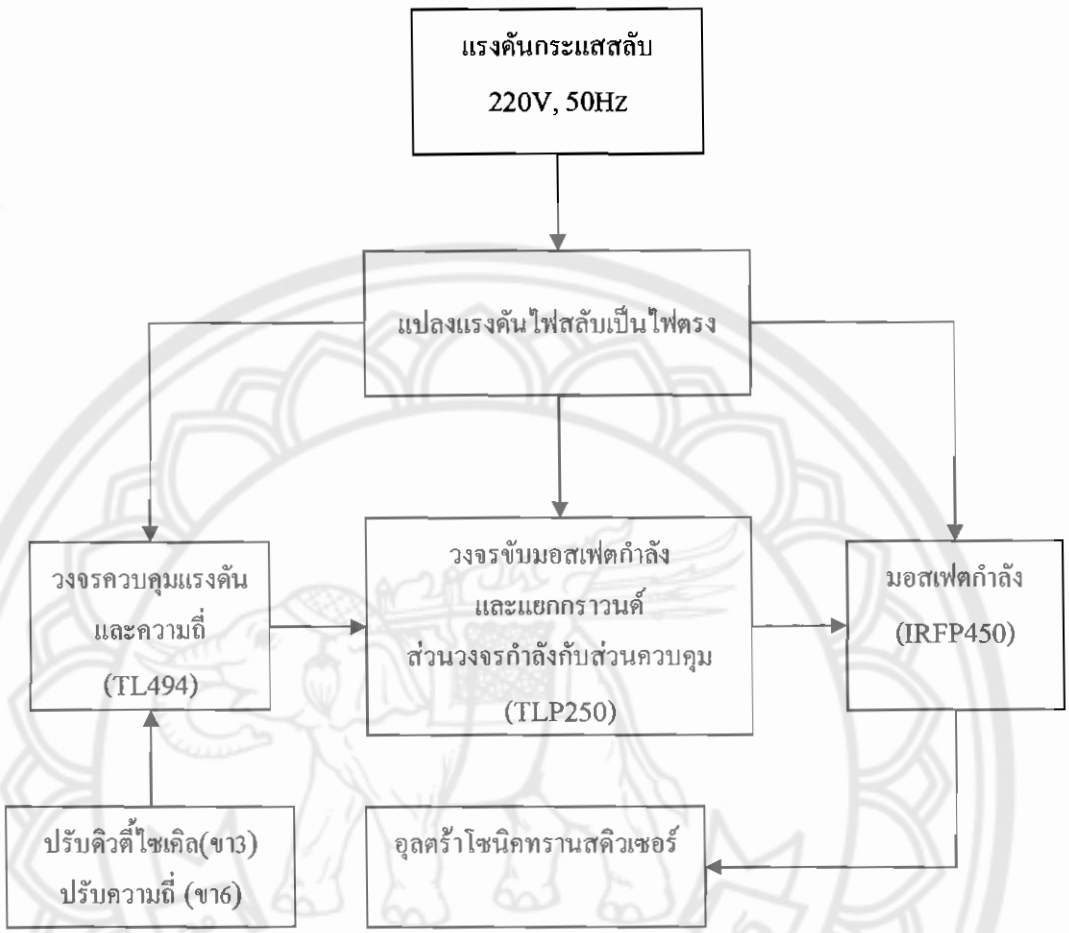
ข) สัญญาณรูปซายน์

โดยจะทดสอบสัญญาณทั้งสองกับการขับทรานสดิวเซอร์และนำผลที่ได้วิเคราะห์สรุปผลและนำผลการทดสอบที่ดีที่สุดไปทดสอบการทำความสะอาด เงื่อนไขหลักของสัญญาณที่ส่งให้ตัวทรานสดิวเซอร์คือ ต้องมีความถี่และแรงดันที่เหมาะสมต่อตัวทรานดิวเซอร์ ทรานสดิวเซอร์จะเกิดการสั่นและส่งเสียงขั้นตอนการสร้างและทดสอบวงจรส่งกำลังให้ทรานสดิวเซอร์แสดงดังรูปที่ 3.2



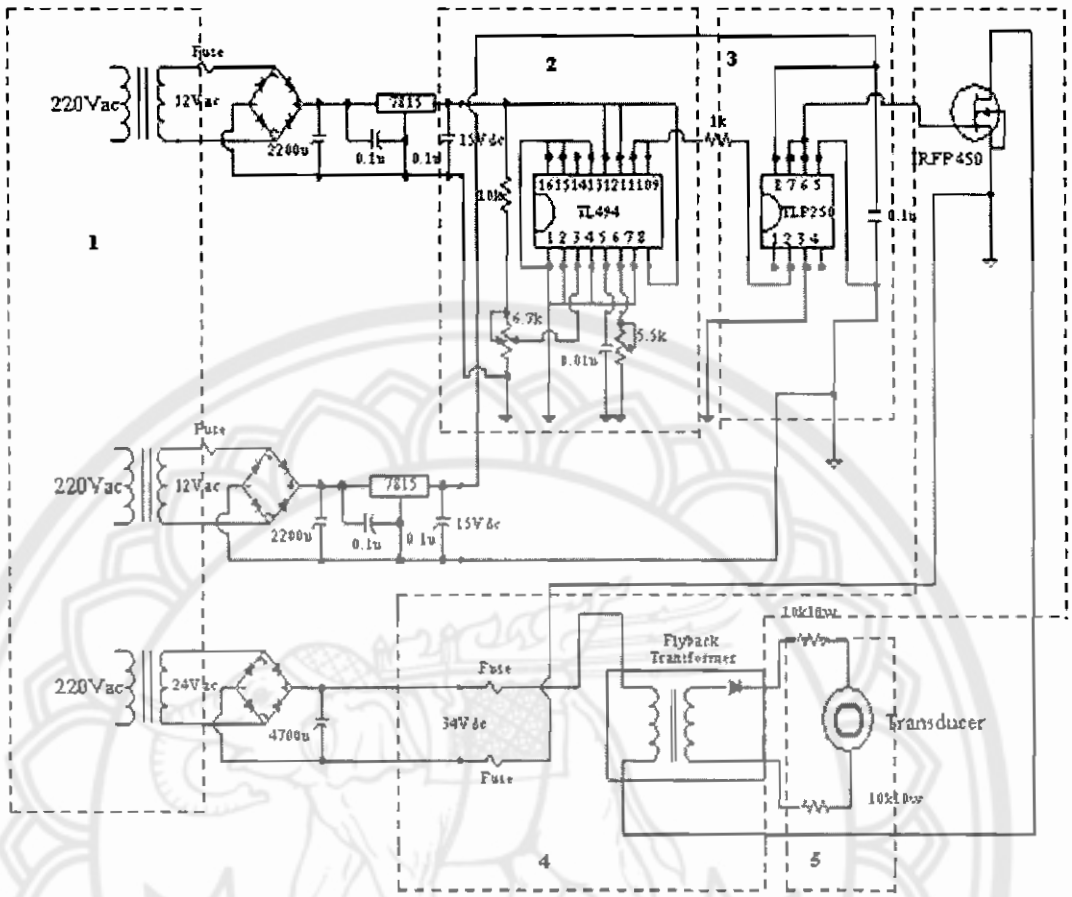
รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบและสร้างวงจรส่งกำลังให้ทรานสดิวเซอร์

ก) การทดสอบการทำงานของอุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ด้วยสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม



รูปที่ 3.3 วงจรการขับหัวอุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ด้วยสัญญาณสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม

จากรูปที่ 3.3 เป็นวงจรสร้างสัญญาณขาออกรูปสี่เหลี่ยมโดยวงจรจะทำงานโดยการนำแรงดันกระแสตรงที่ได้มาจากการเรียงกระแสมาตัดออกเป็นช่วงๆ โดยควบคุมวงจรให้นำกระแสและไม่นำกระแสสลับกันไป โดยใช้มอสเฟตกำลังเป็นสวิตช์และควบคุมการสวิตช์โดยใช้ไอซีสร้าง PWM สำเร็จรูป TL494 ซึ่งจะควบคุมแรงดันขาออกโดยการปรับค่าดิวตี้ไซเคิลของ TL494 และควบคุมความถี่ของสัญญาณขาออกโดยการปรับคาบเวลาการทำงานของ TL494 จากนั้นจะนำสัญญาณที่ได้ป้อนให้กับทรานสดิวเซอร์แล้วสังเกตผลการตอบสนองของทรานสดิวเซอร์



รูปที่ 3.4 แผนภาพวงจรที่ได้ทำการออกแบบ

รูปที่ 3.4 แสดงแผนภาพวงจรที่ออกแบบและส่วนต่างๆของวงจรดังนี้

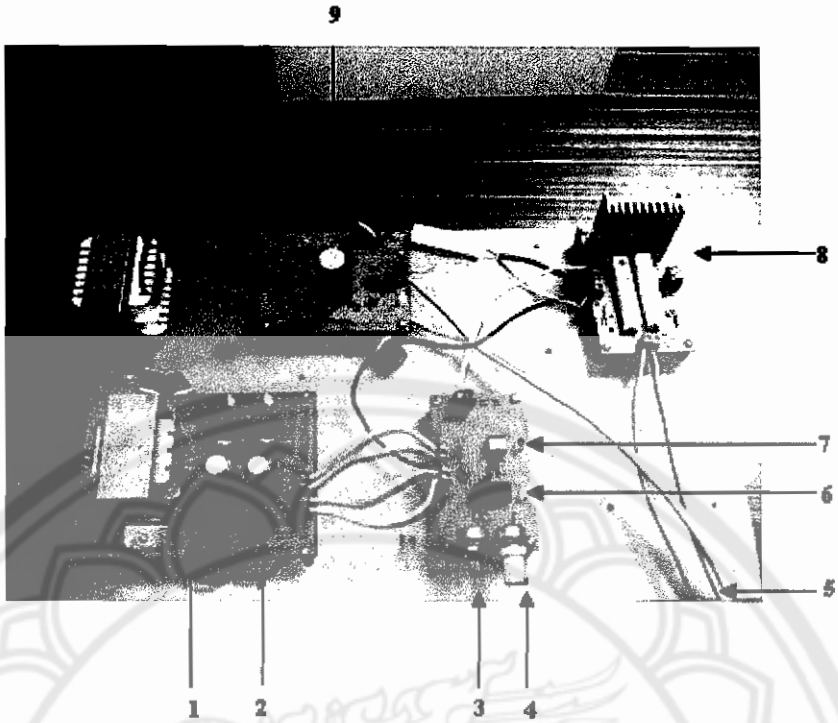
1. แหล่งจ่ายแรงดันกระแสสลับ 220V, 50Hz 3 ชุด

2. วงจรควบคุมแรงดันและความถี่โดยใช้ไอซีเบอร์ TL494

3. วงจรขับมอสเฟตกำลังโดยใช้ไอซีเบอร์ TLP250 และยังทำหน้าที่แยกกราวนด์วงจรควบคุมกับวงกำลัง

4. วงจรกำลังประกอบด้วยแรงดันไฟตรง 34V มอสเฟตกำลังและหม้อแปลงฟลายแบค

5. อุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริคทรานสดิวเซอร์



รูปที่ 3.5 รูปวงจรที่ได้ทำการออกแบบ

รูปที่ 3.5 แสดงวงจรที่ออกแบบและส่วนต่างๆของวงจรตามดังนี้

1. แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงชุดที่1 โดยในบอร์ดนี้จะพบหม้อแปลงที่เป็นแหล่งจ่ายไฟสลับให้แก่วงจรดังรูปที่ 3.5

2. แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงชุดที่ 2

3. ตัวต้านทานปรับค่าได้ทำหน้าที่ปรับความถี่ของสัญญาณ

4. ตัวต้านทานปรับค่าได้ทำหน้าที่ปรับค่าดิวตี้ไซเคิลของสัญญาณ

5. สายไฟที่เชื่อมต่อกับหม้อแปลงฟลายแบค

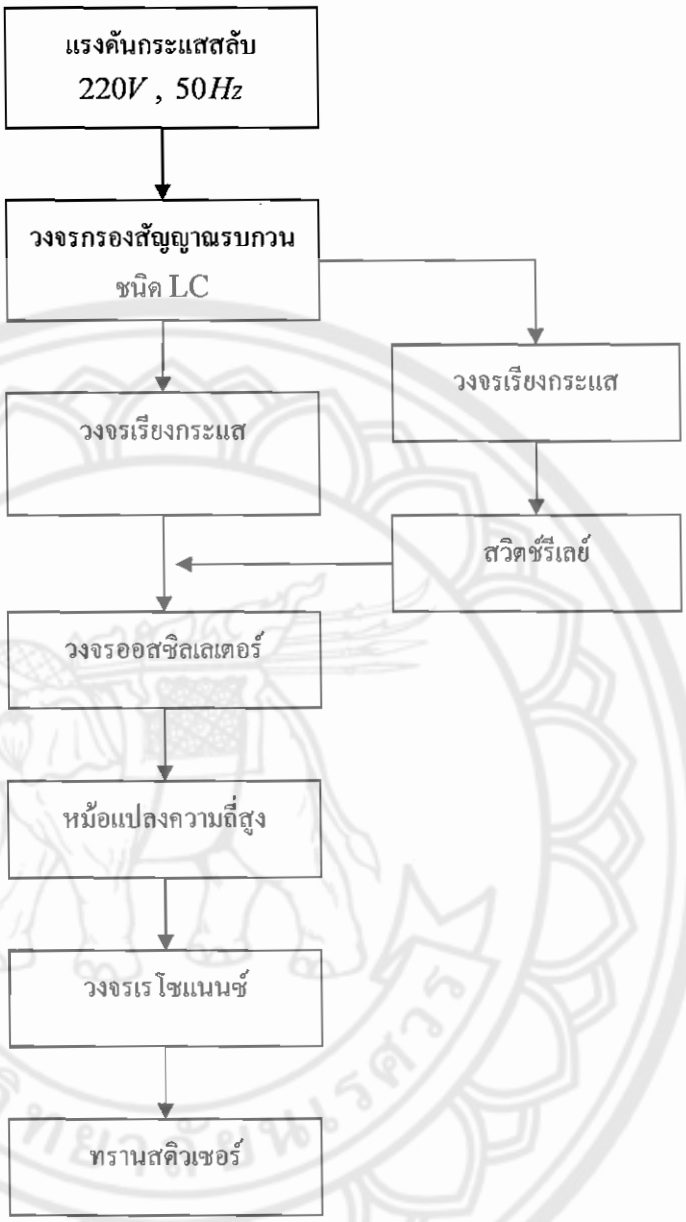
6. ไอซีเบอร์ TL494 ซึ่งทำหน้าที่สร้างสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ปรับแรงดันและความถี่ของสัญญาณได้

7. ไอซีเบอร์ TLP250 ทำหน้าที่ขับมอสเฟตกำลังและแยกกราวด์ส่วนควบคุมและส่วนกำลัง

8. แสดงวงจรกำลังประกอบด้วยมอสเฟตกำลังและตัวต้านทานขนาด 10kΩ, 10W

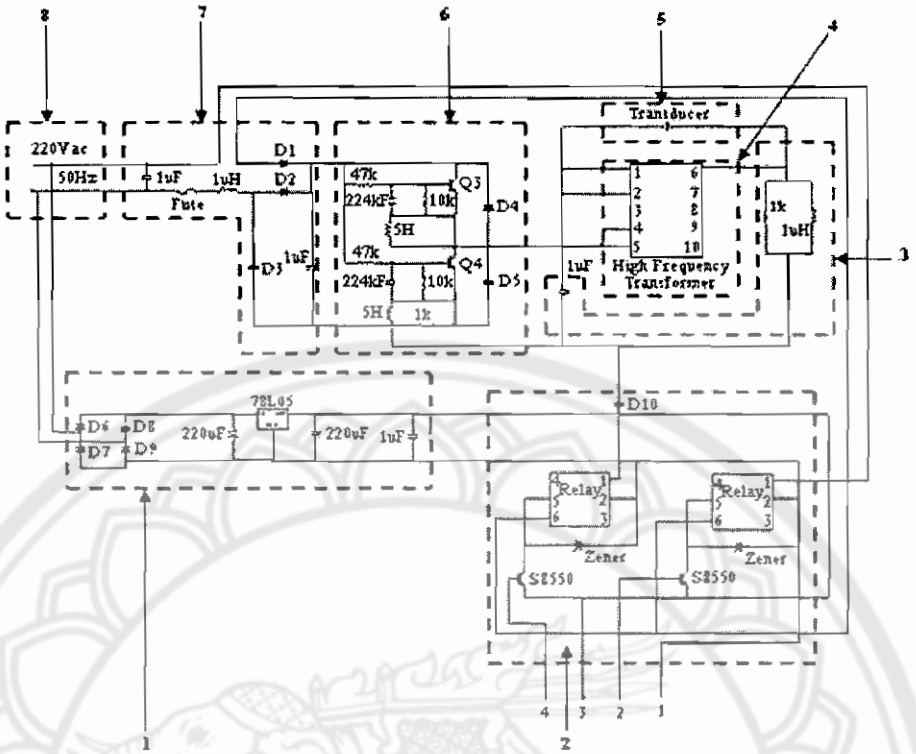
9. แสดงแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง 34V ที่จ่ายแรงดันให้กับมอสเฟตกำลัง

ข) การทดสอบการทำงานของอุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ด้วยสัญญาณรูปซายน์



รูปที่ 3.6 แผนภาพการทำงานของวงจรขับหัวอุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ด้วยสัญญาณรูปซายน์

รูปที่ 3.6 เป็นการแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงจรสร้างสัญญาณรูปซายน์ซึ่งการทำงานของวงจรนั้นจะเป็นการใช้วงจรออสซิลเลเตอร์สร้างสัญญาณรูปซายน์ที่ให้ความถี่เท่ากับความถี่ของตัวทรานสดิวเซอร์แล้วยกระดับแรงดันให้เหมาะสมโดยใช้หม้อแปลงความถี่สูงจากนั้นวงจรเรโซแนนซ์จะกรองสัญญาณขาออกเพื่อทำให้สัญญาณขาออกที่ป้อนให้ทรานสดิวเซอร์มีความเป็นรูปซายน์มากขึ้นด้านแรงดันกระแสสลับด้านขาเข้าจะถูกกรองสัญญาณรบกวนด้วยวงจรกรองชนิด LC



รูปที่ 3.7 วงจรขับหัวอุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ด้วยสัญญาณรูปซายน์ และส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงจร

รูปที่ 3.7 แสดงแผนภาพวงจรที่ออกแบบและส่วนต่าง ๆ ของวงจรดังนี้

1. วงจรเรียงกระแสโดยจะรับแรงดันกระแสสลับ 220V, 50Hz มาแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5V

2. สวิตช์รีเลย์ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรโดยจะตัดและต่อวงจรไฟฟ้า

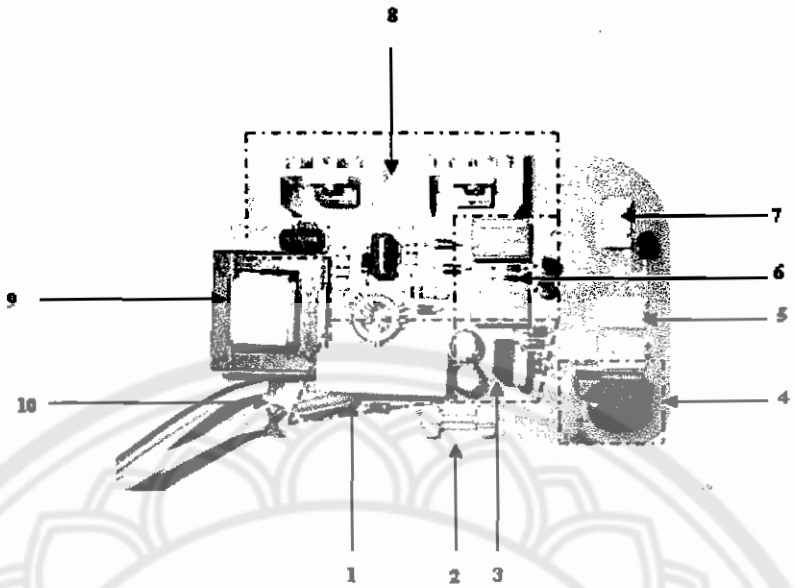
3. วงจรเรโซแนนซ์ทำหน้าที่ในการกรองสัญญาณขาออกที่ได้มาจากหม้อแปลงสวิชชิ่งและทำให้รูปสัญญาณมีความเป็นซายน์มากขึ้น

4. หม้อแปลงความถี่สูงจะช่วยในการสวิชชิ่งของวงจรและทำการยกระดับแรงดันของวงจรให้สูงขึ้น

5. อุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ทำหน้าที่แปลงผันพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับไปเป็นพลังงานคลื่นเสียงความถี่สูง

6. วงจรออสซิลเลเตอร์ทำหน้าที่เป็นวงจรที่ทำการกำเนิดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับรูปซายน์ที่มีความถี่เรโซแนนซ์เท่ากับความถี่ของหัวทรานสดิวเซอร์

7. วงจรเรียงกระแสโดยรับแรงดันไฟกระแสสลับ 220V, 50Hz มาแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5V



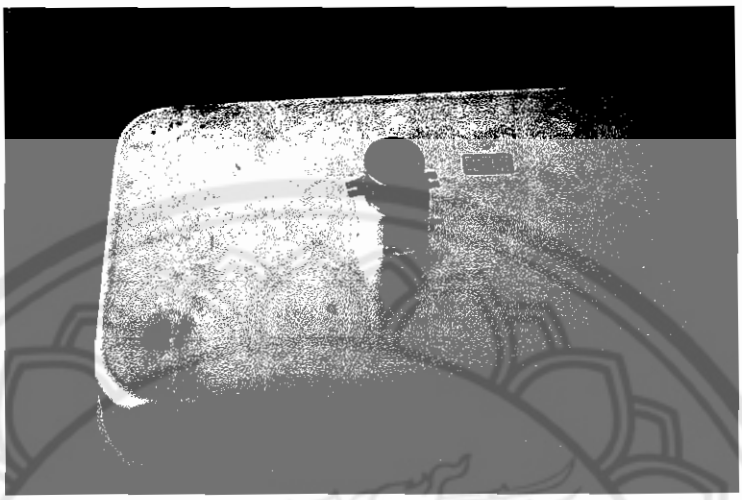
รูปที่ 3.8 รูปวงจรที่ได้ทำการออกแบบ

รูปที่ 3.8 แสดงวงจรที่ออกแบบและส่วนต่าง ๆ ของวงจรตามดังนี้

1. วงจรเรโซแนนซ์ชนิด RLC
2. ฟิวส์ขนาด 2A
3. วงจรเรียงกระแสประกอบด้วย ตัวเก็บประจุ ไดโอด ไอซีรักษาระดับแรงดัน
4. วงจรกรองสัญญาณรบกวนชนิด LC
5. แหล่งจ่ายแรงดันกระแสสลับ 220V, 50Hz
6. สวิตช์รีเลย์
7. จุดเชื่อมต่อกับวงจรควบคุมการทำงานของสวิตช์รีเลย์
8. วงจรออสซิลเลเตอร์ประกอบด้วยวงจรขับที่ประกอบด้วย R, L, C, มอสเฟตกำลัง
9. หม้อแปลงความถี่สูง
10. จุดเชื่อมต่อแรงดันขาออกเข้าทรานสดิวเซอร์

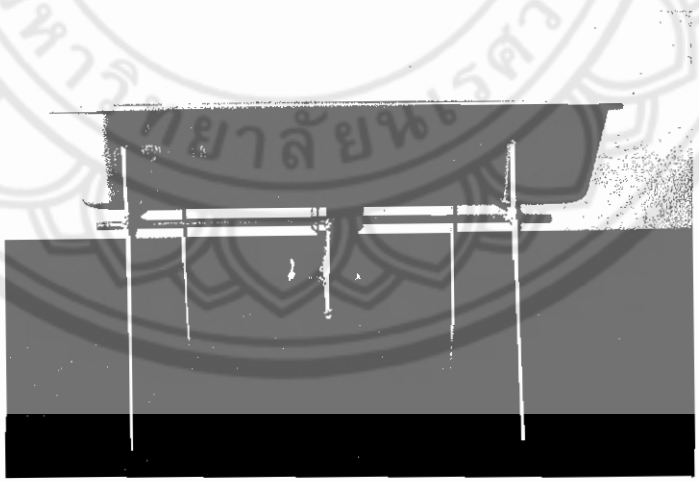
3.2.2 การออกแบบชุดถังทำความสะอาด

ตัวถังที่รองรับชิ้นงานมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด กว้างxยาวxสูง = 30x45x10 ลบ.ซม โดยมีลักษณะตัวถังและการติดตั้งหัวทรานสดิวเซอร์ดังรูปที่ 3.9 และรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 หัวทรานสดิวเซอร์ที่ติดกับตัวถัง

รูปที่ 3.9 แสดงการนำอุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ไปติดที่ก้นถังทำความสะอาดเพื่อส่งกำลังให้แก่ตัวกลางคือน้ำในการทำความสะอาดหัวอุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์จะถูกยึดติดกับตัวถังเพื่อทำให้เกิดการสั่นที่ดีที่สุดและลดผลการดูดซับแรงสั่นของวัสดุที่สัมผัสกับตัวถัง



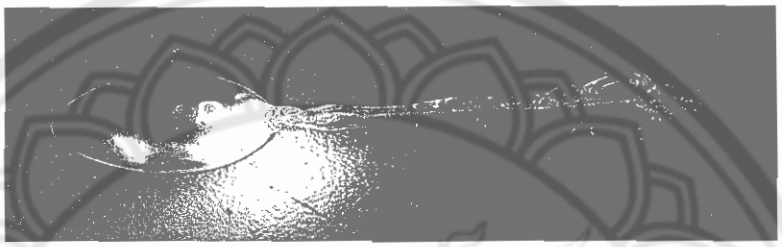
รูปที่ 3.10 ตัวถังทำความสะอาด

รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะของตัวถังทำความสะอาดทั้งหมดโดยตัวถังจะถูกยกสูงจากพื้น

3.2.3 การทดสอบการทำความสะอาด

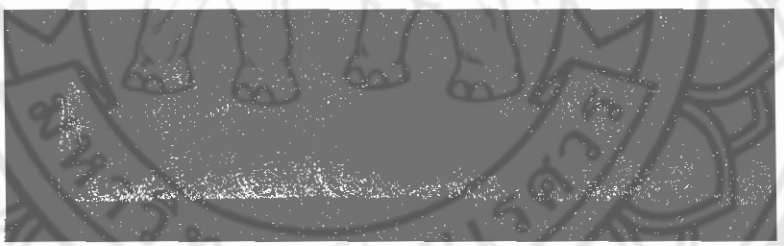
เป็นการทดสอบการทำความสะอาดกับวัตถุตัวอย่างที่มีคราบสกปรกติดอยู่รวมทั้งสังเกตและบันทึกผลของการทำความสะอาดกับวัสดุแต่ละชนิด ตัวอย่างของวัสดุที่นำมาทดสอบที่เปื้อนคราบไขมันดังรูปที่ 3.11 วัสดุเปื้อนคราบน้ำมันเครื่องดังรูปที่ 3.12 และวัสดุที่เปื้อนคราบสนิมดังรูปที่ 3.13

ก) ตัวอย่างวัสดุทดสอบเปื้อนคราบไขมัน



รูปที่ 3.11 วัสดุเปื้อนคราบไขมัน

ข) ตัวอย่างวัสดุทดสอบเปื้อนคราบน้ำมันเครื่อง



รูปที่ 3.12 วัสดุเปื้อนคราบน้ำมันเครื่อง

ค) ตัวอย่างวัสดุทดสอบเปื้อนคราบสนิม

รูปที่ 3.13 วัสดุเปื้อนคราบสนิม