
การสาธิตสำหรับการกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่าน การตรวจวัดชนิดของโลหะ
และการออสซิลเลตแบบหน่วงโดยการใช้ระบบการวัดที่ใช้วิซวลเบสิกเป็นฐาน
Demonstration for High Frequency Voltage Pass Filtering, Metal-Type
Detection and Damped Oscillation Using the Visual Basic-Based Measurement System

ธงชัย พันธเมธาฤทธิ์^{1*} และ ยุภา ฤทธิโต²

¹ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์วัสดุ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Thongchai Panmatarith^{1*} and Yupa Ritto²

^{1, 2}Materials Physics Laboratory, Department of Physics, Faculty of Science, Prince of Songkla University

บทคัดย่อ

โครงการนี้เกี่ยวข้องกับการเตรียมก้อนสาร $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ จากวัสดุตั้งต้นที่เป็นผงโดยวิธีการผสมออกไซด์ สร้างระบบการวัดที่ใช้วิซวลเบสิกเป็นฐานที่ประกอบด้วยวงจรเชื่อมต่อ (ADC0809 และ 74LS244) การ์ด ET-PCI8255V3 และวิซวลเบสิกแล้วนำไปใช้ในการสาธิตการวัด ถ้านำสารตัวอย่างที่เป็นขดลวดที่มีสาร $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ เป็นแกนไปอยู่ในวงจรไฟฟ้าสลับพบว่าอิมพีแดนซ์ของสารตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความถี่ในช่วง 4.2 kHz ถึง 66.8 kHz ดังนั้นสารทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์กรองแรงดันความถี่สูงผ่านได้ เมื่อทำการทดสอบโดยใช้ขดลวดที่มีสาร $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ เป็นแกนเป็นสารตัวอย่างและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ทดลองเป็น 30.5 kHz และแล้วนำแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนหรือแท่งเหล็กมาวางบนขดลวดที่มีสารนี้เป็นแกนพบว่า สามารถแยกแยะแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนออกจากแท่งเหล็กได้ เมื่อทำการทดสอบโดยใช้สารตัวอย่างเป็นขดลวดที่มีเฟอร์ไรต์อ่อนของคอยล์อากาศวิทยุเอเอ็มเป็นแกนและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้เป็น 3.5 kHz และแล้วดึงแท่งเหล็กที่ผูกติดกับแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนซึ่งถูกผูกติดกับสปริงแล้วปล่อยพบว่าสามารถสาธิตการออสซิลเลตแบบหน่วงได้ ผลของตัวอย่างการวัดทั้งสามเหล่านี้นี้เป็นการแสดงให้เห็นว่าระบบการวัดที่ใช้วิซวลเบสิกเป็นฐานที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ในการทดสอบสมบัติเชิงแม่เหล็กของสารตัวอย่างเซรามิกส์ที่เตรียมได้นี้

คำสำคัญ : ระบบการวัดที่ใช้วิซวลเบสิกเป็นฐาน การกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่าน การตรวจวัดชนิดของโลหะ การออสซิลเลตแบบหน่วง

*Corresponding author. E-mail : tongchai.p@psu.ac.th

Abstract

This project involves sample preparation from starting materials in powder form using mixed oxide method. Instruments for sample testing that composed of interfacing circuit (ADC0809 and 74LS244), ET-PCI8255V3 Card and Visual Basic were constructed and then were used for measurement demonstrations. If sample of inductor with $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ core was in AC electric field and found that impedance of sample decreased as frequency increasing when changed frequency from 4.2 kHz to 66.8 kHz. So, this sample can be used as high pass filter (HPF). When inductor with $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ core was tested and voltage frequency was 30.5 kHz, and then placed soft ferrite bar or iron bar on this inductor with this core, found that it can distinguish soft ferrite bar and iron bar. When inductor with soft ferrite core of AM radio was tested and voltage frequency was 3.5 kHz and then the iron bar which attached with soft ferrite bar and hold with spring was pulled and released, found that it can demonstrate about damped oscillation. Results of these three measurement examples show that the Visual Basic-based measurement system can be used for magnetic properties tests of this prepared ceramic sample.

Keywords : visual basic-based measurement system, high frequency voltage pass filtering, metal-type detection, damped oscillation

1. บทนำ

D. Ravinder (1994) ได้เตรียมเฟอร์ไรต์ Mn-Zn แล้ววัดสภาพการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิ A.A. Sattar (1996) ได้เตรียมผลึกเดี่ยวเฟอร์ไรต์ Mn-Zn แล้ววัดสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็ก K.H. Rao (1996) ได้เตรียมเฟอร์ไรต์ Ni-Zn แล้ววัดตัวประกอบการสูญเสียเชิงแม่เหล็ก (magnetic loss factor) ที่ขึ้นกับความถี่ Chong H. Ahn ได้ทดลองโดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำจะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้น สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับค่าสภาพซาบซึมผ่าน (μ) ของสารที่ใช้ทำแกนของ (Chong H. Ahn, 2001) M.H. Abdullah (1997) ได้เตรียม Mg-Zn ferrites แล้ววัดค่าคงที่ไดอิเล็กตริกและตัวประกอบการสูญเสียที่ความถี่ต่างๆ

ระบบการวัดและเก็บข้อมูลสำหรับการวัดมีหลายแบบ เช่น การใช้ดาต้าล็อกเกอร์ (data logger) การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) โดยอาศัยพอร์ต RS-232 (Forero, N., 2006 and Barney, George C., 1988) Domenico Patan และผู้ร่วมงานได้เสนอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual-Basic สำหรับการวิเคราะห์รูปร่างของคลื่นของสัญญาณแผ่นดินไหว (Domenico Patan, 1997) ในปัจจุบันการกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่านมีการใช้งานในวงจรภายในเครื่องรับวิทยุ การตรวจวัดชนิดของโลหะใช้ตรวจวัดอาวุธที่เป็นโลหะของผู้ร้ายที่ได้นำติดตัวมาและการออกสวิตช์เลดแบบหน่วงมีการใช้งานในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ปีที่ 1 แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีผู้ศึกษาการนำโปรแกรม Visual Basic ไปใช้สำหรับการวัดการกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่าน การตรวจวัดชนิดของโลหะและการออกสวิตช์เลดแบบหน่วงนั้น นอกจากนี้ได้พบว่าไม่ค่อยจะมีการนำผลการวิจัยทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้งาน ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะทำการศึกษาเรื่องนี้

บทความนี้เสนอการเตรียมสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ การสร้างระบบการวัดที่ใช้วิซวลเบสิกเป็นฐานแล้วนำระบบการวัดที่สร้างได้ไปใช้ในการสาธิตปรากฏการณ์การกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่าน การตรวจวัดชนิดของโลหะและการออกสวิตช์เลดแบบหน่วง

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมสารตัวอย่าง

เตรียมสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ โดยวิธีการผสมออกไซด์ในห้องปฏิบัติการ เริ่มจากผง MnO_2 , NiO และ Fe_2O_3 ที่มีความบริสุทธิ์

99% คำนวณน้ำหนักจากส่วนผสมของ $0.8MnO_2 + 0.2NiO + Fe_2O_3$ ซึ่งผงของสารทั้งสามสูตรด้วยเครื่องชั่งแล้วผสมสารด้วยโกร่งนำผงของสารใส่กระป๋องพลาสติก หมุนผสมสารด้วยเครื่องหมุนหยดโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ผสมน้ำกลั่น นำผงของสารใส่เบ้าอัด นำเบ้าอัดติดตั้งที่เครื่องอัดสาร (RIIK 25 tons) อัดเป็นก้อนแล้วนำก้อนสารวางในเตาหลอม (furnace) ที่ใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (FCR-13A-R/M) และใช้เทอร์โมคอปเปิลชนิด K (CA) (model JB-35) เผาครั้งที่ 1 ด้วย อุณหภูมิ 500 °C ใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 5 °C/min และอุณหภูมิยืนไฟ 1 ชั่วโมง ปล่อยสารให้เย็นตามธรรมชาติ หลังจากนั้นนำก้อนสารเผาครั้งที่ 2 ด้วยอุณหภูมิ 1200 °C ใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 5 °C/min และอุณหภูมิยืนไฟ 1 ชั่วโมง แล้วปล่อยสารให้เย็นตามธรรมชาติ (สาเหตุที่ต้องเผา 2 ครั้งก็เพราะ MnO_2 มีจุดหลอมเหลว 535 °C) หลังจากนั้นก็วัดขนาดของสารด้วยไมโครมิเตอร์

2.2 การสร้างระบบการวัดที่ใช้วิซวลเบสิกเป็นฐาน

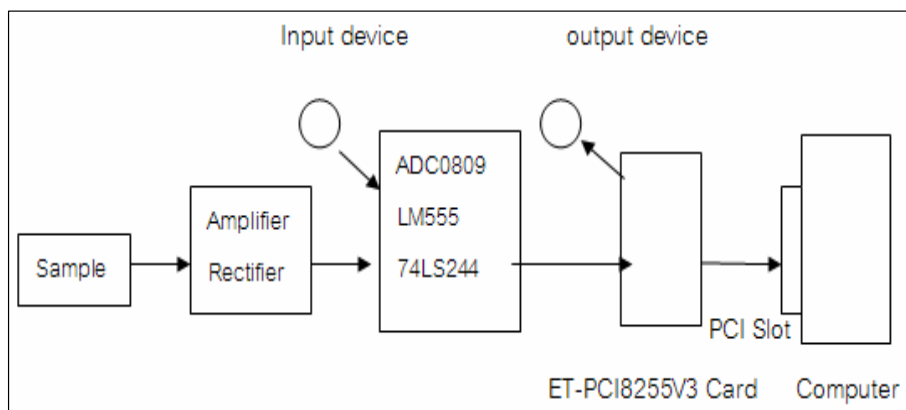
เริ่มจาก Copy ไฟล์ต่างๆ จากแผ่น CDROM ที่ได้มา พร้อมกับการ์ด ET-PCI8255V3 เช่น Inpout32.dll, File ทั้งหมดใน pcitree, install_xp, Klibdrv.SYS ซึ่งเป็นไฟล์สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows XP, Klibdrv.DLL เป็นไฟล์สำหรับคอมพิวเตอร์ของแต่ละโปรแกรม Visual Basic, ET_PCI8255V3_VB_LIB และ ET_PCI8255V3_Test ไว้ที่โฟลเดอร์ C:\Windows\System32 สำหรับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ Windows XP ปิดคอมพิวเตอร์แล้วติดตั้ง ET-PCI8255V3 Card ไว้ที่ PCI Slot แล้วเปิดคอมพิวเตอร์ การเขียนโปรแกรมสำหรับการทดลองให้ทำโฟลเดอร์สำหรับเก็บไฟล์ของงานที่ทดลอง แล้วให้ copy ET_PCI8255V3_Test ไว้ที่โฟลเดอร์นี้ (คณะผู้จัดทำ, 2551)

บล็อกไดอะแกรมของระบบการวัดที่ใช้วิซวลเบสิกเป็นฐานแสดงดังภาพที่ 1 อุปกรณ์อินพุตให้ส่งแรงดันไฟฟ้ามาเข้า ADC0809 อุปกรณ์เอาต์พุตจะรับแรงดันไฟฟ้าที่มาจาก ADC0809 แรงดันไฟฟ้าที่ปรากฏที่สารตัวอย่างที่มีค่าต่ำจะถูกนำมาขยายด้วยวงจรขยาย (amplifier) วงจรเรียงกระแส (rectifier) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแล้วส่งไปเข้า ADC 0809 ADC0809 ทำหน้าที่แปลงแรงดันอนาล็อก (AV) เป็นแรงดันดิจิทัล (DV) บัฟเฟอร์ทำหน้าที่คั่นวงจรไฟฟ้าเพื่อป้องกันการรบกวนกันของแรงดันไฟฟ้าระหว่างคอมพิวเตอร์กับวงจรเชื่อมต่อ ET-PCI8255V3 Card ทำหน้าที่จัดทางเข้าและทางออกของแรงดันไฟฟ้าที่เข้าสู่หรือออกจากคอมพิวเตอร์ สล็อตแบบพีซีไอ

(PCI Slot) เป็นขั้วต่อสำหรับให้แรงดันไฟฟ้าเข้าสู่หรือออกจากคอมพิวเตอร์ นำแผงวงจรที่ได้ประกอบเข้ากับการ์ดเชื่อมต่อ (interface card) และคอมพิวเตอร์ทางสลอต (slot) ติดตั้งสารตัวอย่างที่จะวัดแล้วเข้าไปใน My Computer แล้วทำ Self test ด้วย ET_PCI8255V3_Test เปิดโปรแกรม Visual Basic หลังจากนั้นก็ทำการเขียนโปรแกรมที่จะทดลองแล้วสั่ง Run คอมพิวเตอร์จึงจะทำงานตามโปรแกรมที่เขียน

IC8255 แต่ละตัวบนการ์ด ET-PCI8255V3 จะมี 40 ขา ประกอบด้วยพอร์ท A, B, C และพอร์ทควบคุม (control port) บัสข้อมูล (Data bus) เป็นทางเดินของข้อมูลหรือแรงดันไฟฟ้า Data bus ของพอร์ท A, B, C คือ PA7 PA6 PA5 PA4 PA3 PA2

PA1 PA0 ; PB7 PB6 PB5 PB4 PB3 PB2 PB1 PB0 และ PC7 PC6 PC5 PC4 PC3 PC2 PC1 PC0 ข้อมูล (Data) เป็นแบบ 8 บิต คือ $D_7 D_6 D_5 D_4 D_3 D_2 D_1 D_0$ Control port เป็นทางเข้าของ Control Word ซึ่งทำหน้าที่กำหนดทิศทางเคลื่อนที่ของข้อมูลที่เข้าหรือออกจากคอมพิวเตอร์ คำควบคุม (control word) ใช้ &H90 เพื่อให้พอร์ท A เป็นอินพุตพอร์ท พอร์ท B เป็นเอาต์พุตพอร์ทและพอร์ท C เป็นเอาต์พุตพอร์ท ที่อยู่ (address) ของ Port A : 14C0&H Port B : 14C4&H Port C : 14C8&H และ Control Port : 14CC&H (คณะผู้จัดทำ, 2551) ภาพถ่ายระบบการวัดที่ใช้วีซวลเบสิกเป็นฐานแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของระบบการวัดที่ใช้วีซวลเบสิกเป็นฐาน

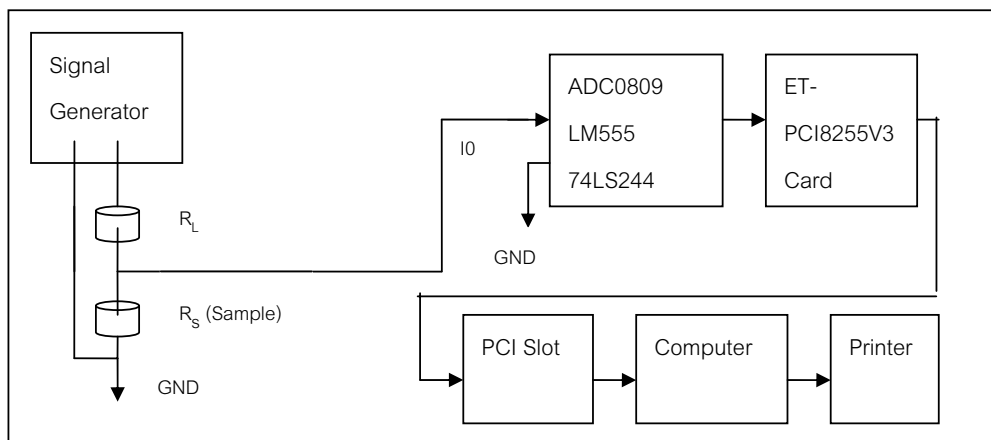
2.3 การกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่าน

สารตัวอย่างเป็นขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ สามก้อน เป็นแกน ก้อนสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ มีความหนา 3.35 mm และเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.01 mm ใช้ก้อนสารนี้จำนวน 3 ก้อนใส่เป็นแกนของขดลวด แกนของขดลวดเป็นขดลวดขดของหม้อแปลงไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้ามีความต้านทานขดปฐมภูมิ 1.65 Ω และความต้านทานขดทุติยภูมิ 1.6 Ω (พินขึ้นเอง) จัดเครื่องมือสำหรับการทดสอบขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ เป็นแกน ให้ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่านด้วย Visual Basic แสดงดังภาพที่ 2 ประกอบวงจรสำหรับการทดสอบขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ เป็นแกนให้ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่านด้วย Visual Basic แสดงดังภาพที่ 3 สร้าง Form สำหรับทดสอบขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ เป็นแกนให้ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่านด้วย Visual Basic แสดงดังภาพที่ 4 แล้วเขียน Code และกำหนด Properties Window เพื่อควบคุมการทดลอง กระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า

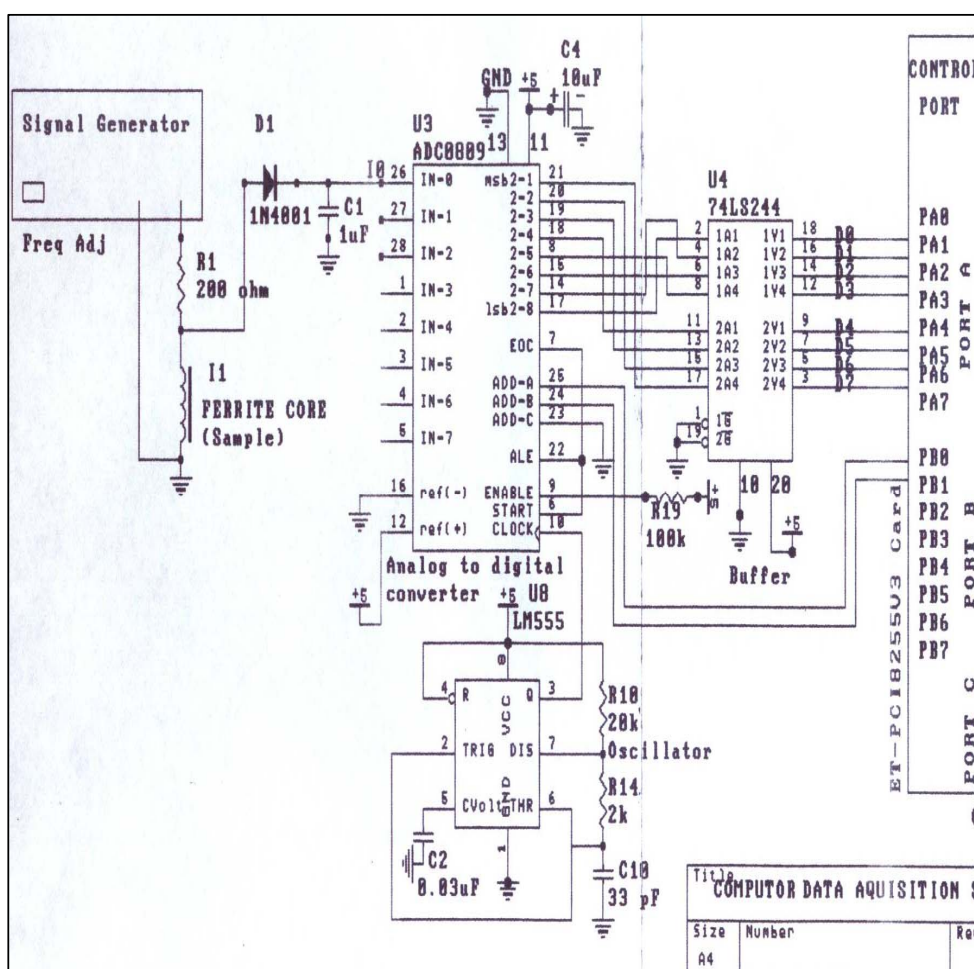
จ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานโหลด (R_L) 300 Ω และสารตัวอย่าง (ขดลวดขดทุติยภูมิที่มีสารเป็นแกน) ที่มีความต้านทาน R_s แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_s มีค่า V_s และจะเข้าไปที่ input 0 (I0) ของ ADC0809 เพื่อแปลงแรงดันอนาล็อก (AV) เป็นแรงดันดิจิตอล (DV) V_s หรือ V_{bin} จะผ่าน 74LS244 ผ่าน ET-PCI8255V3 Card (คณะผู้จัดทำ, 2551) และ PCI Slot เข้าไปในคอมพิวเตอร์ $V_{bin} = \text{Inp} (\&H14C0)$ เป็นคำสั่งให้คอมพิวเตอร์รับแรงดันไฟฟ้าจากแผงวงจรเชื่อมต่อเข้าไปในคอมพิวเตอร์ inpout32.dll เป็นไฟล์ที่ควบคุมให้โปรแกรมวิซวลเบสิกทำตามคำสั่ง Input และ Output ได้ ได้แปลง V_{bin} ไปเป็น V_{dec} ด้วยคำสั่ง $V_{dec} = (5 / 255) * V_{bin}$ แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า (V_{dec}) บนจอด้วยคำสั่ง Label7.Caption = V_{dec} แปลง V_{bin} ไปเป็น V_{pic} ด้วยคำสั่ง $V_{pic} = (255 - V_{bin})$ กำหนดพิกัด $x = i$ และ $y = 10 * V_{pic}$ สำหรับแสดงกราฟ V vs. t บนจอด้วยคำสั่ง Picture1.PSet (i, $10 * V_{pic}$), vbBlue หน่วงเวลาการทำงานของโปรแกรมด้วยคำสั่ง Call Delay คำสั่ง For...Next Loop จะควบคุมการทำงานซ้ำๆ กันของโปรแกรม สั่ง Run

โปรแกรม เพื่อแสดงกราฟของ แสดง V vs. t บนจอคอมพิวเตอร์ แล้วเพิ่มความถี่ของเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าในช่วง 4.2 kHz ถึง

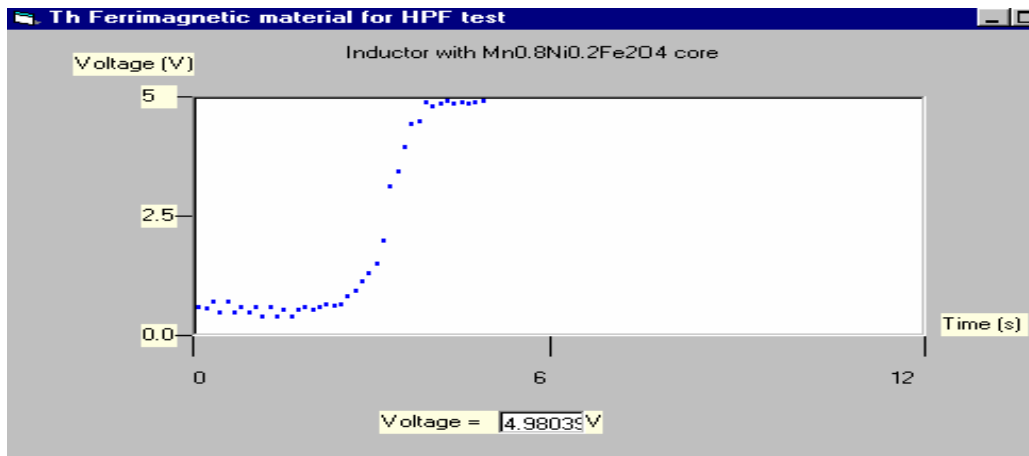
66.8 kHz ใช้คำสั่ง Print Screen เพื่อนำภาพของกราฟไปใช้บน working area ของ Microsoft word –สั่งพิมพ์กราฟนี้ด้วย Printer



ภาพที่ 2 การจัดเครื่องมือสำหรับการทดสอบขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ เป็นแกนให้ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่านด้วย Visual Basic



ภาพที่ 3 การประกอบวงจรสำหรับการทดสอบขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ เป็นแกนให้ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่านด้วย Visual Basic



ภาพที่ 4 Form และภาพบนจอคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบขดลวดที่มีสาร $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ เป็นแกนให้ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้า ความถี่สูงผ่านด้วย Visual Basic

Code

'Voltage vs Time Graph of Inductor with Ferrimagnetic core
for HPF Test

Private Declare Function Inp Lib "inout32.dll" Alias "Inp32"
(ByVal PortAddress As Integer) As Integer

Private Declare Sub Out Lib "inout32.dll" Alias "Out32"
(ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As Integer)

Private Sub Form_Load()

Left = (Screen.Width - Width) / 2

Top = (Screen.Height - Height) / 2

Out & H14CC, & H90

End Sub

Private Sub Timer1_Timer()

Picture 1. Cls

For i = 20 To 3500 Step 50

Vbin = Inp (& H14C0)

Vdec = (5 / 255) * Vbin

Vpic = (255 - Vbin)

Picture 1. PSet (i, (10 * Vpic)), vbBlue

Label7.Caption = Vdec

Call delay

Next i

End Sub

Sub delay()

For i = 1 To 10000 '12 s

DoEvents

Next i

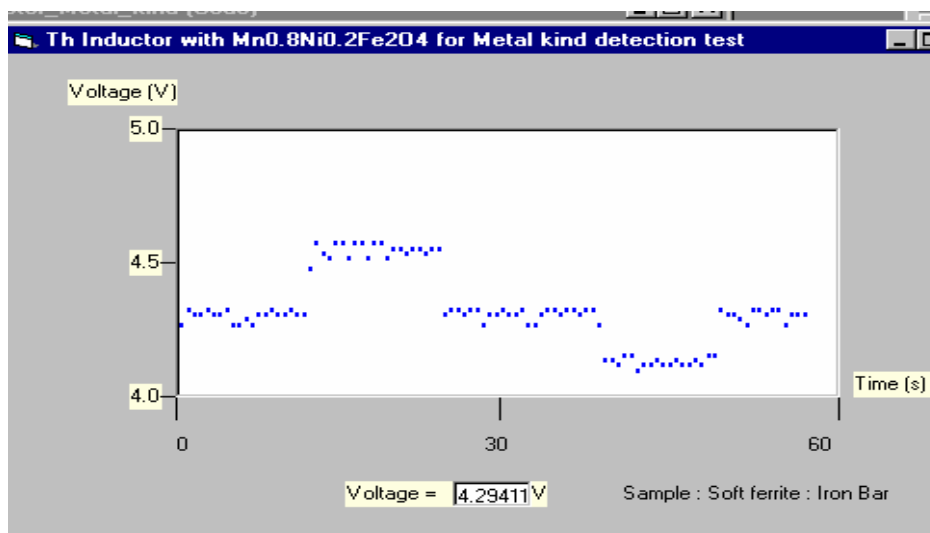
End Sub

2.4 การตรวจวัดชนิดของโลหะ

สารตัวอย่างที่ใช้สำหรับการตรวจวัดชนิดของโลหะจะเหมือนกันกับในหัวข้อ 2.3 การกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่าน การจัดเครื่องมือสำหรับการทดสอบขดลวดที่มีสาร $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ เป็นแกนให้ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ในเครื่องตรวจวัดชนิดของวัสดุด้วย Visual Basic จะเหมือนภาพที่ 2 สร้าง Form สำหรับการทดสอบขดลวดที่มีสาร $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ เป็นแกนให้ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ในเครื่องตรวจวัดชนิดของวัสดุด้วย Visual Basic แสดงดังภาพที่ 5 แล้วเขียน Code และกำหนด Properties Window เพื่อควบคุมการทดลองวัสดุที่ต้องการตรวจสอบ คือ แท่งเฟอร์ไรต์อ่อน (soft ferrite bar) ซึ่งเป็นแกนของคอยล์อากาศวิทยุเอเอ็ม และแท่งเหล็ก (iron bar) แท่งเฟอร์ไรต์อ่อนมีความหนา 5.95 cm และเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.01 mm แท่งเหล็กเป็นรูปกรวยมีความสูง 1.6 cm เส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ 3.3 cm และเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก 1.4 cm กระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานโหลด (R_L) 39 Ω และสารตัวอย่าง (ขดลวดที่มีสารเป็นแกน) ที่มีความต้านทาน R_s แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_s มีค่า V_s และจะเข้าไปที่ input 0 (I0) ของ

ADC0809 V_s หรือ V_{bin} จะผ่าน 74LS244 ผ่าน ET-PCI8255V3 Card และ PCI Slot เข้าไปในคอมพิวเตอร์ ให้คอมพิวเตอร์รับแรงดันไฟฟ้าจากแผงวงจรเชื่อมต่อดัวยคำสั่ง $V_{bin} = \text{Inp}(\&H14C0)$ อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ปรากฏที่ขดลวดด้วยคำสั่ง $V_{pic} = (255 - (V_{bin} - 204) * 5)$ แสดงกราฟแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (V vs. t) บนจอด้วยคำสั่ง Picture1.PSet (i, $10 * V_{pic}$), vbBlue

ตั้งความถี่ของเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าเป็น 30.5 kHz วางแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนไว้บนขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ วัด V vs. t บนจอ วางแท่งเหล็กไว้บนขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ วัด V vs. t บนจอ การเขียนโค้ดจะเหมือนหัวข้อ 2.3 (การกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่าน)

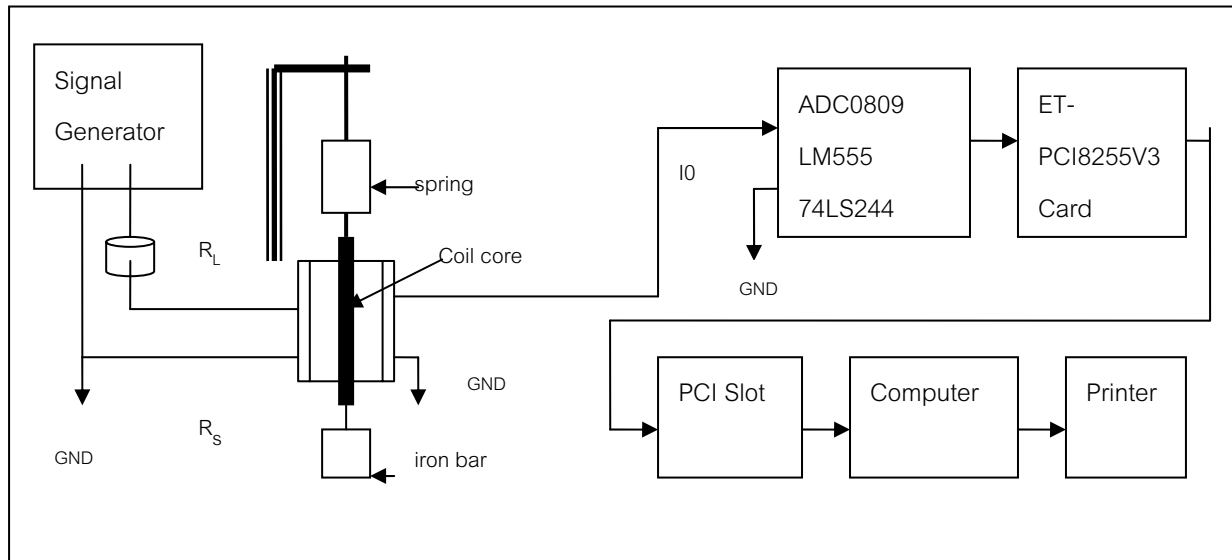


ภาพที่ 5 Form และภาพบนจอคอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ เป็นแกนให้ทำหน้าที่ตรวจวัดชนิดของวัสดุด้วย Visual Basic

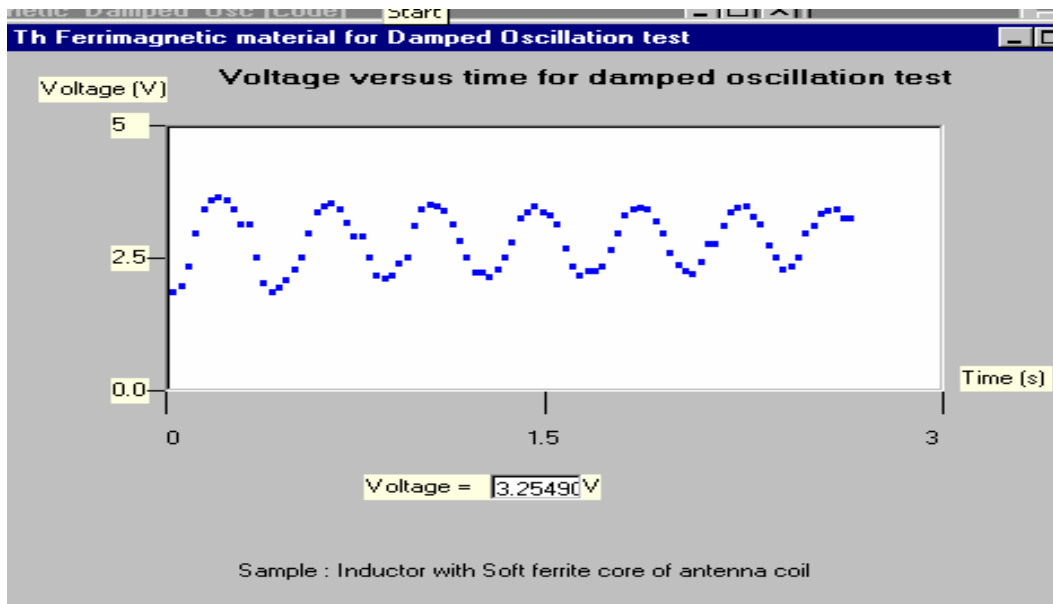
2.5 การออสซิลเลตแบบหน่วง

สารตัวอย่างที่ใช้ทดลอง คือ ขดลวดที่มีแกนเป็นเฟอร์ไรต์อ่อนของคอลลอยด์อากาศวิทยุเอเอ็ม จัดเครื่องมือสำหรับการทดสอบขดลวดที่มีแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนของคอลลอยด์อากาศวิทยุเอเอ็มเป็นแกนให้ทำหน้าที่สาธิตการออสซิลเลตแบบหน่วงด้วย Visual Basic แสดงดังภาพที่ 6 ยึดสปริง (spring) ให้ติดกับขาตั้ง ผูกแกนของขดลวด (coil core) ให้ติดกับสปริง ผูกแท่งเหล็ก (iron bar) ให้ติดกับแกนของขดลวด สร้าง Form สำหรับทดสอบขดลวดที่มีเฟอร์ไรต์อ่อนของคอลลอยด์อากาศวิทยุเอเอ็มเป็นแกนให้ทำหน้าที่สาธิตการออสซิลเลตแบบหน่วงด้วย Visual Basic แสดงดังภาพที่ 7 แล้วเขียน Code และกำหนด Properties Window เพื่อควบคุมการทดลอง กระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า

ไหลผ่านตัวต้านทานโหลด (R_L) 1 k Ω และสารตัวอย่าง (ขดลวดที่มีแท่งเฟอร์ไรต์เป็นแกน) ที่มีความต้านทาน R_s แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_s มีค่า V_s และจะเข้าไปที่ input 0 (I0) ของ ADC0809 เพื่อแปลงแรงดันอนาล็อก (AV) เป็นแรงดันดิจิทัล (DV) V_s หรือ V_{bin} จะผ่าน 74LS244 ผ่าน ET-PCI8255V3 Card และ PCI Slot เข้าไปในคอมพิวเตอร์ $V_{bin} = \text{Inp}(\&H14C0)$ เป็นคำสั่งให้คอมพิวเตอร์รับแรงดันไฟฟ้าจากแผงวงจรเชื่อมต่อเข้าไปในคอมพิวเตอร์ แสดงแรงดันไฟฟ้าที่ปรากฏที่ขดลวด (V_{pic}) ด้วยคำสั่ง $V_{pic} = (255 - V_{bin})$ แสดงกราฟแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (V vs. t) บนจอด้วยคำสั่ง Picture1.PSet (i, $10 * V_{pic}$), vbBlue สั่งพิมพ์กราฟ V vs. t การเขียนโค้ดจะเหมือนหัวข้อ 2.3 (การกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่าน)



ภาพที่ 6 การจัดเครื่องมือสำหรับการทดสอบขดลวดที่มีเฟอร์ไรต์อ่อนของคอยล์อากาศวิทยุเอเอ็มเป็นแกนให้ทำหน้าที่สาธิตการออสซิลเลตแบบหน่วงด้วย Visual Basic



ภาพที่ 7 Form และภาพบนจอคอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบขดลวดที่มีเฟอร์ไรต์อ่อนของคอยล์อากาศ วิทยุเอเอ็มเป็นแกนให้ทำหน้าที่สาธิตการออสซิลเลตแบบหน่วงด้วย Visual Basic

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการเตรียมสารตัวอย่างและผลการสร้างระบบการวัดวิหวลเบสิกเป็นฐาน

สาร $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ที่เตรียมได้มีความหนา 3.35 mm และเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.01 mm (ภาพที่ 8) ระบบการวัดวิหวลเบสิกเป็นฐานที่สร้างได้มีโครงสร้างประกอบด้วยวงจรเชื่อมต่อ ET-

PCI8255 card คอมพิวเตอร์ 80586 ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Window XP (ภาพที่ 9) ได้วิธีการเขียนโค้ดสำหรับใช้ในการควบคุมการวัดได้นำระบบการวัดวิหวลเบสิกเป็นฐานที่สร้างได้ไปใช้ในการสาธิตการทดลองจำนวน 3 เรื่อง คือ การกรองแรงดันไฟฟ้า ความถี่สูงผ่าน การตรวจวัดชนิดของโลหะและการออสซิลเลตแบบหน่วง



ภาพที่ 8 ภาพถ่ายของสาร $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ที่เตรียมได้



ภาพที่ 9 ภาพถ่ายของระบบการวัดที่ใช้วิหวลเบสิกเป็นฐาน

3.2 ผลการกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่าน

สารตัวอย่าง คือ ขดลวดที่มีสาร $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ เป็นแกน ดังแสดงในภาพที่ 8 ผลการทดสอบสารตัวอย่างให้ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่านด้วย Visual Basic แสดงดังภาพที่ 4 ถ้านำสารตัวอย่างไปอยู่ในวงจรไฟฟ้าเมื่อปรับความถี่ของแรงดันไฟฟ้าให้มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 4.2 kHz ถึง 66.8 kHz พบว่าอิมพีแดนซ์ของสารตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสารตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 0.5 V ถึง 5.0 V จากการสังเกตเห็นในขณะที่ทดลองโดยการเปรียบเทียบระหว่างผลการวัดที่ใช้ขดลวดที่มีสาร $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ เป็นแกนและขดลวดที่ไม่มีสาร $\text{Mn}_{0.8}$

$\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ เป็นแกนพบว่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสารตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อใส่แกนของขดลวด ดังนั้นสาร $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ แสดงอำนาจแม่เหล็ก สารยอมให้แรงดันไฟฟ้าในย่านความถี่สูงผ่านไปได้ดี สารทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์กรองแรงดันความถี่สูงผ่านได้ การที่อิมพีแดนซ์ของสารมีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ความถี่เพิ่มขึ้น แสดงว่าสารแสดงสมบัติที่ขึ้นกับความถี่ อุปกรณ์ชนิดนี้มีความเกี่ยวข้องกับการนำไปแยกสัญญาณไฟฟ้าที่มีความถี่ต่างกัน 2 ย่านออกจากกัน เช่น การแยกสัญญาณเสียงกับสัญญาณภาพออกจากกันในโทรทัศน์ คือสัญญาณเสียงไปที่ลำโพงและสัญญาณภาพไปที่จอโทรทัศน์

3.3 ผลการตรวจวัดชนิดของวัสดุ

สารตัวอย่างที่จะเหมือนกันกับในหัวข้อ 3.2 การกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่าน ผลการทดสอบขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ เป็นแกนให้ทำหน้าที่เป็นตรวจวัดชนิดของวัสดุด้วย Visual Basic แสดงดังภาพที่ 5 ความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ทดลองคือ 30.5 kHz เมื่อนำแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนวางบนขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ เป็นแกนพบว่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวดมีค่าสูง แต่เมื่อนำแท่งเหล็กวางบนขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ เป็นแกนพบว่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวดมีค่าต่ำ สาเหตุที่แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวดของกรณีทั้งสองมีค่าแตกต่างกันสามารถอธิบายได้ คือ เมื่อพิจารณาพบว่าแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนแสดงอำนาจแม่เหล็กเฟอร์รี แต่แท่งเหล็กแสดงอำนาจแม่เหล็กเฟอร์โรแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนตอบสนองต่อแรงดันไฟฟ้าในย่านความถี่สูง แต่แท่งเหล็กตอบสนองต่อแรงดันไฟฟ้าในย่านความถี่ต่ำ การที่นำแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนหรือแท่งเหล็กมาวางบนขดลวดที่มีสาร $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ เป็นแกนแล้วแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวดมีการเปลี่ยนแปลงเกิดจากขนาดและชนิดของแกนมีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นก็สามารถแยกแยะแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนกับแท่งเหล็กได้

3.4 ผลการออสซิลเลตแบบหน่วง

สารตัวอย่างที่ใช้ทดลอง คือ ขดลวดที่มีเฟอร์ไรต์อ่อนของคอยล์อากาศวิทยุเอเอ็มเป็นแกน ผลการสารตัวอย่างนี้ให้ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์สำหรับสวิตติงการออสซิลเลตแบบหน่วงด้วย Visual Basic แสดงดังภาพที่ 7 ตั้งความถี่ของเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าเป็น 3.5 kHz ตั้งแท่งเหล็กที่ผูกติดกับแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนที่ถูกผูกติดกับสปริงแล้วปล่อย แรงเสียดทานในระบบทำให้การสั่นมีอัมพลิจูดลดลง

4. สรุป

ได้เตรียมก่อนสารตัวอย่าง $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$ ซึ่งทำหน้าที่เป็นแกนของขดลวด ได้สร้างระบบการวัดขดลวดเบสิกเป็นฐานได้นำระบบการวัดที่สร้างขึ้นนี้ไปใช้ในการวัดแล้วพบว่าสารตัวอย่างสามารถกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่านได้และสามารถตรวจวัดเพื่อแยกแยะแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนออกจากแท่งเหล็กได้ ระบบการวัดที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ในการสวิตติงการออสซิลเลตแบบหน่วงของขดลวดที่มีแท่งเฟอร์ไรต์อ่อนของคอยล์อากาศวิทยุเอเอ็มเป็นแกนงานที่ทำนี้เป็นการสร้างเครื่องมือทดสอบวัสดุเพื่อประหยัดงบประมาณการสั่งซื้อเครื่องมือจากต่างประเทศระบบการวัดขดลวดเบสิกเป็นฐานทำขึ้นมาด้วยทุนเพียง 10000 บาท (ไม่รวมคอมพิวเตอร์ พงศาหมิกส์และเครื่องมือ

เตรียมสาร) ระบบการวัดที่สร้างขึ้นนี้สามารถใช้สวิตติงแม่เหล็กและนำไปใช้ทดลองเรื่องอื่นๆได้ไม่ต่ำกว่า 35 การทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์สำหรับการสนับสนุนเกี่ยวกับทุนวิจัย (2550)

เอกสารอ้างอิง

คณะผู้จัดทำ. (2551). *คู่มือ ET-PCI8255V3 card พร้อมโปรแกรม*. กรุงเทพฯ : บริษัท ETT Co., LTD.

Abdullah, M.H. (1997). Frequency dependence of the complex impedances and dielectric behaviour of some Mg-Zn ferrites. *Journal of Materials Science*, 32, 5817-5823.

Chong H. Ahn. (2001). On-chip eddy current sensor for proximity sensing and crack Detection. *Sensors and Actuators A: Physical*, 91(3), 340-345.

Domenico Patan & Ferruccio Ferrari. (1997). Seismpol_ a visual-basic computer program for interactive and automatic earthquake waveform analysis. *Computers & Geosciences*, 23(9), 1005-1012.

Forero, N., Hernandez, J. & G. Gordillo, G. (2006). Development of a Monitoring System for a PV Solar Plant. *Energy Conversion and Management*, 47(15-16), 2329-2336.

George C. Barney. (1988). *Intelligence Instrumentation : Microprocessor Applications in Measurement and Control*. 2nd Edition. (pp 1 – 467). New York : Prentice Hall.

Moulson, A.J. & Herbert, J.M. (1990). *Electroceramics*. London: Chapman & Hall. 1-464.

RaO, K.H., (1996). Unusual dielectric behaviour of Ni-Zn ferrites in the lower megahertz region (1-10 MHz) due to dimensional resonance. *Journal of Materials Science Letters*, 15, 781-783.

Ravinder, G. (1994). Electrical conductivity of Mn-Zn ferrites. *Journal of Applied Physics*, 75 (10), 6118-6120.

Sattar, A.A. (1996). Effect of magnetic order on electrical properties of Mn-Zn ferrite single Crystals. *Journal of Materials Science Letters*, 15, 1090-1092.