

ระบบวัดอัตราเร่งโดยไมโครคอมพิวเตอร์

ตะวัน สุจริตกุล

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พฤษภาคม 2530

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้กล่าวถึง การออกแบบ การประกอบ การเขียนชุดคำสั่งใช้งาน ของระบบวัดอัตราเร่งโดยไมโครคอมพิวเตอร์เป็นต้นฉบับ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสั่นสะเทือนหรือการกระทบ และได้กล่าวถึงแนวทางการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ใช้งานได้ง่าย และแนวทางการวัดข้อมูลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงสั้นๆ เพียงครั้งเดียวซึ่งมักจะเกิดขึ้นในการกระทบ

ระบบวัดอัตราเร่งอัตโนมัติประกอบด้วย หัววัดอัตราเร่งแบบ STRAIN GAUGE KYOWA AS-1GB, ระบบปรับและขยายสัญญาณ KYOWA CDV-110A, ระบบเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นตัวเลข TECMAR PC-MATE LABMASTER, และไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 16 บิต โดยสามารถทำงานด้วยความเร็ว 1,000 จุดต่อวินาที

ข้อมูลจากระบบวัดนี้สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมอื่นๆ ได้ เนื่องจากข้อมูลที่เก็บไว้สามารถจะแปลให้เป็น DISK FILE แบบมาตรฐาน ASCII ได้ ข้อมูลนี้ยังสามารถนำไปใช้วาดกราฟด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีขายอยู่ในท้องตลาดได้ด้วย

ABSTRACT

This paper is about design, assembly, and programming of a microcomputer based acceleration monitor system for use in research work dealing with vibration or impact. The paper also describes method of programming for ease of use by researchers and a strategy to capture brief, non repeating events like those occurring during impact.

The system consists of a strain gauge type acceleration transducer (Kyowa AS-1GB), an amplifier/signal conditioning unit (Kyowa CDV-110A), an analog to digital converter (Tecmar PC-Mate Labmaster), and a 16 bit microcomputer. The system can operate at maximum speed of 1,000 data points per second.

Data acquired by the system can be analyzed by any other program that can read standard text files (ASCII file). The information can also be ported into packaged programs for analysis or graphic presentation.

คำนำ

ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสั่นสะเทือนหรือการกระทบมักจะมีปัญหาที่เกิดขึ้นมาจากอุปกรณ์การวัดที่ไม่สามารถจะให้ข้อมูลที่ต้องการโดยตรงได้ อัตราเร่งหรือแรงที่เกิดขึ้นจากการกระทบนั้น มักจะเกิดขึ้นในเวลาสั้นๆ เท่านั้น ซึ่งก็ทำให้ยากต่อการวัดเวลาและแรงที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง วิธีการวัดตามปกติจะใช้หัววัดต่อกับระบบขยายหรือปรับสัญญาณ แล้วนำสัญญาณที่ได้มาทำการแสดงผลบนเครื่อง CHART RECORDER ความเร็วสูงหรือ OSCILOSCOPE ระบบ CHART RECORDER จะมีข้อจำกัดที่ความเร็ว เนื่องจากสัญญาณที่วัดได้จะต้องไม่เร็วกว่าความสามารถของปากกาของเครื่องที่จะเคลื่อนไหวได้ สำหรับ OSCILOSCOPE นั้น สัญญาณจะปรากฏในรูปของจุดแสงบนหน้าจอ ซึ่งไม่มีข้อจำกัดทางด้านความเร็วมากนัก แต่รูปบนหน้าจอจะต้องใช้วิธีการถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูล ถ้าหากว่าเหตุการณ์ที่ต้องการจะวัดเกิดขึ้นเร็วมาก และไม่เกิดอย่างซ้ำซ้อน ก็จะทำให้การถ่ายภาพหน้าจอเป็นไปอย่างยากลำบาก ถึงแม้เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วในแบบของกราฟหรือรูปภาพ ก็ยังจะต้องนำข้อมูลเหล่านั้นมาแปลงเป็นตัวเลขเพื่อหาแรงสูงสุดหรือพลังงานที่เกิดขึ้นระหว่างการกระทบด้วยการอินทิเกรตโดยวิธีตีตาราง ซึ่งเสียเวลามาก ข้อมูลทางด้านการสั่นสะเทือนมักจะประกอบด้วยสัญญาณความถี่สูง SUPERIMPOSE ไปบนสัญญาณความถี่ต่ำ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะต้องแปลงมาเป็นตัวเลขเพื่อใช้ในการหา HARMONIC ต่างๆ ของการสั่นสะเทือนต่อไป

จุดมุ่งหมายของงานวิจัย

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือ ต้องการออกแบบระบบการวัดอัตราเร่ง ซึ่งสามารถที่จะให้ผลลัพธ์เป็นตัวเลขโดยตรง โดยมีความเที่ยงตรงสูง ตัวเลขที่ได้มาควรจะอยู่ในรูปแบบที่ระบบคอมพิวเตอร์ต่างๆ ใช้ได้โดยตรง เพราะผลของการทดลองมักจะต้องทำการคำนวณด้วยระบบคอมพิวเตอร์อยู่แล้ว การวาดกราฟของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลในลักษณะตัวเลขนั้น สามารถจะทำได้ง่ายโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ได้กับไมโครคอมพิวเตอร์ต่างๆ ไป การขยายเสกของกราฟเพื่อดูรายละเอียดบางส่วนก็ทำได้ไม่ยากนัก โดยที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ระบบการวัดยังจะต้องสามารถรอให้เหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งเกิดขึ้นและเริ่มทำการวัด เป็นต้นว่าถ้าต้องการวัดการกระทบ ระบบเครื่องมืออาจต้องรอให้อัตราเร่งสูงถึงค่าใดค่าหนึ่งแล้วจึงจะเริ่มทำการวัด ความเร็วในการเก็บข้อมูลควรจะปรับได้ เพราะการวัดอัตราเร่งในลักษณะต่างๆ อาจต้องการความถี่ของจุดข้อมูลไม่เท่ากัน

ระบบเก็บข้อมูลควรมีลักษณะการใช้งานที่ผู้ใช้เข้าใจได้ง่าย และสามารถแสดงผลในรูปกราฟจากข้อมูลที่เก็บไว้แล้ว

ลักษณะทั่วไปของระบบวัด

ระบบวัดอัตราเร่งประกอบด้วยหัววัดอัตราเร่งที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงอัตราเร่งที่เกิดขึ้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า และส่งสัญญาณนี้ไปให้ระบบขยายและปรับสภาพสัญญาณซึ่งจะกรองสัญญาณรบกวนที่ไม่ต้องการออกและขยายสัญญาณให้มีความแรงมากขึ้น แล้วจึงส่งสัญญาณที่ขยายแล้วนี้ไปยังระบบเปลี่ยนสัญญาณจากแบบแอนาลอกไปเป็นสัญญาณทางตัวเลข เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะรับสัญญาณทางตัวเลขนี้ไว้ แล้วคูณค่าคงที่ที่เหมาะสมเพื่อให้เป็นหน่วยมาตรฐาน และเก็บไว้ในจานแม่เหล็ก ข้อมูลในจานแม่เหล็กนี้สามารถนำมาแปลงให้โปรแกรมอื่นอ่านได้ หรือแสดงผลในรูปกราฟบนจอภาพ เครื่องพิมพ์ หรือเครื่องวาดก็ได้

หัววัดสัญญาณที่ใช้ในระบบวัดอัตราเร่งนี้ เป็นหัววัดอัตราเร่งแบบ STRAIN GAUGE (KYOWA AS-1GB) โดยใช้ STRAIN GAUGE 4 อัน ติดตั้งแบบ FOUR ARM ACTIVE บนสปริงแผ่นแบน และบนสปริงจะมีมวลที่ใช้ในการวัดอัตราเร่ง เมื่อเกิดอัตราเร่ง ตัวมวลก็จะทำให้เกิดแรงบนสปริงแผ่นแบน และเกิดการดัดตัวขึ้น ซึ่งก็จะทำให้ STRAIN GAUGE ที่ติดตั้งไว้วัดความเครียดได้ ตัว BRIDGE ของ STRAIN GAUGE จะมีสายเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ปรับสภาพสัญญาณและขยายสัญญาณ ความไวของหัววัดแบบนี้จะประมาณ 0.0075 g ต่อไมโครเมตร แต่ค่าที่จะใช้คำนวณความเร่งจะนำมาจากเอกสารประกอบหัววัดเพื่อความแน่นอน

ระบบปรับสัญญาณและขยายสัญญาณใช้ของ KYOWA รุ่น CDV-110A ซึ่งมีระบบกรองสัญญาณให้เฉพาะสัญญาณความถี่ต่ำผ่านไปได้ (LOW PASS FILTER) ซึ่งปรับได้ตั้งแต่ไม่มีการกรองสัญญาณเลย, 1 กิโลเฮิรตซ์, 300 เฮิรตซ์, 100 เฮิรตซ์ และ 10 เฮิรตซ์ ซึ่งตามปกติแล้วในสภาพห้องทดลองที่ไม่มีสัญญาณรบกวนมากนัก ก็สามารถที่จะใช้ในสภาพไม่ต้องกรองสัญญาณเลย ความสามารถในการขยายสัญญาณทำได้ตั้งแต่ 10 VOLT ต่อ 3000×10^{-6} , 10 VOLT ต่อ 1000×10^{-6} และ 10 VOLT ต่อ 3000×10^{-6} และมีระบบสำหรับ BALANCE BRIDGE ก่อนเริ่มต้นการวัด

ระบบเปลี่ยนสัญญาณจากแอนาลอกเป็นตัวเลขใช้ของ TECMAR รุ่น PC-MATE LAB MASTER 12 BIT 40 KHZ ซึ่งเราสามารถเปลี่ยนสัญญาณโดยมีความละเอียด 1 ใน 4096 ของสัญญาณที่เข้า (± 10 VOLT) และสามารถเปลี่ยนสัญญาณแอนาลอกเป็นตัวเลขได้ด้วยความเร็วสูงสุด 40,000 จุดต่อวินาที ระบบเปลี่ยนสัญญาณนี้ยังมีจังหวะเวลาที่ใช้

ฐานเวลาจาก QUARTZ ซึ่งทำให้ปรับอัตราความเร็วการวัดได้แน่นอนมาก

ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นแบบที่ทำงานคล้ายกับ IBM PC ซึ่งใช้งานได้โดยตรงกับระบบเปลี่ยนสัญญาณจากแอนาลอกเป็นตัวเลข มีจานแม่เหล็กขนาด 360K 2 ตัว ซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูลที่วัดได้ไว้ใช้ในภายหลัง เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้นี้สามารถแสดงผลบนจอภาพเป็นทั้งแบบตัวอักษรและรูปภาพ และสามารถจะพิมพ์รูปลงบนเครื่องพิมพ์หรือออกทางเครื่องวาดได้ภายใต้การบังคับของโปรแกรมที่ใช้ควบคุม

โปรแกรมที่ใช้ควบคุมระบบวัด

เพื่อให้ระบบเครื่องมือวัดใช้งานได้ง่าย ก็ใช้ปรับปรุงได้สะดวก และมีความสามารถหลายอย่าง จึงได้ใช้ภาษาระดับสูง (HIGH LEVEL LANGUAGE) ในการเขียนโปรแกรมควบคุม ถึงแม้ว่าการใช้ภาษาระดับสูงในการเขียนจะทำให้การทำงานช้าลงบ้าง แต่ก็คุ้มกับความสะดวกที่ได้รับ โปรแกรมที่เขียนขึ้น ใช้ระบบเมนูในการเลือกขั้นตอนการทำงานทั้งหมด โดยพยายามใช้การกดคีย์เพียงคีย์เดียวเพื่อที่จะสั่งงานใดๆ ข้อมูลที่โปรแกรมเก็บไว้จะทำให้กินเนื้อที่น้อยที่สุด โดยเก็บไว้เป็นลักษณะ INTEGER ตามแบบของข้อมูลดิบที่เก็บมาได้ และจะเปลี่ยนเป็นตัวเลขในหน่วยมาตรฐานที่มีจุดทศนิยม เมื่อจะแสดงผลหรือจะนำผลไปใช้กับโปรแกรมอื่นเท่านั้น

ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมใช้ภาษา TURBO PASCAL ของ BORLAND INTERNATIONAL เนื่องจากสามารถใช้เขียนโปรแกรมได้รวดเร็ว ภาษาเป็นแบบโครงสร้างทำให้แก้ไขและอ่านเข้าใจได้ง่าย และภาษานี้ยังมีความสามารถทางด้านกราฟิกและการติดต่อกับ PORT ของเครื่องโดยตรง ซึ่งทำให้การควบคุมการทำงานของระบบแปลงสัญญาณทำได้สะดวก การโปรแกรมด้วยภาษา TURBO PASCAL สามารถควบคุมการอ่านข้อมูลได้ไม่เกิน 1000 จุดต่อวินาที และในอนาคตอาจเชื่อมกับภาษาเครื่องให้อ่านข้อมูลได้เร็วถึงขั้นได้

ระบบเมนูที่ใช้ในการสั่งงานแยกออกเป็นสองส่วนคือส่วนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของการทำงาน เช่น ความถี่ของการเก็บข้อมูล ชื่อของไฟล์ที่จะใช้เก็บข้อมูล และอัตราเร่งที่จะทำให้เกิดการเริ่มเก็บข้อมูล อีกส่วนหนึ่งของเมนูก็คือส่วนที่สั่งงานโดยตรง เช่น การสั่งให้เก็บข้อมูล เร็วกว่าข้อมูลเก่าขึ้นมาดู แสดงผลเป็นกราฟ หรือการปรับจุดศูนย์ของระบบวัด

เมนูที่ใช้เกี่ยวข้องกับลักษณะของการทำงานประกอบด้วยคำสั่งดังต่อไปนี้

DRIVE

ใช้เลือกชุดจานแม่เหล็กที่จะใช้เก็บข้อมูล

EXTENSION	ใช้เปลี่ยนส่วนต่อของชื่อไฟล์เก็บข้อมูล
FILE NAME	ใช้เปลี่ยนชื่อไฟล์ที่จะเก็บข้อมูลหรืออ่านข้อมูลมาใช้
INTERVAL	ใช้เปลี่ยนเวลาระหว่างจุดข้อมูลเป็น 1/1000 วินาที
MAX DATA	ใช้เปลี่ยนจำนวนจุดของข้อมูลที่จะเก็บ
START G	ใช้ตั้งค่า G ที่จะเริ่มเก็บข้อมูล
เมนูที่ใช้รับการทำงานประกอบด้วยคำสั่งต่อไปนี้	
READ	ใช้ในการอ่านไฟล์ข้อมูลที่เก็บไว้ในจานแม่เหล็ก
LOG	ใช้ในการสั่งให้เก็บข้อมูล
DISPLAY	ใช้แสดงกราฟบนจอภาพ
PLOT	ใช้วาดกราฟบนเครื่องวาด
SAVE	เก็บลักษณะการทำงานไว้ใช้คราวต่อไป
ZERO	ใช้ตั้งจุดศูนย์ของทั้งระบบเมื่อเตรียมเก็บข้อมูล
CONVERT ASCII	เปลี่ยนข้อมูลเป็นไฟล์แบบ ASCII

นอกเหนือจากนั้นยังมีคำสั่ง QUIT ที่ใช้ในการเลิกการทำงาน และ HELP ที่ใช้ในการแสดงคำอธิบายเกี่ยวกับคำสั่งต่างๆ ในเมนู

วิธีการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มักจะไม่มีปัญหามากนักเมื่อข้อมูลของอัตราเร่งเป็นแบบการสั่นสะเทือน เพราะข้อมูลจะเป็นลักษณะ PERIODIC ซึ่งถ้าข้อมูลที่เก็บใช้เวลามากกว่าประมาณสอง PERIOD ก็มักจะพอที่จะทำให้เห็นข้อมูลได้อย่างชัดเจน แต่การเก็บข้อมูลของการกระแทก (IMPACT) จะต้องเก็บข้อมูลในเวลาสั้นมากและต้องการรายละเอียดสูง ดังนั้นถ้าเก็บข้อมูลด้วยความเร็วสูง หน่วยความจำที่มีอยู่จะเต็มอย่างรวดเร็ว และเครื่องไม่มีเวลาพอที่จะเขียนข้อมูลส่วนเกินลงบนจานแม่เหล็ก วิธีการที่ใช้ก็คือให้เครื่องอ่านข้อมูลไปเรื่อยๆ จนกว่าอัตราเร่งจะเกินค่าใดค่าหนึ่งที่กำหนดโดยผู้ใช้ แล้วจึงเริ่มเก็บข้อมูล ซึ่งจะสามารถทำให้เห็นลักษณะของอัตราเร่งระหว่างการกระแทกได้อย่างชัดเจน การเก็บข้อมูลจะเริ่มจากการโปรแกรมให้ระบบสัญญาณนาฬิกาภายในเครื่อง TECMAR ทำงานที่ความถี่ 100 KHz แล้วบรรจุตัวเลขเริ่มนับที่เหมาะสมเข้าไปในระบบนับ แล้วสั่งให้ระบบนับเริ่มทำงาน เมื่อถึงเวลาเครื่อง TECMAR จะทำการเก็บข้อมูลโดยอัตโนมัติ และตัวโปรแกรมจะรอสัญญาณข้อมูลพร้อม และอ่านเข้ามาในหน่วยความจำ การเก็บข้อมูลในลักษณะนี้ ทำให้ความถี่ในการเก็บข้อมูลแน่นอนมาก เพราะถ้าหากว่าใช้จังหวะเวลาในเครื่องคอมพิวเตอร์เองอาจทำให้เกิดปัญหา เพราะโปรแกรมทำงานช้าและถ้าใช้โปรแกรมงานใน LOOP เพื่อจับเวลาจะมีปัญหาสำหรับเครื่องที่ทำงานด้วยความถี่ไม่มาตรฐาน

ในโปรแกรมช่วงที่เก็บข้อมูลจะใช้ตัวเลขแบบ INTEGER ทั้งหมดเพื่อให้ได้ความเร็วสูง ข้อมูลที่เก็บได้ จะนำลงเก็บไว้ในไฟล์แบบ INTEGER เพื่อให้ใช้เนื้อที่การเก็บน้อยที่สุด และ จะเปลี่ยนเป็นหน่วยที่เหมาะสมเมื่อต้องการใช้งานข้อมูลนั้น

การปรับจุดศูนย์

ความผิดพลาดของข้อมูลที่วัดได้จะ ไม่มีปัญหาหากเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของ GUAGE FACTOR ของหัววัด สัดส่วนการขยายของระบบขยายสัญญาณ และอัตราการเปรียบเทียบ เพื่อเปลี่ยนข้อมูลแอนาลอกเป็นตัวเลข เพราะอุปกรณ์เหล่านี้มักจะเป็นลักษณะ LINEAR หรือมี COMPENSATION สร้างไว้ภายในอุปกรณ์อยู่แล้ว แต่จุดศูนย์มักจะคลาดเคลื่อนได้ง่ายเนื่องจากตำแหน่งการวางของหัววัด เครื่องขยายสัญญาณจะต้องปรับศูนย์ก่อนการวัดอยู่แล้ว และความยาวของสายระหว่างหัววัดกับเครื่องขยาย ก็อาจมีส่วนทำให้จุดศูนย์คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นการเขียนโปรแกรมจึงใช้การปรับจุดศูนย์ของทั้งระบบในคราวเดียว โดยการอ่านข้อมูลเข้ามาในคอมพิวเตอร์แล้วแสดงผลเป็นกราฟไปเรื่อยๆ ในขณะที่ผู้ใช้ปรับศูนย์บนระบบขยายซึ่งจะทำให้ได้ค่าศูนย์แน่นอนของทั้งระบบก่อนที่จะทำการวัด

สรุป

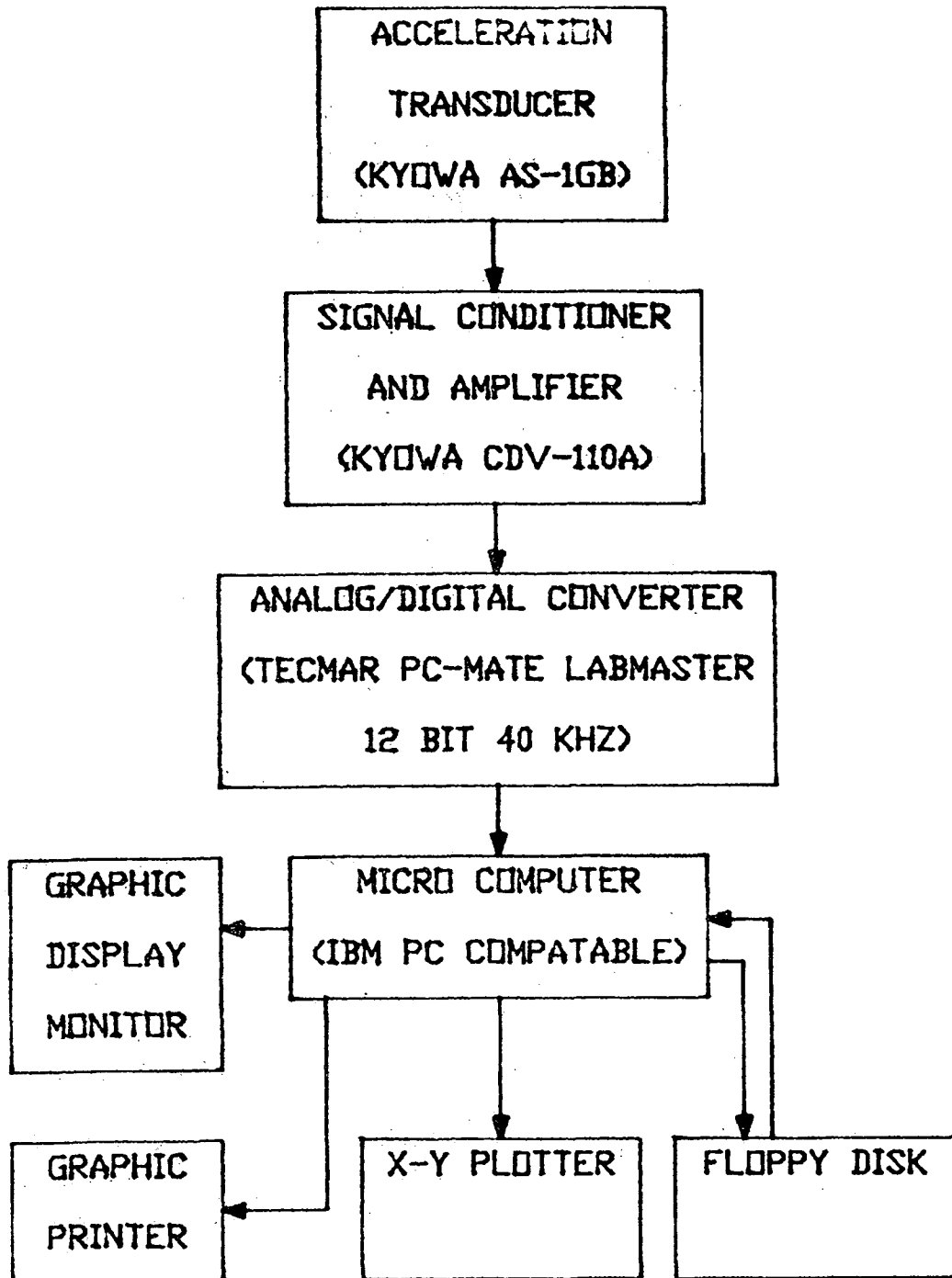
ระบบเครื่องวัดอัตราเร่งที่ประกอบขึ้นและเขียนโปรแกรมขึ้นใช้ควบคุมระบบการวัด ได้ทดลองใช้ได้ผลดี และในอนาคตจะปรับปรุงโปรแกรมให้มีความสามารถเก็บข้อมูลได้ด้วยความถี่สูงสุดเท่าที่ระบบแปลงสัญญาณจะทำได้ โดยการเขียนโปรแกรมส่วนที่เก็บข้อมูล โดยใช้ภาษาเครื่องซึ่งอยู่ในวิสัยที่เป็นไปได้ เนื่องจากระบบเก็บข้อมูลนี้ใช้เก็บข้อมูลดิบโดยตรงเก็บไว้ และนำมาคำนวณเพื่อแสดงผลในภายหลัง ดังนั้นข้อมูลที่เข้ามาจึงไม่จำเป็นต้องมาจากการวัดแบบ LINEAR และสามารถจะโปรแกรมให้เครื่องคำนวณค่าที่ต้องการวัดโดยใช้สมการหรือตารางเปรียบเทียบก็ได้ สัญญาณที่เข้ามาอาจมาจากการวัดแบบอื่นๆ ได้ถ้าหากว่าการขยายสัญญาณนั้นๆ อยู่ในช่วงที่ระบบแปลงข้อมูลจากแอนาลอกเป็นตัวเลขจะรับได้ (± 10 VOLT) เครื่องมือนี้ ได้ใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับการบรรจุหีบห่อของผลไม้ไปแล้ว โดยไม่มีปัญหาเกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

1. Kyowa Electronic Instruments Co., Ltd., "Operating Instruction Manual for Signal Conditioner Type CDV 110A", Japan.
2. Kyowa Electronic Instruments Co., Ltd., "Operating Instructions for Acceleration Transducer Series AS-A, AS-B, AS-TA, & AS-TB", Japan.

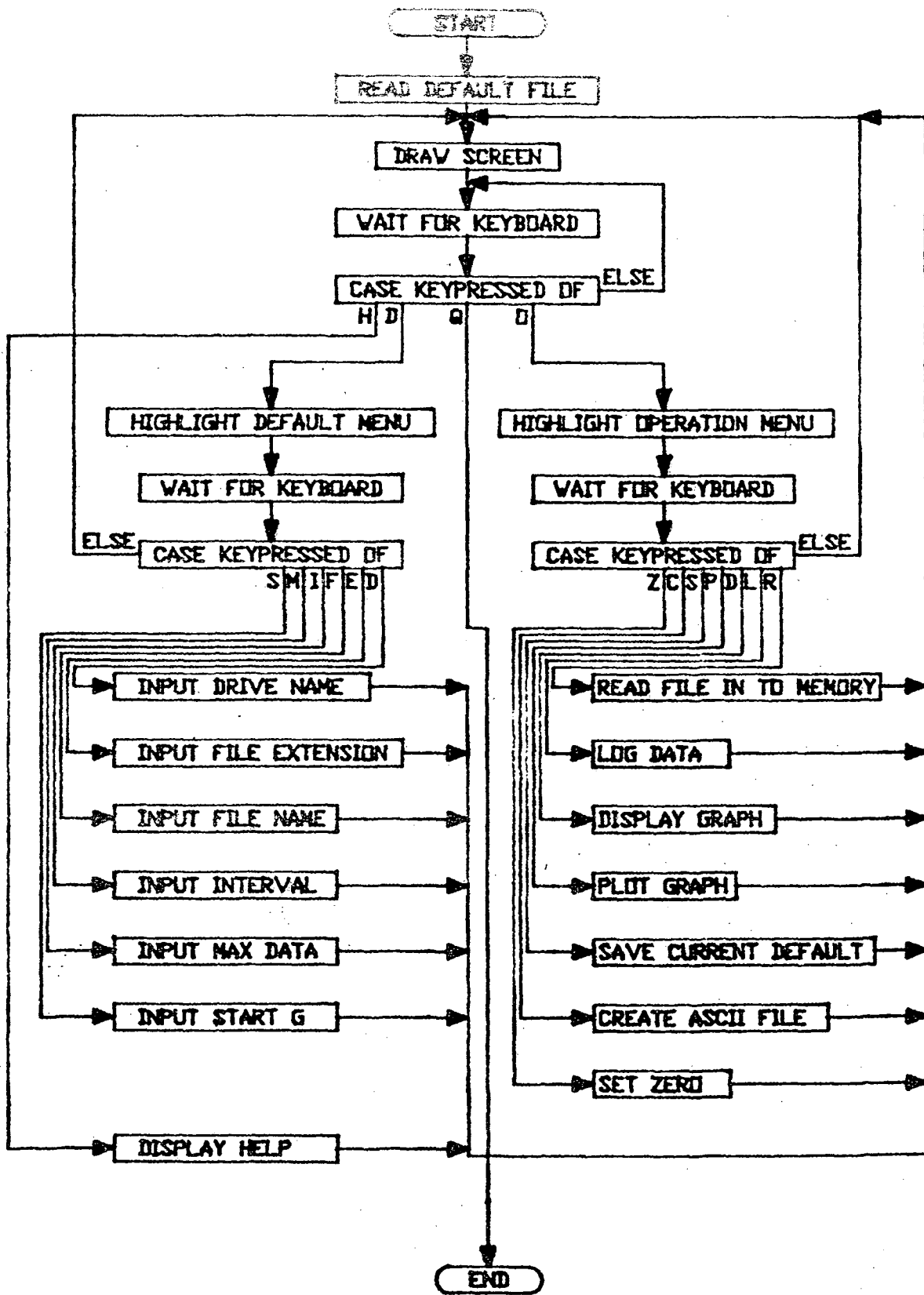
3. Kyowa Electronic Instruments Co., Ltd., "Instruction Manual for Miniature Acceleration Transducers", Japan.
4. Tecmar Incorporated Personal Computer Product Division, "PC-Mate Labmaster Installation Manual & User Guide", U.S.A.
5. Borland International Inc., "Turbo Pascal Version 3.0 Reference Manual", U.S.A.
6. International Business Machine Corporation, "IBM Personal Hardware Reference Library Technical Reference", U.S.A.
7. Doebelin, E., "Measurement Systems Application and Design Third Edition", McGraw Hill, U.S.A.

ACCELERATION MONITOR SYSTEM HARDWARE BLOCK DIAGRAM



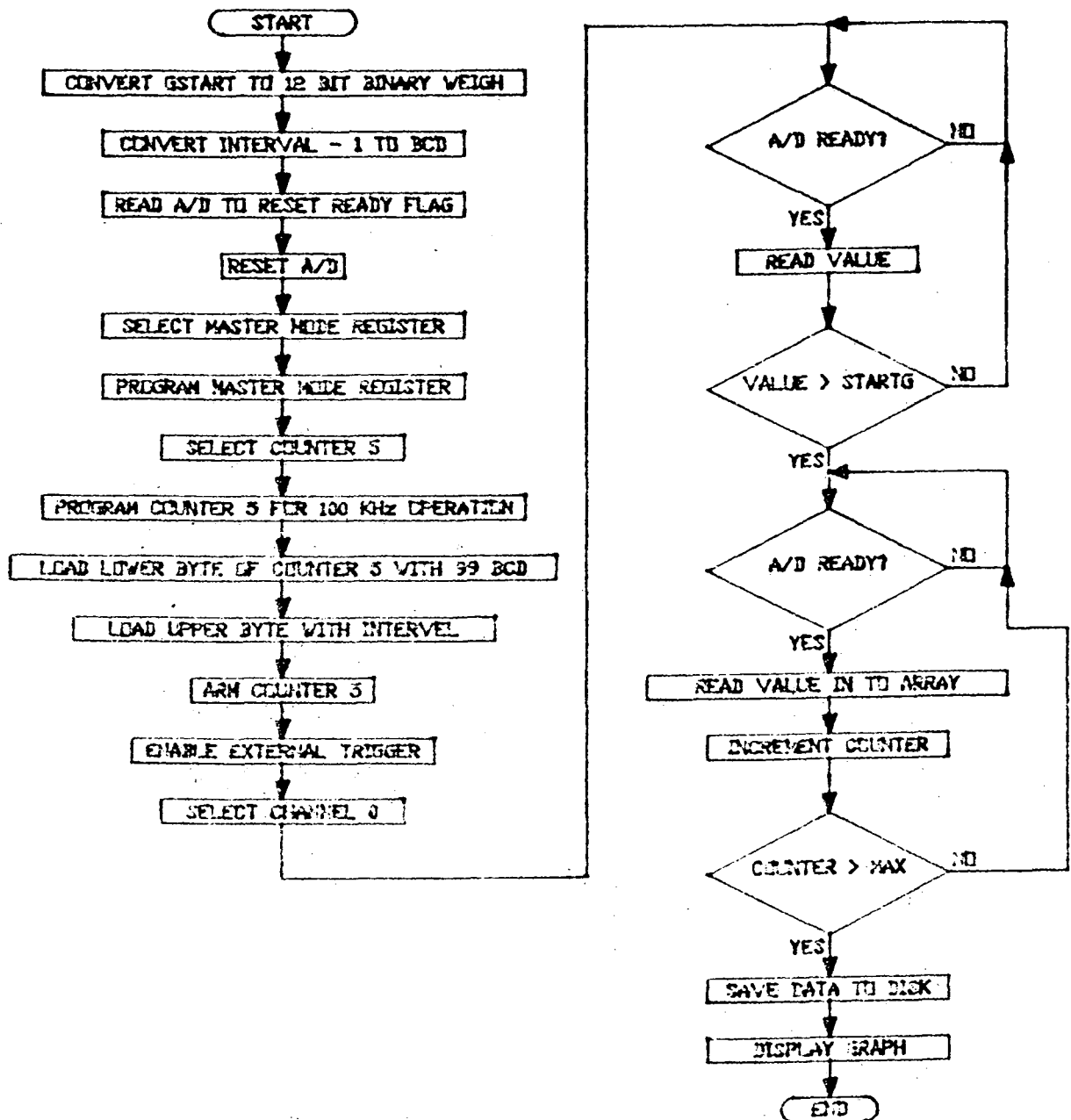
รูป 1. โครงสร้างของระบบ

USER INTERFACE FLOW CHART



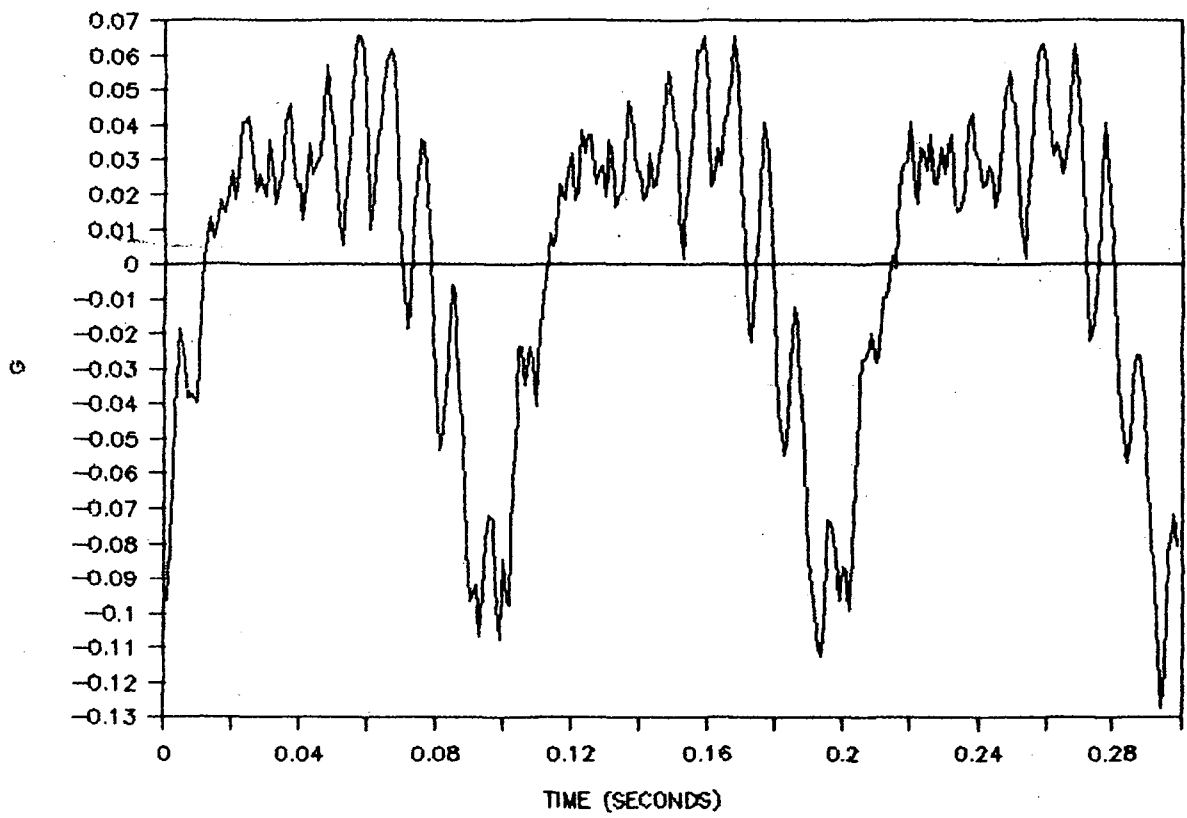
รูป 2. FLOW CHART ของโปรแกรมควบคุม

PROCEDURE LOG DATA FLOW CHART

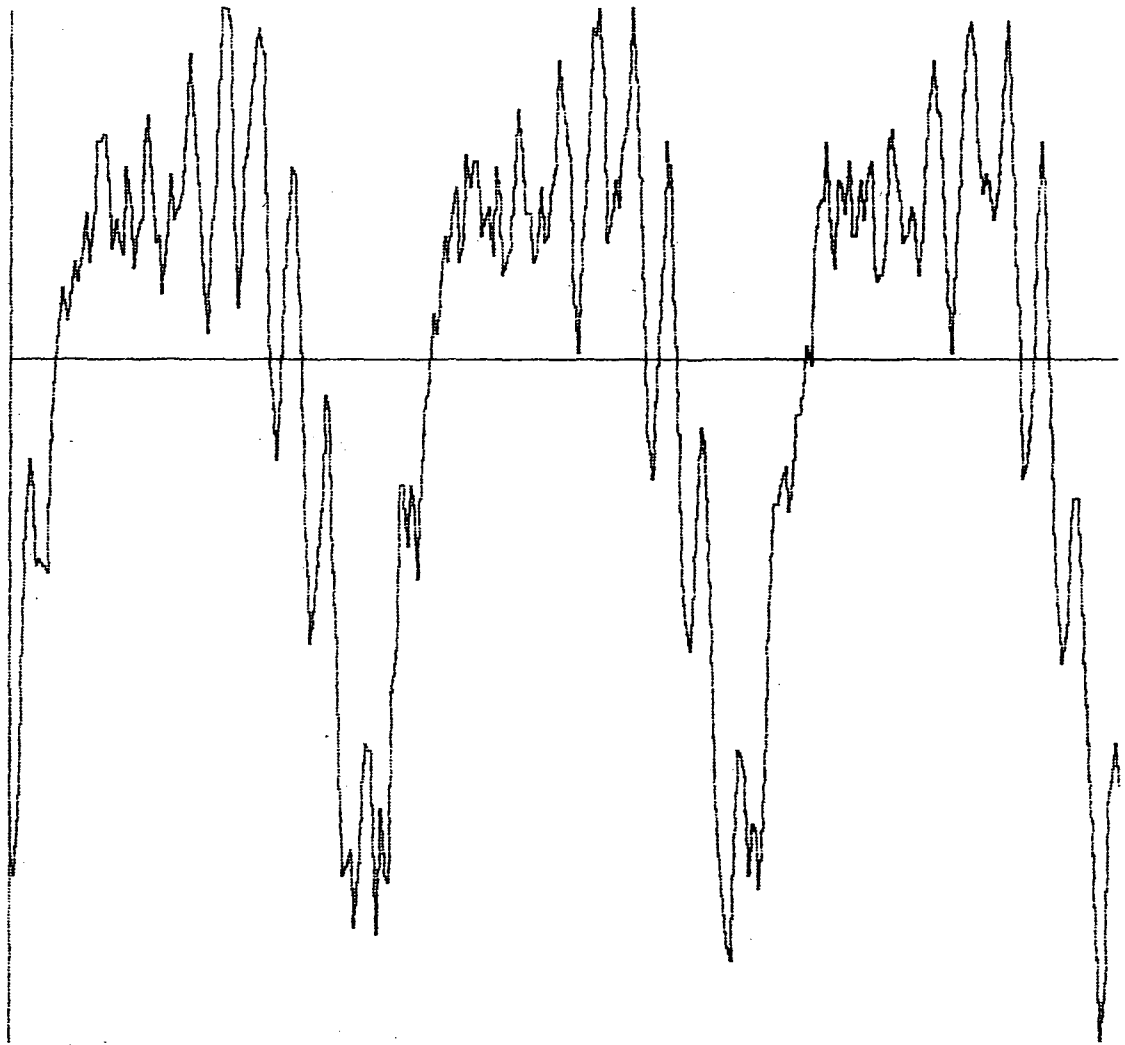


รูป 3. FLOW CHART ของโปรแกรมส่วนที่เก็บข้อมูล

SHAKE TABLE RUN 01



รูป 4. ตัวอย่างกราฟข้อมูลนิมต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป



Minimum X = 0.000000000E+00 Maximum X = 2.989999999E-01
Minimum Y = -1.275476244E-01 Maximum Y = 6.563130192E-02
File name test01.dat

รูป 5. ตัวอย่างกราฟข้อมูลนิมพ์ด้วยโปรแกรมที่เขียนขึ้น