

การใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับในการตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกชนิดที่เอ็มอาร์ที่เกิดจากการคายประจุไฟฟ้าสถิตโดยอาศัยแบบจำลองเครื่องจักรกล

Using Back-Propagation Neural Network for Damage Detection of TMR Heads Due to Electrostatic Discharge Based on Machine Model

สิทธิศักดิ์ จามน้อยพรหม (Sittisak Jamnoiprom)*ดร.อภิรัฐ ศิริธราธิวัตร (Dr.Apirat Siritaratiwat)**

ดร.วนิดา แก่นอากาศ (Dr.Wanida Kanarkard)***

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งมีส่วนประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในการอ่าน และเขียนข้อมูล คือ หัวบันทึก ซึ่งหัวบันทึกในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์สามารถเกิดความเสียหายขึ้นได้ โดยสาเหตุหนึ่งเกิดจากการคายประจุไฟฟ้าสถิตในกระบวนการผลิตหัวบันทึก ยังคงเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลต่ออุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นที่มาของการพัฒนาการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกชนิดที่เอ็มอาร์ ที่เกิดจากการคายประจุไฟฟ้าสถิต โดยอาศัยแบบจำลองเครื่องจักรกลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับนี้เป็นตัววิเคราะห์ลักษณะของสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตแล้วสามารถจำแนกสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตที่ทำให้หัวบันทึกเสียหายได้โดยมีความถูกต้องสูงสุดถึง 96.831% และใช้เวลาในการเรียนรู้ประมาณ 3 นาที สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกชนิดที่เอ็มอาร์ที่เกิดจากการคายประจุไฟฟ้าสถิตจากเครื่องจักรกลสู่หัวบันทึกได้

ABSTRACT

Nowadays, a hard disk is an important device for data storage, in which one of the most important components for writing and reading data is recording head. It can be damaged by Electrostatic Discharge (ESD) in recording head manufacturing process. ESD remains a major problem affecting the hard disk drive industry. Therefore, this research proposes Back propagation Neural Network (BP) was used for damage detection of Tunneling Magnetoresistive (TMR) heads due to ESD based on Machine Model (MM). The BP can be classified MM-ESD signals of TMR heads. The best results show that 96.831% of accuracy and about 3 minutes of learning time for damage detection of TMR heads.

คำสำคัญ : การตรวจสอบความเสียหาย โครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับ การคายประจุไฟฟ้าสถิต แบบจำลองเครื่องจักรกล

Key Words : Damage detection, Back-Propagation neural network, Electrostatic discharge, Machine model

* มหบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ในปัจจุบันฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งถูกนำไปใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มากมาย เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ เครื่องเล่นวิดีโอเกมส์ เป็นต้น และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อีกมากมายที่ต้องการอุปกรณ์ในการจัดเก็บข้อมูล ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มีส่วนประกอบภายในมากมาย ทุกส่วนประกอบก็มีความสำคัญ แต่มีส่วนประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในการอ่าน และเขียนข้อมูล คือ หัวบันทึก ซึ่งหัวบันทึกในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์สามารถเกิดความเสียหายขึ้นได้ โดยสาเหตุหนึ่งเกิดจากการคายประจุไฟฟ้าสถิตในกระบวนการผลิตหัวบันทึก เป็นการคายประจุไฟฟ้าสถิตจากเครื่องจักรกลสู่หัวบันทึกของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เช่น การคายประจุอย่างทันทีทันใดจากขบวนการประกอบแผงวงจรที่มีการสะสมประจุ หรือจากสายไฟฟ้าที่มีการสะสมประจุของเครื่องทดสอบอัตโนมัติ เป็นต้น (อภิรัฐ, 2549) ซึ่งยังคงเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลต่ออุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นอย่างมาก จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาผลของการคายประจุไฟฟ้าสถิตในหัวบันทึกชนิด GMR (Giant Magnetoresistive) เป็นส่วนใหญ่ และมีการศึกษาผลของการคายประจุไฟฟ้าสถิตในหัวบันทึกชนิด TMR (Tunneling Magnetoresistive) บ้าง ทางผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการเกิดจากการคายประจุไฟฟ้าสถิตในหัวบันทึกชนิด TMR เนื่องจากการคายประจุไฟฟ้าสถิตจะส่งผลทำให้หัวบันทึกเกิดความเสียหายภายในส่วนอ่านข้อมูลของหัวบันทึก ภายในหัวบันทึกนั้นประกอบด้วยชั้นแม่เหล็กและชั้นที่เป็นฉนวนแม่เหล็กซึ่งแต่ละชั้นมีความไวต่อไฟฟ้าสถิต เมื่อมีการคายประจุไฟฟ้าสถิตสู่หัวบันทึก จะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นในสัญญาณทางแม่เหล็กของหัวบันทึกและเมื่อระดับแรงดันของการคายประจุไฟฟ้าสถิตมากขึ้น ค่าสัญญาณรบกวนในสัญญาณของหัวบันทึกก็มีค่าเพิ่มขึ้น จากการศึกษา งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกชนิด GMR ที่เกิดจากการคายประจุไฟฟ้า

สถิตจากการทดสอบคายประจุไฟฟ้าสถิตสู่หัวบันทึก โดยใช้แบบจำลองเครื่องจักรกลโดยใช้เทคนิคการแปลงเวฟเล็ท (Suwannata, et al., 2009) ซึ่งในภาคอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว มีการแข่งขันทางการตลาดสูง จึงได้มีการเลือกใช้วิธีใหม่ เพื่อให้มีการตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วขึ้น ซึ่งเป็นที่มาของการพัฒนาการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) ในการตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกชนิด TMR ที่เกิดจากการคายประจุไฟฟ้าสถิต โดยอาศัยแบบจำลองเครื่องจักรกล ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมมีความสามารถในการเรียนรู้ และจดจำข้อมูลได้ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมนี้เป็นตัววิเคราะห์ลักษณะของสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตหรือชุดข้อมูลของสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตแล้วสามารถตัดแยกคุณภาพของหัวบันทึกชนิด TMR

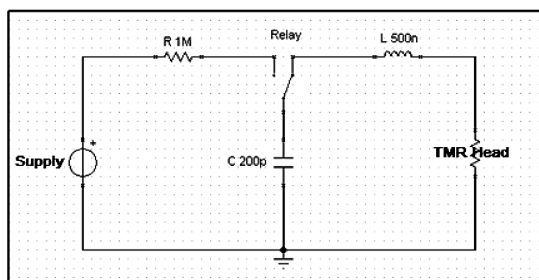
โครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับ (Back-Propagation Neural Network)

เป็นแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่เป็นรากฐานของแบบจำลองโครงข่ายประเทียมอื่นๆ โดยมีชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่บรรจุหน่วยซ่อน (Hidden Unit) ซึ่งจะช่วยในการเพื่อความถูกต้องแม่นยำของแบบจำลอง (Haykin, 1998) โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตัดแยกข้อมูล (Classification) ที่เป็นที่ยอมรับในประสิทธิภาพว่ามี ความสามารถในการจำแนกสูงระดับหนึ่งพัฒนามาตั้งแต่ (Tsoukalas and Uhrig, 1997) โดยงานที่โครงข่ายประสาทเทียมทำได้นั้นส่วนใหญ่นิยมให้ทำการแบ่งกลุ่ม หรือ จัดจำรูปแบบ โดยได้มีการนำโครงข่ายประสาทเทียมไปใช้ในหลายงาน เช่น (Paulraj, et al., 2009) ได้นำเสนอวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับ ในการจำแนกประเภทสัญญาณเสียงของผู้ป่วย (EnQing and Ran, 2005) ได้นำเสนอวิธีการ

โครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับในการตรวจจับและคัดแยกสัญญาณ Linear Frequency Modulation (LFM) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและ (Yongjian, *et al.*, 2007) ได้นำเสนอตัวกรองสัญญาณ (Filter) ชนิดใหม่ โดยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับซึ่งสามารถลดสัญญาณรบกวนในสัญญาณ EEG signals ได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้ (Sushama, *et al.*, 2008) ได้นำเสนอวิธีการแปลงเวฟเล็ตร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียม ในการจำแนกประเภทสัญญาณรบกวนในระบบไฟฟ้ากำลังออกเป็นกลุ่มได้

แบบจำลองเครื่องจักรกล (Machine Model)

เป็นวงจรทางไฟฟ้าที่เป็นการจำลองการเกิดการคายประจุไฟฟ้าสถิตจากเครื่องจักรกลสู่หัวบันทึกของฮาร์ดดิสก์ แบบจำลองนี้จะประกอบไปด้วย ตัวเก็บประจุขนาด 200 pF ที่มีการคายประจุโดยตรงไปยังชิ้นงานโดยไม่ผ่านตัวต้านทานดังภาพที่ 1 ตามมาตรฐานของสมาคมการคายประจุไฟฟ้าสถิต (ESD Association Standard) หมวดที่ ESD-STM 5.2: Electrostatic Discharge Sensitivity Testing Machine Model เมื่อปี ค.ศ. 1999 (อภิรัฐ, 2549)

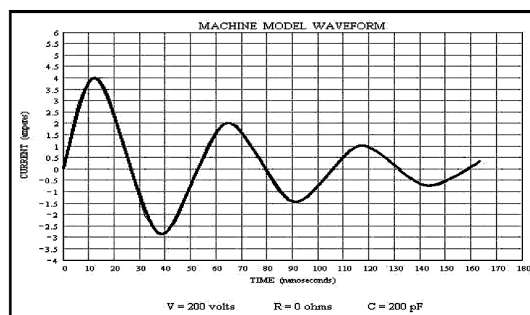


ภาพที่ 1 วงจรทางไฟฟ้าของแบบจำลองเครื่องจักรกลตามมาตรฐานของ ESD-STM 5.2: Electrostatic Discharge Sensitivity Testing – Machine Model (อภิรัฐ, 2549)

แบบจำลองเครื่องจักรกลนี้ อาจกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า เป็นกรณีเลวร้ายที่สุดของแบบจำลองมนุษย์ (Human Body Model) ที่แรงดันไฟฟ้าต่ำๆ โดย

ในทางปฏิบัติแบบจำลองเครื่องจักรกลนี้สามารถแสดงสถานะของความเป็นจริงในกรณีต่างๆ เช่น การคายประจุอย่างทันทีทันใดจากขบวนการประกอบแผงวงจรที่มีการสะสมประจุ หรือจากสายไฟฟ้าที่มีการสะสมประจุของเครื่องทดสอบอัตโนมัติ เป็นต้น

จะเห็นว่าแบบจำลองเครื่องจักรกลนี้ จะมีตัวเหนี่ยวนำที่จะเป็นตัวหลักในการกำหนดรูปร่างของสัญญาณคลื่น ซึ่งค่าความเหนี่ยวนำนี้นั้นค่อนข้างที่จะกำหนดได้ยากเพราะมีขนาดน้อยมาก เช่น ประมาณ 0.5 μH เป็นต้น รูปคลื่นกระแสตามมาตรฐานของ ESD-STM5.2: Electrostatic Discharge Sensitivity Testing – Machine Model นั้น ช่วงเวลาระหว่างจุดตัดบนแวนอนจุดที่ 1 และ 3 (tpm: Time Period of Major pulses) จะมีค่าประมาณ 66–90 ns ดังภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างรูปคลื่นเมื่อแรงดันในการคายประจุ มีค่าเป็น 200 V



ภาพที่ 2 รูปคลื่นกระแสที่ได้จากแบบจำลองเครื่องจักรกลตามมาตรฐานของ ESD-DS5.2: Machine Model – Component Level (อภิรัฐ, 2549)

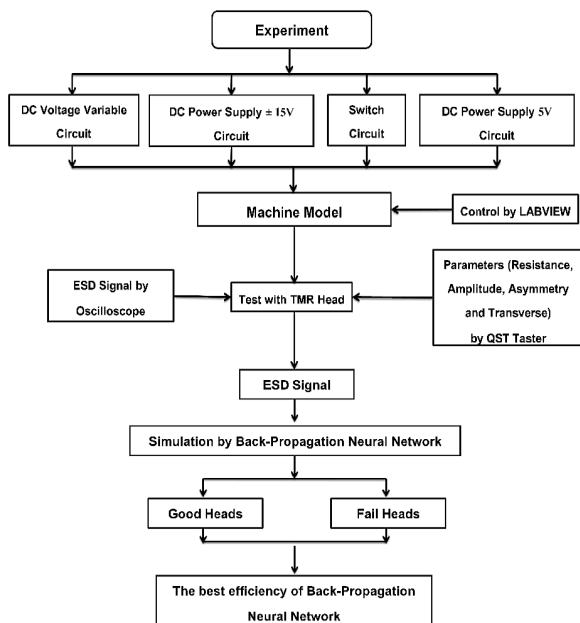
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบ และสร้างชุดทดสอบแบบจำลองเครื่องจักรกล สำหรับใช้ในการทดสอบการคายประจุไฟฟ้าสถิตสู่หัวบันทึกชนิด TMR
2. เพื่อออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมโดยใช้วิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับที่เหมาะสมในการตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึก

ชนิด TMR ที่เกิดจากการคายประจุไฟฟ้าสถิต โดยอาศัยแบบจำลองเครื่องจักรกล

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การทดลอง (Experiment) เพื่อเก็บข้อมูล และการจำลอง (Simulation) การปฏิบัติจริงซึ่งแสดงให้เห็นขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในแผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังภาพที่ 3 และอธิบายขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยโดยละเอียด ดังต่อไปนี้

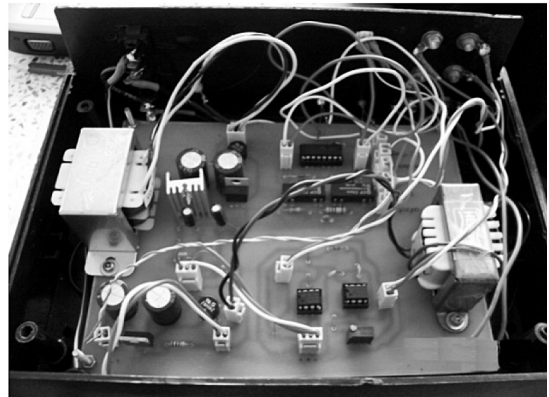


ภาพที่ 3 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การออกแบบและสร้างชุดทดสอบแบบจำลองเครื่องจักรกล

การออกแบบและสร้างชุดทดสอบแบบจำลองเครื่องจักรกล ประกอบด้วยวงจรปรับแรงดันวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง ± 15 V วงจรแหล่งจ่ายไฟตรง ± 5 V และวงจรสวิตช์ซึ่งได้ทำการรวมวงจรทั้งหมดเป็นแผนวงจรเดียวกัน โดยจะใช้คอนเน็คเตอร์ในการเชื่อม

ต่อวงจรแต่ละวงจร เนื่องจากต้องการตรวจสอบการใช้งานของแต่ละวงจรให้มีความพร้อมในการใช้งาน ถ้ามีวงจรใดเกิดความเสียหายจะได้แยกออกจากกันได้โดยไม่ทำให้วงจรอื่นเกิดความเสียหายดังในภาพที่ 4

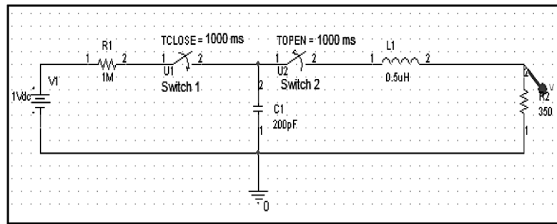


ภาพที่ 4 ชุดทดสอบแบบจำลองเครื่องจักรกล

ชุดทดสอบแบบจำลองเครื่องจักรกลนี้สามารถจำลองการเกิดการคายประจุไฟฟ้าสถิตจากเครื่องจักรกลสู่หัวบันทึกของฮาร์ดดิสก์ได้ โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ในการเขียนคำสั่งควบคุมผ่านทาง DAQ (Data Acquisition) ซึ่งจะอธิบายการออกแบบโปรแกรม LabVIEW ดังต่อไปนี้

การออกแบบโปรแกรม LabVIEW

ในการออกแบบโปรแกรม LabVIEW ที่ใช้ในการควบคุมชุดทดสอบแบบจำลองเครื่องจักรกล มีหลักการในแต่ละ Loop คือ การส่ง logic ออกทาง Digital Output จาก NIDAQ (National Instrument Data acquisition) ไปควบคุมสวิตช์โดยการสร้างฟังก์ชัน Block Diagram ขึ้นมาก็จะมี Front Panel เกิดขึ้นซึ่งใช้ในการ Control Analog Voltage และ Control Digital Output จาก NIDAQ ไปควบคุมให้ปิดสวิตช์ (Short Circuit) คือ Logic “1” (5 V) หรือไปควบคุมให้เปิดสวิตช์ (Open Circuit) คือ Logic “0” (0 V) ดังในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 วงจรไฟฟ้าเสมือนของแบบจำลองเครื่องจักรกล

หลักการทำงานของโปรแกรม LabVIEW

Loop1: Zero Input

ใน Loop นี้เป็นการส่ง logic “0”(0 V) ออกทาง Digital Output จาก DAQ ไปควบคุม Charge Switch (Open Switch 1) และ Discharge Switch (Open Switch 2) เพื่อ clear input

Loop 2: Close Charge Switch

ใน Loop นี้เป็นการส่ง logic “1”(5 V) ออกทาง Digital Output จาก DAQ ไปควบคุม Charge Switch (Close Switch 1) เพื่อให้ตัวเก็บประจุได้เก็บประจุไว้ (Charge) และส่ง logic “0”(0 V) ไปควบคุม Discharge Switch (Open Switch 2) โดยมีการหน่วงเวลา (Time delay) 1000 ms โดยใช้ Timer

Loop 3: Open Charge Switch

ใน Loop นี้เป็นการส่ง logic “0”(0 V) ออกทาง Digital Output จาก DAQ ไปควบคุม Charge Switch (Open Switch 1) และ Discharge Switch (Open Switch 2) เพื่อให้ตัวเก็บประจุได้เก็บประจุไว้ให้เต็มที่ (Stable) คือ ไม่ให้ประจุเกิดการถ่ายเทไปที่อื่น โดยมีการหน่วงเวลา 500 ms

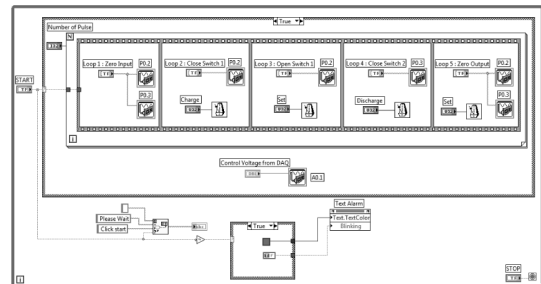
Loop 4: Close Discharge Switch

ใน Loop นี้เป็นการส่ง logic “0”(0 V) ออกทาง Digital Output จาก DAQ ไปควบคุม Charge Switch (Open Switch 1) และส่ง logic “1”(5 V) ไปยัง Discharge Switch (Close Switch 2) เพื่อให้ตัวเก็บประจุคายประจุไฟฟ้าสถิต (Discharge) สู่หัวบันทึกของฮาร์ดดิสก์ โดยมีการหน่วงเวลา 1000 ms

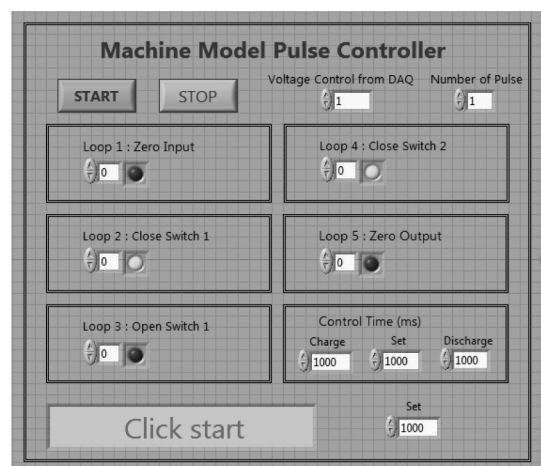
Loop5: Zero Output

ใน Loop นี้เป็นการส่ง logic “0”(0 V) ออกทาง Digital Output จาก DAQ ไปควบคุม Charge Switch (Open Switch 1) และ Discharge Switch (Open Switch 2) เพื่อ clear output

จากการออกแบบหลักการทำงานของโปรแกรม LabVIEW ที่ใช้ในการควบคุมชุดทดสอบแบบจำลองเครื่องจักรกลสามารถเขียนเป็นคำสั่งในโปรแกรม LabVIEW โดยการสร้างฟังก์ชัน Block Diagram ขึ้นมาดังในภาพที่ 6 และ Front Panel เกิดขึ้นดังในภาพที่ 7 ซึ่งใช้ในการ Control Analog Voltage และ Control Digital Output จาก DAQ



ภาพที่ 6 Block Diagram of Machine Model Pulse Controller



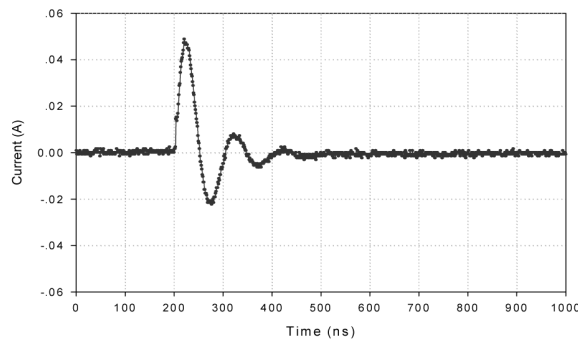
ภาพที่ 7 Front Panel of Machine Model Pulse Controller

อธิบายขั้นตอนการทดลอง

เริ่มต้นจากการทำงานของแบบจำลองเครื่องจักรกล จำลองการเกิดการคายประจุไฟฟ้าสถิตเกิดจากการจ่ายแรงดันที่ถูกควบคุมโดยโปรแกรม LabVIEWผ่านทาง DAQ ซึ่งจ่ายแรงดันแบบ Analog Voltage จ่ายเข้าที่วงจรปรับแรงดันที่มี Gain เป็น 2 เท่า ตัวอย่างเช่น เมื่อเราใส่แรงดันเป็น Analog Voltage 1 V Output ของวงจรปรับแรงดันจะเป็น 2 V เป็นต้น และวงจรปรับแรงดันนี้จะมีไฟเลี้ยง ± 15 V ซึ่งหมายความว่าแรงดันสูงสุดของวงจรปรับแรงดันนี้จะสามารถจ่ายแรงดันได้ไม่เกิน 30 V จากนั้นต่อวงจรปรับแรงดันเข้ากับวงจรสวิตช์ โดยปกติสวิตช์ที่ใช้จะเป็นปกติเปิด (Normally Open) เมื่อเราให้ logic “1” สวิตช์ก็จะปิด (Close Switch) และเมื่อให้ logic “0” สวิตช์ก็จะเปิด (Open Switch) ซึ่งสวิตช์แต่ละตัวจะถูกควบคุมโดยโปรแกรม LabVIEWผ่านทาง DAQ ซึ่งจ่ายแบบ Digital Voltage (Logic “1” หรือ “0”) และจะมีวงจร 5 V เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงให้กับสวิตช์

ทำการทดสอบการคายประจุไฟฟ้าสถิตสู่หัวบันทึกชนิด TMR เริ่มจากที่ระดับ 0 V และเพิ่มขึ้นเป็นขั้น ๆ ละ 0.1 V จาก DAQ แล้วใช้ Oscilloscope ในการเก็บข้อมูลของสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตที่วัดได้ และวัดค่าพารามิเตอร์พื้นฐานสำคัญของหัวบันทึก ได้แก่ Resistance, Amplitude, Asymmetry และ Transverse โดยใช้เครื่อง QST (Quasi Static Test) ปกติแล้วเมื่อมีการคายประจุไฟฟ้าสถิตเข้าสู่หัวบันทึกชนิด TMR แล้วจะบันทึกค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของหัวบันทึกแล้วนำค่าพารามิเตอร์นั้นมาวิเคราะห์ แล้วจึงจะสามารถสรุปได้ว่า หัวบันทึกชนิด TMR เกิดความเสียหาย

ลักษณะข้อมูลที่ได้จากการทดสอบการคายประจุไฟฟ้าสถิตที่วัดได้จาก Oscilloscope นำมาวิเคราะห์โดยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมนั้นเป็นชุดข้อมูลสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตในรูปแบบของไฟล์ excel แล้วสามารถพล็อตเป็นสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตได้ดังภาพที่ 8



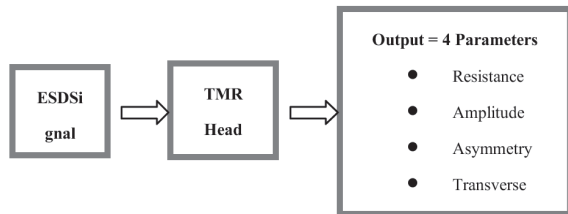
ภาพที่ 8 ชุดข้อมูลของสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตที่วัดได้จาก Oscilloscope

ในงานวิจัยนี้จะนำลักษณะสัญญาณหรือชุดข้อมูลของสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตที่วัดได้จาก Oscilloscope มาวิเคราะห์โดยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม แล้วสามารถคัดแยกได้ว่า ที่ระดับแรงดันการคายประจุไฟฟ้าสถิตเท่านี้ หรือลักษณะสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตเช่นนี้ ทำให้หัวบันทึกชนิด TMR เกิดความเสียหาย (Fail) หรือไม่เกิดความเสียหาย (Good) และวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพของวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม ในการตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกชนิด TMR ที่เกิดจากการคายประจุไฟฟ้าสถิตโดยอาศัยแบบจำลองเครื่องจักรกล โดยเปรียบเทียบกับผลความเสียหายจริงของหัวบันทึกชนิด TMR ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์พื้นฐานสำคัญ

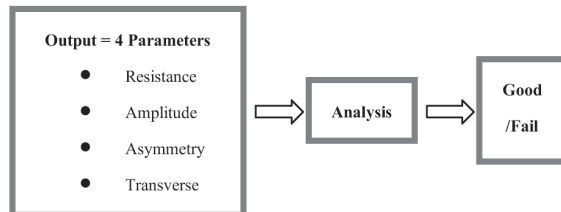
ดังนั้นจุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ก็คือใช้โครงข่ายประสาทเทียมนี้เป็นตัวตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกชนิด TMR โดยนำข้อมูลสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตนั้นมาวิเคราะห์โดยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม แล้วสามารถทำนายได้ว่า ที่ลักษณะสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตนี้ทำให้หัวบันทึกชนิด TMR เกิดความเสียหาย (Fail) หรือไม่เกิดความเสียหาย (Good)

การวิเคราะห์ความเสียหายของหัวบันทึกโดยวิธีปัจจุบัน

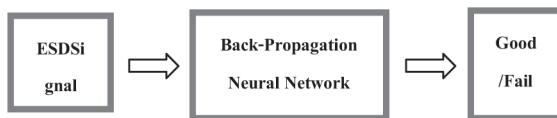
ขั้นตอนที่ 1: ทดสอบเก็บข้อมูล



ขั้นตอนที่ 2: วิเคราะห์ความเสียหายของหัวบันทึก



การวิเคราะห์ความเสียหายของหัวบันทึกโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับ



การวิเคราะห์ความเสียหายของหัวบันทึกโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม สามารถลดขั้นตอนการตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึก จากการวิเคราะห์ความเสียหายของหัวบันทึกโดยวิธีปัจจุบันได้

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมโดยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับ

ในการทดลองวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับ(Back-Propagation Neural Network: BP) ซึ่งข้อมูลทั้งหมดมีอินพุตคือชุดข้อมูลของสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตที่วัดได้จาก Oscilloscope ในรูปแบบของไฟล์ excel และมีเอาต์พุต 1 เอาต์พุต คือเสียหาย (Fail) หรือไม่เสียหาย (Good)

ทำการทดสอบกับหัวบันทึกชนิด TMR จำนวน 60 หัวบันทึก ซึ่งใน 1 หัวบันทึกสามารถทดสอบได้ประมาณ 20 สัญญาณ ใน 1 สัญญาณมีข้อมูล 1,000 จุด (records) มีทั้งหมด 1,451 สัญญาณ ดังนั้น มีข้อมูลทั้งหมด = $1,451 \times 1,000 = 1,451,000$ ข้อมูล

ในการทดลองนี้ได้ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับ เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และประสิทธิภาพที่ดีที่สุด โดยทำการปรับค่าพารามิเตอร์ 4 ค่า ดังนี้

1. จำนวนข้อมูลที่ใช้ฝึกการเรียนรู้: จำนวนข้อมูลที่ใช้ทดสอบ(Percent of Training (%))
- 50:50, 60:40, 70:30, 80:20
2. จำนวนชั้นของชั้นซ่อน (Number of hidden layers)
- 1, 2
3. จำนวนนิวรอนของชั้นซ่อน (Number of hidden neurons)
- ชั้นซ่อน 1 ชั้นมีจำนวนนิวรอนเป็น 5, 10, 15, 20
- ชั้นซ่อน 2 ชั้น มีจำนวนนิวรอนเป็น [5, 5], [10, 5], [15, 5], [15, 10], [20, 5], [20, 10], [20, 15]
4. จำนวนรอบในการคำนวณ (Stop on Cycles :epochs)
- 500, 1000, 1500

ผลที่ได้จากการทดลอง คือ ความถูกต้อง (Accuracy)และเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ (Learning time)ที่ใช้ในการบอกถึงประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับ

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยอุปกรณ์

1. ชุดทดสอบแบบจำลองเครื่องจักรกล
2. เครื่อง QST (Quasi Static Test)

3. OscilloscopeTektronix รุ่น DPO 4054
ที่มี bandwidth 1.5 GHz

4. CT 6 (Current Transformer)

5. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ใช้
ทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

ระบบปฏิบัติการ : Windows 7

ซีพียู : Intel Core 2 Duo P8400 @2.66GHz

แรม : DDR2 3 GB

ซอฟต์แวร์

1. Clementine 12.0
2. LabVIEW 8.6
3. Microsoft Excel 2007

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ตารางที่ 1 ผลการทดลองโดยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับ

Number of input neurons: 1000								
Number of hidden layers: 1								
Number of hidden neurons: 20								
Number of output neurons: 1								
Learning rate: 0.1								
Stop on Cycles (epochs)	50% of Training		60% of Training		70% of Training		80% of Training	
	Accuracy (%)	Time (min)	Accuracy (%)	Time (min)	Accuracy (%)	Time (min)	Accuracy (%)	Time (min)
500	92.895	2:49	94.272	4:34	92.735	2:23	95.119	1:51
1000	92.791	6:38	92.267	3:28	91.859	3:14	96.831	2:55
1500	92.066	4:40	94.091	4:22	94.001	4:04	94.913	3:48

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองที่ดีที่สุด คือที่ 80% of Training และที่ 1000 epochs มีค่า Accuracy เท่ากับ 96.831 % และใช้เวลาในการเรียนรู้ 2:55 นาที

จากการทดลองพบว่า โครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับนั้นสามารถตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกได้มีความถูกต้องสูงสุดถึง 96% และใช้เวลาในการเรียนรู้เพียงประมาณ 3 นาที จากงานวิจัยส่วนใหญ่จะเลือกการทดลองที่ 70% of training ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับสามารถตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกได้มีความถูกต้องสูงสุดถึง 94 % และใช้เวลาในการเรียนรู้เพียงประมาณ 4 นาที

โครงสร้างในโครงข่ายประสาทเทียมที่มีความซับซ้อนมาก ไม่ได้หมายความว่า โครงข่ายประสาท

เทียมนั้นจะมีประสิทธิภาพที่ดีมากเสมอไป แต่อาจต้องใช้เวลาในการคำนวณมากจนทำให้ต้องเสียเวลามากเกินไป ซึ่งในงานที่ต้องการความรวดเร็ว อาจจะไม่เหมาะสมกับงาน ดังนั้นในการที่จะเลือกว่า โครงสร้างในโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมกับงานที่สุด ควรจะเลือกโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน ใช้เวลาในการเรียนรู้สั้น และมีประสิทธิภาพที่ดี

การเตรียมข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญต่อโครงข่ายประสาทเทียมอย่างมาก ถ้ามีการเตรียมข้อมูลที่ดีและถูกต้องจะทำให้ผลที่ได้ออกมามีประสิทธิภาพดี และการตัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นออก แล้วเอาข้อมูลที่จำเป็นที่สุดมาให้โครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้ จะช่วยให้โครงข่ายมีค่านวนที่น้อยลง และมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

สรุปผลการวิจัย

โครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับนั้นสามารถตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกได้มีความถูกต้องสูงสุดถึง 96.831% และใช้เวลาในการเรียนรู้เพียงประมาณ 3 นาที ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เทคนิคการแปลงเวฟเล็ทสามารถตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกได้มีความถูกต้องสูงสุดถึง 100% แต่ใช้เวลาในการเรียนรู้มากกว่า 1 ชั่วโมงงานวิจัยนี้จึงมีความคุ้มค่ากับการลงทุนด้วยการพัฒนาวิธีการที่ไม่ซับซ้อนนี้ และใช้เวลาในการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว ซึ่งในภาคอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์นี้ต้องการความถูกต้องและความรวดเร็วสูง โครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับนั้นสามารถทำงานได้เทียบเท่ากับความสามารถของมนุษย์โดยเป็นตัวที่คอยสังเกตการณ์แทนมนุษย์ได้ เมื่อเกิดสัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตขึ้น โครงข่ายประสาทเทียมสามารถตรวจสอบได้ว่า สัญญาณการคายประจุไฟฟ้าสถิตเช่นนี้ทำให้หัวบันทึกเกิดความเสียหาย ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมสามารถเรียนรู้ได้เร็ว และสามารถตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง

งานวิจัยในอนาคต

ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอมมิตตี (Committee) เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และพัฒนาให้สามารถตรวจสอบความเสียหายของหัวบันทึกที่เกิดการคายประจุไฟฟ้าสถิตให้มีความถูกต้องสูงขึ้น ซึ่งเป็นการลดการเกิดความเสียหายของหัวบันทึกในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจาก “ศูนย์วิจัยร่วมเฉพาะทางด้านส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น” และ “ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ”

เอกสารอ้างอิง

- อภิรัฐ ศิริธราธิวัตร. 2549. ผลการคายประจุไฟฟ้าสถิตในหัวบันทึก (Electrostatic Discharge Effect in Recording Heads). ปทุมธานี: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC).
- EnQing, C., and Ran, T. 2005. A Novel Method to Detect and Separate LFM Signal Based on Artificial Neural Network. Neural Networks and Brain 2005 ICNN&B '05 International Conference. (pp. 32–35). Beijing.
- Haykin Simon. 1998. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. 2. Prentice Hall.
- Sushama, M., Das, GTR., Lakshmi, AJ., and Chandana, K. 2008. Classification of Power Signal Disturbances Using Wavelet Based Neural Network. Power System Technology and IEEE Power India Conference, 2008.POWERCON 2008. Joint International Conference on, 2008. (pp. 1–5). New Delhi.
- Suwannata, N., Sompongse, D., Rakpongsiri, P., and Siritaratiwat, A. 2009. ESD Affected GMR Head Detection by Using Machine Model: Wavelet Transform Technique Approach. Journal of Solid State Phenomena, Vol. 152–153, 443–446.
- Paulraj, MP., Yaacob, S., and Hariharan, M. 2009. Diagnosis of vocal fold pathology using time-domain features and systole activated neural network. Signal Processing & Its Applications, 2009.CSPA 2009. 5th International Colloquium on, 2009. (pp. 29–32). Kuala Lumpur.

- Tsoukalas, L.H. and Uhrig, R.E. 1997. Fuzzy and Neural approaches in engineering. Wiley Interscience, New York, NY.
- Yongjian, C., Akutagawa, M., Katayama, M., Qinyu, Z., and Kinouchi, Y. 2007. Additive and Multiplicative Noise Reduction by Back Propagation Neural Network. Engineering in Medicine and Biology Society, 2007. EMBS 2007. 29th Annual International Conference of the IEEE, 2007. (pp. 3184-3187). Lyon.