

ต้นแบบคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรกลบนองค์ประกอบของ PC คอมพิวเตอร์

A prototype NC controller base on PC computer environments

อำนาจ คณะรัฐ ,สุลลพฤทธิ เลางเวชกุล, และสิริวรินทร์ เพชรรัตน์*

อาจารย์ กวิน สนธิเพิ่มพูน และอาจารย์ จำลอง ปราบแก้ว**

บทคัดย่อ:

ในเทคโนโลยีปัจจุบันของคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรกลหรือคอมพิวเตอร์ควบคุมเชิงตัวเลข (Computerized Numerical Controller: CNC) ในอุตสาหกรรม โดยส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีของประเทศแถบ ญี่ปุ่น หรือ ยุโรป ดังนั้นทำให้เกิดปัญหามากในทางอุตสาหกรรมในส่วนของการซ่อมบำรุงและการใช้งาน ในการวิจัยและพัฒนาดังกล่าวสามารถจะแก้ปัญหาต่างๆที่กล่าวมาแล้วโดยการสร้างต้นแบบและพัฒนา คอมพิวเตอร์ควบคุมความเร็วและตำแหน่งของเครื่องกัดเจาะโลหะแนวตั้งและเครื่องจักรกลอัตโนมัติ คอมพิวเตอร์ควบคุมเอ็นซี พืชีสามารถรองรับเอ็นซีที่เป็นมาตรฐาน ISO และ EIA กับการติดตั้งร่วมกับระบบ คอมพิวเตอร์ในการออกแบบและบริหารการผลิต(Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing : CAD/CAM) ตลอดจนการติดต่อสื่อสารกับภายนอกและเครื่องวัด 3 มิติ ในการวิจัยและพัฒนาดังกล่าวได้ทำ การสร้างต้นแบบของ Motion controller card และโปรแกรมควบคุมบนองค์ประกอบของ PC computer และใน ระบบการดังกล่าวสามารถควบคุมระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ 4 แกนแกนพร้อมๆกันภายใต้ชิปเฉพาะของ PMD ในส่วนการพัฒนาโปรแกรมประกอบด้วยโหมดต่างๆเช่น edit mode,manual mode,single block mode,automatic modeและโหมดอื่นๆ หลังจากนั้นได้ทำการออกแบบชิ้นงานและทดลองป้อนคำสั่งโดยตรงจากระบบ CAD/CAM ดังนั้นในระบบใหม่ของคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรกลสามารถง่ายต่อการพัฒนา บำรุงรักษาและเชื่อมต่อเป็น ระบบ Computer integration manufacturing

Abstract:

This paper describes an ongoing study and development of a new type NC controller base on PC computer environment (NC-PC) that is capable to control the speed and position of the vertical milling machine and automation machine. The new NC-PC controller is more flexible : a software provides ISO and EIA code standard with Computer-Aided Design and external communication with CMM machine or digitizing system. This research and development is the motion controller card on the PC environment and NC-PC software to be developed. The motion card can control 4 axis of speed and position under custom chip of the PMD. The PC controller software modules are developed bottom-up . Those modules are : downstream communication, manual mode, single step mode, automatic mode, edit mode and simulation mode. This was an application example, and the product in exercise is to be on the machining. This exercise shows that by using suitable computer-aided design and edit programe in the system. The feature-based NC-PC controller is capable to easy development, maintenance and computer integration manufacturing.

* นักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

**อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. บทนำ

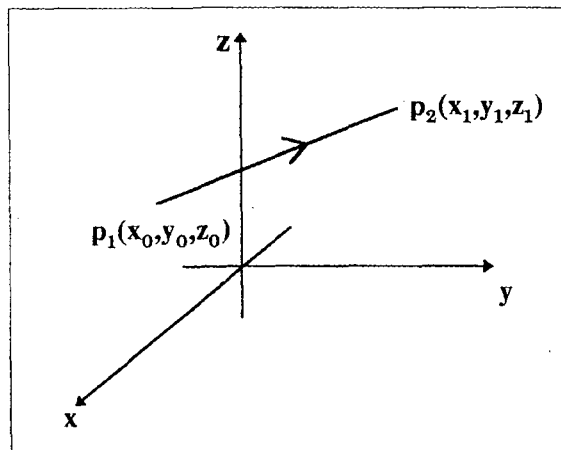
โครงการนี้เสนอ การพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกัดเซาะโลหะแนวตั้งผ่านทางการ์ดควบคุมสำเร็จรูป บนองค์ประกอบของ PC คอมพิวเตอร์ โดยในส่วนของเครื่องกัดเซาะโลหะแนวตั้งที่ใช้ในโครงการนี้นั้น ได้รับการแปรสภาพให้เหมาะสมกับการติดตั้งระบบควบคุมเอ็นซีเข้าไป ผลที่ได้จากโครงการนี้ เราจะได้ต้นแบบคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรกลที่มีความยืดหยุ่นในการนำไปพัฒนาต่อเพื่อใช้ในงานเฉพาะทางต่อไป ซึ่งเป็นการลดความยุ่งยาก ต้นทุนและปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนของการซ่อมบำรุง และการใช้งานคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรกล ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นเทคโนโลยีที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

2. ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์สำหรับซีเอ็นซี

สำหรับทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ด้วยกัน 3 ทฤษฎี คือ

2.1) Linear Interpolation

เป็นการประมาณการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น โดยส่วนควบคุมจะควบคุมแกนของเครื่องจักร 2 แกน หรือมากกว่านั้นพร้อมๆ กัน ในส่วนการตัดเชิงมุม ส่วนควบคุมจะใช้ข้อมูลที่ได้รับการโปรแกรมเข้ามาเก็บไว้แล้ว เพื่อคำนวณองศาหรือความชันของการตัดขึ้นส่วนของเส้นตรง ความยาวที่เปลี่ยนแปลงจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย จะเป็นตัวกำหนดการแบ่งเส้นและความชันของแต่ละแกน เพื่อทำการควบคุมการเคลื่อนที่ของมีดกัด ให้เคลื่อนที่เสมือนกับการเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียว ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเคลื่อนที่แบบ Linear Interpolation

F - อัตราป้อนในแนวการเคลื่อนที่

F_x - อัตราป้อนในแนวแกน X

F_y - อัตราป้อนในแนวแกน Y

F_z - อัตราป้อนในแนวแกน Z

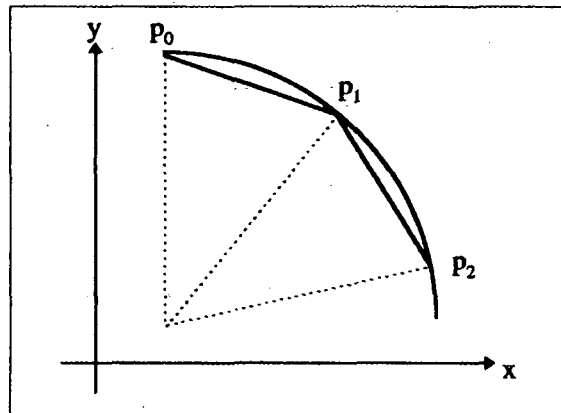
$$F_x = \frac{F * (\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ในแนวแกน x})}{(\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ทั้งหมด})} = \frac{F * (x_1 - x_0)}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2}}$$

$$F_y = \frac{F * (\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ในแนวแกน y})}{(\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ทั้งหมด})} = \frac{F * (y_1 - y_0)}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2}}$$

$$F_z = \frac{F \cdot (\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ในแนวแกน } z)}{(\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ทั้งหมด})} = \frac{F \cdot (z_1 - z_0)}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2}}$$

2.2) Circular Interpolation

เป็นการประมาณการเคลื่อนที่แบบเส้นโค้ง โดยในที่นี้จะใช้วิธี Chord Segments Method ซึ่งเป็นการประมาณเส้นโค้ง โดยใช้วิธีการแบ่งเส้นโค้งออกเป็นเส้นตรงเล็กๆ ต่อเนื่องกันไป ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเคลื่อนที่แบบ Circular Interpolation

จากนั้นจึงใช้การประมาณการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้นดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

2.3) Offset Calculation

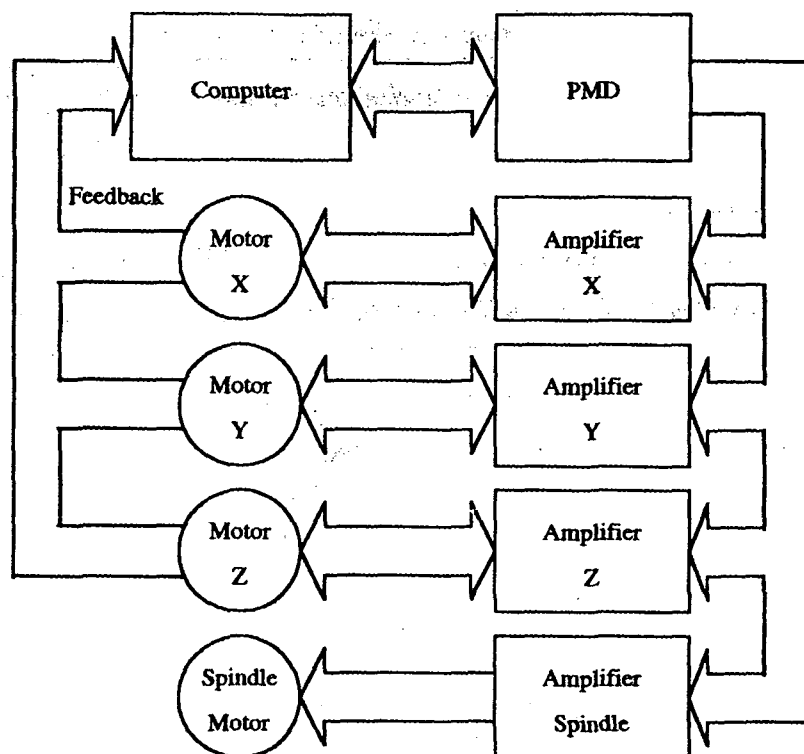
เป็นการคำนวณเส้นทางเดินของมิกกิ้งในกรณีที่มีการสั่งให้ขนาดของมิกกิ้ง

3. อุปกรณ์และเครื่องมือ

สำหรับในโครงการนี้มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ ดังนี้

- 3.1 เครื่องกัดเซาะแนวคิ่งซีเอ็นซี
- 3.2 การควบคุมสำเร็จรูป Model 5650
- 3.3 Power Supply Module
- 3.4 Servo Drive Module
- 3.5 MAC Servo Motor
- 3.6 PC computer

ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในงานระบบควบคุมเอ็นซี โดยจะมีลักษณะโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมเอ็นซี

4. ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมจะใช้ภาษา C ในการพัฒนาและสร้างโปรแกรมย่อยเป็นโมดูล สำหรับการพัฒนาต่อไปได้อย่างสะดวก โดยสามารถแบ่งส่วนการทำงานของโปรแกรมออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

4.1 ส่วนที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม (User Interface) ได้แก่ โมดูล Monitor.C

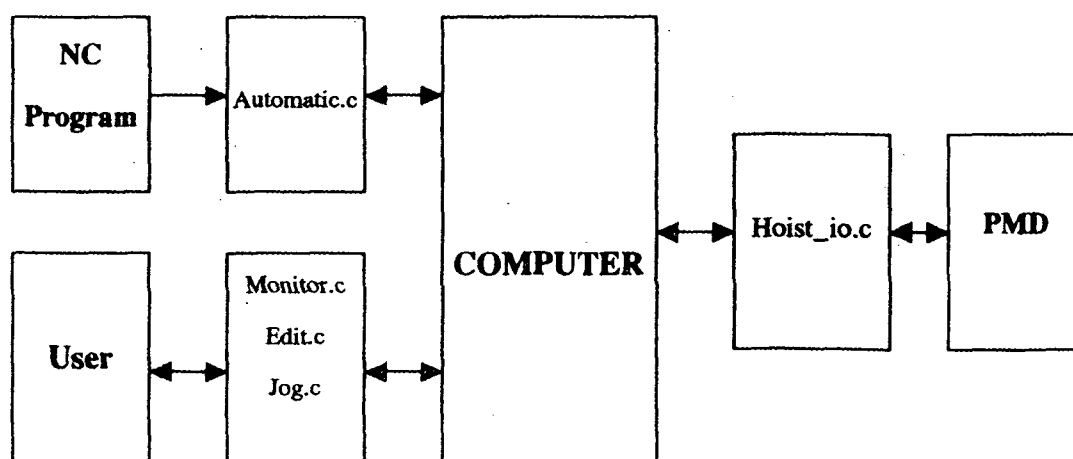
โมดูล Edit.C และโมดูล Jog.C

4.2 ส่วนที่ติดต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์กับการควบคุม ได้แก่ โมดูล Host_io.C ซึ่งเป็น

โมดูลที่มีมาให้พร้อมกับการควบคุม Model 5650 จากบริษัทผู้ผลิต

4.3 ส่วนการติดต่อสื่อสารกับข้อมูลภายนอกที่อยู่ในรูปของ Text File ได้แก่ โมดูล Automatic.C

โดยทั้งหมดทุกส่วนที่กล่าวมาสามารถแสดงดังในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ส่วนการทำงานของโปรแกรม

สำหรับรายละเอียดการทำงานของแต่ละโมดูลที่เขียนขึ้น อันได้แก่ Monitor.C Automatic.C Edit.C และ Jog.C มีดังต่อไปนี้

-โมดูล Monitor.C

เป็นโมดูลแสดงหน้าจอที่ได้ตอบระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ โดยจะทำการแสดงผลในรูปแบบของ Pulldown Menu และ Pop-up Window เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจและสะดวกต่อการใช้งาน โดยจะมีผังโปรแกรมโครงสร้างดังรูปที่ 5

-โมดูล Edit.C

เป็นโมดูลในส่วนของการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมเครื่องกัดเซาะแนวตั้งซีเอ็นซี ให้ทำงานตามที่ต้องการ โดยจะมีลักษณะเป็นเอดิเตอร์ตัวหนึ่งที่ใช้ในงานด้านซีเอ็นซีโดยเฉพาะ เนื่องจากมีลักษณะที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้เขียนโปรแกรมในด้านต่างๆ เช่น ในการเขียน G-code หรือ M-code แต่ละคำสั่งจะปรากฏรูปแบบของคำสั่งนั้นๆ ให้ผู้ใช้ทราบ เพื่อป้องกันการเขียนโปรแกรมผิดพลาด เป็นต้น สำหรับผังโปรแกรมโครงสร้าง มีลักษณะดังรูปที่ 6

-โมดูล Jog.C

เป็นโมดูลควบคุมการเคลื่อนที่ในแต่ละแกนของเครื่องกัดเซาะแนวตั้งซีเอ็นซี ตามคำสั่งที่ได้รับจากการกดปุ่ม Keyboard ทั้งนี้การเคลื่อนที่จะต้องอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนด โดยมีลักษณะการทำงาน ดังรูปที่ 7

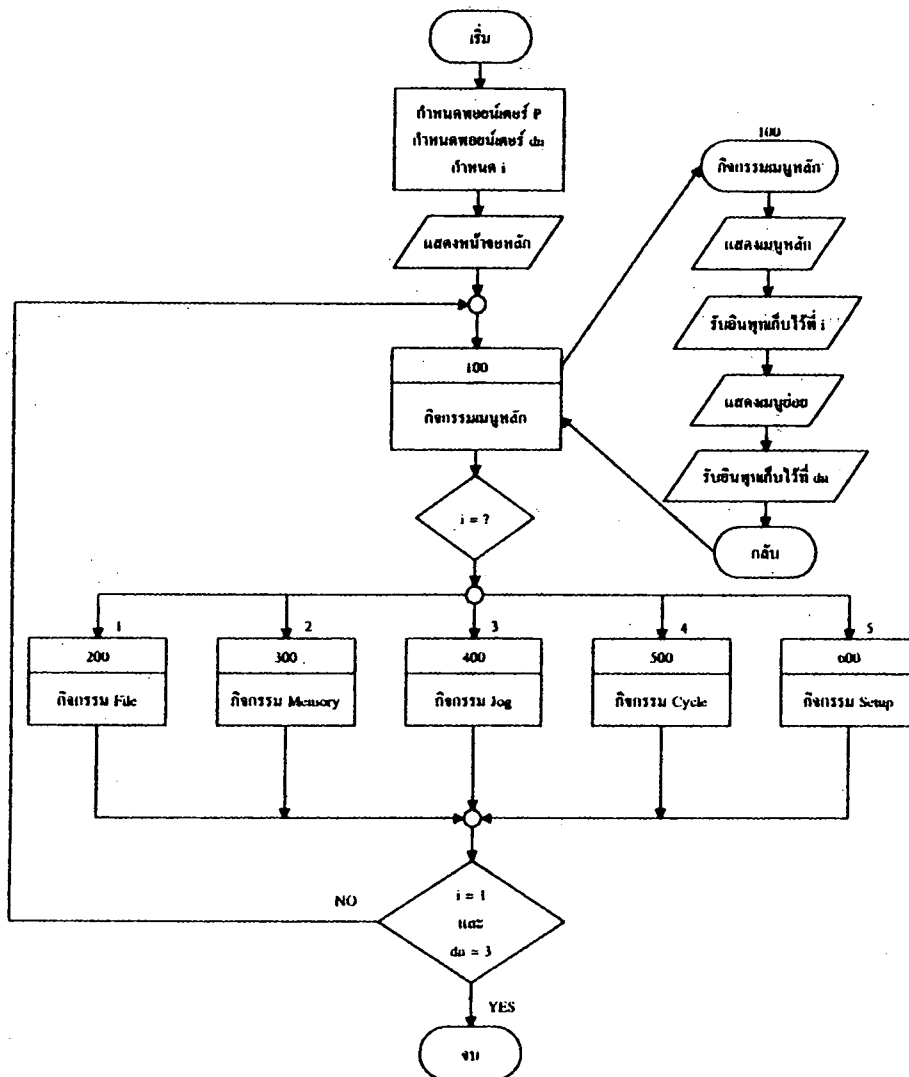
-โมดูล Automatic.C

เป็นโมดูลที่ทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูล แปลข้อมูล และทำงานตามข้อมูลที่อยู่ในรูปคำสั่งมาตรฐาน ที่ละบรรทัด ตั้งแต่บรรทัดแรกจนจบไฟล์ข้อมูล หรือจนกว่าจะมีคำสั่งให้หยุดการทำงาน โดยจะมีผังโปรแกรมโครงสร้างดังรูปที่ 8

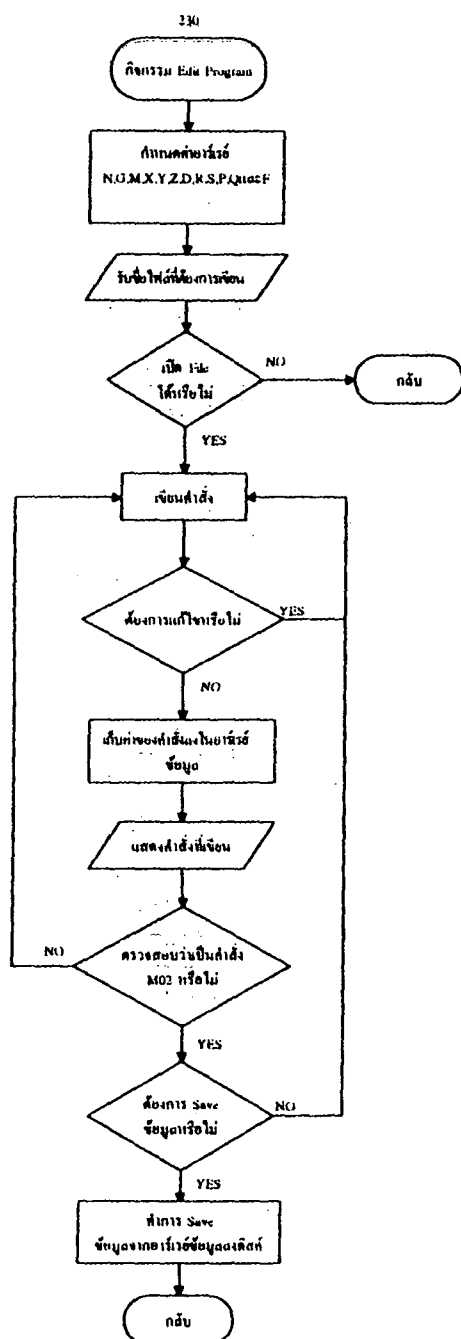
6. สรุป

จากการนำต้นแบบระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรกลที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น ไปทดสอบใช้งานในการกัดชิ้นงานจริง ปรากฏว่า ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ คือมีค่าความถูกต้องแม่นยำของขนาดอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน 5 ไมครอน โดยสามารถทำงานได้ดีทั้งในโหมดอัตโนมัติ และโหมดธรรมดา สำหรับข้อบกพร่องที่พบจะอยู่ในส่วนของ User Interface ควรปรับปรุงให้มีรูปแบบที่สวยงามหรือปฏิบัติงานบน Windows application และใช้งานง่ายมากกว่าที่เป็นอยู่ และเพิ่มฟังก์ชันที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานให้มากกว่าที่เป็นอยู่ เนื่องจากในโครงการนี้จะสร้างเฉพาะฟังก์ชันที่เห็นว่าเหมาะสมและจำเป็นในการใช้งานสำหรับเครื่องกัดเซาะโลหะแนวตั้งเท่านั้น

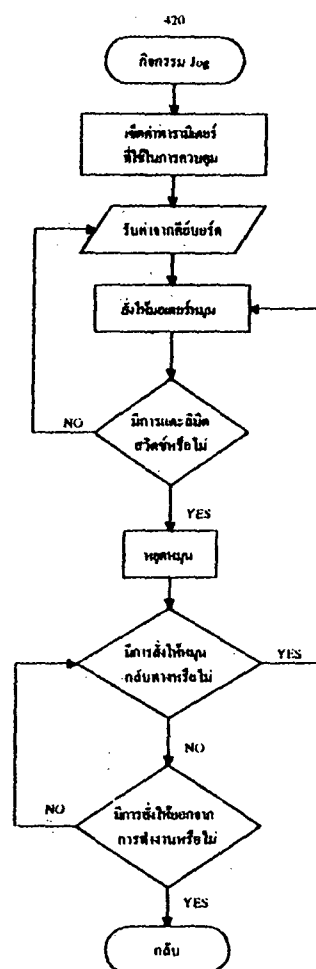
สำหรับการนำโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่นๆ สามารถที่จะกระทำได้ง่าย โดยการเขียนโมดูลใหม่เพิ่มเติมลงไปโปรแกรมเดิม รวมทั้งดัดแปลงแก้ไขโปรแกรมให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับการใช้งานในด้านนั้นๆ



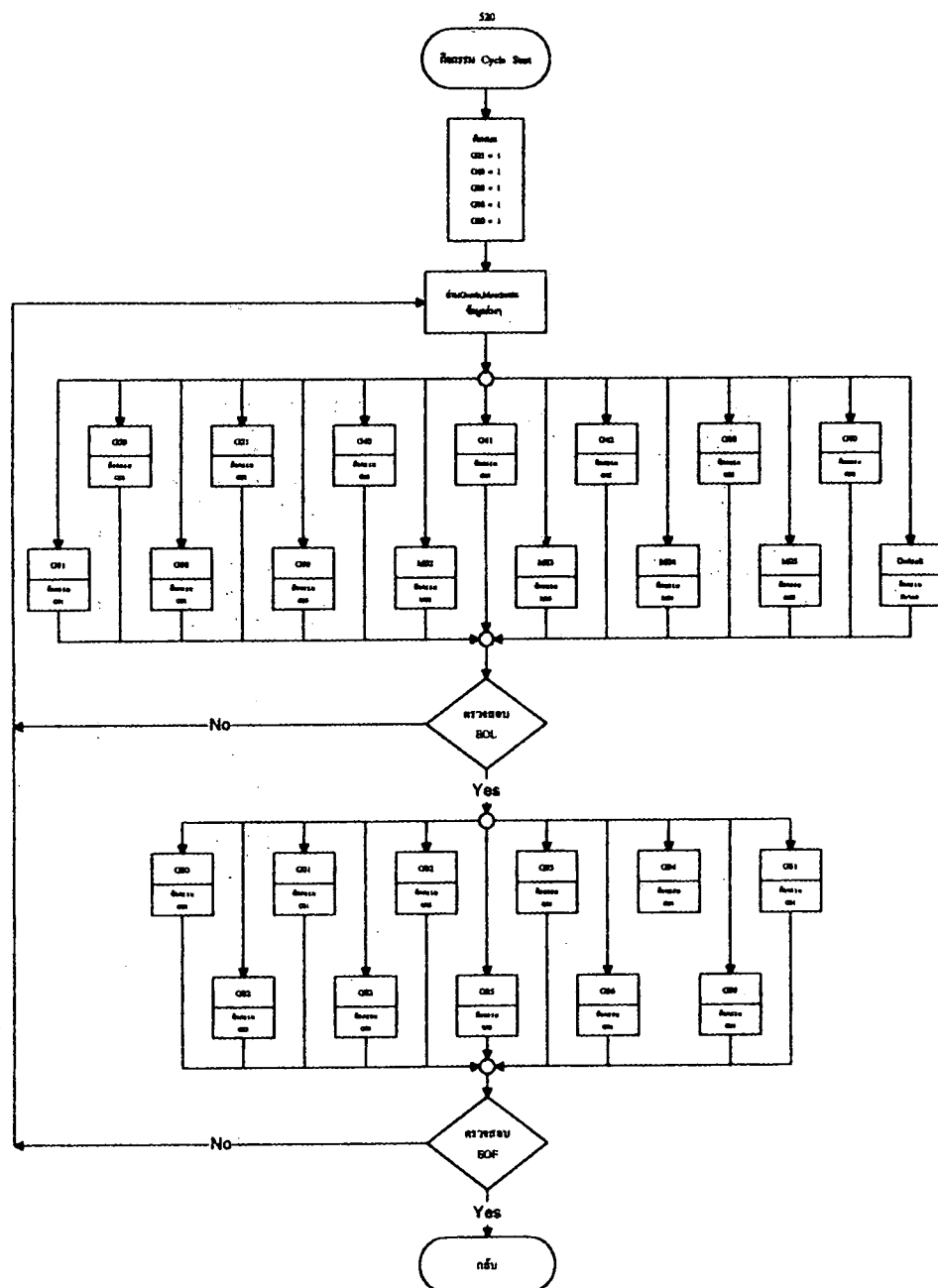
รูปที่ 5 พังโปรแกรมโครงสร้างของ Monitor.C



รูปที่ 6 ส่วนโปรแกรมโครงสร้างของ Edit.C



รูปที่ 7 ส่วนโปรแกรมโครงสร้างของ Jog.C



รูปที่ ๘ องค์ประกอบโครงข่ายของ Automatic.C

6.เอกสารอ้างอิง

1. กวิน สนธิเพิ่มพูน , รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การสร้างส่วนควบคุมเครื่องกัดแนวตั้ง ซีเอ็นซี ระยะที่ 1 , ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ , 2534.
2. Larry Horath , Computer Numerical Control Programming of Machines , 1993.
3. FANUC LTD , FANUC OM-MODEL A operator's manual , FANUC LTD , 1985.
4. PMD , 5650 Board Technical Reference Version 0.2 , Technology 80 Inc. , 1994.
5. INDRAMAT , MAC Servo Drives with TDM and KDS servo drive modules , INDRAMAT , 1994.