รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจากเงินรายได้ หมวดเงินอุดหนุน

ประจำปี 2549

เรื่อง

เครื่องตรวจวิเคราะห์ปริมาณไขมันในอาหารโดยการวัดความเร็วของคลื่นอัลตร้าซาวด์

โดย

ดร. ศิริเดช บุญแสง

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

หนังสือเป็นสมบัติของท่าน

โปรดช่วยกันรักษา

www.lib.kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง โทร. 0 2739 2221

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องตรวจวิเคราะห์ปริมาณไขมันในอาหารโดยการวัดความเร็วของคลื่นอัลตร้าซาวด์

1. บทนำ

เครื่องตรวจวิเคราะห์ปริมาณไขมันในอาหารที่พัฒนาขึ้นนี้อาศัยหลักการวัดความเร็วของคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่เดินผ่านสารที่ต้องการวัดปริมาณไขมัน ความเร็วของคลื่นอัลตร้าซาวด์จะเปลี่ยนไปตามปริมาณไขมันที่เป็นส่วนประกอบของสารนั้นๆ เครื่องวิเคราะห์นี้จะประกอบไปด้วยสองส่วนหลักได้แก่ เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์สำหรับตัวโปรบอัลตร้าซาวด์ และหัวโปรบอัลตร้าซาวด์ รายงานฉบับนี้จะแสดงรายละเอียดของส่วนต่างๆของเครื่อง และการทดลองใช้งานเครื่องในการตรวจวัดไขมัน

2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมันในอาหารโดยการวัดความเร็วของคลื่นอัลตร้าซาวด์

2.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์สำหรับหัวโปรบอัลตร้าซาวด์

เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะดังรูปที่ 1 ส่วนภาพภายในตัวเครื่องแสดงได้ในรูปที่ 2 เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์จะประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ ดังต่อไปนี้ รายละเอียดของการเชื่อมโยงระหว่างส่วนต่างๆ แสดงได้ในรูปที่ 3

2.1.1 ส่วนของ REP RATE

ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ควบคุมวงจรส่วนสร้างสัญญาณกระตุ้นการทำงาน ทำให้สามารถกำหนดความถี่ที่สร้างออกมาใช้งานได้ ซึ่งความถี่ในส่วนนี้จะเป็นส่วนควบคุมวงจรในส่วนอื่นๆ ทั้งหมด

2.1.2 ส่วนของ PULSER RATE GENERATOR

ส่วนสร้างสัญญาณกระตุ้นการทำงาน วงจรส่วนนี้จะใช้ไอซีเบอร์ NE555 ทำการสร้างสัญญาณความถี่ต่อเนื่องออกมายังขาเอาท์พุท เพื่อที่จะนำสัญญาณความถี่นี้ไปใช้ในการควบคุมการทำงานในส่วนของวงจรสร้างคาบสัญญาณหลัก โดยจะมีส่วนของ REP RATE เป็นส่วนควบคุมความถี่ที่วงจรส่วนนี้สร้างขึ้นมา

2.1.3 ส่วนของ MAIN BANG SEQUENCER

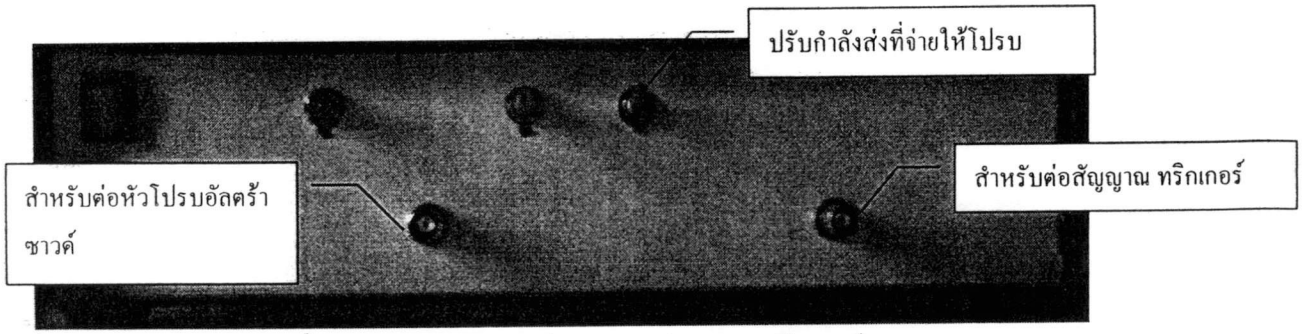
สัญญาณในส่วนนี้ จะเป็นส่วนสร้างคาบสัญญาณหลักของวงจรเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานในส่วนอื่นๆ คือ ส่วนสร้างคาบเวลาการเก็บสะสมพลังงานไว้ในขดลวดเหนี่ยวนำ ส่วนควบคุมสัญญาณเอาท์พุท และส่วนสร้างสัญญาณซิงโครนัส

2.1.4 ส่วนของ MAIN BANG GENERATOR

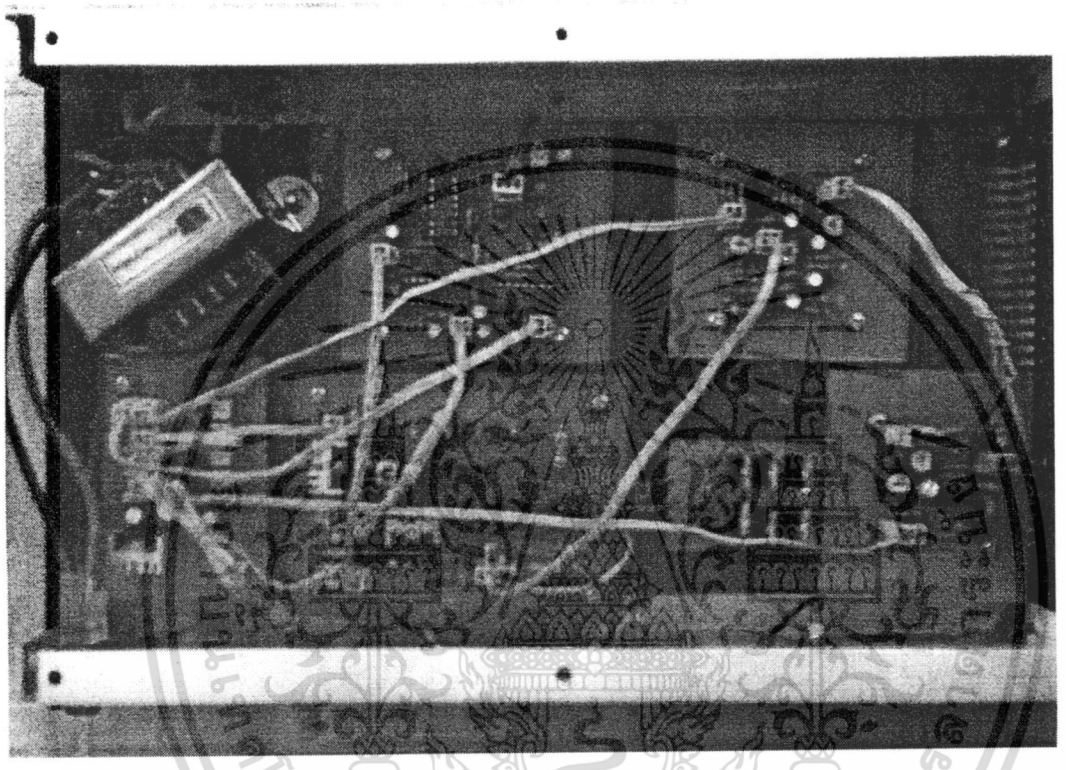
ส่วนสร้างสัญญาณควบคุมสัญญาณเอาท์พุท สัญญาณในส่วนนี้จะนำไปใช้เป็นตัวควบคุมมอสเฟทให้เปิดหรือปิดการทำงาน เพื่อนำค่าแรงดันที่เกิดการสะสมไว้ส่งต่อออกไปยังเอาท์พุทของวงจร โดยสัญญาณเอาท์พุทของวงจรนี้จะมีลักษณะเป็นพัลส์ลบที่มีค่าแรงดันและกระแสสูง และสามารถปรับขนาดของแรงดันเอาท์พุทได้จากวงจรส่วน DAMP RES.

RCH
TX
560
F3
ด453ค
เลขหมู่
84533
วัน,เดือน,ปี 13 ต.ค. 2551
1199493x

เอกสารนี้ใช้ได้เฉพาะสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

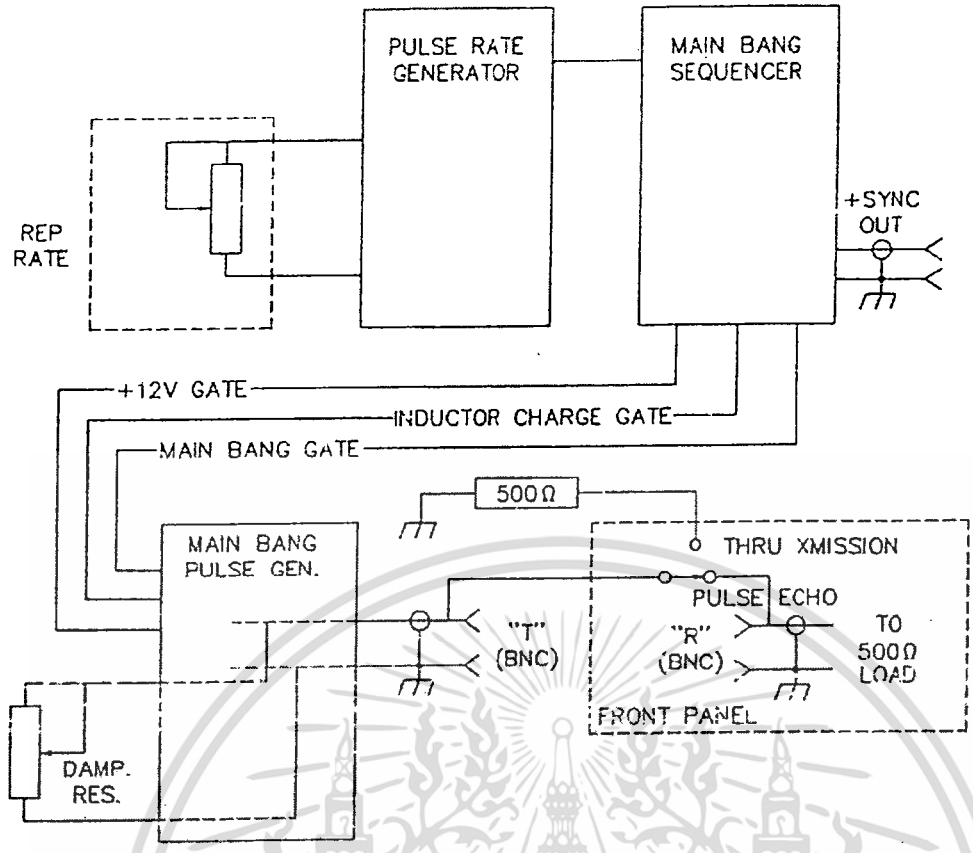


รูปที่ 1 แสดงด้านหน้าของ เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์สำหรับหัวโปรบอัลตร้าซาวด์



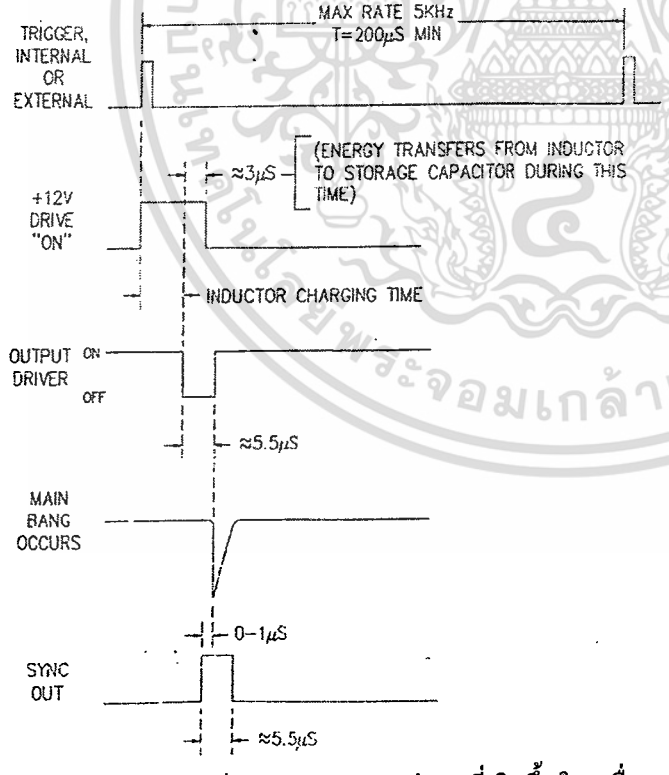
รูปที่ 2 แสดงรายละเอียดภายในของ เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์สำหรับหัวโปรบอัลตร้าซาวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 แสดงบลอกไดอะแกรมของ เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์สำหรับหัวโปรบอัลตร้าซาวด์

2.2 ความสัมพันธ์ของช่วงเวลาของการทำงานเครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์สำหรับหัวโปรบอัลตร้าซาวด์



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเครื่องสร้างสัญญาณพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์แสดงได้ในรูปที่ 4 ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

2.2.1 กราฟของสัญญาณ TRIGGER INTERNAL OR EXTERNAL

กราฟนี้จะแสดงค่าความถี่ที่ถูกผลิตขึ้นจากวงจรส่วน PULSER RATE GENERATOR โดยความถี่ที่สร้างขึ้นสามารถควบคุมได้จากส่วน REP RATE

2.2.2 กราฟแสดงสัญญาณ DRIVER ON

กราฟนี้จะแสดงสัญญาณที่ขาเอาท์พุทของวงจรส่วนของ MAIN BANG SEQUENCER ซึ่งเกิดจากการถูกทริกเกอร์จากวงจรในส่วน PULSER RATE GENERATOR ในขณะที่เป็นสัญญาณออน สัญญาณในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่นำไปสร้างคาบเวลาการเก็บสะสมพลังงานไว้ในขดลวดเหนี่ยวนำ

2.2.3 OUTPUT DRIVER

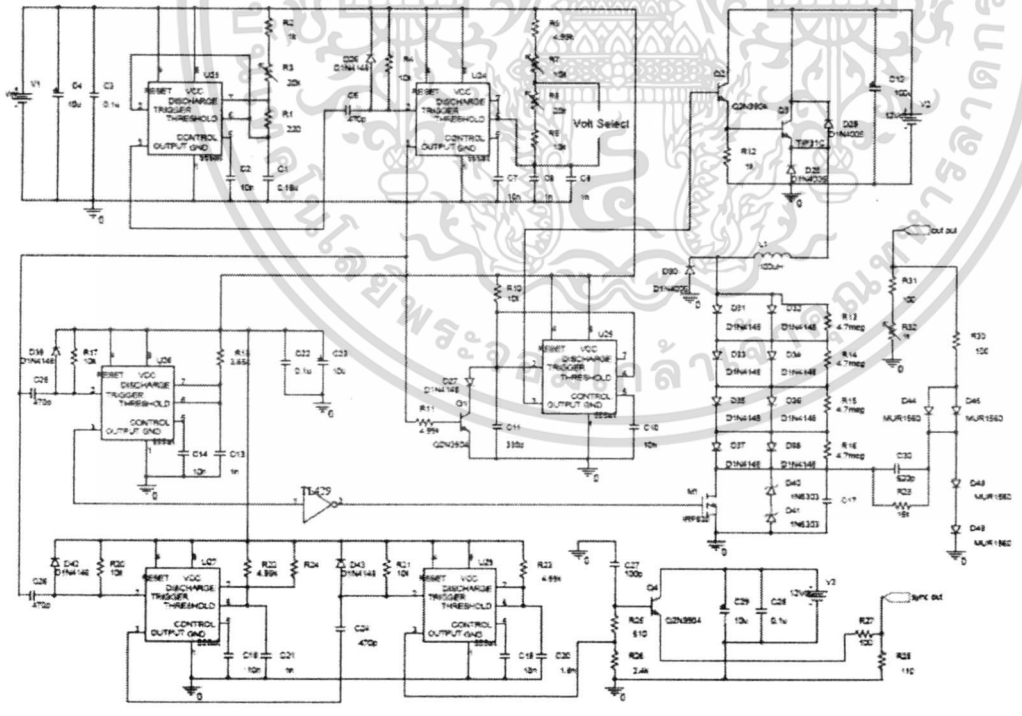
กราฟนี้เป็นกราฟที่แสดงสัญญาณจากวงจรส่วนขับมอสเฟตให้หยุดทำงาน เพื่อให้ได้สัญญาณเอาท์พุทเกิดขึ้นตามเวลาที่ต้องการ โดยเวลาที่เกิดการออฟของมอสเฟตนั้นจะเกิดขึ้นก่อนที่สัญญาณในส่วน MAIN BANG SEQUENCER จะออฟ ในช่วงเวลานี้จะเป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการถ่ายเทพลังงานจากขดลวดเหนี่ยวนำไปเก็บไว้ยังตัวเก็บประจุต่อไป

2.2.4 MAIN BANG

กราฟแสดงการเกิดแรงดันเอาท์พุทของวงจร ซึ่งจะมีลักษณะเป็นพัลส์ลบแรงดันและกระสูง

2.2.5 SYNC OUT

กราฟแสดงสัญญาณซิงโครนัสที่เกิดขึ้นเพื่อส่งสัญญาณให้รู้ว่าแรงดันเอาท์พุทของวงจรกำลังจะเกิดขึ้นแล้ว สัญญาณนี้จะเกิดขึ้นก่อนที่แรงดันเอาท์พุทวงจรจะเกิดขึ้นอีกที

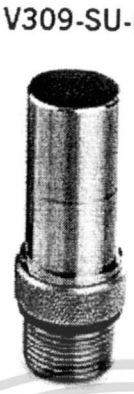


รูปที่ 5 แสดงวงจรของเครื่องสร้างสัญญาณพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หัวโปรบอัลตร้าซาวด์

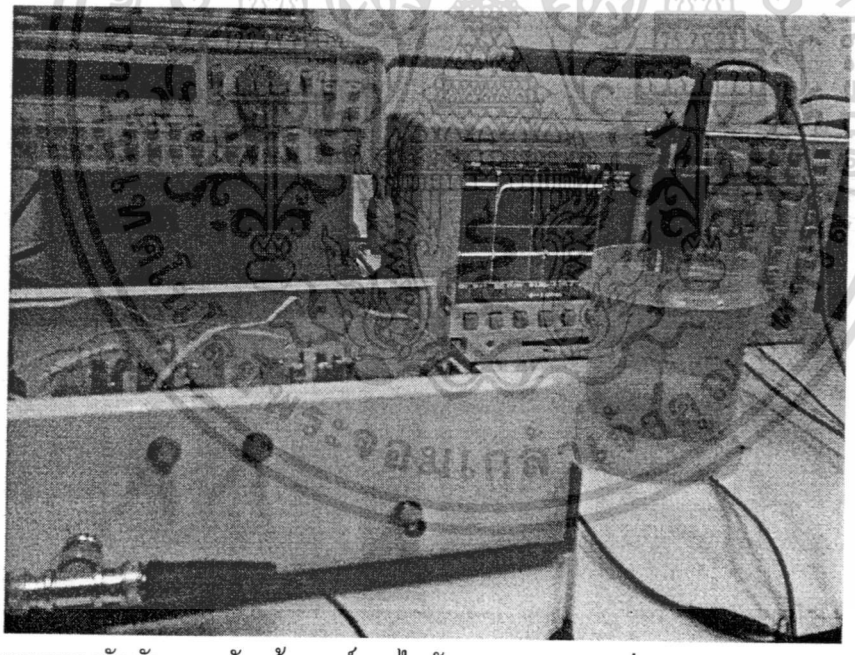
หัวโปรบอัลตร้าซาวด์ที่ใช้ในกับเครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์มีลักษณะดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงลักษณะของโปรบอัลตร้าซาวด์

3. การทดลองวัดสัญญาณอัลตร้าซาวด์จากไขมันและสารละลายต่างๆ

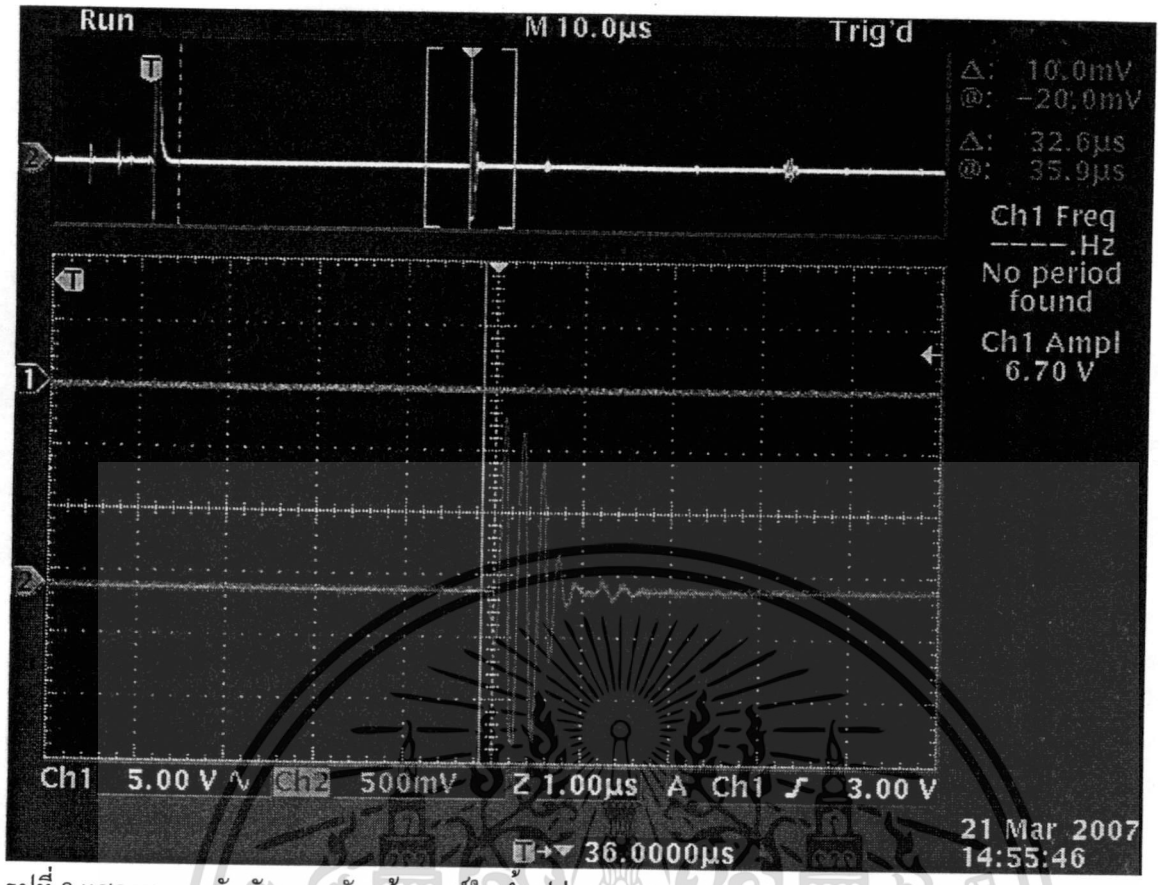
ชุดทดลองวัดสัญญาณอัลตร้าซาวด์จากไขมันและสารละลายต่างๆ แสดงได้ในรูปที่ 7 เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์ต่อกับหัวโปรบอัลตร้าซาวด์ หัวโปรบอัลตร้าซาวด์จุ่มลงในสารที่ต้องการวัดในภาชนะที่ทำด้วยพลาสติก สัญญาณอัลตร้าซาวด์แสดงได้ในออสซิลโลสคบแบบดิจิตอล



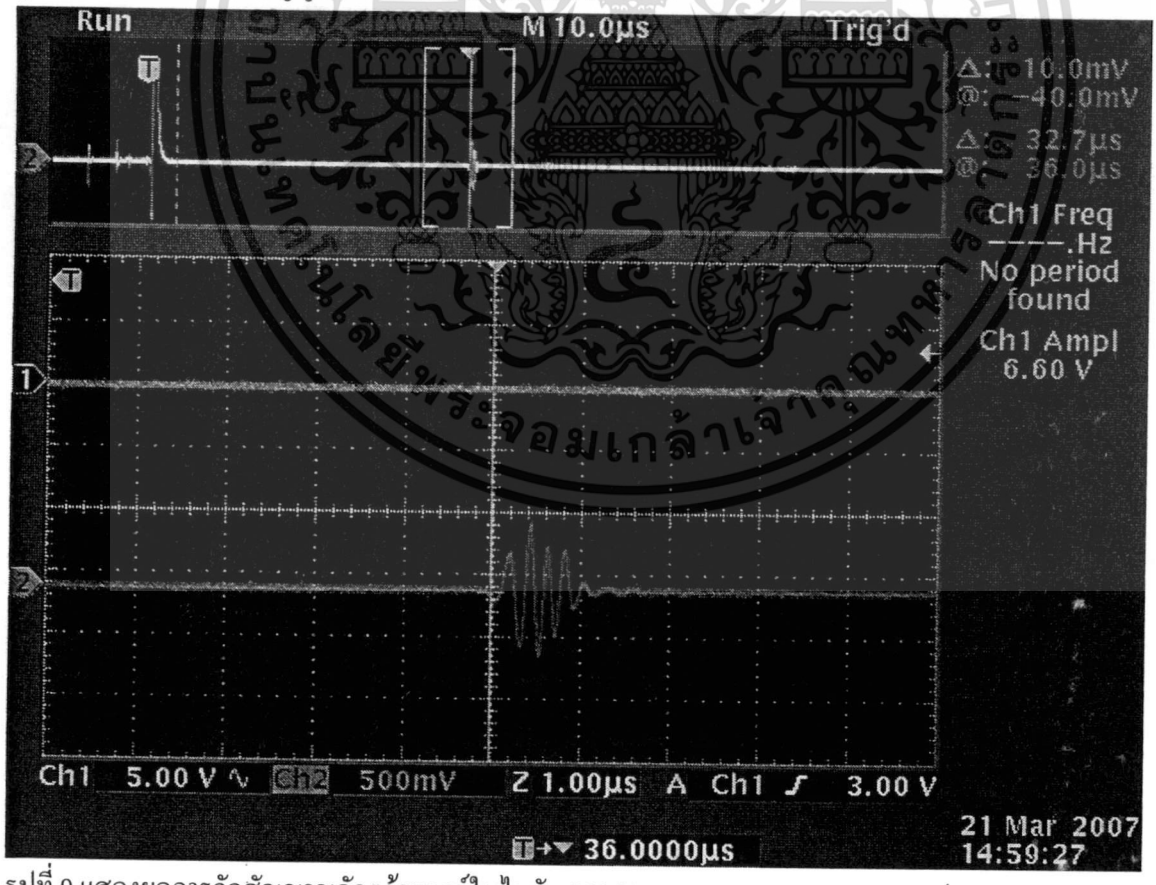
รูปที่ 7 แสดงชุดทดลองวัดสัญญาณอัลตร้าซาวด์จากไขมันและสารละลายต่างๆ

ผลการทดลองจากการวัดสัญญาณอัลตร้าซาวด์ แสดงได้ในรูปที่ 8-10 รูปที่ 8 เป็นสัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่ได้จากการวัดสัญญาณในน้ำเปล่า ซึ่งสัญญาณมีค่าแรงดัน 2.5 Vpp เกิดขึ้น ณ. เวลา 35.9 μs คิดเป็นความเร็วที่ 1540 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

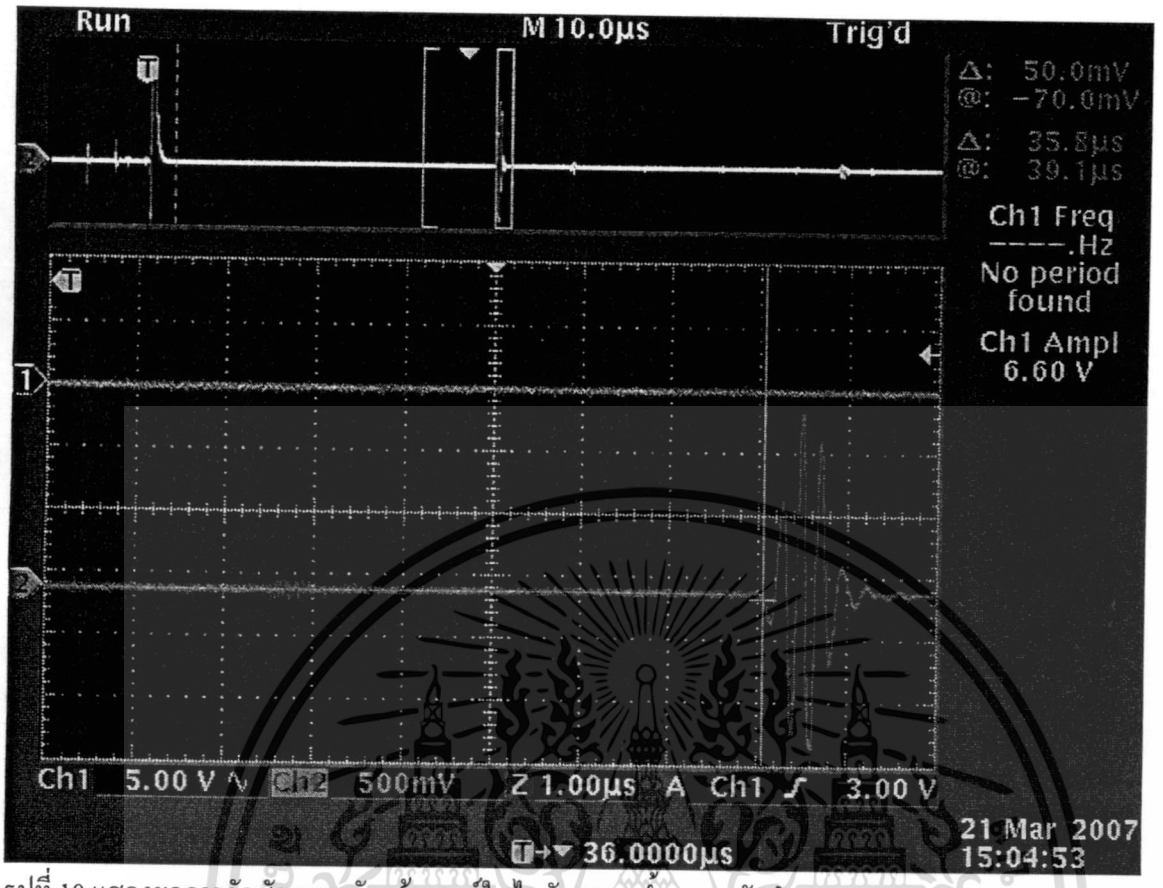


รูปที่ 8 แสดงผลการวัดสัญญาณอัลตร้าซาวด์ในน้ำเปล่า



รูปที่ 9 แสดงผลการวัดสัญญาณอัลตร้าซาวด์ในไขมัน 100 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 แสดงผลการวัดสัญญาณอัลตร้าซาวด์ในไขมัน45 % น้ำ 45 % ตัวทำละลาย 10%

หลังจากนั้นทดลองวัดสัญญาณอัลตร้าซาวด์ในไขมัน 100 % ผลการทดลองดังรูปที่ 9 ซึ่งจะพบว่าสัญญาณอัลตร้าซาวด์ถูกลดทอนไปเกือบ 50% ในขณะที่ความเร็วที่ คำนวณได้ประมาณ 1500 m/s

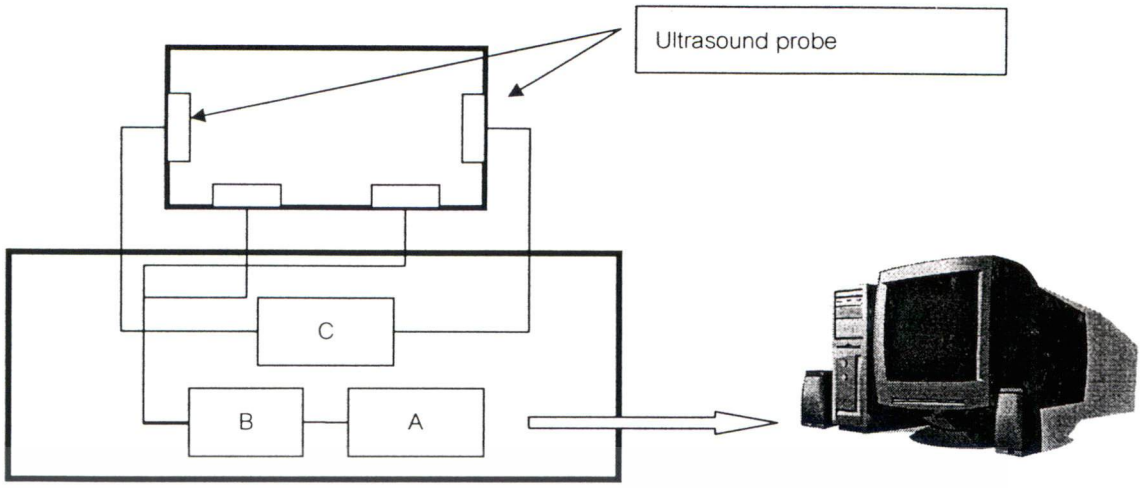
การทดลองสุดท้าย เป็นการทดลองวัดสัญญาณอัลตร้าซาวด์ในไขมัน45 % น้ำ 45 % ตัวทำละลาย 10% ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 10 จะพบว่าสัญญาณอัลตร้าซาวด์จะถูกลดทอนไปไม่มากแต่ ความเร็วที่คำนวณได้ประมาณ 1450 m/s

4. การสร้างเครื่องตรวจวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในอาหาร

หลังจากได้ทำการทดลองกับเครื่องที่ใช้โปรบความถี่สูงแล้วพบว่า ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจแล้ว ทางคณะผู้วิจัยได้ทดลองสร้างเครื่องตรวจวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในอาหารอีก 1 เครื่อง โดยจะเป็นการวัดความเร็วของคลื่นอัลตร้าซาวด์ พร้อมกับทำการควบคุมอุณหภูมิของ ตัวอย่างให้มีค่าตามที่กำหนด โดยตัวเครื่องจะประกอบไปด้วยส่วนต่าง แสดงได้ในบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 11 บลอกไดอะแกรม แสดงส่วนต่างๆ ของเครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมันในอาหาร

จากรูปที่ 11 แสดงส่วนสำคัญต่างๆของเครื่อง ส่วน A เป็นส่วนตัวประมวลผลกลางที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดนในโครงการนี้จะใช้ ตัวประมวลผลการของ PSoC รุ่น 27433 ทำหน้าที่ ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม และควบคุมการทำงานของ ส่วน C ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้หัวโปรบอัลตร้าซาวด์ และรับสัญญาณอัลตร้าซาวด์จากโปรบตัวรับ แล้วนำไปประมวลผลเพื่อหาความเร็วต่อไป

ส่วน B จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ โดยที่จะมีอุปกรณ์หลักได้แก่ Peltier ที่ทำหน้าที่ทั้งให้ความร้อนและความเย็นแก่ตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์

ส่วนสุดท้ายได้แก่โปรแกรมแสดงผล ซึ่งในโครงการนี้ใช้โปรแกรม LabView ในการรับส่งข้อมูลพร้อมกับประมวลผลข้อมูลเพื่อแสดงออกบนหน้าจอ

4. สรุปผลการทดลองและการนำไปใช้งาน

การทดลองสรุปได้ว่าการวัดความเร็วของคลื่นอัลตร้าซาวด์ประกอบกับการวัดค่าการลดทอนจะทำให้เราสามารถวิเคราะห์ปริมาณไขมันในอาหารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

84533