

การควบคุมฐานรองในระนาบ X-Y
(X-Y CONTROLLER)



Handwritten signature

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มี

033357

ปริญานิพนธ์ปีการศึกษา 2536

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมฐานรองในระนาบ X-Y

(X-Y CONTROLLER)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าี่

บทคัดย่อ

ABSTRACT

บทนำ

บทที่ 1 การทรมิตัวตัวทำงาน	1
บทที่ 2 สเตปปีงมอเตอร์	13
บทที่ 3 8255 CARD	18
บทที่ 4 ไดรเวอร์และเซนเซอร์ต่างหน่ง	23
บทที่ 5 ADC Digital Motor	31
สรุปผลการทดลองและวิจารณ์การทดลอง	
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมฐานรองในระนาบ X-Y X-Y CONTROLLER

โดย นางสาว นงลักษณ์ วัชรเกียรติพงษ์ 33100153

นาย วิศรุต เสริมแก้ว 33100357

นางสาว อัญญา บุญศรีทศา 33100512

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. สมศักดิ์ เข็ยร์ศิริกุล

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้มาจากการศึกษาการนำสเตปป์มอเตอร์มาใช้สำหรับการควบคุมการเลื่อนตำแหน่งฐานรองของแผ่นเวเฟอร์ ในการกำหนดทิศทางของแสงเลเซอร์บนแผ่นเวเฟอร์ (ซึ่งเป็นการสร้างความต้านทานแบบเลเซอร์กริมมิง) ในโครงการนี้ได้แยกงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนฮาร์ดแวร์ และส่วนซอฟต์แวร์ โดย

1. ส่วนฮาร์ดแวร์ ได้แก่ ส่วนที่เป็นระบบเลื่อนฐานรอง โดยใช้สเตปป์มอเตอร์, วงจรขับ, การ์ด 8255, พีซี-คอมพิวเตอร์
2. ส่วนซอฟต์แวร์ ได้แก่ ส่วนที่เป็นโปรแกรมควบคุมการหมุน และจำนวนสเตปป์ของ สเตปป์มอเตอร์ โดยใช้ภาษาปาสคาล

ABSTRACT

In this project we use the stepping-motor to control the removal of the base-plate of the resistance wafer and control the direction of the laser on the resistance wafer (it is the process to increase the resistance value by laser trimming method). This project, we have 2 parts of work

1. Hardware -The system of the removal of the base-plate by using stepping-motor.

-Driver, 8255 card, PC-Computer.

2. Software -The program to control the rotation and the number of steps of the stepping-motor by pascal language.

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ได้มีการนำเทคโนโลยีในการสร้างความต้านทานในวงจรไฮบริดจ์ โดยให้แสงเลเซอร์ในการควบคุมค่าความต้านทาน เพื่อให้ได้ค่าความต้านทานตามที่ต้องการ เปรียบกระบวนการนี้ว่า การทริมตัวต้านทานด้วยเลเซอร์ (LASER TRIMMING) ซึ่งการทริมด้วยเลเซอร์จะทำให้ได้ค่าความต้านทานที่เที่ยงตรง สามารถที่จะวัดได้อย่างละเอียด ทำได้ละตัวก รวดเร็ว สะอาด มีค่าความผิดพลาดน้อยมาก เมื่อเทียบกับการสร้างความต้านทานแบบอื่น ๆ ควบคุมการทำงานได้ง่ายเพราะควบคุมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการทำงานด้วยความเร็วสูง มีการพัฒนาไปเป็นระบบ CAD ทำให้เหมาะสำหรับงานอุตสาหกรรม ที่ต้องการการทำงานที่ซ้ำซ้อนและมีปริมาณมาก ๆ

การควบคุมการเคลื่อนที่ของแสงเลเซอร์ทำได้ยาก ดังนั้น จึงทำการเคลื่อนฐานรองของแผ่นเวเฟอร์โลหะ ซึ่งทำได้ง่ายกว่า เพื่อให้ได้ความละเอียดสูง ทำให้ได้ผลเช่นเดียวกับผลการควบคุมการเคลื่อนที่ของแสงเลเซอร์ เราจึงนำสแตมป์มอดเตอร์มาทำการขึ้นเคลื่อนฐานรองของแผ่นเวเฟอร์ ซึ่งสามารถควบคุมด้วยสแตมป์ ด้วยการกำหนดจำนวนครั้งในการเคลื่อนที่ เพื่อให้การเคลื่อนที่เป็นไปอย่างแม่นยำ

บทที่ 1

การปรับตัวต้านทาน (RESISTER TRIMMING)

ประเภทหลักของความต้านทานแบบไฮบริดชนิดฟิล์มบางหรือฟิล์มหนา (Hybrid thick or thin film hybrid resistor) คือการใช้วิธีการ trim เพื่อให้ได้ค่าความต้านทานที่ถูกต้องแน่นอน Trimming เป็นการปรับอุปกรณ์แบบละเอียด ประกอบด้วย การเลือกและการควบคุม การเคลื่อนที่ของ วัสดุที่มีความต้านทานไปจนกระทั่งได้ค่าแรงไฟฟ้าตรงตามที่ตั้งไว้แล้ว

การที่เราต้องใช้วิธี trimming ก็เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในกระบวนการทางจรรยาบรรณจะก่อให้เกิดความต้านทานไม่แน่นอนได้ ความต้านทานแบบฟิล์มบางจะมีความผิดพลาด $\pm 10\%$ ในขณะที่ trim ขณะที่เราเคลื่อนที่วัสดุ (material) ไปเรื่อยๆ ก็จะทำให้ค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ จนถึงค่าที่ต้องการ การ trim ที่เป็นพื้นฐานมี 2 ชนิด คือ

1. Static (passive) trimming เป็นการเคลื่อนที่วัสดุเพื่อให้ได้ค่าความต้านทานที่มีค่าความผิดพลาดไม่เกินค่าที่ตั้งไว้ ภายใต้อายุการใช้งาน (power)

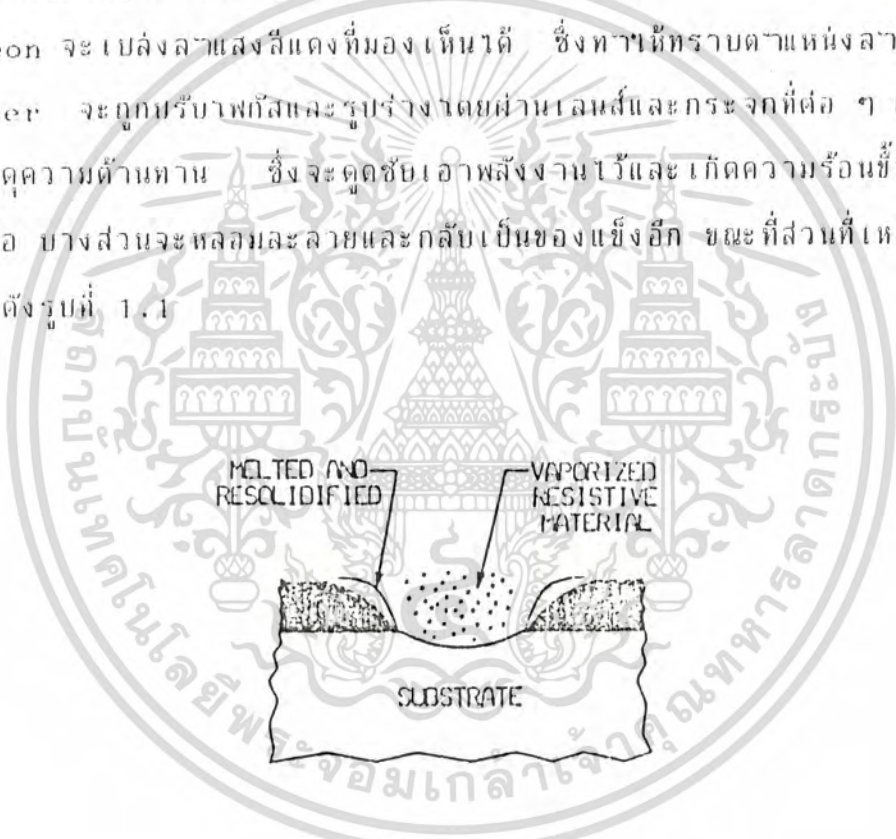
2. Dynamic trimming ภายใต้อายุการใช้งาน (power) ของวงจรไฮบริด

ความต้านทานแบบฟิล์มบาง (thin film resistor) สามารถ Trim ให้ได้ค่าความผิดพลาด 0.1 % และความต้านทานแบบฟิล์มหนา (thick film resistor) ได้ค่าความผิดพลาด $\pm 1\%$ ถ้าออกแบบเป็นพิเศษก็จะได้ค่าความผิดพลาดน้อยกว่านี้ ดังนั้น ในการ Trim ตัวต้านทานที่ถูก screen print ลงบน Dielectric แบบฟิล์มหนา ต้องดูแลและควบคุมเป็นพิเศษ เพื่อที่จะไม่แห้งเข้าไปในแผ่น Dielectric มากเกินไป ตัวต้านทานที่ถูก Trim บนแผ่น Dielectric จะไม่เสถียรเท่ากับตัวต้านทานที่ถูก Trim โดยตรงอยู่บน Alumina substrate โดยตรง แต่ตัวต้านทาน (น้อยกว่า 100 K) แบบ Drift จะมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 % ภายหลัง 500 ชั่วโมงที่ 150 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LASER TRIMMING

การใช้ Laser Trimming ในตัวต้านทานแบบวงจรรีบรัด ได้เริ่มใช้ในด้านปี ค.ศ. 1960 ทุกวันนี้ก็ยังใช้กันอย่างกว้างขวางในการ Trim ตัวต้านทานแบบฟิล์มหนาและฟิล์มบาง ระบบ Laser ที่ใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมรีบรัดมาจาก Neodymium-Doped yttrium aluminum garnet (YAG) Crystal YAG Laser ดีกว่าระบบ Laser แบบ CO₂ เนื่องจากมีความยาวคลื่นจากรังสีอินฟราเรดสั้นกว่า มีรอยตัดที่แคบกว่า และหาความเสียหายแก่วัสดุความต้านทาน (resistive material) น้อยที่สุด เนื่องจากรังแสง Laser YAG มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ระบบ Trim ส่วนใหญ่จะไม่ใช้ Laser แบบ Helium Neon ร่วมกับ YAG Laser แบบ Helium Neon จะเปล่งแสงสีแดงที่มองเห็นได้ ซึ่งทำให้ทราบตำแหน่งแสง YAG ได้ง่าย แสง Laser จะถูกปรับภาพกัสมและรูปร่างโดยผ่านเลนส์และกระจกที่ต่อ ๆ กัน จนกระทั่งไปกระทบกับวัสดุความต้านทาน ซึ่งจะดูดซับเอาพลังงานไว้และเกิดความร้อนขึ้นในวัสดุ วัสดุส่วนใหญ่มักจะเป็นไอ บางส่วนจะหลอมละลายและกลับเป็นของแข็งอีก ขณะที่ส่วนที่เหลือจะถูกขับออกมาเป็นอนุภาค ดังรูปที่ 1.1

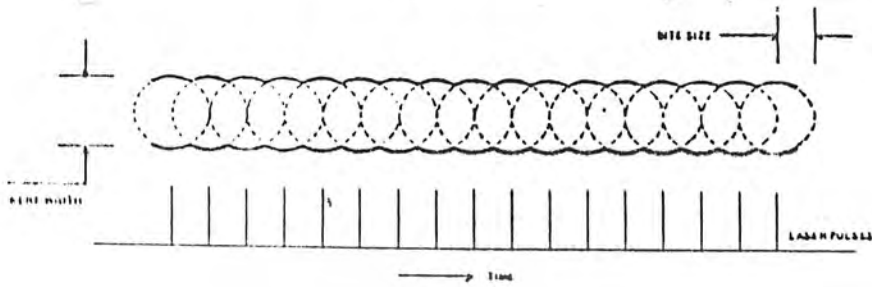


รูปที่ 1.1 ภาพตัดขวางของเลเซอร์ตัด

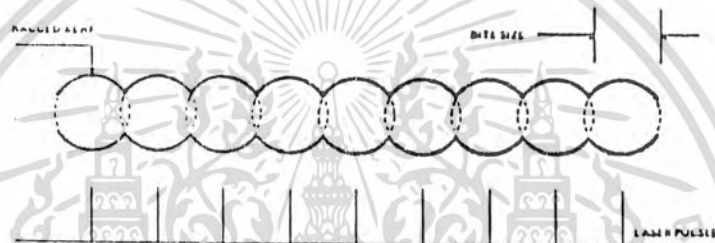
การตัดด้วยเลเซอร์จะทำได้โดยการซ้อนทับกันของจุดหลาย ๆ ชั้น ซึ่งจุดจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.001 นิ้ว ดังรูป 1.2 การควบคุมกำลังแสงเลเซอร์เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดตัวต้านทานที่เสถียร การกระทบทำให้เกิดการ SHOCK ทางอุณหภูมิและเกิดความเสียหายให้กับวัสดุความต้านทานที่อยู่ใกล้เคียงได้ซึ่งจะทำให้เสถียรภาพ (ความแน่นอน) ของความต้านทานไม่ดี การจัดองค์ประกอบ (Parametor) เลเซอร์เพื่อทำให้ได้พัลส์สั้นที่มี Peak power สูง ๆ จะทำให้เกิดปัญหาที่น้อยที่สุด พัลส์สั้น ๆ 50-220 ns. ที่ผ่านเทคนิค Q-switch จะมีผลในพัลส์ของ High เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

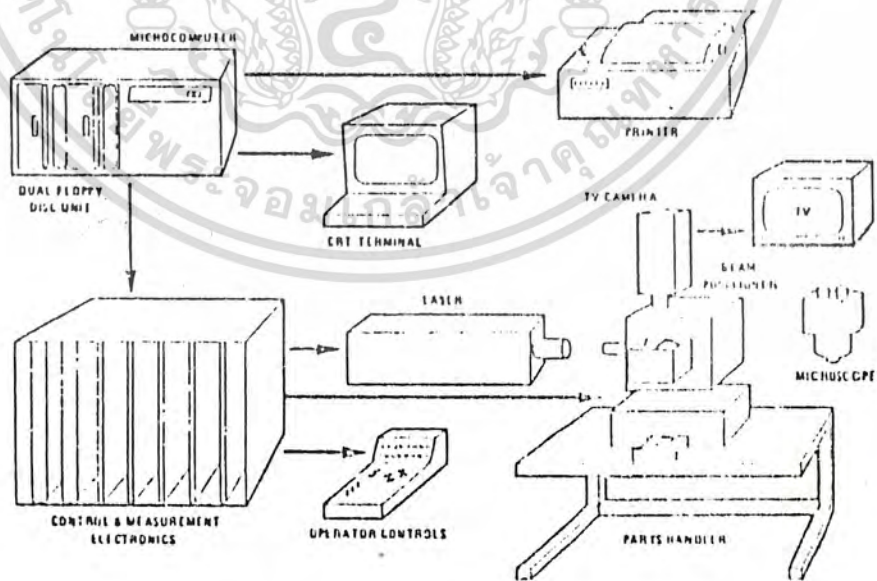
peak power ถึงแม้ว่ากำลังเฉลี่ยจะมีค่าต่ำก็ตาม สภาพเช่นนี้จะทำให้เกิดการกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว ภายมีความร้อนไหลเข้าสู่บริเวณใกล้เคียงน้อยที่สุด



For a fixed hole size, a ragged kerf results if bite size is too large.

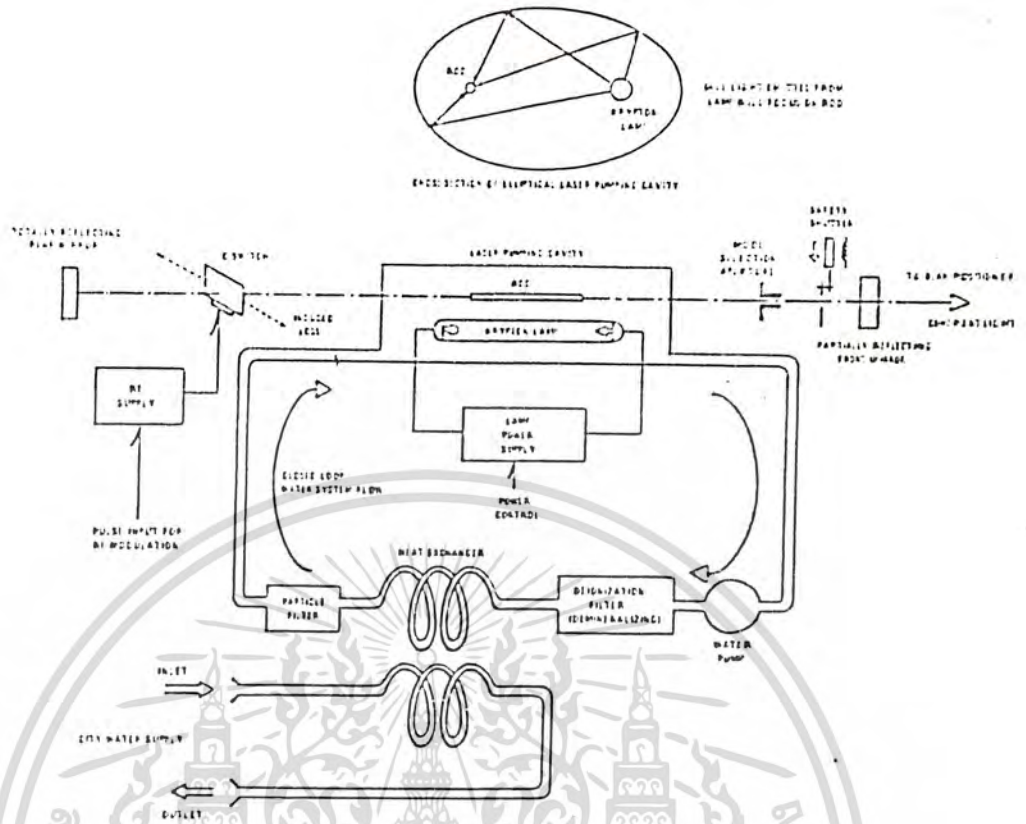


รูปที่ 1.2 ภาพที่มองเห็นของเลเซอร์ที่พิมพ์



รูปที่ 1.3 ระบบของ LASER STATION

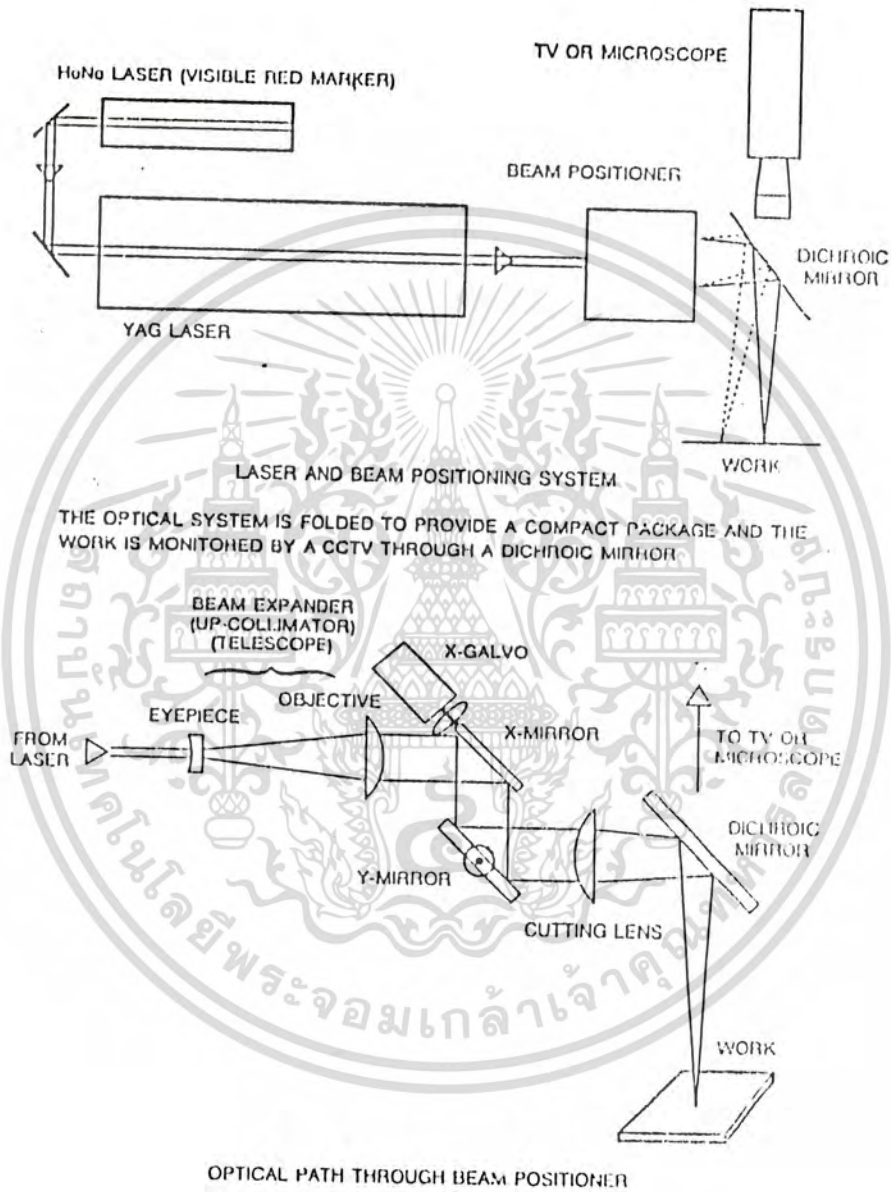
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.4. บล็อกไดอะแกรมของระบบเลเซอร์

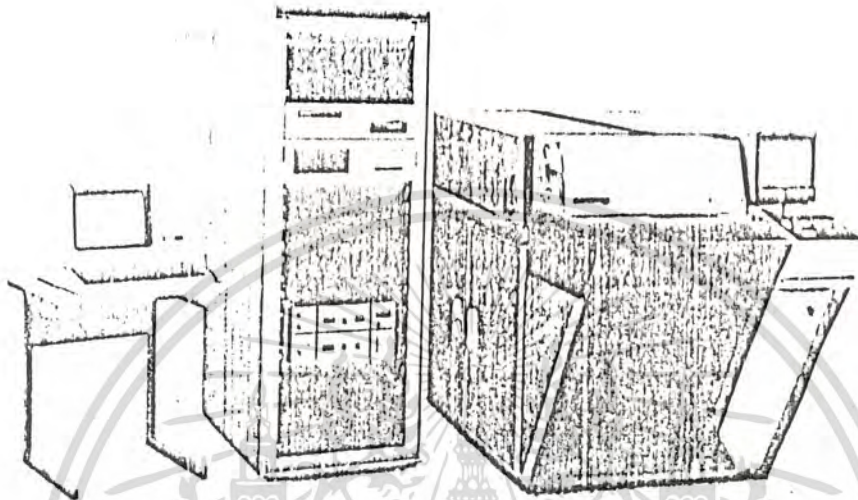
รูปที่ 1.3 แสดงระบบทริมเลเซอร์สำหรับบางจรรยาบรรณขนาดเล็ก และระบบกระจก (Mirror system) ในรูปที่ 1.5 บล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 1.4 กระบวนการทริมเลเซอร์จะเป็นอัตโนมัติ แสงเลเซอร์และ x-y table จะถูกควบคุมโดย Microcomputer ระบบส่วนใหญ่จะประกอบเข้ากับกล้องทีวี เพื่อที่จะแสดงผลกระบวนการทริม กระบวนการทริมบางอย่างที่บรรยายได้แสดงในรูปที่ 1.6-1.9 ESI Trim ประกอบด้วย Computer-controller laser ระบบบอกตำแหน่งและระบบการวัดสามารถสร้างจุด ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25-2 mm. บนพื้นที่ การทำงาน 3X3 ตารางนิ้ว เราสามารถนำ Laser trimmer มาประยุกต์ใช้กับ Computer-Aided Design(CAD) ซึ่งขณะนี้ทำได้ง่าย ระบบ CAD จะช่วยนักวิศวกรผู้ออกแบบในการ Layout ตัวด้านทาน ซึ่งจะช่วยให้ทริมได้เร็วขึ้น และได้ค่าความผิดพลาดตามต้องการ จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของพื้นที่การทริมก็ได้มาจากการพล็อตของ CAD โดยตรง ข้อมูลเช่น ค่าความผิดพลาด, ค่าความด้านทาน, ความเร็วในการทริม และอัตรากระจายแสงเลเซอร์ ก็จะเก็บไว้ในฐานข้อมูลของ CAD ที่เวลาการออกแบบจบบริบูรณ์ เหล่านี้ก็คือบรรยายของการทริม ซึ่งอย่างใดก็ตามก็ยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่เราต้องพัฒนา Software ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นไปอีก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

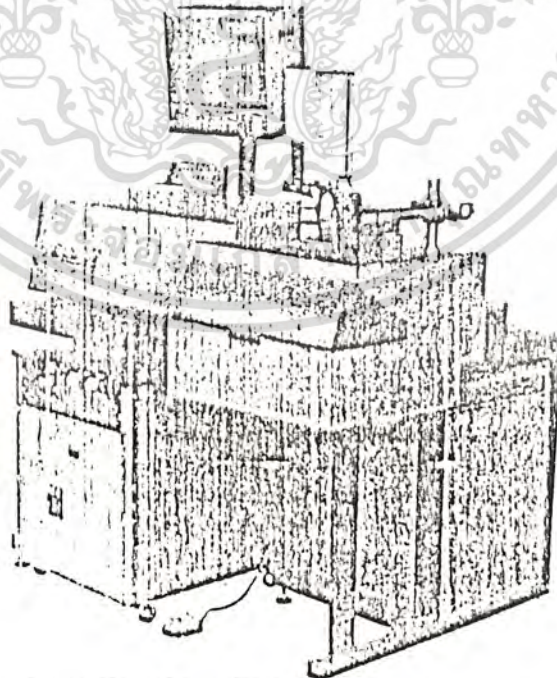


รูปที่ 1.5 Laser Mirror System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



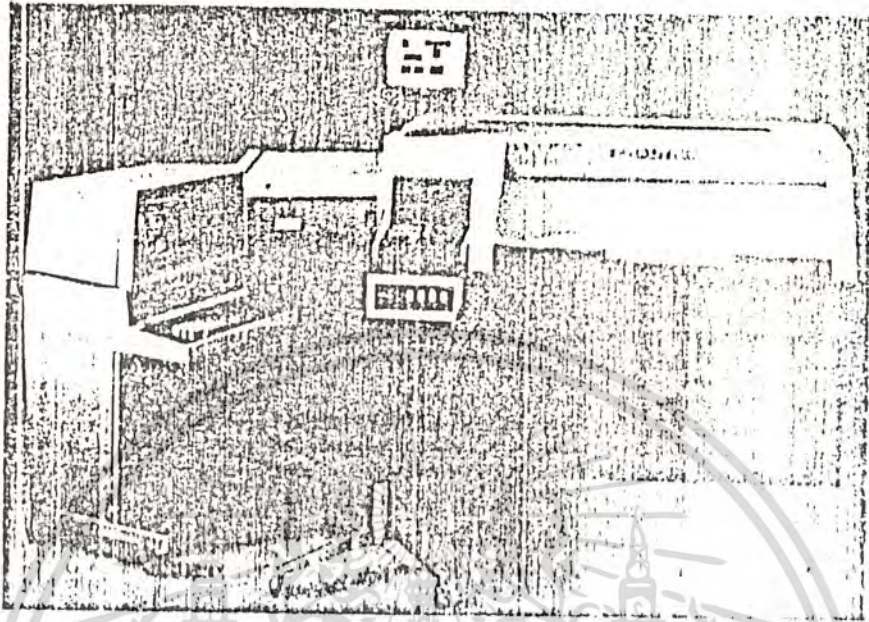
รูปที่ 1.6 ESI Model 44 Laser Trimmer (Courtesy ESI)



รูปที่ 1.7 Laser Trim Station, Chicago Laser System 37S

(Courtesy Chicago Laser System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.8 Laser trim Station, Teradyne W429 (Courtesy Teradyne)



รูปที่ 1.9 Laser Optics of Teradyne W429 Trim System (Courtesy Teradyne)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปแล้ว Laser-Trim Station จะมีกระบวนการดังนี้

1. มีการตรวจค่าความต้านทาน (Probe)
2. Voltmeter ชนิดดิจิตอล สำหรับวัดค่าความต้านทาน
3. ฉายแสงเลเซอร์ไปยังตำแหน่งที่วัด จุดนี้จะถูกโปรแกรมเข้าไปในคอมพิวเตอร์
4. ส่งพัลส์ของเลเซอร์อีกมา
5. Voltmeter อ่านค่าออกมา
6. คอมพิวเตอร์เปรียบเทียบค่าที่อ่านได้ กับค่าที่ต้องการแล้วหยุดฉายเลเซอร์ ถ้าหากว่าค่าที่อ่านได้อยู่ในช่วงที่มีค่าความผิดพลาดยอมรับได้ หรือจะฉายแสงเลเซอร์อีก
7. ขบวนการนี้จะดำเนินไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ค่าความต้านทานอยู่ในช่วงความผิดพลาดที่ระบุไว้ในโปรแกรม

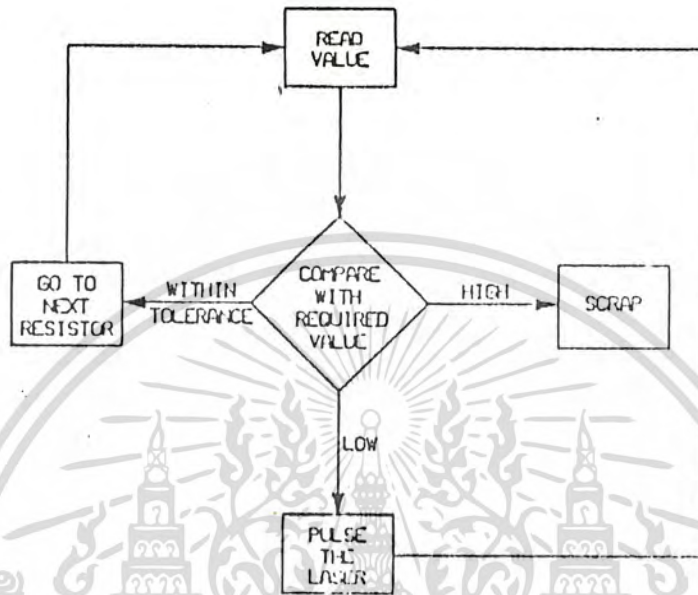
รูปที่ 1.10 เป็นภาพชาร์ทของคาบอธิบายข้างบน เวลาที่ใช้ในการทริมอาจใช้เพียง 0.002 s ถ้าเป็นรีจิสเตอร์ที่มีค่าความผิดพลาดมาก และอาจใช้เวลา 2 วินาที ถ้าหากมีช่วงค่าความผิดพลาดแคบ ถ้าหากมีความต้านทานที่ห้ที่รับมาก ๆ เวลาในการทริมก็กลายเป็นปัจจัยที่เป็นข้อจำกัด (Throughput-limited factor) เรามีทางเลือกหลายทางที่จะใช้เวลาในการทริมให้น้อยที่สุด รูปที่ 1.11 แสดงภาพชาร์ทเทคนิคการทริมที่เร็วขึ้น ขั้นตอนการกระทำของทางเลือก (Option) หนึ่ง คือ

1. ตรวจสอบค่าความต้านทาน
2. ใช้ดิจิตอลมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน
3. คอมพิวเตอร์เปรียบเทียบค่าที่อ่านได้กับค่าที่ต้องการ
4. ข้อมูลเก่าจะถูกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะขึ้นกับความสัมพันธ์ของความยาวของการทริมกับเบอร์เซนต์ที่เพิ่มขึ้น
5. คอมพิวเตอร์คำนวณความยาวของการทริม เพื่อให้ได้ค่าความต้านทานที่มีเบอร์เซนต์ค่าความผิดพลาดไม่เกินที่กำหนดไว้
6. คอมพิวเตอร์จะชี้ตำแหน่งและฉายแสงเลเซอร์ไป เพื่อทริมให้ได้ความยาวที่กำหนดไว้แล้ว
7. ท้าการวัดค่าอื่น ๆ และเริ่มจากขั้นที่ 3-7 ใหม่อีก

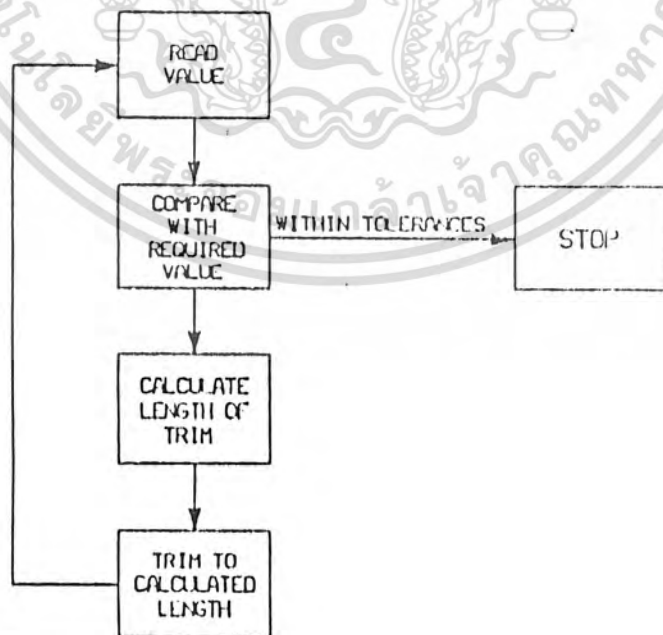
ในการใช้เทคนิคใหม่นี้ เราจะใช้การวัดค่าอยู่ 2-3 อย่าง ขั้นตอนการปิดเปิดเลเซอร์และผลที่ได้ในเวลาดีการทริมที่เร็วกว่า การเพิ่มความเร็วยังทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีความซับซ้อนและยาวขึ้น แต่ถ้าเรามีวงจรรีบรัดที่ต้องการจะสร้างเป็นชนิดเดียวกันและเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางพาณิชย์ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จำนวนมาก ค่าใช้จ่ายและเวลาที่ใช้ในข้อพวกนี้ก็น้อย เมื่อเทียบกับการประหยัดที่ได้จากการสร้างที่รวดเร็วกว่า



รูปที่ 1.10 Standard Laser Trim System



รูปที่ 1.11 Fast Method of Trim

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีและข้อเสียของ เลเซอร์ทริม

ข้อดี	ข้อเสีย
1.ความเร็วสูง	1.ทำให้เกิดความร้อนบนพื้นที่ที่ทริม ซึ่งทำให้เกิดรอยร้าว
2.อัตโนมัติ	2.รอยร้าวทำให้เกิด NOISE ในตัวด้าน ด้านทานที่มีค่าสูง (>5 เมกกะโอม)
3.สะอาด	3.ถ้าต้องการลงทุนมาก ต้องใช้การพัฒนาซอฟต์แวร์

รูปแบบของการทริมตัวด้านทาน

การตัดที่ฐานการทริมตัวด้านทานมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้ก็มีแบบ Plunge-cut , L-cut, Scan-cut, Serpentine-cut

1. Plunge-cut

Plunge-cut เป็นการตัดที่เร็วที่ใช้กับตัวด้านทานแบบฉากเดี่ยวหรือน้อยกว่า และใช้กับการออกแบบตัวด้านทานแบบ top-hat การทริมแบบนี้จะทำให้เกิดกระแสสวนกลับไหลผ่านตัวด้านทานซึ่งทำให้เกิดความร้อนที่ส่วนยอดของการทริม

2. Double Plunge-cut

Double plunge-cut หรือ shadow-cut เป็นการทริมแบบหลายครั้งแรกและทริมแบบละเอียดในเงา (Shadow) ของการทริมครั้งแรก ความเสียหายจากเลเซอร์จะน้อยกว่าแบบ L-cut เพราะรอยร้าวจะไม่เบี่ยงทำให้ความต้านทานเปิด แต่จะทำให้เกิด hot spot ใหญ่กว่าใน Single plunge-cut

3. L-cut

L-cut ทำให้เกิดความแม่นยำมากกว่า Plunge-cut ขาดังกล่าวจะเป็นการทริมหยาบ แต่ขาดูขนานจะเป็นการทริมละเอียด การตัดแบบ Angular-cut และแบบ J-cut จะมีความเสถียรมากกว่า และมี hot spot น้อยกว่าแบบ L-cut ซึ่งขึ้นอยู่กับจุดที่หักมุมแหลมในการทริมไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเงาซึ่งเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

านเลเซอร์ทริมจะทำให้เกิดรอยร้าว ในการทริมแบบ L-cut รอยร้าวอาจกระจายไปถึงขอบตัว ด้านทาน ทำให้เกิดการเพิ่มหรือลดของค่าความต้านทาน ซึ่งทำให้ตัวด้านทานเปิด

4. Scan-cut

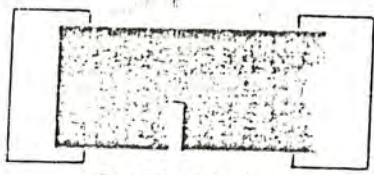
scan-cut เป็นกระบวนการที่ช้าที่สุดแต่มีความแม่นยำและความเสถียรสูงที่สุด เนื่องจากไม่กระทบกระเทือนต่อการไหลของกระแสที่ไหลผ่านความต้านทาน มากเท่ากับวิธีการทริมในรูปแบบอื่น ๆ Scan-cut เหมาะกับงานที่ต้องการความแม่นยำสูง ซึ่งจะมีผลต่อ Thermal Noise ต่ำ เพราะไม่มี hot spot ในตัวด้านทาน

5. Serpentine-cut

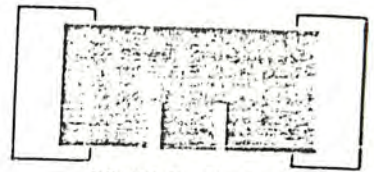
จะใช้ serpentine-cut ก็ต่อเมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงค่าตัวด้านทานมาก ๆ โดยจะสร้างทางเดินของกระแสสลับ ๆ เหมาะกับการสลับแบบตัวด้านทานบนเนื้อที่กว้าง ๆ ซึ่งจะหลีกเลี่ยงการทริมแบบ Dynamic

6. Digital-cut

การใช้ Digital-cut จะทำให้ตัวด้านทานเสถียรและมีความแน่นอนที่สุด เทคนิคนี้ต้องใช้พื้นที่ใหญ่มาก แต่ตัวด้านทานที่ถูกทริมจะเสถียรมาก เพราะรอยทริมจะไม่ขวางทางเดินกระแส ดังรูปที่ 1.12



PLUNGE CUT



DOUBLE PLUNGE
OR 'SHADOW' CUT



L-CUT



ANGULAR CUT



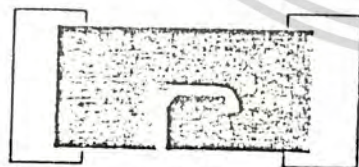
SCAN CUT



BOX CUT



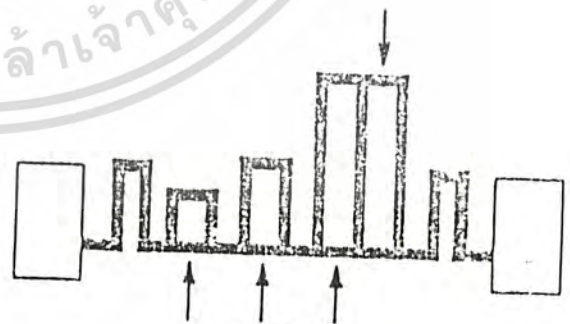
TOP HAT
PLUNGE CUT



J-CUT



SERPENTINE CUT



CUTS

Digital trim.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 1.12 รูปแบบของเลเซอร์ตัดทานการทริมตัวด้านทาน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

สเตปป์งมอเตอร์

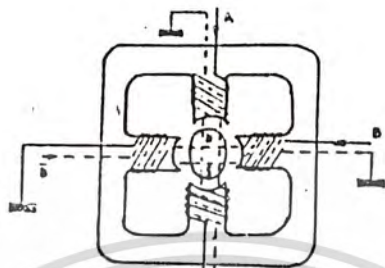
สเตปป์งมอเตอร์เปรียบเที้องทรานสดิวเซอร์แบบแปลงไฟฟ้าเป็นเชิงกลซึ่งมีอันพุทเป็นกลุ่มของโบนาริวาลท์เตจ และเวาท์พุทเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่ในเชิงมุม เป็นสเตปด้วย ลักษณะการเคลื่อนที่ดังกล่าว สเตปป์งมอเตอร์จึงได้รับการนำมาประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นตัวกักนกระดาช และกำหนดช่วงห่างของบรรทัดในไลบรารีเตอร์, x-y พล็อตเตอร์, ขับเครื่องจักรกลที่คอนโทรลด้วยคอมพิวเตอร์, แรนด้อม-แอดีเซสดีสค์เมมโมรี่จนกระทั่งถึงหุ่นยนต์ โดยขนาดของสเตปป์งมอเตอร์ในช่วงตั้งแต่ 0.1 ถึง 30 องศา STEPPING MOTOR ที่เห็นกันในปัจจุบันแบ่งได้ 3 แบบคือ

- 1) แบบแม่เหล็กถาวร (PM = PERMANENT MAGNET)
- 2) แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (VR = VARIABLE RELUCTANCE)
- 3) แบบลูกผสม (H = HYBRID)

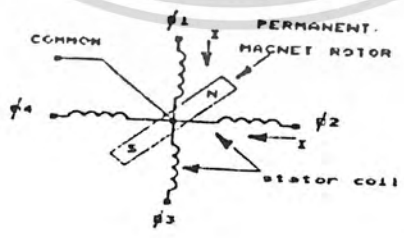
STEPPING MOTOR แบบ PM นั้นจะมี STATOR ที่ฟันขดลวดตัวในหลาย ๆ พอล โดยมีโรเตอร์เป็นรูปทรงกระบอกฟันเลื่อยและโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร เพื่อป้อนไฟ DC ให้กับขด STATOR จะทำให้เกิดแรงผลักต่อ ROTOR หยุดกับที่ แม้จะไม่ได้ป้อนไฟเข้าขดลวด ส่วน VR จะมีการหมุน ROTOR ได้อย่างอิสระ แม้จะไม่ได้จ่ายไฟให้ ROTOR ของมันเท่าจากสารเพอร์มาเนนตขนาดกำลังอ่อน และมีลักษณะเป็นฟันเลื่อยรูปทรงกระบอก โดยจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตปเตอร์ และจึงทำหน้าที่กำหนดมุมที่หมุนไปในแต่ละครั้ง เมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดสเตเตอร์แรงบิดที่เกิดขึ้นจะ หมุนโรเตอร์ ให้หมุนในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนซ์ค่าที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพ แต่จะเกิดขึ้นได้หลาย ๆ จุด ดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่างๆในมอเตอร์แตกต่างกันไป ก็ทำให้มอเตอร์หมุนไปตำแหน่งต่างๆ กัน ROTOR ของ VR จะมีความเลื่อยของโรเตอร์น้อยจึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบ PM สำหรับ HYBRID จะเป็นลูกผสมของ VR กับ PM โดยจะมี STATOR คล้ายกับที่ใช้ใน VR สำหรับ ROTOR มีหมวกหุ้มบราย ซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง โดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดี ทำให้ได้มุมการหมุนแต่ละครั้งน้อยและแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิดสูง และมีขนาดกระทัดรัด และให้แรงลุดยึด ROTOR หนึ่งกับที่คอนที่ไม่ว่าจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อผู้ดูเห็นเข้าไปในบริเวณนี้เป็นการ



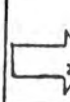

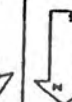


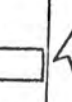
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างภายในของ STEPPING MOTOR แบบหลายขั้ว



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างจำลองของ STEPPING MOTOR ชนิด 4 เฟส และตำแหน่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ของไรเตอร์ ขณะจุ่มกระดาษไฟฟ้าแก่ #1 และ #2
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟสที่จ่ายกระแสไฟฟ้า	φ ₁	φ ₁ φ ₂	φ ₂	φ ₂ φ ₃	φ ₃	φ ₃ φ ₄	φ ₄	φ ₄ φ ₁
ตำแหน่งโรเตอร์								

รูปที่ 2.3 แสดงมุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่าง ๆ 8 ตำแหน่ง

จากลักษณะของมุมโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่าง ๆ เราจะสามารถสั่งงานให้ STEPPING MOTOR หมุนได้ 3 อย่าง คือ

1. แบบจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เฟสเดียววนเวียนกันไปเรียก ONE-EXCITATION หรือ HALF DRIVE คือ $\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4$ การ OUT EXCITATION แบบนี้แรงบิดจะน้อย
2. แบบจ่ายกระแสไฟฟ้าให้พร้อมกันทีละ 2 เฟส เรียก TWO EXCITATION หรือ FULL STEP คือ หมุนเวียนกันไปตามแบบนี้แรงบิดจะมาก
3. แบบจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ทีละ 1 เฟส สลับกับ 2 เฟส เรียก ONE-TWO EXCITATION หรือ HALF STEP เหมือนรูปแสดงมุมของโรเตอร์ แต่แบบนี้จำนวน STEP จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของสองแบบแรก แต่แรงบิดเฉลี่ยจะน้อย

จากการจ่ายกระแสให้เฟสทั้ง 3 อย่าง เราก็สามารถสั่งให้ STEPPING MOTOR หมุนทวนเข็มนาฬิกาได้โดยมองการจ่ายกระแสให้เฟสย้อนกลับ

1 EXCITE

Step Phase	1	2	3	4
ϕ_1	1	0	0	0
ϕ_2	0	1	0	0
ϕ_3	0	0	1	0
ϕ_4	0	0	0	1
ทวนเข็มนาฬิกา				→
ทวนเข็มนาฬิกา				←

2 EXCITE

Step Phase	1	2	3	4
ϕ_1	1	0	0	1
ϕ_2	1	1	0	0
ϕ_3	0	1	1	0
ϕ_4	0	0	1	1
ทวนเข็มนาฬิกา				→
ทวนเข็มนาฬิกา				←

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1-2 EXCITE

Step Phase	1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ_1	1	1	0	0	0	0	0	1
ϕ_2	0	1	1	1	0	0	0	0
ϕ_3	0	0	0	1	1	1	0	0
ϕ_4	0	0	0	0	0	1	1	1
ทวนโซ่มาที่ภา	→							
คามโซ่มาที่ภา	←							

จากการทดลองพบว่า สเตปปีงมอเตอร์ในแบบแม่เหล็กถาวรจะมีทอร์คอยู่เล็กน้อยซึ่งเป็นผลให้มอเตอร์ถูกยึดไว้ตามตำแหน่งสเตป ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ขั้วไฟฟ้ากับมอเตอร์ก็ตามและถ้าได้หน้ากระแสด้วยดีซาวลท์เดจให้ 1 หรือ 2 เฟส ขณะที่มอเตอร์ไม่ได้สเตปจะได้ holding torque ที่สูงมาก และ holding torque ที่ได้จากการนำกระแสเพียง 1 เฟสจะมีค่าราว ๆ 60% ถึง 70% เมื่อเทียบกับควารนากระแสพร้อม ๆ กัน 2 เฟส

บทที่ 3

8255 CARD

การทำงานของการ์ด 8255 เริ่มจากการนำสัญญาณแอดแตรส A3-A10 มาเปรียบกับสัญญาณของดับสวิตช์ที่ได้ตั้งค่าไว้ โดยใช้ชิพคอมแพเรเตอร์ (74LS688) ที่หมายเลขของ พอร์ต 330H-333H และ 334H-337H แล้วนำสัญญาณแอดแตรส A2 มาแบ่งแยกการทำงานของ ชิพ 8255 ในแต่ละตัว โดยใช้ชิพแอนด์เกต (74LS00) ส่วนสัญญาณ A0 และ A1 เป็นส่วนที่ในการควบคุมการทำงานของชิพ 8255 สำหรับกำหนดพอร์ต A, พอร์ต B และ พอร์ต C

การทำงานส่วนใหญ่ของชิพ 8255 ในการควบคุมสแตบปีงมอเตอร์จะทำงานในโหมดศูนย์

โหมด 0: BASIC REGISTER I/O

ในการเซ็ท 8255 ให้อยู่ในโหมด 0 นั้นเราจะต้องส่งคำสั่งควบคุม (CONTROL WORD) ให้แก่รีจิสเตอร์ควบคุมก่อน คำสั่งควบคุมนี้จะกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่แต่ละพอร์ตของ 8255 ตัวอย่างหนึ่งของคำสั่งควบคุมที่จะส่งให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 นี้ได้แก่

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	0	0	0

จากรูปที่ 3.1 เราจะเห็นว่า

บิต D7 เป็นตัวกำหนดว่าเป็นคำสั่งควบคุม (CONTROL WORD)

บิต D6 และ D5 กำหนดโหมดการทำงานของ พอร์ต A D6, D5 มีค่าเป็น "0"

แสดงว่าอยู่ในโหมด 0

บิต D4 = "0" กำหนดให้ พอร์ต A เป็นพอร์ตเอาต์พุต

บิต D3 = "0" เซ็ทพอร์ต C 4 บิตบนเป็นพอร์ตเอาต์พุต

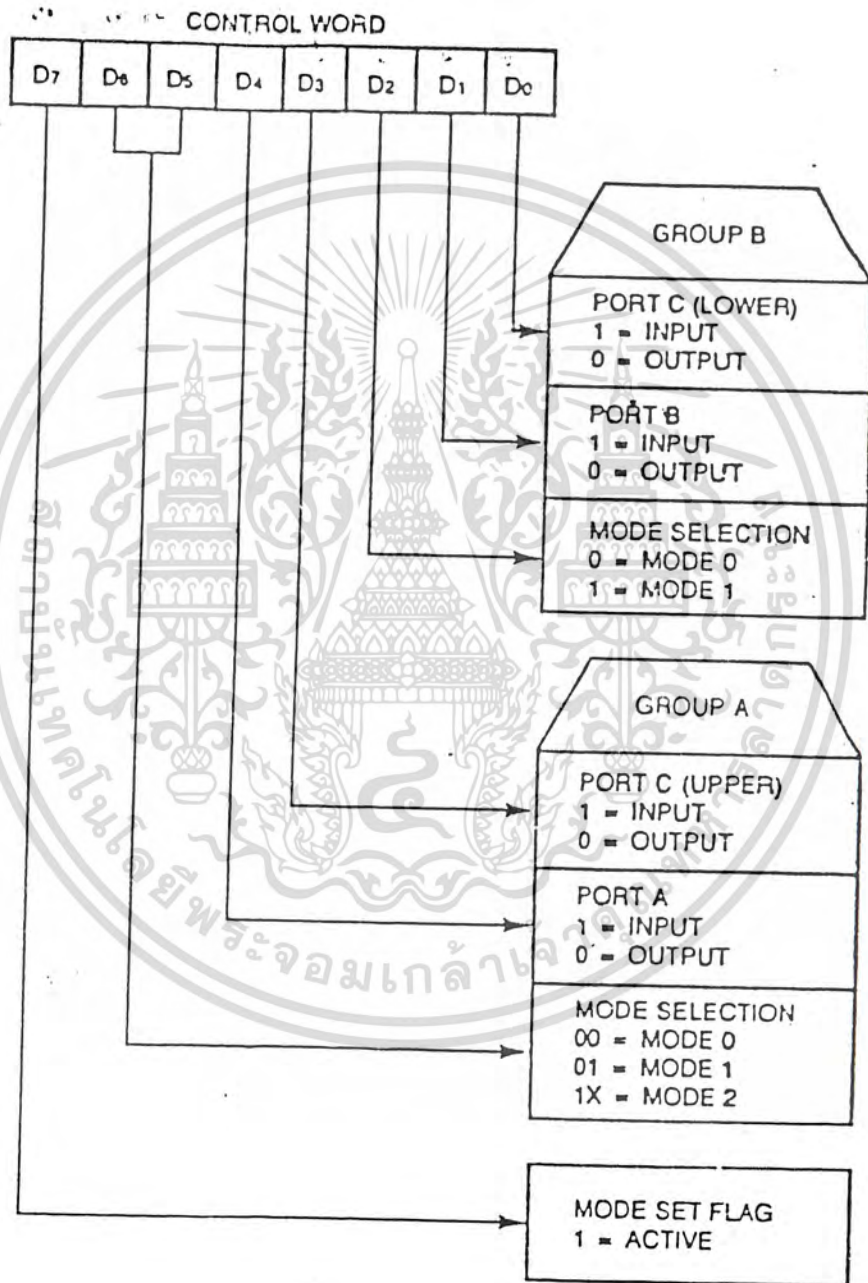
บิต D2 = "0" เซ็ทโหมดของพอร์ต B ให้พอร์ต B อยู่ในโหมด 0

บิต D1 = "0" เซ็ทพอร์ต B เป็นพอร์ตเอาต์พุต

บิต D0 = "0" เซ็ทพอร์ต C ให้ 4 บิตล่างเป็นพอร์ตเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำสั่งควบคุมนี้จะกำหนดให้พอร์ททั้ง 3 ของ 8255 ทำงานอยู่ในโหมด 0 และ เป็นพอร์ทเอาต์พุท ซึ่งจะได้สายสัญญาณซึ่งสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ถึง 25 สาย คำสั่งของ turbo pascal ที่จะใช้ทำให้ 8255 อยู่ในลักษณะดังกล่าวได้แก่

```
Port[$333] := $80; : เซ็ตคำสั่งควบคุม
port[$331] := $11 : ส่งคำสั่งควบคุมให้ 8255
```

เมื่อ pc-computer ทดลอง EXECUTE คำสั่งข้างต้นแล้ว 8255 จะถูกใช้ทำให้พอร์ททุกพอร์ทเป็นพอร์ทเอาต์พุท และอยู่ในโหมด 0 เราจะสามารถส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ทต่าง ๆ ได้ด้วยคำสั่ง port[\$330] := \$nn ของ turbo pascal ตัวอย่างเช่น เราต้องการส่ง 22H ไปพอร์ท A 44H ไปยังพอร์ท B และ 88H ไปยังพอร์ท C เราจะต้องเขียนคำสั่งดังนี้

```
Port[$333] := $80; : เซ็ตคำสั่งควบคุม 8255
Port[$330] := $22; : ส่งข้อมูลให้พอร์ท A
Port[$331] := $44; : ส่งข้อมูลให้พอร์ท B
Port[$332] := $88; : ส่งข้อมูลให้พอร์ท C
```

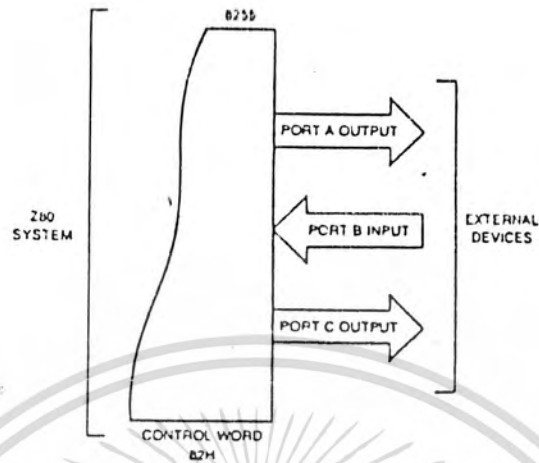
หลังจากที่คำสั่งเหล่านี้ถูก EXECUTE แล้วพอร์ท A , B และ C ของ 8255 จะมีข้อมูลต่าง ๆ ที่จะส่งไปให้ปรากฏอยู่

ในการทำงานในโหมด 0 ของ 8255 นี้ อาจจะสั่งให้พอร์ทของ 8255 เป็นอินพุทหรือเอาต์พุทก็ได้ อย่างเช่น ให้พอร์ท A และพอร์ท C เป็นพอร์ทเอาต์พุทและพอร์ท B เป็นพอร์ทอินพุท เราจะต้องส่งคำสั่งควบคุมให้แก่รีจิสเตอร์ควบคุมในลักษณะดังนี้คือ

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	0	1	0

หลังจากที่ส่งคำสั่งควบคุมให้แก่รีจิสเตอร์ควบคุมแล้ว 8255 จะถูกใช้ให้มีลักษณะการทำงานดังรูป 3.2 เราใช้คำสั่งอ่านข้อมูลจากพอร์ท B ได้ดังนี้

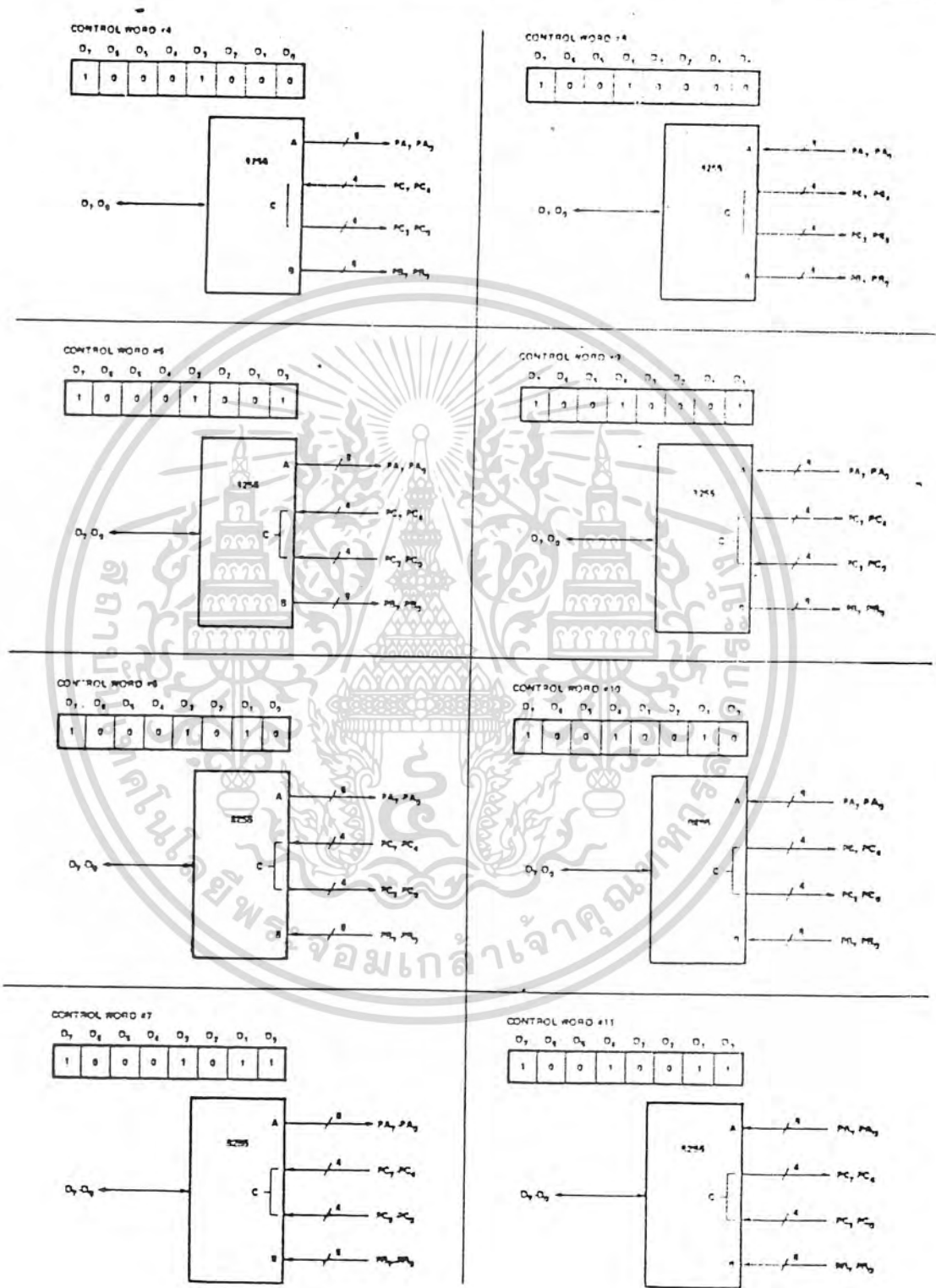
```
port[$333] := $82; : เซ็ตคำสั่งควบคุม 8255
A := port[$331]; : อ่านข้อมูลจากพอร์ท B
```



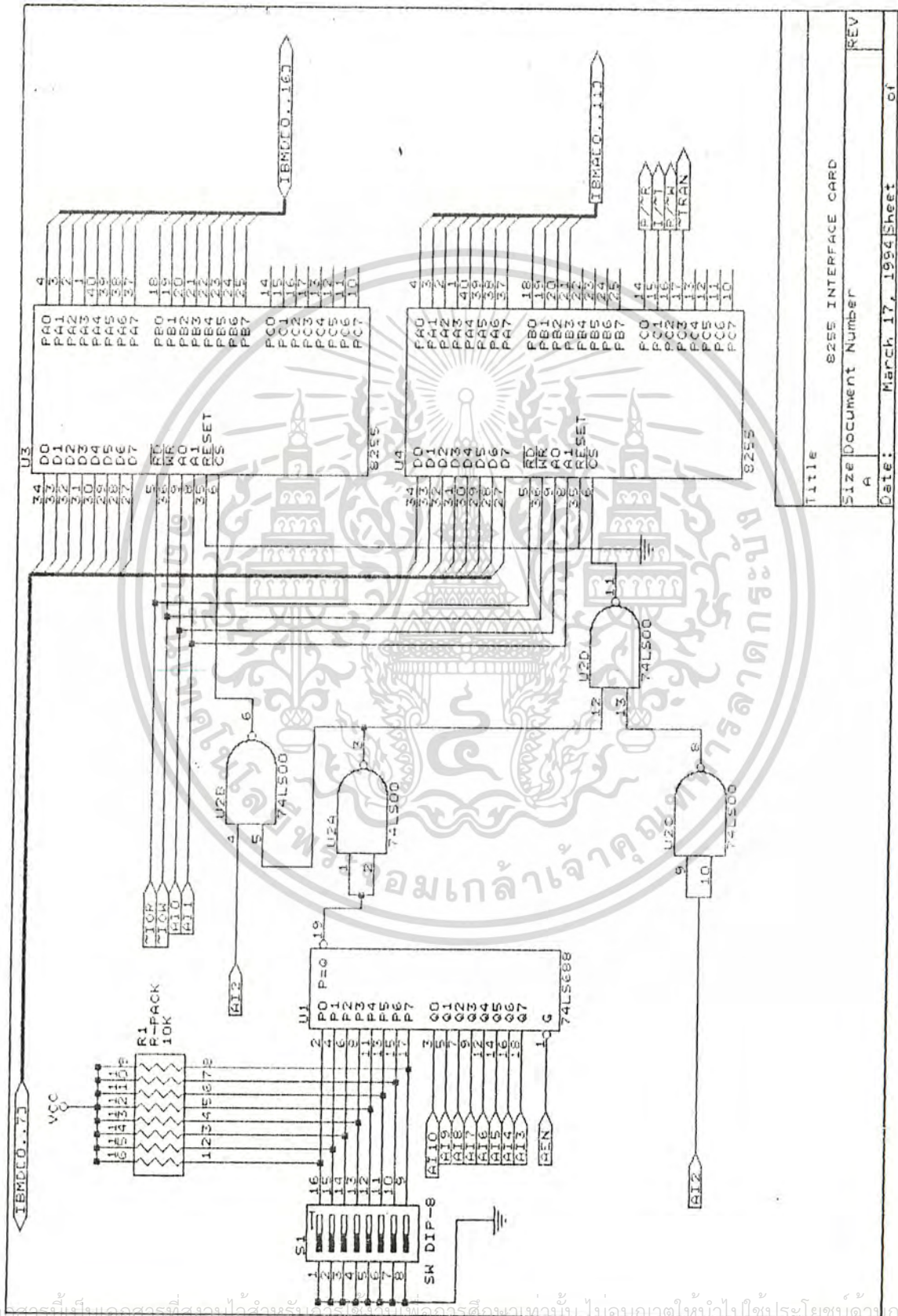
รูป 3.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงลักษณะการทำงานของ 8255 ในโหมด 0 หลังจากส่งคำสั่งควบคุมที่ 8255 แล้ว

ลักษณะการทำงานของพอร์ตต่างๆที่สามารถกำหนดได้ในโหมด 0 แสดงไว้ในรูป 3.3

SILICON GATE MOS 8255



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูป 3.3 แสดงลักษณะต่างๆในการใช้งานแอมด์ 0
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title		8255 INTERFACE CARD
Size		Document Number
A		REV
Date:	March 17, 1994	Sheet of

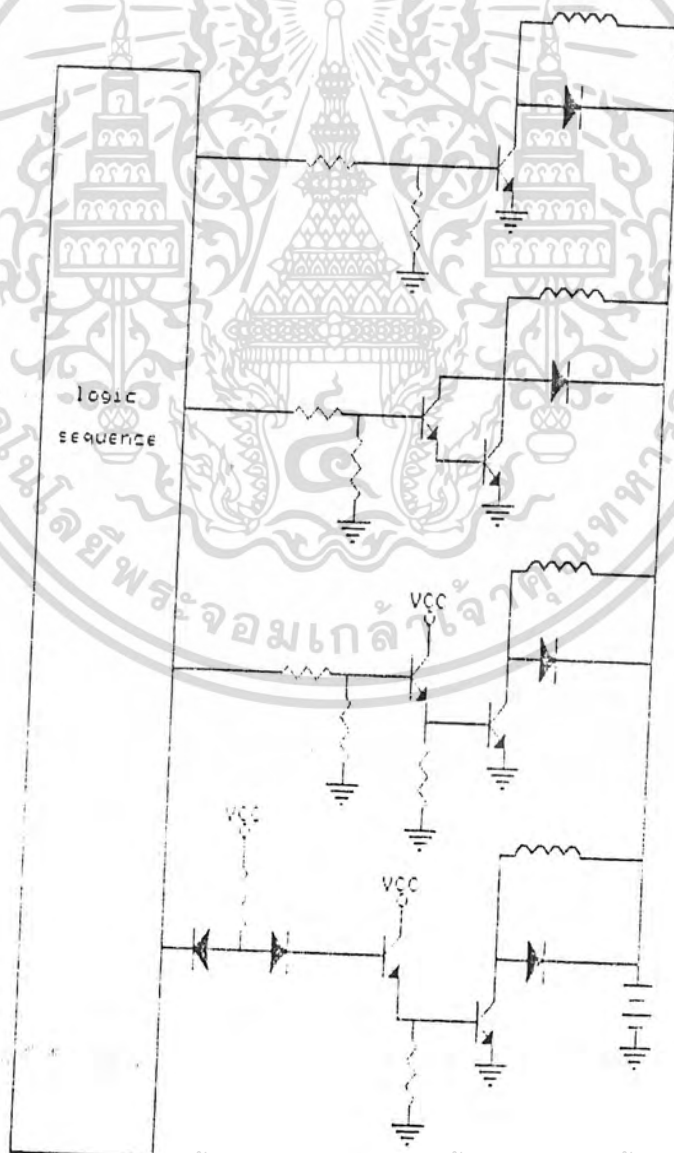
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในอาคารเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้วยการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วงจรถูกเกอร์เวอร์และ เซ็นเซอร์ตำแหน่ง

วงจรถูกเกอร์เวอร์

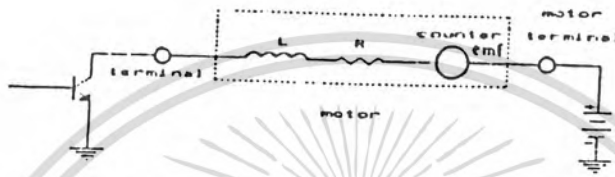
วิธีที่ง่ายที่สุดในการต่อวงจรซึ่งควานส์เข้ากับวงจรถูกเกอร์ DRIVER คือการต่อโดยตรง ดังรูป 4.1 (ก) และ (ข) แต่ถ้ากระแส OUT PUT ของวงจรถูกเกอร์ควานส์ ไม่เพียงพอเราก็ต้องต่อ BUFFER เพื่อขยายกระแส ดังรูป (ค) และ (ง)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาเกี่ยวกับวงจร DRIVER

ขนาดของ STEPPING MOTOR เป็น INDUCTIVE และมีค่าเบี่ยงเสถียรเหมือนผลรวมของอินดักแตนซ์
อนุกรมกับความต้านทานดังรูปที่ 4.2

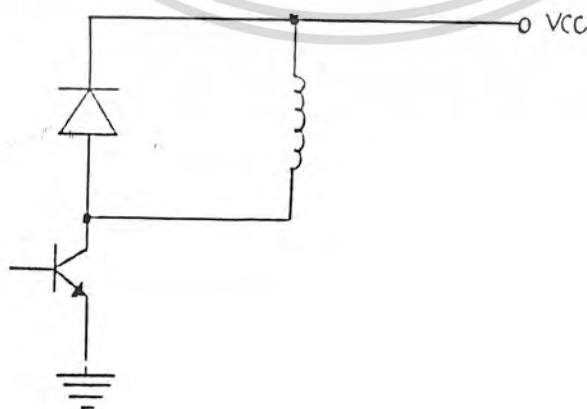


รูปที่ 4.2 วงจรสับเปลี่ยนของขดลวด STEPPMOTOR

ซีพเพรสเซอร์

เมื่อ TRANSISTOR รูปที่ 4.2 หยุดนำกระแสจะทาให้เกิด VOLTAGE ค่าสูง จำนวน
หนึ่ง เนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงของกระแสในอินดักแตนซ์ และ VOLTAGE นี้อาจจะ เป็น
อันตรายแก่ TRANSISTOR ได้วิธีป้องกัน

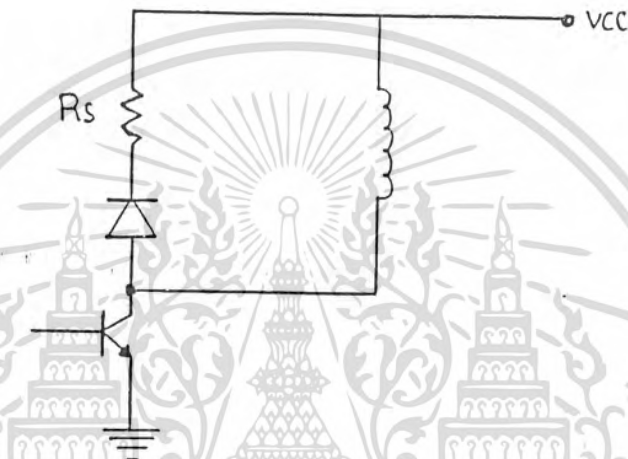
1. ไดโอดซีพเพรสเซอร์ ดังรูปที่ 4.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.3 ไดโอดซีพเพรสเซอร์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสหมุนเวียน CIRCULATING CURRENT จะเริ่มไหลหลังจาก TRANSISTOR หยุดนำกระแสและศักดา COLLECTOR จะเท่ากับศักดาของแหล่งจ่าย ข้อเสียคือ กระแสจะหมุนเวียนอยู่นานและจะทำให้เกิดแรงบิดต้านล้อขึ้น (BREAKING TORQUE) พลังงานส่วนใหญ่สูญเสียในความต้านทานของขดลวด มีปัญหาเรื่องหาความเย็น

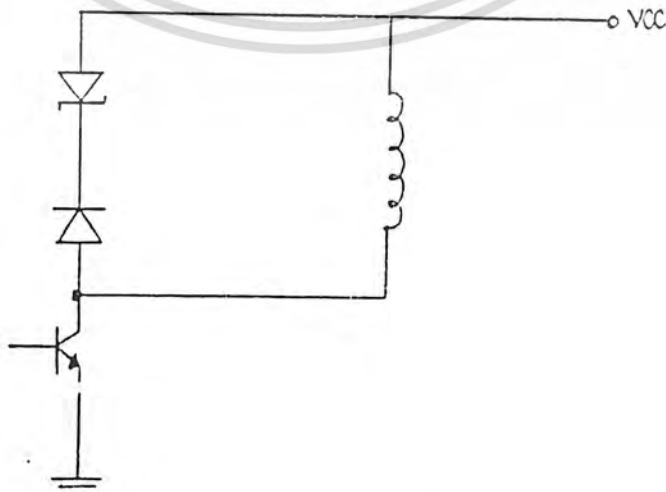
2. ไดโอดและรีจิสเตอร์ซีพเพรสเซอร์ ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ไดโอดและรีจิสเตอร์ซีพเพรสเซอร์

ถ้า R_s ยิ่งมากกระแสหมุนเวียนก็จะลดลงเร็วขึ้น แต่ศักดาของ COLLECTOR จะมีค่าสูงขึ้นพลังงานส่วนใหญ่สูญเสียใน R_s

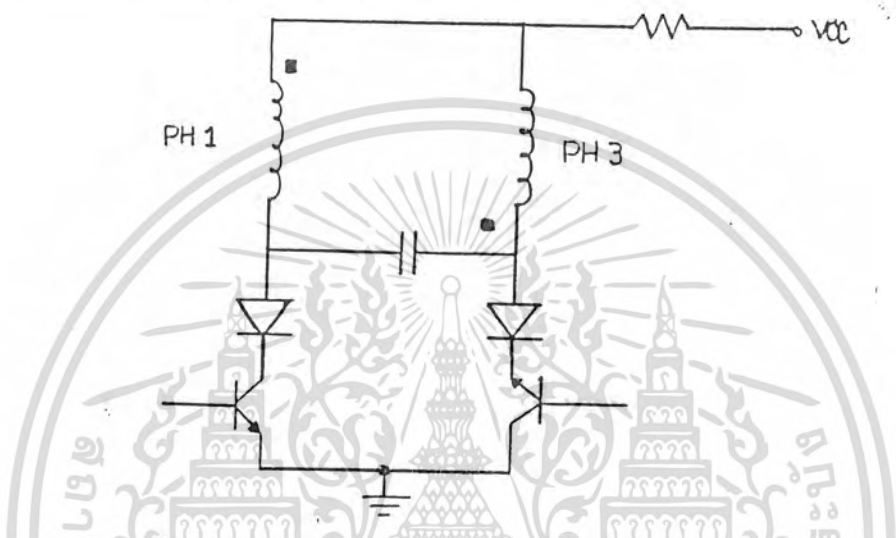
3. ซีเนอร์ไดโอดซีพเพรสเซอร์ ดังรูปที่ 4.5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.5 ซีเนอร์ไดโอดซีพเพรสเซอร์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ TRANSISTOR CUTOFF กระแสจะลดลงได้เร็วกว่า 2 แบบแรก และศักดาที่ COLLECTOR จะเท่ากับ ศักดาของซีเนอร์บวกกับศักดาของแหล่งจ่าย ซึ่งเป็นอิสระต่อกระแสพลังงานส่วนใหญ่สูญเสียใน ZENER

4. คอนเดนเซอร์ซีฟเพรสเซอร์ ดังรูปที่ 4.6



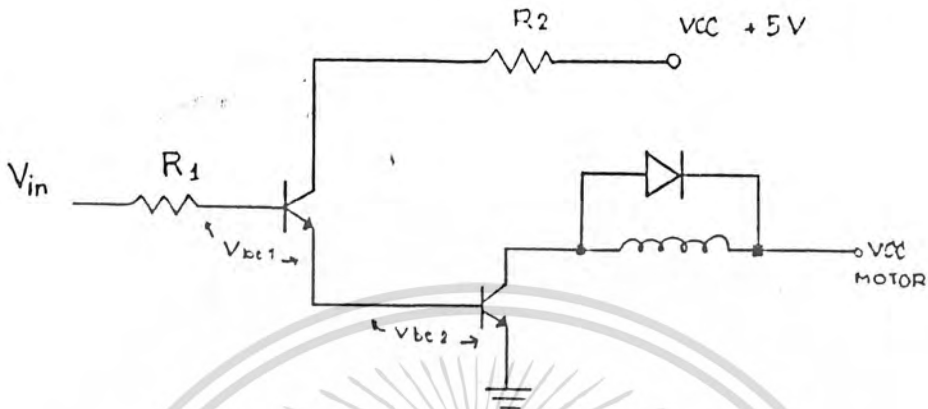
รูปที่ 4.6 คอนเดนเซอร์ซีฟเพรสเซอร์

จะใส่ CONDENSER ให้ ๕1 กับ ๕3 และ ๕2 กับ ๕4 เมื่อ TR หยุดนากระแส C จะต่อกับ TR โดยผ่านทาง DIODE และจะดูดคลื่นกระแสที่ค่อยาลดลงจากขดลวดของ MOTOR เพื่อป้องกัน TR เสีย และยังช่วยแดมป์ไฟ คือ ช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นในขดลวด STATOR เนื่องจากการ OSCILATE ของ ROTOR

การแก้ไขการเพิ่มขึ้นของกระแส

เมื่อ TR น้ากระแสเพื่อกระตุ้นเพลส POWER SUPPLY จะต้องชนะผลของอินดีคแตนซ์ของขดลวดก่อนที่กระแสจะเพิ่มขึ้นได้ถึงค่าที่กำหนด คือ อินดีคแตนซ์มีคุณสมบัติที่จะต้านการเพิ่มขึ้นของกระแสต่อาซเกิ้ลก็จะมีค่ามากขึ้น และเป็นผลให้แรงบิด (TORQUE) ลดลง และผลตอบสนองลดลง วิธีการลดเวลาการเพิ่มขึ้นของกระแส และปรับปรุงคุณลักษณะของแรงบิดที่ความเร็วสูงไว้ดีขึ้น โดยต่อความต้านทาน R อนุกรมกับขดลวดของ MOTOR SUPPLY จะต้องได้รับการเลือกค่าที่เหมาะสมเพื่อให้ได้กระแสที่ต้องการไหลผ่านขดลวดมีสภาวะคงที่ TIME CONSTANCANCE ของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ขดลวดจะลดลงเนื่องจากผลรวมของ R ในขดลวดเพิ่มขึ้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมเหิดดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ BIAS ภาคขยายกระแสไฟฟ้าให้ได้กระแสแต่ละเฟสตามต้องการ



รูปที่ 4.7 การ BIAS กระแสแต่ละเฟส

สมมุติให้ β คือค่าขยายกระแสต่ำสุดของ Q2 และ I_{C2} คือ กระแสขับสูงสุดต่อ

เฟสจะได้

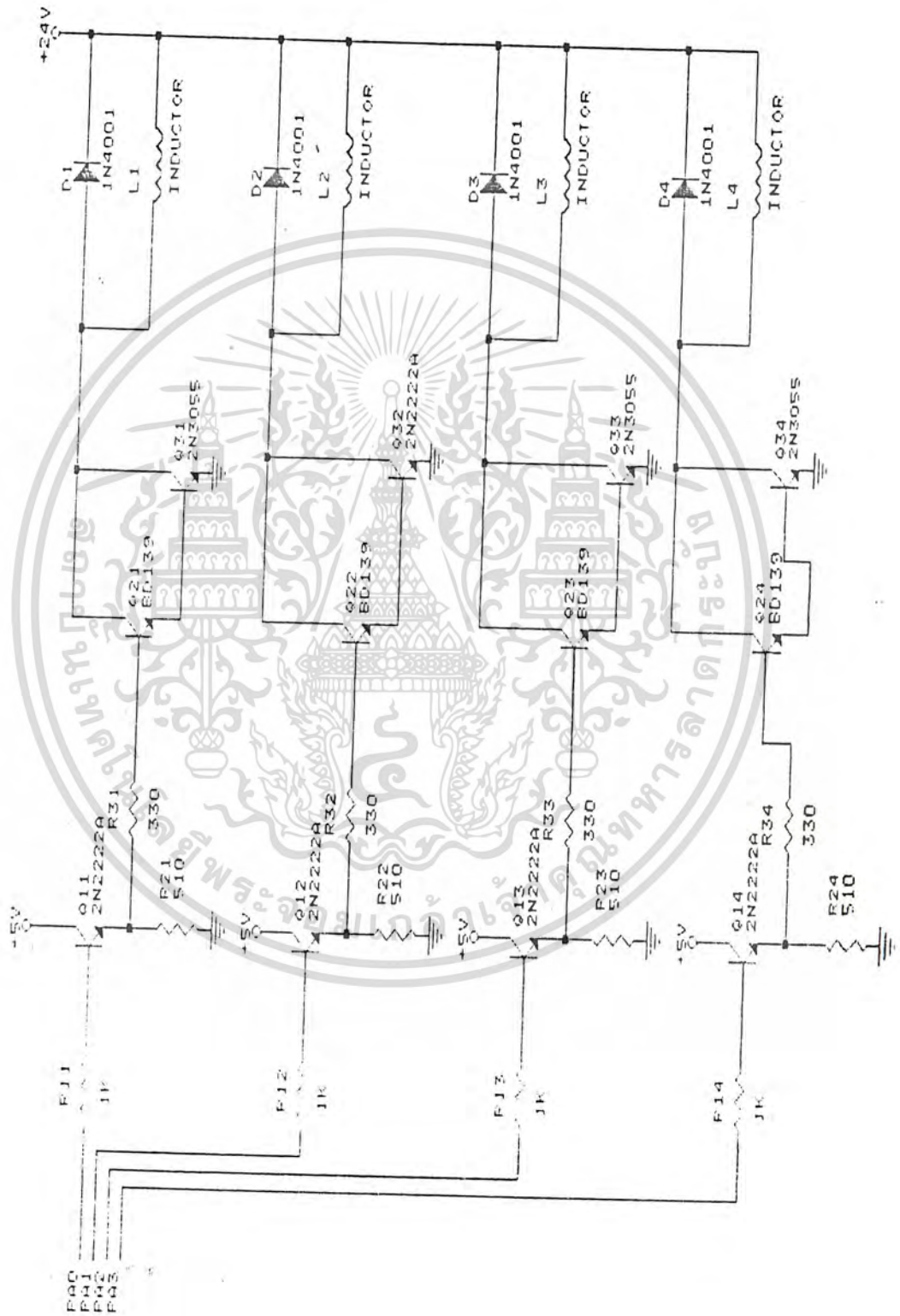
$$R2 = \frac{(5 - V_{be2})}{I_{b2}} = \frac{(5 - V_{be2}) * \beta_2}{I_{c2}}$$

สำหรับ R1 สมมุติให้ β คือ ค่าขยายกระแสต่ำสุดของ Q1 และ V_{in} มีค่าประมาณ 4 V สำหรับ LOGIC "1" จะได้

$$\begin{aligned} R1 &= \frac{(4 - V_{be1} - V_{be2})}{I_{b1}} \\ &= \frac{(4 - V_{be1} - V_{be2}) * \beta_1}{I_{c1}} \\ &= 2.8 \beta_1 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

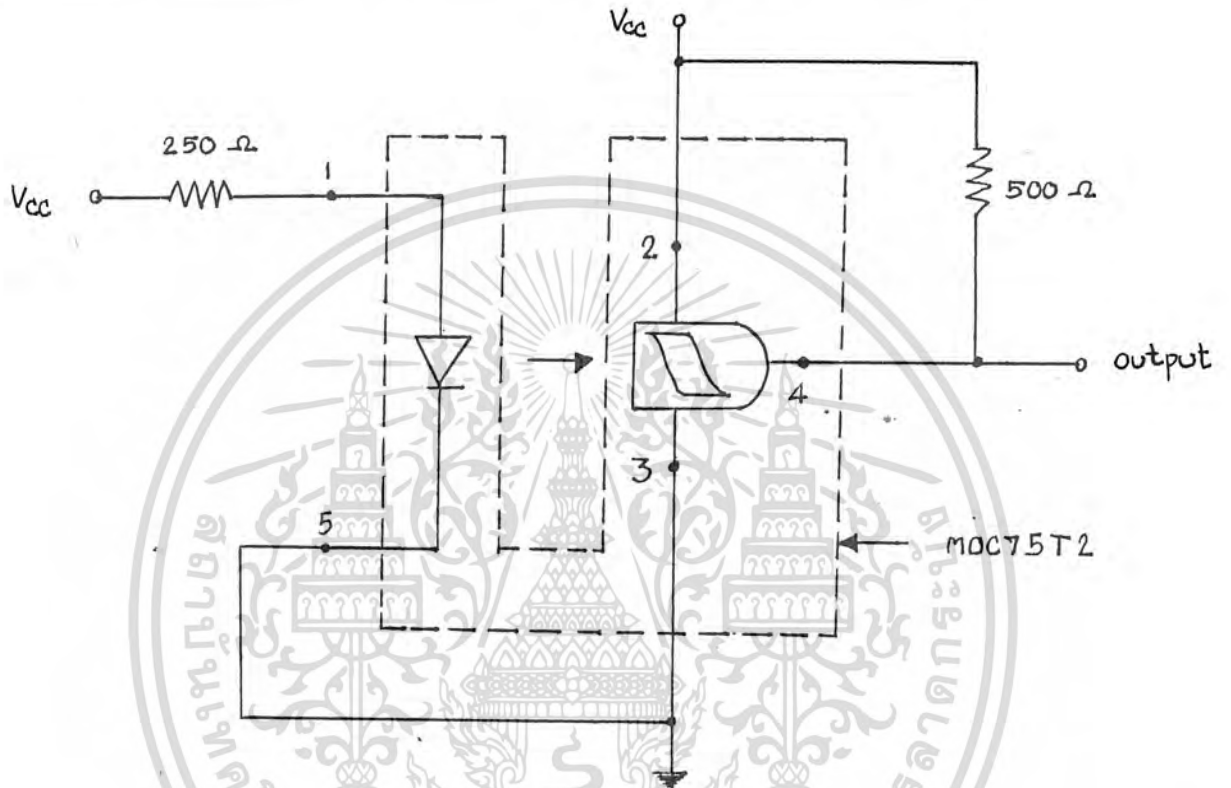
วงจรสำหรับทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีค่าลิขสิทธิ์ในวงเล็บแสดงอย่างอ้อมถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ SENSOR ตำแหน่ง

ในการตรวจจับตำแหน่ง เราใช้ตัวเซ็นเซอร์ คือ Slotted optical switches logic output (MOC751T2) ซึ่งมีวงจรการทำงานเป็นดังนี้



จากวงจร เมื่อไม่มีวัตถุมาบังทางเดินของแสง จะทำให้เอาต์พุตที่ได้มีค่าเป็น LOW (0) แต่เมื่อมีวัตถุมาบังทางเดินของแสง จะทำให้เอาต์พุตที่ได้เป็น HIGH (1) เราใช้เซ็นเซอร์นี้ในการตรวจจับตำแหน่งของฐานรองของแผ่นเวเฟอร์ใน 4 ตำแหน่ง คือ Xmin, Xmax, Ymin และ Ymax เมื่อฐานรองของแผ่นเวเฟอร์เคลื่อนที่มายังตำแหน่งดังกล่าวแล้ว แผ่นเหล็กที่ติดอยู่กับฐานรองจะมาบังทางเดินของแสงในตัวเซ็นเซอร์ ทำให้เอาต์พุตของเซ็นเซอร์เป็น HIGH (1) แล้วก็จะถูกส่งไปยังขา PB0-PB3 ของพอร์ต B ในการ์ด 8255 แล้วเครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะทำการประมวลผล ทำให้ฐานรองของแผ่นเวเฟอร์หยุดเคลื่อนที่ไปในทิศทางนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

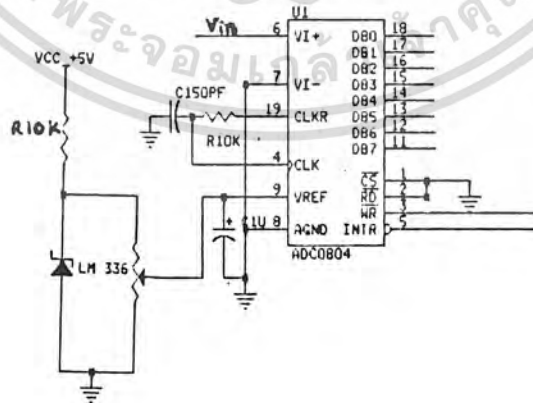
การประมวลผลค่าความต้านทานที่วัดได้

เนื่องจากในการวัดค่าความต้านทานนี้ เราไม่สามารถที่จะวัดตรงๆได้ เราจึงใช้การวัดโวลเตจแล้วนำมาคำนวณ ดังนั้นในที่นี้จะกล่าวถึงหลักการวัดค่าโวลเตจ

เนื่องจากในการวัดค่าโวลเตจของเครื่องมือวัดนั้น จะต้องวัดในค่าโวลเตจที่ต่ำ ๆ เพื่อที่จะไม่ให้อุปกรณ์ในการวัดเกิดการเสียหาย และเพื่อความเที่ยงตรงในการวัดในโครงการฉบับนี้ได้ใช้ค่าโวลเตจในการวัดในช่วง 0 ถึง 255 มิลลิโวลต์ ในการวัดสัญญาณนั้นเนื่องจากเราต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล ดังนั้นเราจึงต้องทำการแปลงสัญญาณอนาล็อกที่รับมาให้เป็นสัญญาณดิจิทัลก่อน และในการวัดนั้นเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงในการวัดยิ่งขึ้น ในการวัดเราจึงจัดช่วงในการวัดของความต้านทานที่จะใช้วัดออกเป็นช่วง ๆ เพื่อความสะดวกในการวัด

การแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นดิจิทัล

ในโครงการในครั้งนี้เราได้ใช้ไอซี ADC 0804 ใช้ในการแปลงสัญญาณ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 5.1 วงจรแสดงการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นดิจิทัล
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

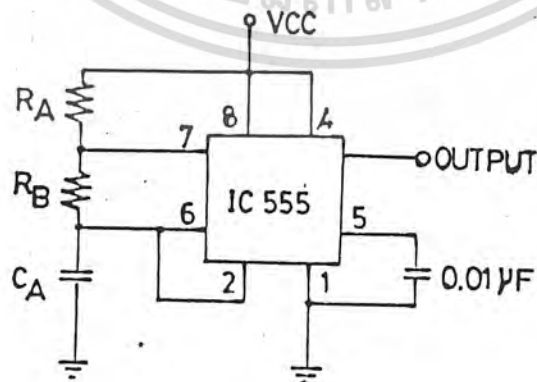
ไอซี ADC 0804 เป็นไอซีที่ใช้แปลงสัญญาณอนาล็อก 0-5 โวลต์ ให้เป็นสัญญาณดิจิทัล 8 บิต ซึ่งทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกา(CLOCK) ความถี่ 640 กิโลเฮิรตซ์ (ความถี่นี้เกิดจาก R 10 K ,C 150 pF, และ inverter ภายใน ADC 0804) และใช้เวลาในการแปลงสัญญาณประมาณ 100 นาโนวินาที

เมื่อ ADC 0804 ทำการแปลงสัญญาณเรียบร้อยแล้วมันจะส่งสัญญาณออกมาที่ขา \overline{INTR} ซึ่งเราสามารถนำสัญญาณไปเป็นสัญญาณอินเทอร์รัพท์ ให้แก่ไมโครคอมพิวเตอร์ก็ได้ แต่ในโครงการนี้ไม่ได้ใช้สัญญาณ \overline{INTR} แต่ใช้โปรแกรมให้วนลูปรอ เพื่อให้ A/D ทำการ CONVERSION ให้เสร็จ แล้วจึงนำเอาข้อมูลดิจิทัลมาใช้ การที่ทำเช่นนั้นจะทำให้เราตัดปัญหาที่อาจจะเกิดมาจากสัญญาณ \overline{INTR} ที่ไม่พึงปรารถนาออกมาได้

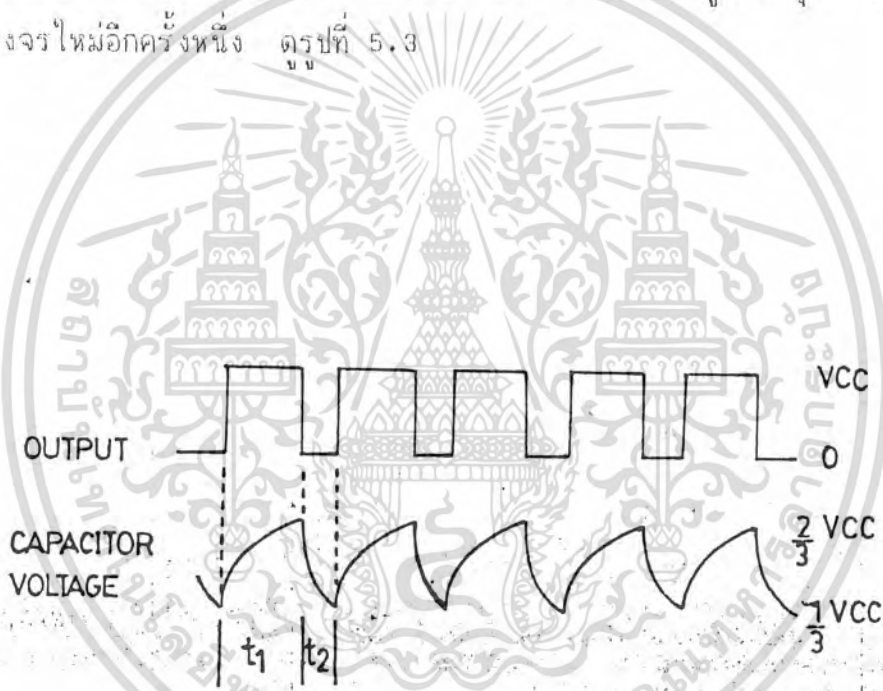
ระดับสัญญาณอ้างอิงของไอซี ADC 0804 ได้มาจาก output ของ regulator ซึ่งมีระดับสัญญาณ 5 โวลต์ ทั้งนี้เนื่องจากความถูกต้องในการแปลงสัญญาณของ A/D ขึ้นอยู่กับระดับความแน่นอนของศักดาอ้างอิงด้วย ซึ่งจะกล่าวในส่วนของไฟเลี้ยงและศักดาอ้างอิงต่อไป

- ส่วนของวงจรอะอสเตเบิลลิสมิตไวเบรเตอร์

วงจรอะอสเตเบิลลิสมิตไวเบรเตอร์ หรือวงจรเครื่องตั้งประกอบขึ้นมาจากไมโครเมอร์เบอร์ 555 ดังแสดงในรูปที่ 5.2



ตัวรีซิสเตอร์ Ra และ Rb ทำหน้าที่เป็นไทม์มิ่งรีซิสเตอร์ (TIMMING RESISTER) เมื่อวงจรมีแรงดันไบอัส จากแหล่งจ่ายกำลังตัวคาปาซิเตอร์ Ca ซึ่งทำหน้าที่เป็นไทม์มิ่งคาปาซิเตอร์ (TIMMING CAPACITOR) จะสะสมประจุผ่านตัวต้านทาน Ra และ Rb จนกระทั่งเมื่อแรงดันตกคร่อมมีค่าเป็น $\frac{2}{3}$ เท่าของแหล่งจ่าย จะทำให้ วงจรอัปเปอร์คอมพาราเตอร์ (UPPER COMPARATOR) กระตุ้นวงจรฟลิปฟล็อป ซึ่งอยู่ภายในตัวไอซีและมีผลให้ตัวเก็บประจุ (Ca) เริ่มคายประจุผ่านตัวรีซิสเตอร์ (Rb) แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุก็จะลดลงและเมื่อค่าเหลือเป็น $\frac{1}{3}$ เท่าของแหล่งจ่ายแล้ววงจรโลเวอร์คอมพาราเตอร์ (LOWER COMPARATOR) ในตัวไอซีก็จะถูกกระตุ้น และเริ่มทำงานของวงจรใหม่อีกครั้งหนึ่ง รูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบแรงดันที่เอาท์พุทกับแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุจะทำงานและคายประจุสลับกันไปอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุมีค่าระหว่าง $\frac{2}{3}$ เท่าของแหล่งจ่าย และ $\frac{1}{3}$ เท่าของแหล่งจ่ายตามลำดับ คักดาที่เอาท์พุทจะมีค่าสูงในขณะที่ตัวเก็บประจุทำการเก็บประจุ ซึ่งถ้าให้ t_1 คือ ช่วงเวลาที่เอาท์พุทมีคักดาสูงตั้งนั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t1 = (Ra+Rb)C \text{ LOGe}((Vcc-2/3.Vcc)/(Vcc-1/3.Vcc)) \text{ วินาที}$$

$$t1 = 0.693(Ra+Rb)C \text{ วินาที}$$

คัถยที่เอาท่พทจะมีค่าต่ำในขณะทีคาปาซึลเตอร์ทำการคายประจุ ซึ่ถ้าให้ t3
คือช่วงเวลาที่เอาท่พทมีคัถยต่ำ

ตั้งนั้ $t2 = 0.693 RaC$ วินาที

ช่วงเวลาที่การสละสมประจุและการคายประจุคือ

$$T = t1 + t2 = 0.693 (Ra + 2Rb)C \text{ วินาที}$$

ซึ่งค่า T ก็คือ ช่วงเวลาความกว้างของพัลส์หนึ่งลคคัถย
ตั้งนั้ความถี่ของพัลส์ที่เอาท่พทคือ

$$f = 1/T = 1.443/(Ra+2Rb)C \text{ เฮิรทซ์}$$

แต่ค่าของ (Ra+Rb) และ C จะให้ความถี่ของพัลส์เอาท่พทที่มีค่าต่างกัน
และค่า "ดีวตีไซเคิล" จะนิยามว่า คือ อัตราส่วนของช่วงเวลาที่เอาท่พทมีคัถยสูงกับช่วง
เวลาทั้งหมดของพัลส์หนึ่งลค และเขียนแทนด้วย D ตั้งนั้ DUTY CYCLE

$$D = t1/T = Ra+Rb3/Ra+2Rb$$

ซึ่งจะเห็นว่าความต้านทานของรีซิสเตอร์ Ra และ Rb จะเป็นตัวกำหนดค่า
ดีวตีไซเคิล
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนไฟเลี้ยงและคักตาอ้างอิง

ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์และวงจรถติจิตอลต่าง ๆ จะมีระดับของไฟเลี้ยงต่างๆกัน ออกไป สำหรับในโครงการนี้เราสามารถใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ ป้อนให้กับวงจร แต่ในการป้อน คักตาไฟฟ้าในการทดสอบนั้น เราต้องใช้ค่าโวลเตจในช่วงที่ต่ำมาก ดังนั้นเราจึงต้องทำ การแบ่งค่า R ในการวัดออกเป็นช่วงๆ เพื่อความสะดวกและเที่ยงตรงในการวัด

เราสามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของค่า R ได้ดังนี้

$$V / (R + R_T) = V_T / R_T$$

โดย

V : ค่าโวลเตจที่ตกคร่อมทั้งหมด = 5 Volt

V_T : ค่าโวลเตจที่ตกคร่อม R_T มีค่าสูงสุด 255 mV

R : ค่าความต้านทานที่มาต่ออนุกรมกับ R_T

R_T : ค่าความต้านทานที่เราต้องการจะวัด

จากความสัมพันธ์ทั้งหมดจะได้ว่า

$$R = 18.6 R_T$$

ในที่นี้จะใช้ค่าความต้านทานประมาณ 20 เท่า ของ R_T

จากความสัมพันธ์นี้เราสามารถที่จะแบ่งการวัดค่า R ออกเป็นช่วงๆได้ดังนี้

R _T	R
0- 500	10 K
500- 1 K	20 K
1K-10 K	200 K
10K-100K	2 M
100K-1M	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา 20 ปีขึ้นไป ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดก็ตามในกรณีที่ผู้ใช้จะนำเอกสารนี้ไปใช้และตรงใจของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. สามารถควบคุมสเตรปปีงมอเตอร์ให้หมุนฐานรองของแผ่นเวเฟอร์ในตำแหน่งต่าง ๆ ได้ตามรูปแบบที่เขียนขึ้นในโปรแกรมได้
2. สามารถควบคุมความละเอียดของการเคลื่อนที่ได้ถึง 10 ไมโครเมตร
3. ตรวจสอบค่าความต้านทานที่ทำการทริม (สมมติโดยใช้ความต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้) ในขณะที่ทำการเคลื่อนฐานรองของแผ่นเวเฟอร์ พร้อมทั้งแสดงค่าทางจอมอนิเตอร์
4. เปรียบเทียบค่าความต้านทานที่วัดได้กับค่าความต้านทานที่ได้ SET ไว้ และจะหยุดหมุนเมื่อค่าความต้านทานที่วัดได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าความต้านทานที่วัด SET ไว้ พร้อมทั้งหยุดการควบคุมการฉายแสงเลเซอร์

ปัญหาและวิจารณ์การทดลอง

1. เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่ง (SENSOR) มีความละเอียดไม่พอ ดังนั้นในการ RESET ไปยังตำแหน่งของจุดเริ่มต้น ต้องบอกนิกิตตำแหน่งของฐานรองของแผ่นเวเฟอร์ให้กับคอมพิวเตอร์
2. ความละเอียดและเสถียรภาพของการวัดค่าความต้านทานมีน้อย ทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อน ควรปรับปรุงให้อยู่ในรูปของบริษัทพาณิชย์
3. เนื่องจากการทริมด้วยเลเซอร์ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจะพัฒนาโปรแกรมให้อยู่ในมาตราฐาน เพื่อการใช้งานที่หลากหลาย

กิติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อ.สมศักดิ์ เข็ยร์ศิริกุล ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติตั้งแต่ต้นจนสำเร็จสมบูรณ์ ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ได้กรุณาสันนิษฐานให้คำแนะนำในโครงการนี้ รวมทั้งเพื่อนทุกคนที่ให้คำปรึกษาแนะนำเมื่อเกิดปัญหาขึ้นมา จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้อย่างน่าพอใจ

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณทุกสิ่งทุกอย่างที่เป็น " วิชาะ ลาดกระบัง "



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- Spitz, S.L., "Trimmed for Precision," *Electronic Packaging & Production*, October 1985.
- Chicago Laser Systems Inc., *and antroduction to laser Trimming*, 1978.
- Tektronix, *trick-Film Hybrid Design Guildelines*, 1985.
- Lejeune, B., 'New U-Cut Algorithmic trimming for Lighting Protection,' *Hybrid circuits-Journal of the International Society for Hybrid Microelectronic Europe*, September 1986.
- Kenjo, T. (1984), *Stepping motor and their microprocessor controls*. Oxford University press. Oxford
- kenjo, T. (1986), *Mechantronic controls using Z80/8085*. (In Japanese), Chapter 9. Sogo Electronics Publish Company, Tokyo
- Barden william, Jr *The Z80 Microcomputer Handbook*. Indianapolis, Ind.: Haward w. Sams, 1978.
- Coffon, James W. *Z80 Application*. Barkely, Calif : Sybex, 1983.
- โยชิน เปรมปราณีแท้, ระบบเซอร์โวและอิเล็กทรอนิกส์คอนโทรลมอเตอร์: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ครั้งที่ 1, 2533
- การใช้งาน Z80, ศูนย์ภาษาคอมพิวเตอร์
- กฤษดา วิควชิรานนท์, ยิน กุสุวรรณ, ไมโครโปรเซสเซอร์, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), ครั้งที่ 7, 2531
- วิบูลย์ ชื่นแขก, ไมโครโปรเซสเซอร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ครั้งที่ 2, 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

program xycontroller;
uses crt,dos,graph;
{$I winli}

{ ***** MENU DISPLAY ***** }

var
    chmenu1:integer;
    chmenu2:integer;
    chmenu3:integer;
    chmenu4:integer;

type
    togglerec = record
        numchoice : integer;
        strings   : array[0..5] of string[15];
        lox       : array[0..5] of integer;
    end;

const
    choicemenu1 = 5;
    xmenu1 = 525;
    menu1 : togglerec = (
        numchoice : 5;
        strings   : ('** Menu **', ' File', ' Edit',
                    ' Set', ' Move', ' Quit');
        lox       : (50,100,120,140,160,180));

    choicemenu2 = 3;
    xmenu2 = 525;
    menu2 : togglerec = (
        numchoice : 3;
        strings   : ('** Set **', ' Resistance ',
                    ' Voltage(Vcc)', ' R(Vcc)', '', '');
        lox       : (50,100,120,140,160,180));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

choicemenu3 = 3;

xmenu3 = 525;

menu3 : toggleres = (
    numchoice : 3;
    strings : ('**Move**', ' Start', ' Manul move',
              ' XY-Origin', '', '');
    lox : (50,100,120,140,160,180));

```

```

choicemenu4 = 4;

xmenu4 = 525;

menu4 : toggleres = (
    numchoice : 4;
    strings : ('**File**', ' Load', ' New',
              ' Save', ' Oshell', '');
    lox : (50,100,120,140,160,180));

```

type

```

bytearray = array[0..10] of byte;
byteptr = ^bytearray;
addpointer = ^xylist;
xylist = record
    seq : integer;
    xpos : integer;
    ypos : integer;
    laser: string[3];
    next : addpointer;
end;

```

```
tablefile = file of xylist;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

last, start,

```

newdata,initdata : addpointer;

directmove : xylist;

cursor,oldpic,newpic,
bckpic,bkpic,
cirpic,xypic,compic : byteptr;

{ ***** BLOCK MENU ***** }

procedure blockmenu (menu : togglerec;
                    xcol : integer);

var
    midline,line : integer;
begin
    with menu do
    begin
        get image(xcol-5,loxf01,xcol+110,loxf51+15,bkpic*);
        wincolor(14,0);
        midline := ((loxf21-loxf11) div 2);
        for line:= 2 to numchoice*2+1 do
            begin
                rectangle(xcol-2,loxf11-7,xcol+110,loxf11-7+midline*line);
                line := line+1;
            end;
        end;
    end;
end;

procedure putmenu(toggle : togglerec;
                 colx,choice : integer);

var
    i:integer;

begin
    blockmenu(toggle,colx);
    with toggle do

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
    putstr(strings[0],colx,lox[0],red);
    for i:= 1 to numchoice do
        putstr(strings[i],colx,lox[i],3);
    end;
end;

( ***** CLEAR MENU ***** )

```

```

procedure clearmenu( menu :logglerec;
                    xmenu :integer);
begin
    putimage(xmenu-5,menu.lox[0],bkpic^,0);
end;
procedure getchoice(toggle : togglerec;
                   xmenu : integer;
                   var choice : integer);
var
    resp : responsetype;
    dir : movement;
    keych : char;
begin
    with toggle do
        begin
            if (choice<1) or (choice>numchoice) then choice := 1;
            getimage(xmenu,lox[choice]-5,xmenu+108,lox[choice]+11,bkpic^);
            putimage(xmenu,lox[choice]-5,bkpic^,4);
            resp := noresponse;
            while (resp<>return) and (resp<>esc) do
                begin
                    getresponse(resp,dir,keych);
                    case (resp) of

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

arrow:begin
    if dir = up then
    begin
        putimage(xmenu,lox[choice]-5,bckpic^,0);
        if choice = 1 then choice := numchoice
        else choice := choice - 1;
        getimage(xmenu,lox[choice]-5,xmenu+108,lox[choice]+1
        ,bckpic^);
        putimage(xmenu,lox[choice]-5,bckpic^,4);
    end
    else
    if dir = down then
    begin
        putimage(xmenu,lox[choice]-5,bckpic^,0);
        if choice = numchoice then choice := 1
        else choice := choice + 1;
        getimage(xmenu,lox[choice]-5,xmenu+108,lox[choice]-
        ,bckpic^);
        putimage(xmenu,lox[choice]-5,bckpic^,4);
    end
    else beep;
    end;

    key :=beep;

    return;;

end;

end;

if resp = esc then choice := 0;

end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure displayxy(x,y:integer);
```

```
var
```

```
    i,j : integer;
```

```
    ch : string;
```

```
begin
```

```
    setcolor(15);
```

```
    ch := '';
```

```
    i := x div 100;
```

```
    if i <> 0 then
```

```
        case(i) of
```

```
            1:ch :=ch+'1';
```

```
            2:ch :=ch+'2';
```

```
            3:ch :=ch+'3';
```

```
            4:ch :=ch+'4';
```

```
            5:ch :=ch+'5';
```

```
        end;
```

```
    x := x-i*100;
```

```
    i := x div 10;
```

```
    case(i) of
```

```
        1:ch :=ch+'1';
```

```
        2:ch :=ch+'2';
```

```
        3:ch :=ch+'3';
```

```
        4:ch :=ch+'4';
```

```
        5:ch :=ch+'5';
```

```
        6:ch :=ch+'6';
```

```
        7:ch :=ch+'7';
```

```
        8:ch :=ch+'8';
```

```
        9:ch :=ch+'9';
```

```
        0:if ch<>' ' then ch:=ch+'0';
```

```
    end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
x := x-i#10;  
i := x;
```

```
case(i) of
```

```
1:ch :=ch+'1';
```

```
2:ch :=ch+'2';
```

```
3:ch :=ch+'3';
```

```
4:ch :=ch+'4';
```

```
5:ch :=ch+'5';
```

```
6:ch :=ch+'6';
```

```
7:ch :=ch+'7';
```

```
8:ch :=ch+'8';
```

```
9:ch :=ch+'9';
```

```
0:ch :=ch+'0';
```

```
end;
```

```
putimage(54,415,xpic^,0);
```

```
outtextxy(55,416,ch);
```

```
ch :='';
```

```
i := y div 100;
```

```
if i <> 0 then
```

```
case(i) of
```

```
1:ch :=ch+'1';
```

```
2:ch :=ch+'2';
```

```
3:ch :=ch+'3';
```

```
4:ch :=ch+'4';
```

```
5:ch :=ch+'5';
```

```
end;
```

```
y := y-i*100;
```

```
i := y div 10;
```

```
case(i) of
```

```
1:ch :=ch+'1';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

2:ch :=ch+'2';
3:ch :=ch+'3';
4:ch :=ch+'4';
5:ch :=ch+'5';
6:ch :=ch+'6';
7:ch :=ch+'7';
8:ch :=ch+'8';
9:ch :=ch+'9';
0:if ch='' then ch:=ch+'0';
end;
y := y-i#10;
i := y;
case(i) of
1:ch :=ch+'1';
2:ch :=ch+'2';
3:ch :=ch+'3';
4:ch :=ch+'4';
5:ch :=ch+'5';
6:ch :=ch+'6';
7:ch :=ch+'7';
8:ch :=ch+'8';
9:ch :=ch+'9';
0:ch :=ch+'0';
end;
put image(154,415,xpic^,0);
outtextxy(155,416,ch);
end;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

procedure winedit;
var
    i,j : integer;
begin
    getimage(5,440,44,449,xypic^);
    getimage(5,440,250,450,compic^);
    setfillstyle(1,14);
    bar(3,23,512,410);
    getimage(3,23,11,31,oldpic^);
    setcolor(2);
    circle(7,27,31);
    line(7,25,7,29);
    line(5,27,9,27);
    getimage(3,23,13,31,cirpic^);
    putimage(3,23,oldpic^,0);
    setcolor(3);
    line(7,23,7,31);
    line(3,27,11,27);
    getimage(3,23,11,31,cursor^);
    putimage(3,23,oldpic^,0);

    for i:= 1 to 26 do
        for j:= 2 to 21 do
            circle(i*20-13,j*20-15,1);
            getimage(3,141+260,11,150+260,oldpic^);
end;

procedure getdata(    word : string;
                    var values : real;
                    var wordvalues : string;
                    len : integer);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

var
    i,j,n : integer;
    ch     : char;
    oldword : string;
    m     : real;
begin
    j := 0;
    i := 0;
    m := values;
    oldword := wordvalues;
    wordvalues := '';
    putstr(word,5,440,3);
    repeat
        ch := readkey;
        case (ch) of
            #0:begin
                ch := readkey;
                if ch = #75 then
                    begin
                        j:=j-1;
                        if j<0 then j:=0;
                        i:= i div 10;
                        n:= length(wordvalues);
                        delete(wordvalues,n,1);
                        putimage(260,440,compic^,0);
                        outtextxy(260,440,wordvalues);
                    end;
                end;
            end;
        end;
    until ch = #13;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

case (ch) of

```

'1': i:=i*10+1;
'2': i:=i*10+2;
'3': i:=i*10+3;
'4': i:=i*10+4;
'5': i:=i*10+5;
'6': i:=i*10+6;
'7': i:=i*10+7;
'8': i:=i*10+8;
'9': i:=i*10+9;
'0': i:=i*10;
end;
j:=j+1;
wordvalues := wordvalues+ch;
outtextxy(260,440,wordvalues);
end;
end;
until (ch = #13) or (j = len) or (ch=#27);
values := i;
if (j = 0) or (ch=#27) then
begin
wordvalues := oldword;
values := m;
end;
putimage(5,440,compic^,0);
putimage(260,440,compic^,0);
end;

```

```

procedure markpoint(      x,y : integer;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ระบบที่ออกหนังสือขออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

newdata : addpointer;
newstatus : string);

```

var

status : string[3];

x1,y1 : integer;

begin

putimage(3+x,141+260-y,cirpic^,0);

x1 := last^.xpos;

y1 := last^.ypos;

status := last^.laser;

new(newdata);

newdata^.xpos := x;

newdata^.ypos := y;

newdata^.laser := newstatus;

last^.next := newdata;

newdata^.next := nil;

last := newdata;

wincolor(3,0);

if status = 'on' then

line(x1+7,260-y1+26+119,

last^.xpos+7,260-last^.ypos+26+119);

getimage(3+x,141+260-y,11+x,150+260-y,newpic^);

oldpic := newpic;

end;

procedure cursormove(var x,y : integer;

m : string);

begin

putimage(3+x,141+260-y,oldpic^,0);

if (x>=0) and (x<>500) then if m='incx' then x := x+1;

if (x<>0) and (x<=500) then if m='decx' then x := x-1;

if (y>=0) and (y<>380) then if m='incy' then y := y+1;

if (y<>0) and (y<=380) then if m='decy' then y := y-1;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในหน่วยงานที่ขอเอกสารนี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

getimage(3+x,141+260-y,11+x,150+260-y,newpic^);
putimage(3+x,141+260-y,cursor^,3);

oldpic := newpic;

displayxy(x,y);

end;

procedure actmenuedit(var x,y : integer;
                      newdata : addpointer);

var
    ch : char;
    x1,y1 : integer;
    status : string[31];

begin
    putimage(3+x,141+260-y,cursor^,3);
    repeat
        ch := readkey;
        case (ch) of
            #75: cursormove(x,y,'decx');
            #72: cursormove(x,y,'incy');
            #77: cursormove(x,y,'incx');
            #80: cursormove(x,y,'decy');
            #60: markpoint(x,y,newdata,'on');
            #61: begin
                    status := last^.laser;
                    if status = 'on' then markpoint(x,y,newdata,'off')
                    else beep;
                end;
        end;

    until ch = #27;

    {#|motor11}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม้เว้นแต่กรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{#1 manu1}
{#1 lreset}

procedure actmenuset(var res,Vcc,Rcc : real;
                    var chre,wordVcc,wordRcc : string);
var
    n : integer;

begin
    putmenu(menu2,xmenu2,chmenu2);
    getchoice(menu2,xmenu2,chmenu2);
    clearmenu(menu2,xmenu2);
    case(chmenu2) of
        1 :begin
            getdata('Enter Valuse Of Resistance[8] : ',res,chre,6);
            putimage(318,414,xpic^,0);
            putimage(358,414,xpic^,0);
            setttextjustify(2,2);
            putstr(chre,395,415,14);
            setttextjustify(0,2);
            end;
        2 : begin
            getdata('Valuse Of Voltage[Vcc] : ',Vcc,wordVcc,4);
            putimage(583,414,xpic^,0);
            setttextjustify(2,2);
            putstr(wordVcc,623,415,14);
            setttextjustify(0,2);
            end;
        3 : begin
            getdata('Valuse Of Resistance[Rcc] : ',Rcc,wordRcc,7);
            putimage(583,445,xpic^,0);
            setttextjustify(2,2);
            putstr(wordRcc,623,445,14);
            setttextjustify(0,2);
            end;
    end;
end;

```

```

        settextjustify(2,2);
        putstr(wordRcc,623,445,14);
        settextjustify(0,2);
    end;
end;
end;
procedure actmenumove(var phasex,phasey : datamove;
                    start : addpointer;
                    resistance,Vcc,Rcc : real);
var
    output : signmove;
begin
    putmenu(menu3,xmenu3,chmenu3);
    getchoice(menu3,xmenu3,chmenu3);
    clearmenu(menu3,xmenu3);
    case (chmenu3) of
        1 : startmotor(phasex,phasey,start,resistance,Vcc,Rcc);
        2 : manualmove(phasex,phasey,output);
        3 : l1reset(phasex,phasey);
    end;
end;
end;

procedure savefile(start :addpointer);
var
    ch      : char;
    filename : string;
    i       : integer;
    flist  : tablefile;
begin
    filename := ' ';

```



เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

putstr('Enter Name Of File To Save :',10,440,15);

repeat

ch := readkey;

ch := upcase(ch);

case (ch) of

#65..#90,#48..#57:begin

filename := filename + ch;

putstr(filename,262,440,15);

end;

#46:begin

filename := filename + ch;

putstr(filename,262,440,15);

end;

#0:begin

ch := readkey;

if ch =#75 then begin

i := length(filename);

delete(filename,i,1);

putimage(260,440,compic^,0);

putstr(filename,262,440,15);

end;

end;

#13:begin

assign(flist,filename);

rewrite(flist);

while start <> nil do

begin

write(flist,start^);

start := start^.next;

end;

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        close(flist);
        ch := #27;
    end;

end;

until (ch=#27);

put image(5,440,compic^,0);
put image(260,440,compic^,0);
end;

procedure newfile(var x,y : integer;
                 start : addpointer);
var
    temp : addpointer;
begin
    while start <> nil do
        begin
            temp := start^.next;
            dispose(start);
            start := temp;
        end;
    end;

    new(newdata);

    newdata^.xpos := 0;
    newdata^.ypos := 0;
    newdata^.laser := 'off';

    start := newdata;
    last := newdata;

    newdata^.next := nil;

    winedit;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม้วารณใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 x := 0;
 y := 0;

```

end;

function loadlist(filename : string; start : addpointer): addpointer;
var
    temp, tempx : addpointer;
    f : tablefile;
begin
    assign(f, filename);
    reset(f);
    while start <> nil do
        begin
            temp := start^.next;
            dispose(start);
            start := temp;
        end;
        start := nil;
        last := nil;
        if not eof(f) then
            begin
                new(newdata);
                read(f, newdata^);
                newdata^.next := nil;
                loadlist := newdata;
            end;
        while not eof(f) do
            begin
                new(tempx);
                read(f, tempx^);
                newdata^.next := tempx;
                tempx^.next := nil;
                newdata := tempx;
            end;
        end;
    end;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    end;

    last := temp;

    close(f);

end;

procedure loadfile(var x,y : integer;
                  start & addpointer);

var
    ch : char;

    filename,status : string;

    xl,yl,i : integer;

    flist : tablefile;

begin
    filename := '';
    i := 0;
    putstr('Enter Name Of File To Load : ',15,440,12);
    repeat
        ch := readkey;
        ch := upcase(ch);

        case (ch) of
            #65..#90,
            #48..#57 :begin
                filename := filename + ch;

                putstr(filename,262,440,15);

            end;

            #46 :begin
                filename := filename + ch;

                putstr(filename,262,440,15);

            end;

            #0 :begin
                ch := readkey;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if ch =#75 then
begin
i := length(filename);
delete(filename,i,1);
putimage(260,440,compic^,0);
putstr(filename,262,440,15);
end;
end;
#13 :begin
if length(filename)>0 then
begin
putimage(5,440,compic^,0);
putimage(260,440,compic^,0);
assign(flist,filename);
((i-1) result(flist); ((i+1)
if !OResult = 0 then
begin
start := loadlist(filename,newdata);
winedit;
wincolor(3,0);
while start <> last do
begin
x1 := start^.xpos;
y1 := start^.ypos;
status := start^.laser;
start := start^.next;
x := start^.xpos;
y := start^.ypos;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

putimage(3+x1,141+260-y1,cirpic^,0);
line(x1+7,260-y1+26+119,x+7,260-y+26+119);
end;

putimage(3+x,141+260-y,cirpic^,0);
end;

getimage(3+x,141+260-y,11+x,150+260-y,newpic^);
olpic := newpic;
putimage(3+x,141+260-y,cursor^,3);
ch:= #27;
end else
begin
putstr('Load ERROR!!!! Press any key ',15,440,1-
beep;
delay(99999);
filename := '';
i:= 0;
putimage(5,440,compic^,0);
putstr('Enter Name Of File To Load :',15,440,12)
end;

end;

end;

until (ch=#27);
putimage(5,440,compic^,0);
putimage(260,440,compic^,0);

end;

procedure actmenufile(var x,y : integer;
start : addpointer);
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
begin

```

```

        putmenu(menu4, xmenu4, chmenu4);

        getchoice(menu4, xmenu4, chmenu4);

        clearmenu(menu4, xmenu4);

        case(chmenu4) of

            1: loadfile(x, y, start);

            2: newfile(x, y, start);

            3: savefile(start);

        end;

    end;

end;

[ ***** MAIN PROGRAM ***** ]

var
wordres, wordVec, wordRcc : string;
    test : boolean;
    x, y : integer;
    resistance, Rcc, Vcc : real;

BEGIN

    chmenu1:=1; resistance := 0; wordres := '';

    chmenu2:=1; x := 0; y := 0;

    chmenu3:=1;

    chmenu4:=1;

    new(newdata);

    newdata^.xpos := 0;

    newdata^.ypos := 0;

    newdata^.laser := 'off';

    start := newdata;

    last := newdata;

    newdata^.next := nil;

    phasex := x1; phasey := x1;

    test := false;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม้วารณใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Opengraph;

getmem(cursor,90);

getmem(olddpic,90);

getmem(newpic,90);

getmem(cirpic,90);

getmem(xypic,300);

getmem(compic,imagesize(5,440,250,450));

getmem(bckpic,116#161);

getmem(bkpic,116#146);

    initwindow;

    winedit;

    11resel(phasex,phasey);

    repeat
    putmenu(chmenu1,xmenu1,ychmenu1);
    getchto(chmenu1,xmenu1,ychmenu1);
    clearmenu(chmenu1,xmenu1);
    case (chmenu1) of
    0: quitmain(chmenu1);
    1: actmenufile(x,y,start);
    2: actmenuedit(x,y,newdata);
    3: actmenuset(resistance,Vcc,Rcc,wordres,wordVcc,wordRcc);
    4: actmenumove(phasex,phasey,start,resistance,Vcc,Rcc);
    5: quitmain(test);

    end;

    until test;

freemem(cursor,90);

freemem(olddpic,90);

freemem(newpic,90);

freemem(cirpic,90);

freemem(xypic,300);

freemem(olddpic,90);

freemem(newpic,90);

freemem(compic,imagesize(5,440,250,450));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

freemem(bkpic,80*16);

freemem(bkpic,90*150);

Closegraph;

END.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

procedure opengraph;
var
    grdriver, grmode: integer;
begin
    grdriver := detect;
    initgraph(grdriver, grmode, '');
end;

procedure wincolor(i, j: integer);
begin
    setcolor(i);
    setbkcolor(j);
end;

procedure putstr( outstring: string;
                 col, line, attr: integer);
begin
    wincolor(attr, black);
    outtextxy(col, line, outstring);
end;

procedure initwindow;
begin
    wincolor(3, 0);
    bar(2, 2, getmaxx-127, 18);
    rectangle(0, 0, getmaxx-125, getmaxy-50);
    line(0, 20, getmaxx-125, 20);
    outtextxy(170, 10, 'PROJECT X-Y CONTROLLER');
    rectangle(getmaxx-120, 0, getmaxx, getmaxy);
    outtextxy(10, 465, ' -HELP      -Begin      -End
-Make ');
    rectangle(0, getmaxy-45, getmaxx-125, getmaxy-25);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

wincolor(15,0);

outtextxy(25,415,'X :');

outtextxy(120,415,'Y :');

outtextxy(220,415,'Resistance : ');

outtextxy(400,415,#234);

outtextxy(530,415,'Vcc : ');

outtextxy(625,415,'V. ');

outtextxy(530,445,'Rcc : ');

outtextxy(625,445,#234);

outtextxy(530,370,'R-Trimming ');

outtextxy(625,390,#234);

wincolor(13,0);

outtextxy(10,405,'F1-          F2-          F3-

| ***** CONTROL KEYBOARD ***** |

type
ResponseType = (NoResponse,ARROW,KEY,RETURN,ESC);
Movement     = (None,Left,Right,Down,Up);

var
Aresponse :ResponseType;
Adirection:movement;

Akey :char;

procedure GetResponse(var Response : ResponseType;
                    var Direction : Movement;
                    var KeyResponse : Char);

var
    Char : Char;
    I : Integer;

```

F10-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
begin
```

```
Response := Noresponse;
```

```
direction := None;
```

```
KeyResponse := ' ';
```

```
REPEAT
```

```
  InChar := readkey;
```

```
  if InChar = #0 then
```

```
    begin
```

```
      Response := ARROW;
```

```
      InChar := readkey;
```

```
      case (InChar) of
```

```
        #75 : Direction := LEFT;
```

```
        #77 : Direction := RIGHT;
```

```
        #72 : Direction := UP;
```

```
        #80 : Direction := DOWN;
```

```
      else
```

```
        Response := NoResponse;
```

```
      end
```

```
    end
```

```
  else
```

```
    if InChar = #13 then
```

```
      Response := RETURN
```

```
    else
```

```
      if InChar = #27 then
```

```
        Response := ESC
```

```
      else
```

```
        begin
```

```
          Response := KEY;
```

```
          KeyResponse := UpCase(InChar);
```

```
        end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในของกรมศึกษาธิการ ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

UNTIL Response <> NoResponse;

end;

{*****SOUND ON-OFF *****}

procedure soundon(note,tone,delaylen:integer);
begin
    sound(note*tone div 2);
    delay(delaylen);
end;

procedure soundoff(delaylen :integer);
begin
    nosound;
    delay(delaylen);
end;

procedure beep;
begin
    soundon(660,2,150);
    soundoff(100);
end;

{ ***** EXIT PROGRAM *****}

procedure Quitmain( var test : boolean);
var
    key : char;
begin
    putstr('EXIT PROGRAM (y or n)?:',10,440,15);
    key := readkey;
    if (key = 'Y') or (key = 'y') then test := true
    else
        begin
            test := false;
            beep;
        end;
end;

```



```
end;  
  
putstr('EXIT PROGRAM (y or n)?:',10,440,0);  
  
end;
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

procedure manualmove(var phasex,phasey : datamove;
                    output : signmove);

var
    ch : char;
    step : integer;
    x,di : byte;

begin
    port[CW2] := $60;
    port[CW1] := $83;
    repeat
        ch := readkey;
        case (ch) of
            #77 : begin
                output[1] := 1;
                for step := 1 to 3 do
                    begin
                        x := port[PC1];
                        if (x and $04) = $04 then step := 3
                        else
                            begin
                                setdatamove(phasex,di,1,output);
                                port[PA2] := di;
                                delay(70);
                            end;
                    end;
                end;
            end;
            #75 : begin
                output[1] := 1;
                for step := 1 to 3 do
                    begin
                        x := port[PC1];
                        if (x and $01) = $01 then step := 3
                        else
                            begin
                                setdatamove(phasey,di,1,output);
                                port[PA2] := di;
                                delay(70);
                            end;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    until ch = #77;
end;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
    setdatamove(phasex,di,1,output);
    port[PA2] := di;
    delay(70);
end;
end;
end;
#72 : begin
    output[2] := -1;
    for step := 1 to 3 do
    begin
        x := port[PC1];
        if (x and #08) = #08 then step := 3
        else
            begin
                setdatamove(phasey,di,2,output);
                port[PA2] := di;
                delay(70);
            end;
        end;
    end;
end;
#80 : begin
    output[2] := 1;
    for step := 1 to 3 do
    begin
        x := port[PC1];
        if (x and #02) = #02 then step := 3
        else
            begin
                setdatamove(phasey,di,2,output);
                port[PA2] := di;
                delay(70);
            end;
        end;
    end;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
end;  
end;  
end;  
until ch_ = #27;  
port[LPA2] := #00;  
end;
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

[ SET PORT 8255 ]

const

PA1 = $330; PB1 = $331; PC1 = $332; CW1 = $333;

PA2 = $334; PB2 = $335; PC2 = $336; CW2 = $337;

ctrlw = $80;      [***** ininitial port 8255 ]

type

    signmove = array[1..2] of integer;

    datamove = (x1,x2,x3,x4);

var

    output,mv1,mv2 : signmove;

    phasex,phasey : datamove;

procedure motordelay(var step :integer);

var

    outtime : integer;

    ch      : char;

begin

    delay(40);

    outtime := 50;

    repeat

        outtime := outtime -1;

    until (keypressed) or (outtime = 0);

    if keypressed then

        begin

            ch := readkey;

            case (ch) of

                #27:step := 0;

                'p','P':begin

                    repeat

                        ch := readkey;

                    until (ch = 'p') or (ch = 'P');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใ้หน่วยงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end;

end;

end;

end;

procedure soldatamove(var phase : datamove;
                      var di      : byte;
                      i          : integer;
                      output: signmove);

begin
  case (output[i]) of
    -1: if phase = x1 then phase := x4
        else phase := pred(phase);
    1:  if phase = x4 then phase := x1
        else phase := succ(phase);
  end;
  case (phase) of
    x1 :di:=#22;
    x2 :di:=#11;
    x3 :di:=#88;
    x4 :di:=#44;
  end;

  if i = 1 then di := di and #f0 else di := di and #0f;
end;

procedure xcode(      x : real;
                  var word : string);

var
  new : string;
  Di : integer;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  word := '';
  x := round(x*100);
  if x = 0 then
    while x < 1 do
      begin
        i := trunc(x) mod 10;
        case (i) of
          1 : word := word+'1';
          2 : word := word+'2';
          3 : word := word+'3';
          4 : word := word+'4';
          5 : word := word+'5';
          6 : word := word+'6';
          7 : word := word+'7';
          8 : word := word+'8';
          9 : word := word+'9';
          0 : word := word+'0';
        end;
        x := x / 10;
      end;
    word := '000';
    l := length(word);
    new := '';
    for i := 0 to l-1 do
      if i <> l-3 then new := new+copy(word,l-i,1)
      else begin
        new := new+copy(word,l-i,1);
        new := new+'.';
      end;
    end;
  end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

word := new;

end;

procedure measureVtrim(Rset,Vcc,Rcc : real;
                        var step : integer;
                        var complete : boolean);
var
    Vx : integer;
    Rx : real;
    wordRx : string;
begin
    portLCW11 := 433;
    Vx := portL1PR11;
    Rx := Vx*0.001+Rcc/(Vcc-Vx*0.001);
    xcode(Rx,wordRx);
    putimage(543,390,xypic1,0);
    putimage(553,390,xypic2,0);
    settxtjustify(2,2);
    putstr(wordRx,623,390,2);
    settxtjustify(0,2);
    if (abs(Rx-Rset) < Rcc/20000) or (Rx > Rset) then
        begin
            step := 0;
            complete := false;
        end;
    end;
end;

procedure move( var phasex,phasey : datamove;
                output : signmove;
                var step : integer);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ผู้ก๊อปปี้ทำผิดให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

outphase,dix,dix : byte;

```

begin
    port[CW2] := ctrlw;
    setdatamove(phasex,dix,1,output);
    setdatamove(phasey,diy,2,output);
    outphase := dix or diy;
    port[PA2] := outphase;
    motordelay(step);
end;

procedure startmotor( var phasex,phasey : datamove;
                      s : addpointer;
                      Rset,Vcc,Rcc : real);
var
    stop,er,limit;
    xinfo,yinfo,dx,dy : integer;
    ch : char;
    complete : Boolean;
    laser : string;
begin
    complete := true;
    if (Vcc<>0) and (Rcc<>0) and (Rset<>0) then
    while (s <> last) and (ch <> #27) and complete do
    begin
        mv1[1] := -1;
        mv1[2] := -1;
        mv2 := mv1;
        xinfo := s^.xpos;
        yinfo := s^.ypos;
        laser := S^.laser;
        s := s^.next;
        dx := (s^.xpos - xinfo) # 5;
    end;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่สามารถใส่ที่สงวน อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

dy := (s^.ypos - yinfo)*6;
if dx < 0 then begin
    mv1[1] := 1;
    mv2    := mv1;
    end;
if dy < 0 then begin
    mv1[2] := 1;
    mv2    := mv1;
    end;
if abs(dx) >= abs(dy) then mv2[2] := 0
else begin
    mv2[1] := 0;
    temp := dx;
    dx := dy;
    dy := temp;
end;
step := abs(dx)+abs(dy);
er := -abs(dx);
dx := 2*abs(dx);
dy := 2*abs(dy);
while (step > 0) do
begin
    er := er + dy;
    if laser := 'on' then
        begin
            port[CW1] := $83;
            port[LPC1] := $11;
        end else
        begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

port[PC1] := $00;

if er > 0 then
begin
output := mv1;
er := er - dx;
step := step - 2;
move(phasex, phasey, output, step);
measureVtrim(Rset, Vcc, Rcc, step, complete);
end
else
begin
output := mv2;
step := step - 1;
move(phasex, phasey, output, step);
measureVtrim(Rset, Vcc, Rcc, step, complete);
end;
end;

if step = 0 then beep;

delay(100);

end;

delay(200);

port[CW1] := ctrlw;

port[PA1] := $00;

end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

procedure getzysset(var values : integer;
                    len : integer;
                    word : string);

var
    i,j,n,m : integer;
    ch : char;
    wordvalues : string[4];

begin
    j := 0;
    i := 0;
    wordvalues := '';
    putstr(word,15,440,14);
    repeat
        ch := readkey;
        case (ch) of
            #0:begin
                ch := readkey;
                if ch = #75 then
                    begin
                        j:=j-1;
                        if j<0 then j:=0;
                        i:= i div 10;
                        n:= length(wordvalues);
                        delete(wordvalues,n,i);
                        putimage(260,440,compic^,0);
                        outtextxy(260,440,wordvalues);
                    end;
                end;
            end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสาร #47. #58:begin ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        else phase := succ(phase);
    end;

    case (phase) of
        x1 :di:=#22;
        x2 :di:=#11;
        x3 :di:=#88;
        x4 :di:=#44;
    end;

    if i = 1 then di := di and #f0
    else di := di and #0f;
end;

procedure xyoffset(var phasex, phasey : datamove);
var
    tempdi, x, n : integer;
    di, dix, diy : byte;
begin
    di := 0;
    dix := 0;
    diy := 0;
    port[CW2] := 80;
    x := 0;

    getxyset(n, 3, 'Enter offset x ( *10 um. ) : ');
    if n <> 0 then
        repeat
            tempdi := 1;
            datareset(phasex, dix, 1, tempdi);
            di := dix + diy;
            port[PA2] := di;
            delay(40);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น; ถ้ามีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

1: if phase = x1 then phase := x1
else phase := pred(phase);
-1: if phase = x1 then phase := x1

```

case (tempd) of

begin

tempd := tempd;

i := i + 1;

var di := i;

procedure dataset(var phase : dataset);

end;

putimage(260,440,compic,0);

putimage(5,440,compic,0);

values := 136;

until (ch = #13) or (j = len);

end;

end;

until (x = 260,440,wordvalues);

wordvalues := wordvalues + ch;

j := j + 1;

end;

0: i := i + 10;

1: i := i + 10 + 1;

2: i := i + 10 + 2;

3: i := i + 10 + 3;

4: i := i + 10 + 4;

5: i := i + 10 + 5;

6: i := i + 10 + 6;

7: i := i + 10 + 7;

8: i := i + 10 + 8;

9: i := i + 10 + 9;

10: i := i + 10 + 10;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

until x = n;

x := 0;

getxysel(n,3,'Enter offset y ( *10 um. ) :');

if n <> 0 then

repeat

tempdi := 1;

datareset(phasey,diy,2,tempdi);

port[PA2] := diy;

delay(50);

x := x+1;

until x = n;

delay(200);

port[PA2] := #00;

end;

procedure IIReset(var phasex,phasey : datamove);

var

i,dix,diy,di : 0byte;

tempdi : integer;

begin

port[PCW2] := #00;

port[PCW1] := #03;

di := #00;

diy := #00;

dix := #00;

repeat

i := port[PC1];

tempdi := 1;

if (i and #01) <> #01 then datareset(phasex,dix,1,tempdi);

if (i and #02) <> #02 then datareset(phasey,diy,2,tempdi);

di := dix + diy;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สแกนจากอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
port[PA2] := di;
delay(40);
until ((i and $03) = $03);
xyoffset(phasex, phasey);
end;
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Slotted Optical Switches Logic Output

These devices consist of a GaAs LED facing a silicon, high-speed integrated circuit detector in a molded plastic housing. A slot in the housing between the emitter and the detector provides a means of mechanically interrupting the signal and switching the output from an on-state to an off-state. The detector incorporates a schmitt trigger which provides hysteresis for noise immunity and pulse shaping. The detector circuit is optimized for simplicity of operation and has an open-collector output for application flexibility.

MOC75T1,2
MOC75U1,2

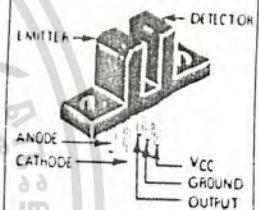
**SLOTTED
 OPTICAL SWITCHES
 LOGIC OUTPUT**

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS: ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Power Dissipation	P_D	100	mW
Forward Current (Continuous)	I_F	60	mA
Forward Current (Peak) (Pulse Width $\leq 1 \mu\text{s}$, PRR ≤ 300 PPS)	I_F	1.5	A
Reverse Voltage	V_R	6	V
OUTPUT DETECTOR			
Output Voltage Range	V_O	0-16	V
Supply Voltage Range	V_{CC}	0-16	V
Output Current	I_O	50	mA
Power Dissipation	P_D	150*	mW
TOTAL DEVICE			
Storage Temperature	T_{stg}	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	T_J	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Lead Soldering Temperature (5 seconds maximum)	T_L	260	$^\circ\text{C}$

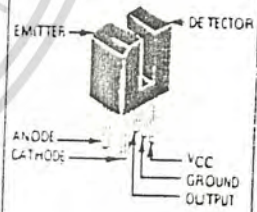
*Derate 2 mW/ $^\circ\text{C}$ above 25 $^\circ\text{C}$ ambient.

T PACKAGE



CASE 354C-01
 PLASTIC

U PACKAGE



CASE 354B-01
 PLASTIC

7

MOC75T1, MOC75T2, MOC75U1, MOC75U2

INDIVIDUAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS (0-70°C) (See Note 1)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED					
Forward Voltage ($I_F = 20 \text{ mA}$)	V_F	—	1.1	1.6	V
Reverse Current ($V_R = 3 \text{ V}$)	I_R	—	—	10	μA
Reverse Breakdown Voltage ($I_R = 100 \mu\text{A}$)	$V_{(BR)R}$	6	—	—	V
Capacitance ($V = 0 \text{ V}, f = 1 \text{ MHz}$)	C	—	—	100	pF
OUTPUT DETECTOR					
Operating Voltage	V_{CC}	3	—	15	V
Supply Current ($I_F = 0, V_{CC} = 5 \text{ V}$)	$I_{CC(off)}$	—	1.3	5	mA
Output Current, High ($I_F = 0, V_{CC} = V_O = 15 \text{ V}$)	I_{OH}	—	—	100	μA
COUPLED (0-70°C) (See Note 1)					
Threshold Current, ON ($R_L = 270 \Omega, V_{CC} = 5 \text{ V}$)	MOC75(T,U)1 MOC75(T,U)2 $I_{F(on)}$	—	20	30	mA
Threshold Current, OFF ($R_L = 270 \Omega, V_{CC} = 5 \text{ V}$)	MOC75(T,U)1 MOC75(T,U)2 $I_{F(off)}$	0.5	15	—	mA
Hysteresis Ratio ($R_L = 270 \Omega, V_{CC} = 5 \text{ V}$)	$\frac{I_{F(off)}}{I_{F(on)}}$	—	0.75	—	—
Supply Current ($I_F = I_{F(on)}, V_{CC} = 5 \text{ V}$)	$I_{CC(on)}$	—	3	5	mA
Output Voltage, Low ($I_F = I_{F(on)}, V_{CC} = 5 \text{ V}, R_L = 270 \Omega$)	V_{OL}	—	0.2	0.4	V
Turn-On Time	t_{on}	—	1.2	—	μs
Fall Time	t_f	—	0.1	—	μs
Turn-Off Time	t_{off}	—	1.2	—	μs
Rise Time	t_r	—	0.1	—	μs



Figure 1. Normalized Threshold Current versus Supply Voltage

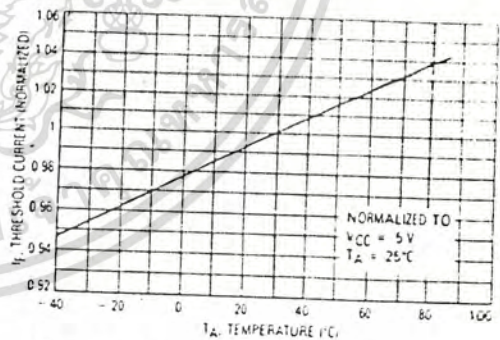


Figure 2. Threshold Current versus Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOC75T1, MOC75T2, MOC75U1, MOC75U2

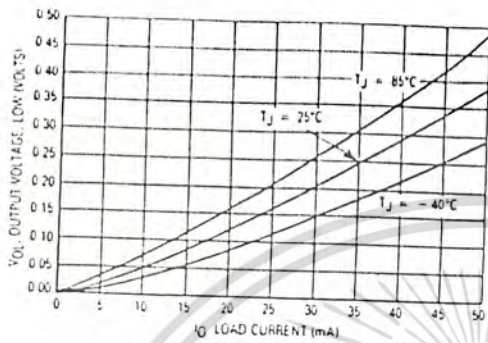


Figure 3. Output Voltage versus Load Current

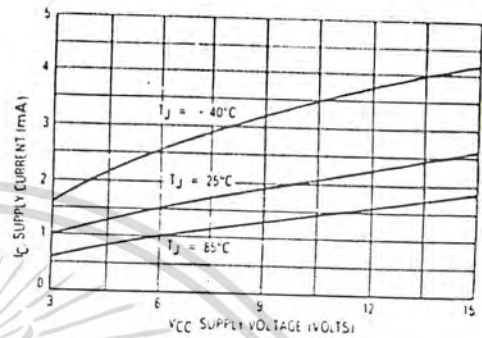


Figure 4. Supply Current versus Supply Voltage — Output High

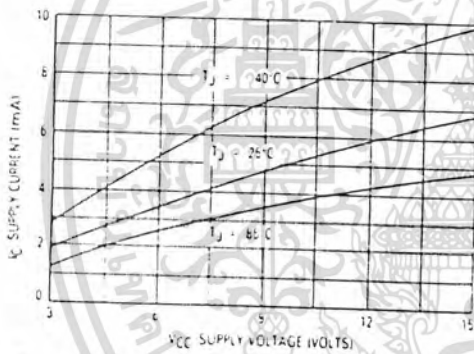


Figure 5. Supply Current versus Supply Voltage — Output Low

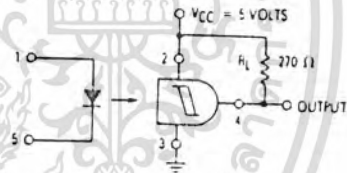


Figure 6. Test Circuit for Threshold Current Measurements

7

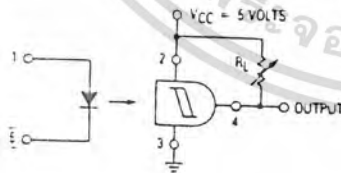


Figure 7. Test Circuit for Output Voltage versus Load Current Measurements

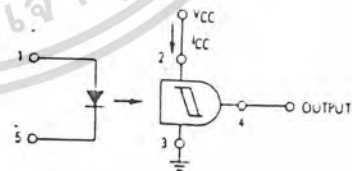


Figure 8. Test Circuit for Supply Current versus Supply Voltage Measurements

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOC75T1, MOC75T2, MOC75U1, MOC75U2

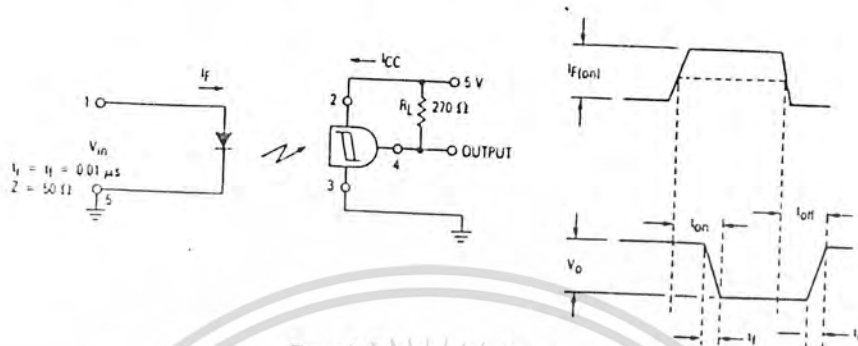
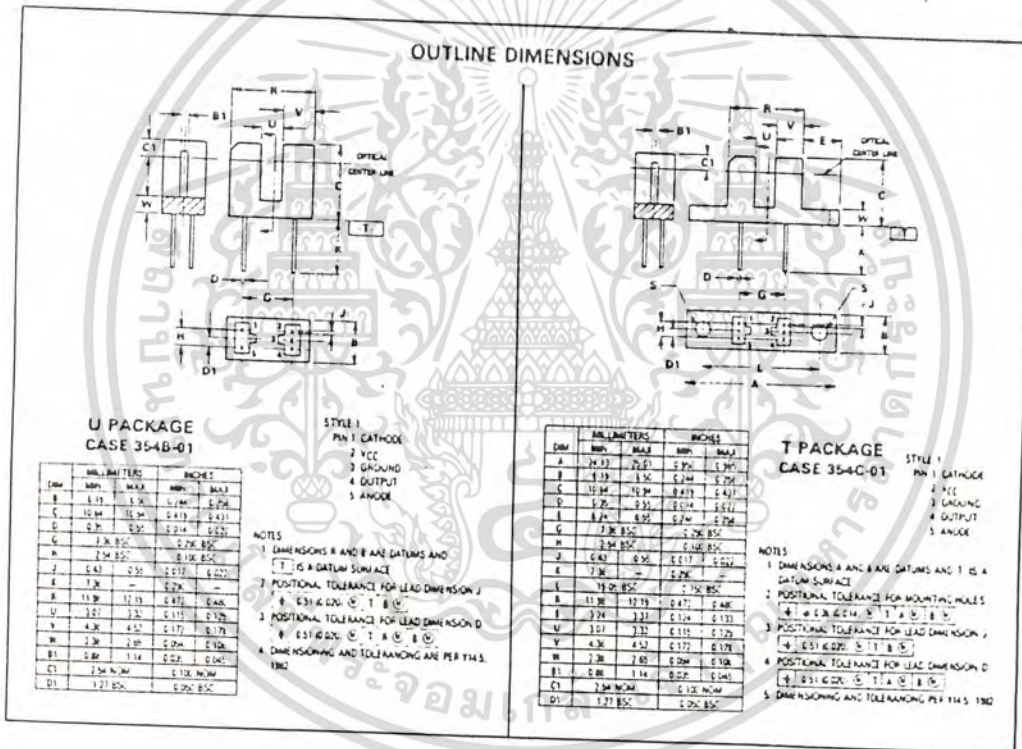


Figure 9. Switching Test Circuit



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PNP
MJE2955, MJE2955T
 NPN
MJE3055, MJE3055T

**COMPLEMENTARY SILICON PLASTIC
 POWER TRANSISTORS**

... designed for use in general-purpose amplifier and switching applications.

- DC Current Gain Specified to 10 Amperes
- High Current Gain - Bandwidth Product -
 $f_T = 2.0 \text{ MHz (Min.) @ } I_C = 500 \text{ mA dc}$
- Choice of Packages - MJE3055, MJE2955 - TO-225AB (TO-127)
 MJE3055T, MJE2955T - TO-220AB

MAXIMUM RATINGS

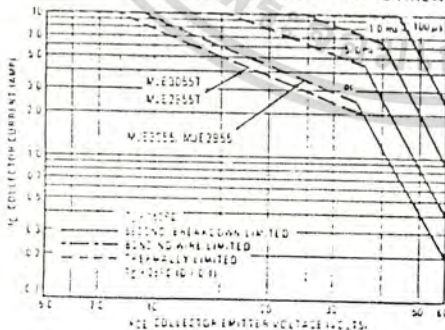
Rating	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V _{CEO}	60	Vdc
Collector-Base Voltage	V _{CB}	70	Vdc
Emitter-Base Voltage	V _{EB}	5.0	Vdc
Collector Current	I _C	10	A dc
Emitter Current	I _E	±10	A dc
Power Dissipation @ T _C = 25°C	P _D	90	Watts
MJE3055, MJE2955		75	W/°C
MJE3055T, MJE2955T		0.72	W/°C
Rate above 25°C		0.6	W/°C
Storage and Storage Junction Temperature Range	T _J , T _{stg}	-55 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	θ _{JC}	1.39	°C/W
MJE3055, MJE2955		1.67	
MJE3055T, MJE2955T			

Area Curves are indicated by Figure 1. Both limits are applicable and must be observed.

FIGURE 1 - ACTIVE REGION SAFE OPERATING AREA

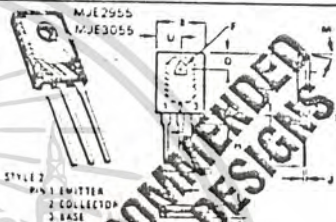


This graph shows the relationship between collector current and collector-emitter voltage for the power transistors. The curves are based on the following conditions: T_C = 25°C, V_{CE} = 60V, I_E = I_C, and f_T = 2.0 MHz. The curves are based on the following conditions: T_C = 25°C, V_{CE} = 60V, I_E = I_C, and f_T = 2.0 MHz. The curves are based on the following conditions: T_C = 25°C, V_{CE} = 60V, I_E = I_C, and f_T = 2.0 MHz.

10 AMPERE

COMPLEMENTARY SILICON
 POWER TRANSISTORS

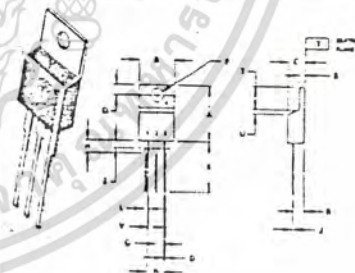
60 VOLTS
 75, 90 WATTS



**NOT RECOMMENDED
 FOR NEW DESIGNS**

Symbol	Value	Unit
V _{CE}	60	Vdc
V _{CB}	70	Vdc
V _{EB}	5.0	Vdc
I _C	10	A dc
I _E	±10	A dc
P _D	90	Watts
θ _{JC}	1.39	°C/W
θ _{JA}	1.67	°C/W
T _J , T _{stg}	-55 to +150	°C

CASE 50-05
 TO-225AB TYPE
 (TO-127 TYPE)



Symbol	Value	Unit
V _{CE}	60	Vdc
V _{CB}	70	Vdc
V _{EB}	5.0	Vdc
I _C	10	A dc
I _E	±10	A dc
P _D	75	Watts
θ _{JC}	1.67	°C/W
θ _{JA}	0.72	°C/W
T _J , T _{stg}	-55 to +150	°C

CASE 221A-04
 TO-220AB

MJE2955, MJE2955T, PNP, MJE3055, MJE3055T, NPN

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS				
Collector-Emitter Sustaining Voltage (1) ($I_C = 200 \text{ mA dc}, I_B = 0$)	$V_{CE(sust)}$	60	-	Vdc
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 30 \text{ Vdc}, I_B = 0$)	I_{CEO}	-	700	$\mu\text{A dc}$
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 70 \text{ Vdc}, V_{BE(off)} = 1.5 \text{ Vdc}$)	I_{CEX}	-	10	mA dc
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 70 \text{ Vdc}, V_{BE(off)} = 1.5 \text{ Vdc}, T_C = 150^\circ\text{C}$)	I_{CEX}	-	50	mA dc
Collector Cutoff Current ($V_{CB} = 70 \text{ Vdc}, I_E = 0$)	I_{CBO}	-	10	mA dc
Collector Cutoff Current ($V_{CB} = 70 \text{ Vdc}, I_E = 0, T_C = 150^\circ\text{C}$)	I_{CBO}	-	10	mA dc
Emitter Cutoff Current ($V_{BE} = 5.0 \text{ Vdc}, I_C = 0$)	I_{EBO}	-	5.0	mA dc
ON CHARACTERISTICS				
DC Current Gain (1) ($I_C = 4.0 \text{ A dc}, V_{CE} = 4.0 \text{ Vdc}$) ($I_C = 10 \text{ A dc}, V_{CE} = 4.0 \text{ Vdc}$)	h_{FE}	20 5.0	100	-
Collector-Emitter Saturation Voltage (1) ($I_C = 4.0 \text{ A dc}, I_B = 0.4 \text{ A dc}$) ($I_C = 10 \text{ A dc}, I_B = 3.3 \text{ A dc}$)	$V_{CE(sat)}$	-	1.1	Vdc
Base-Emitter On Voltage (1) ($I_C = 4.0 \text{ A dc}, V_{CE} = 4.0 \text{ Vdc}$)	$V_{BE(on)}$	-	80	Vdc
DYNAMIC CHARACTERISTICS				
Current-Gain Bandwidth Product ($I_C = 500 \text{ mA dc}, V_{CE} = 10 \text{ Vdc}, f = 500 \text{ kHz}$)	f_T	20	-	MHz

(1) Pulse Test. Pulse Width $\leq 300 \mu\text{s}$. Duty Cycle $\leq 2.0\%$

FIGURE 2 - DC CURRENT GAIN

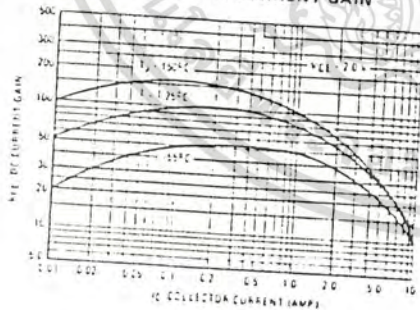


FIGURE 3 - POWER DERATING

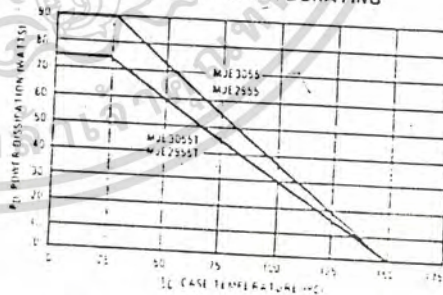
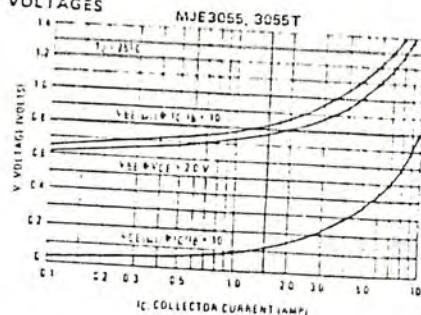
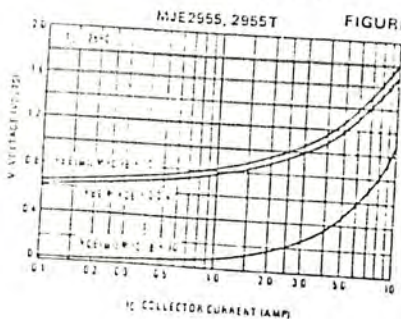


FIGURE 4 - "ON" VOLTAGES



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ 3-905 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

BD135,-6,-10,-16
BD137,-6,-10,-16
BD139,-6,-10,-16

PLASTIC MEDIUM POWER
SILICON NPN TRANSISTOR

- designed for use as audio amplifiers and drivers utilizing complementary or quasi complementary circuits.
- Available in HFE groups -6, -10, -16
- DC Current Gain— $h_{FE} = 40$ (Min) @ $I_C = 0.15$ A dc
- BD 135, 137, 139 are complementary with BD 136, 138, 140

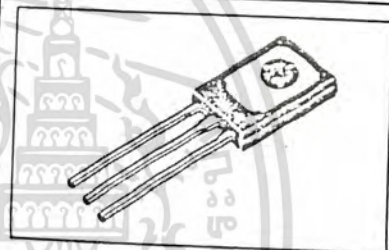
1.5 AMPERE
POWER TRANSISTOR

NPN SILICON

45, 60, 80 VOLTS.
10 WATTS

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Type	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	BD 135 BD 137 BD 139	45 60 80	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	BD 135 BD 137 BD 139	45 60 100	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}		5	Vdc
Collector Current	I_C		1.5	A dc
Base Current	I_B		0.5	A dc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D		1.25	Watts
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D		10	mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}		-55 to +150	$^\circ\text{C}$



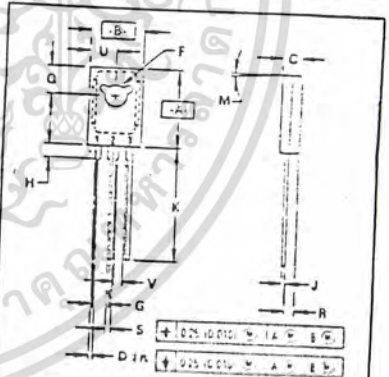
THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	θ_{JC}	10	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Ambient	θ_{JA}	100	$^\circ\text{C/W}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Type	Min/Max	Unit
Collector-Emitter Sustaining Voltage* ($I_C = 0.03$ A dc, $I_B = 0$)	V_{CEO}^*	BD 135 BD 137 BD 139	45 60 80	Vdc
Collector Cutoff Current ($V_{CB} = 30$ Vdc, $I_E = 0$) ($V_{CB} = 30$ Vdc, $I_E = 0$, $T_C = 125^\circ\text{C}$)	I_{CBO}		— 0.1 10	μA dc
Emitter Cutoff Current ($V_{BE} = 5.0$ Vdc, $I_C = 0$)	I_{EBO}		— 10	μA dc
DC Current Gain ($I_C = 0.005$ A, $V_{CE} = 2$ V) ($I_C = 0.15$ A, $V_{CE} = 2$ V) ($I_C = 0.5$ A, $V_{CE} = 2$ V)	h_{FE}^*		25 40 250	—
Collector-Emitter Saturation Voltage* ($I_C = 0.5$ A dc, $I_B = 0.05$ A dc)	$V_{CE(sat)}^*$		— 0.5	Vdc
Base-Emitter On Voltage* ($I_C = 0.5$ A dc, $V_{CE} = 2.0$ Vdc)	$V_{BE(on)}^*$		— 1	Vdc

* Pulse Test. Pulse Width $\leq 300 \mu\text{s}$. Duty Cycle $\leq 20\%$.



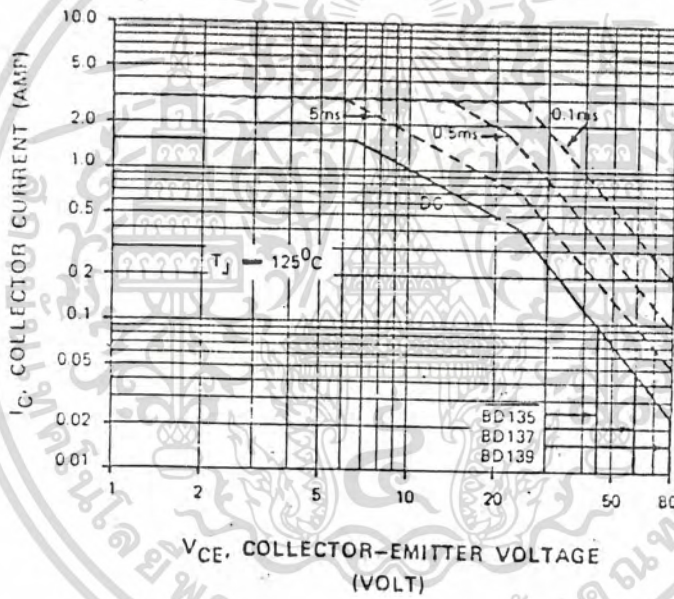
NOTES
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI
Y14.5M, 1962
2. CONTROLLING DIMENSION INCH

DIM	MILLIMETERS		INCHES		STYLE 1
	MIN	MAX	MIN	MAX	
A	11.50	11.64	0.453	0.462	PIN 1 EMITTER 2 COLLECTOR 3 BASE
B	7.50	7.74	0.295	0.305	
C	2.42	2.56	0.095	0.101	
D	5.17	5.26	0.203	0.207	
F	2.53	3.07	0.100	0.121	
G	2.38 BSC		0.094 BSC		
H	1.27	2.41	0.050	0.095	
J	6.35	6.62	0.250	0.261	
K	14.61	16.63	0.575	0.655	
M	7 TYP		7 TYP		
Q	3.74	4.01	0.147	0.158	
R	1.14	1.33	0.045	0.053	
S	0.94	0.96	0.037	0.038	
U	3.25	3.52	0.128	0.139	
V	1.27	—	0.050	—	

CASE 77-06
TO-225AA TYPE

BD135,-6,-10,-16, BD137,-6,-10,-16, BD139,-6,-10,-16

FIGURE 1 - ACTIVE REGION SAFE OPERATING AREA



Available in HFE groups (At $I_C = 0.15$ A, $V_{CE} = 2$ V) HFE group:	Min.	Max.
-6	40	100
-10	63	160
-16	100	250



**SN54/74LS682
SN54/74LS684
SN54/74LS688**

**8-BIT MAGNITUDE
COMPARATORS**

LOW POWER SCHOTTKY

DESCRIPTION — The SN54LS 74LS682, 684, 688 are 8-bit magnitude comparators. These device types are designed to perform comparisons between two eight-bit binary or BCD words. All device types provide $P = Q$ outputs and the LS682 and LS684 have $P > Q$ outputs also.

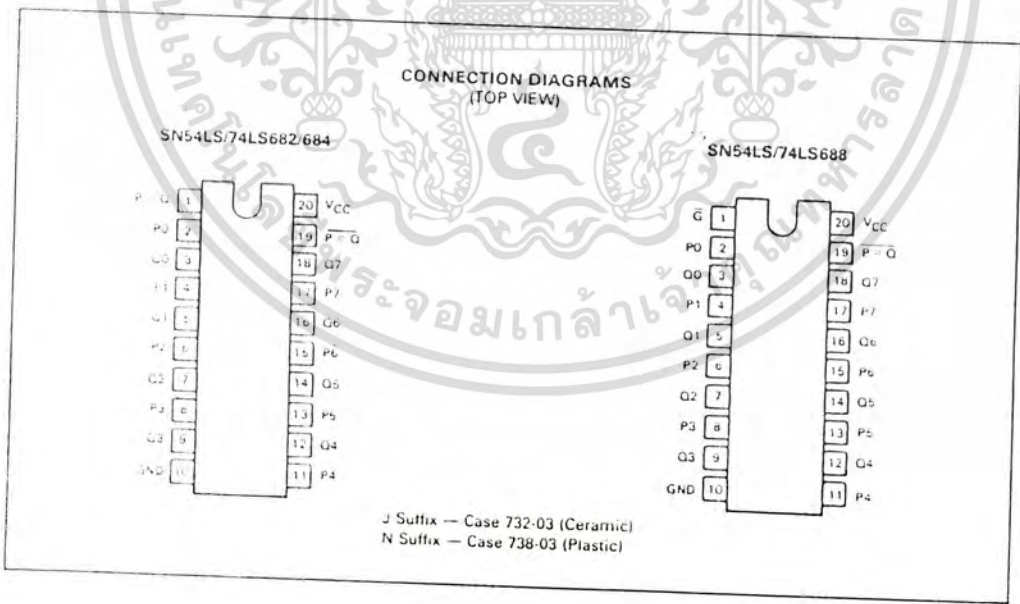
The LS682, LS684 and LS688 are totem-pole devices. The LS682 has a 20 k Ω pullup resistor on the \bar{Q} inputs for analog or switch data.

FUNCTION TABLE

TYPE	P	Q	P = Q	OUTPUT ENABLE	OUTPUT CONFIGURATION	PULLUP	INPUTS		OUTPUTS		
							DATA	ENABLES	P = Q	P > Q	
							P, Q	G, GT	G2	P = Q	P > Q
LS682	yes	yes	yes	no	totem-pole	yes	P = Q	L	L	L	H
LS683	no	yes	yes	no	open-collector	yes	P > Q	L	L	H	L
LS684	yes	yes	yes	no	totem-pole	no	P < Q	L	L	H	H
LS685	yes	yes	yes	no	open-collector	no	X	H	H	H	H
LS686	yes	yes	yes	yes	totem-pole	no					
LS687	yes	yes	yes	yes	open-collector	no					
LS688	yes	no	yes	yes	totem-pole	no					
LS689	yes	no	yes	yes	open-collector	no					

H = high level, L = low level, X = irrelevant

CONNECTION DIAGRAMS
(TOP VIEW)



J Suffix — Case 732-03 (Ceramic)
N Suffix — Case 738-03 (Plastic)

5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{CC}	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54 74	-55 0	25 25	125 70	°C
I _{OH}	Output Current — High	54, 74				mA
I _{OL}	Output Current — Low	54 74			-0.4 12 24	mA

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

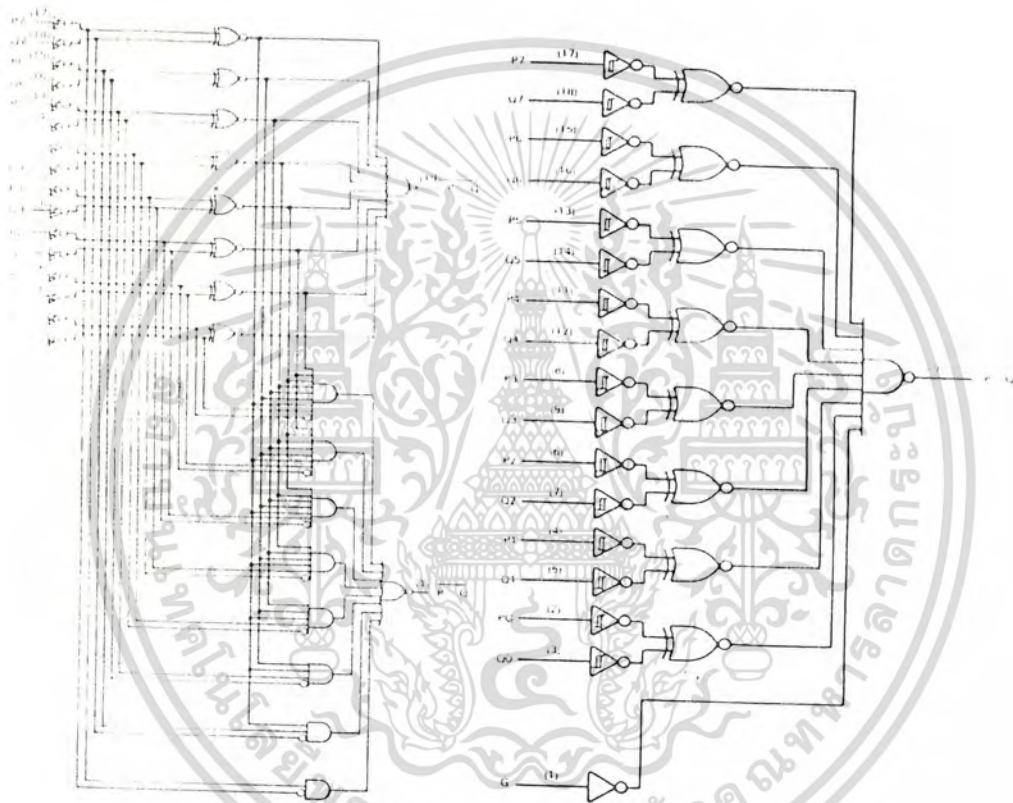
SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V _{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
V _{IL}	Input LOW Voltage	54 74		0.7 0.8	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	V _{CC} - MIN. I _{IN} = 18 mA
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54 74	2.5 2.7	3.5 3.5	V	V _{CC} - MIN. I _{OH} = MAX. V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} per Truth Table
V _{OL}	Output LOW Voltage	54, 74	0.25	0.4	V	I _{OL} = 12 mA V _{CC} = V _{CC} MIN. V _{IN} = V _{IL} or V _{IH} per Truth Table
		74	0.35	0.5	V	
I _{IH}	Input HIGH Current	LS682-Q Inputs		0.1	mA	V _{CC} = MAX. V _{IN} = 2.7 V
		Others		0.1	mA	V _{CC} = MAX. V _{IN} = 5.5 V
I _{IL}	Input LOW Current	LS682-Q Inputs		-0.4	mA	V _{CC} = MAX. V _{IN} = 7.0 V
		Others		-0.4	mA	V _{CC} = MAX. V _{IN} = 0.4 V
I _{OS}	Short Circuit Current		-30	-130	mA	V _{CC} = MAX
I _{CC}	Power Supply Current	LS682		70	mA	V _{CC} = MAX
		LS684		65	mA	
		LS688		65	mA	

5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS682 • SN54/74LS684 • SN54/74LS688

LOGIC DIAGRAMS



SN54LS 74LS682 thru LS684

SN54LS/74LS688

5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS682 • SN54/74LS684 • SN54/74LS688

AC CHARACTERISTICS: $T_A = 25^\circ\text{C}$

SN54LS/74LS682

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, P to P = Q		13 15	25 25	ns	V _{CC} = 5.0 V C _L = 45 pF R _L = 667 Ω
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, Q to P = Q		14 15	25 25	ns	
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, P to P > Q		20 15	30 30	ns	
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, Q to P > Q		21 19	30 30	ns	

SN54LS/74LS684

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, P to P = Q		15 17	25 25	ns	V _{CC} = 5.0 V C _L = 45 pF R _L = 667 Ω
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, Q to P = Q		16 15	25 25	ns	
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, P to P > Q		22 17	30 30	ns	
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, Q to P > Q		24 20	30 30	ns	

SN54LS/74LS688

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, P to P = Q		12 17	18 23	ns	V _{CC} = 5.0 V C _L = 45 pF R _L = 667 Ω
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, Q to P = Q		12 17	18 23	ns	
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, G, GT to P = Q		12 13	18 20	ns	

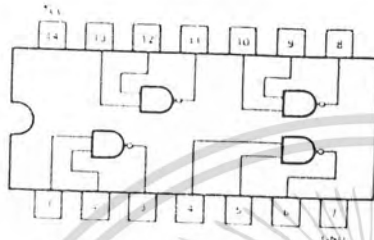


FAST AND LS TTL DATA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 5-322
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SN54/74LS00



QUAD 2-INPUT NAND GATE
LOW POWER SCHOTTKY

GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{CC}	Supply Voltage	5.4 7.4	4.5 5.0	5.5 5.25	V
T _{OP}	Operating Temperature Range	0 -55	75 0	125 70	°C
I _{OH}	Output Current, High	54 74			mA
I _{OL}	Output Current, Low	54 74		4.0 8.0	mA

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V _{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input MIN. Voltage for All Inputs
V _{IL}	Input LOW Voltage	0.7			V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage	0.65		1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = 18 mA
V _{OIH}	Output HIGH Voltage	2.5 3.5			V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} per Truth Table
V _{OL}	Output LOW Voltage	54, 74	0.25	0.4	V	I _{OL} = 40 mA, V _{CC} = V _{CC} MIN, V _{IN} = V _{IL} or V _{IH} per Truth Table
		74	0.35	0.5	V	
I _{IH}	Input HIGH Current			20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V
I _{IL}	Input LOW Current			0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V
I _{OS}	Short Circuit Current			0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V
I _{CC}	Power Supply Current Total, Output HIGH			1.6	mA	V _{CC} = MAX
				4.4		

AC CHARACTERISTICS: T_A = 25°C

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
t _{PLH}	Turn Off Delay, Input to Output		9.0	15	ns	V _{CC} = 5.0 V C _L = 15 pF
t _{PHL}	Turn On Delay, Input to Output		10	15		

FAST AND LS TTL DATA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804, ADC0805 8-Bit μ P Compatible A/D Converters

General Description

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 and ADC0805 are CMOS 8-bit successive approximation A/D converters that use a differential potentiometric ladder—similar to the 256R products. These converters are designed to allow operation with the NSC800 and INS800A derivative control bus with TRI-STATE[®] output latches directly driving the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

Differential analog voltage inputs allow increasing the common-mode rejection and offsetting the analog zero input voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

Features

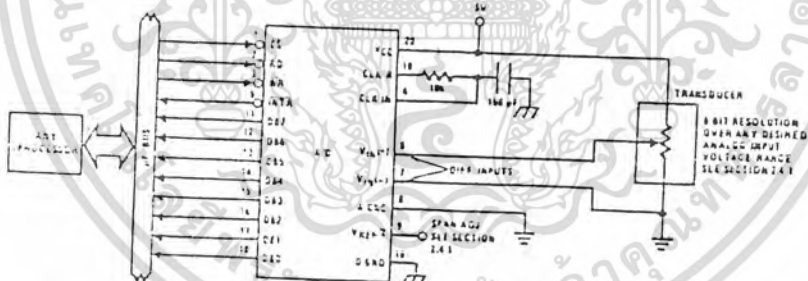
- Compatible with 8080 μ P derivatives—no interfacing logic needed - access time - 135 ns
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"

- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet both MOS and TTL voltage level specifications
- Works with 2.5V (LM336) voltage reference
- On-chip clock generator
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero adjust required
- 0.3" standard width 20-pin DIP package
- 20-pin molded chip carrier or small outline package
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DC}, 2.5 V_{DC}, or analog span adjusted voltage reference

Key Specifications

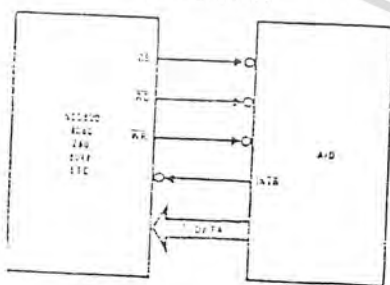
- Resolution: 8 bits
- Total error: $\pm 1/4$ LSB, $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB
- Conversion time: 100 μ s

Typical Applications



TLH/5671-1

8080 Interface



TLH/5671-31

Error Specification (Includes Full-Scale, Zero Error, and Non-Linearity)			
Part Number	Full-Scale Adjusted	V _{REF} /2 = 2.500 V _{DC} (No Adjustments)	V _{REF} /2 = No Connection (No Adjustments)
ADC0801	$\pm 1/4$ LSB		
ADC0802		$\pm 1/2$ LSB	
ADC0803	$\pm 1/2$ LSB		
ADC0804		± 1 LSB	
ADC0805			± 1 LSB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 3)	6.5V
Voltage	
Logic Control Inputs	-0.3V to +18V
At Other Input and Outputs	-0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	
Dual-In-Line Package (plastic)	260°C
Dual-In-Line Package (ceramic)	300°C
Surface Mount Package	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C

Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Package Dissipation at $T_A = 25^\circ\text{C}$	875 mW
ESD Susceptibility (Note 10)	800V

Operating Ratings (Notes 1 & 2)

Temperature Range	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$
ADC0801/02LJ	$-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$
ADC0801/02/03/04LCJ	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$
ADC0801/02/03/05LCN	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$
ADC0804LCN	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$
ADC0802/03/04LCV	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$
ADC0802/03/04LCWM	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$
Range of V_{CC}	4.5 V_{DC} to 6.3 V_{DC}

Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC} = 5 V_{DC}$, $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ and $f_{CLK} = 640 \text{ kHz}$ unless otherwise specified.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ADC0801: Total Adjusted Error (Note 6)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/4$	LSB
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 = 2.500 V_{DC}$			$\pm 1/2$	LSB
ADC0803: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/2$	LSB
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 = 2.500 V_{DC}$			± 1	LSB
ADC0805: Total Unadjusted Error (Note 6)	$V_{REF}/2$ -No Connection			± 1	LSB
$V_{REF}/2$ Input Resistance (Pin 9)	ADC0801/02/03/05 ADC0804 (Note 9)	2.5 0.75	8.0 1.1		k Ω k Ω
Analog Input Voltage Range	(Note 4) $V(+)$ or $V(-)$	Gnd-0.05		$V_{CC} + 0.05$	V_{DC}
DC Common-Mode Error	Over Analog Input Voltage Range		$\pm 1/16$	$\pm 1/4$	LSB
Power Supply Sensitivity	$V_{CC} = 5 V_{DC} \pm 10\%$ Over Allowed $V_{IN}(+)$ and $V_{IN}(-)$ Voltage Range (Note 4)		$\pm 1/16$	$\pm 1/4$	LSB

AC Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC} = 5 V_{DC}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
T_C	Conversion Time	$f_{CLK} = 640 \text{ kHz}$ (Note 6)	103		114	μs
T_C	Conversion Time	(Note 5, 6)	66		73	$1/f_{CLK}$
f_{CLK}	Clock Frequency Clock Duty Cycle	$V_{CC} = 5V$, (Note 5) (Note 5)	100 40	640	1460 60	kHz %
CR	Conversion Rate in Free-Running Mode	$INTR$ tied to WR with $CS = 0 V_{DC}$, $f_{CLK} = 640 \text{ kHz}$	8770		9708	convs
$t_{WH}(SIL)$	Width of WR Input (Start Pulse Width)	$CS = 0 V_{DC}$ (Note 7)	100			ns
t_{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of RD to Output Data Valid)	$C_L = 100 \text{ pF}$		135	200	ns
$t_{TR, 50\%}$	TRI-STATE Control (Delay from Rising Edge of RD to Hi-Z State)	$C_L = 10 \text{ pF}$, $R_L = 10k$ (See TRI-STATE Test Circuits)		125	200	ns
$t_{TR, 10\%}$	Delay from Falling Edge of WR or RD to Reset of $INTR$			300	450	ns
C_{IN}	Input Capacitance of Logic Control Inputs			5	7.5	pF
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance (Data Buffers)			5	7.5	pF
CONTROL INPUTS (Note: $CLK IN$ (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately)						
$V_{IN}(1)$	Logical "1" Input Voltage (Except Pin 4 $CLK IN$)	$V_{CC} = 5.25 V_{DC}$	2.0		15	V_{DC}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics (Continued)

The following specifications apply for $V_{CC} = 5V_{DC}$ and $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
CONTROL INPUTS (Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately)						
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.8	V_{DC}
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current (All Inputs)	$V_{IN} = 5 V_{DC}$		0.005	1	μA_{DC}
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current (All Inputs)	$V_{IN} = 0 V_{DC}$	-1	-0.005		μA_{DC}
CLOCK IN AND CLOCK R						
V_{T+}	CLK IN (Pin 4) Positive Going Threshold Voltage		2.7	3.1	3.5	V_{DC}
V_{T-}	CLK IN (Pin 4) Negative Going Threshold Voltage		1.5	1.8	2.1	V_{DC}
V_H	CLK IN (Pin 4) Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)		0.6	1.3	2.0	V_{DC}
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" CLK R Output Voltage	$I_O = 360 \mu A$ $V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.4	V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" CLK R Output Voltage	$I_O = -360 \mu A$ $V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
DATA OUTPUTS AND INTR						
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage Data Outputs INTR Output	$I_{OUT} = 1.6 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$ $I_{OUT} = 1.0 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.4 0.4	V_{DC} V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -360 \mu A, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -10 \mu A, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	4.5			V_{DC}
I_{OUT}	TRI-STATE Disabled Output Leakage (All Data Buffers)	$V_{OUT} = 0 V_{DC}$ $V_{OUT} = 5 V_{DC}$	-3			μA_{DC} μA_{DC}
I_{SOURCE}		V_{OUT} Short to Gnd, $T_A = 25^\circ C$	4.5	6		mA_{DC}
I_{SINK}		V_{OUT} Short to V_{CC} , $T_A = 25^\circ C$	9.0	16		mA_{DC}
POWER SUPPLY						
I_{CC}	Supply Current (Includes Ladder Current)	$f_{CLK} = 640 kHz$, $V_{REF}/2 = NC, T_A = 25^\circ C$ and $CS = 5V$				
	ADC0601/02/03/04LCJ/05			1.1	1.8	mA
	ADC0604LCN/LCV/LCVM			1.9	2.5	mA

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

Note 2: All voltages are measured with respect to Gnd, unless otherwise specified. The separate A Gnd point should always be wired to the D Gnd.

Note 3: A zener diode exists internally from V_{CC} to Gnd and has a typical breakdown voltage of $7 V_{DC}$.

Note 4: For $V_{IN(1)} \geq V_{IN(0)}$ the digital output code will be 0000 0000. Two on-chip diodes are tied to each analog input (see block diagram) which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V_{CC} supply. Be careful, during testing at low V_{CC} levels (4.5 V), as high level analog inputs (5 V) can cause this input diode to conduct—especially at elevated temperatures, and cause errors for analog inputs near full-scale. The speed allows 50 mV forward bias of either diode. This means that as long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 50 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0 V_{CC} to 5 V_{CC} input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of 4.550 V_{CC} over temperature variations, initial tolerance and loading.

Note 5: Accuracy is guaranteed at $f_{CLK} = 640 kHz$. At higher clock frequencies accuracy can degrade. For lower clock frequencies, the duty cycle limits can be extended so long as the minimum clock high time interval or minimum clock low time interval is no less than 275 ns.

Note 6: With an asynchronous start pulse, up to 8 clock periods may be required before the internal clock phases are proper to start the conversion process. The start request is internally latched, see Figure 2 and section 2.0.

Note 7: The CS input is assumed to track the INTR strobe input and therefore timing is dependent on the INTR pulse width. An extremely wide pulse width will hold the converter in a reset state and the start of conversion is initiated by the low to high transition of the INTR pulse (see timing diagrams).

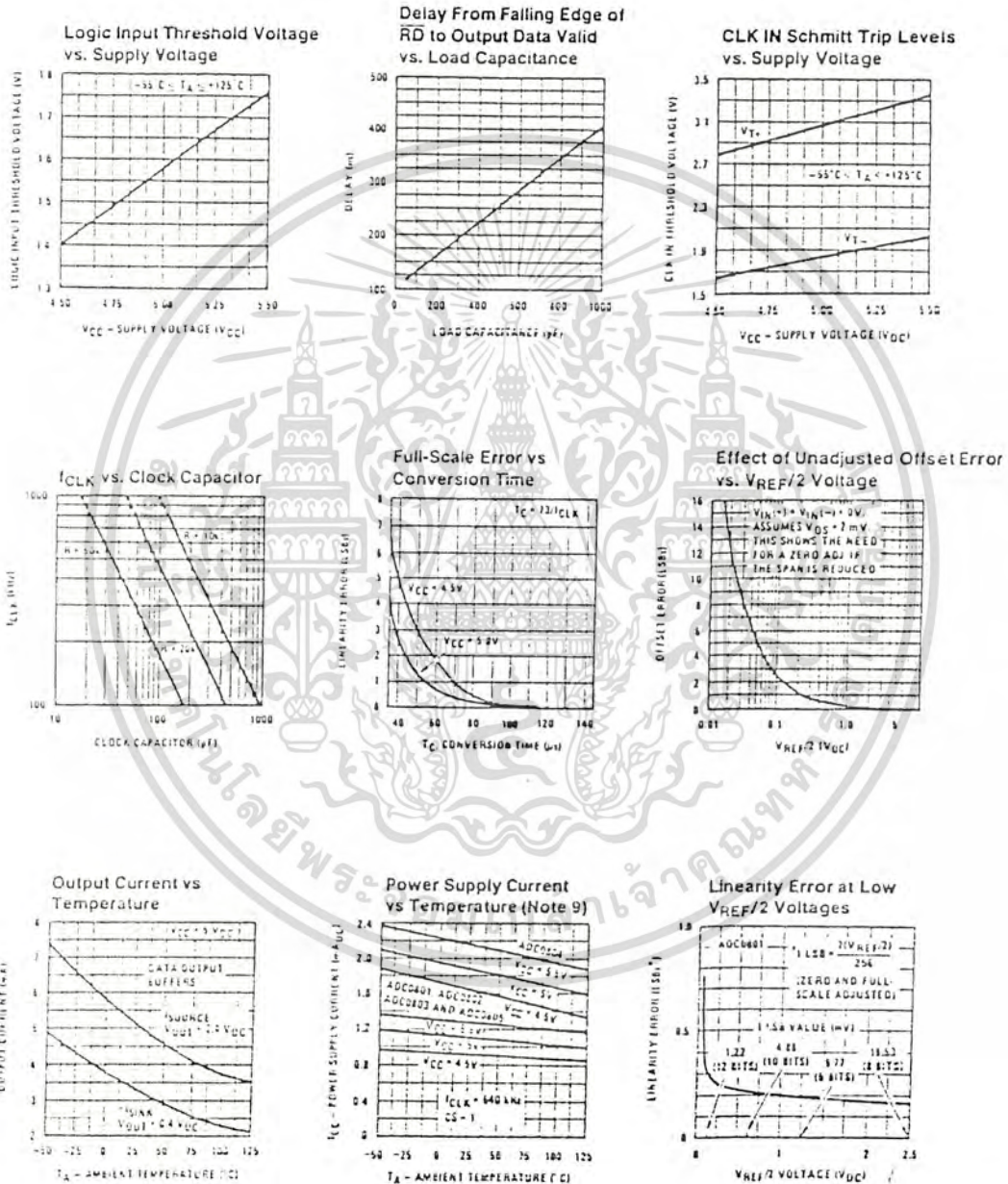
Note 8: Inputs of three A/Ds requires a zero input (see section 2.5.1). To obtain zero code at other analog input voltages see section 2.5 and Figure 5.

Note 9: The trigger pin is the center point of a two resistor divider connected from V_{CC} to ground. Each resistor is 2 k Ω , except for the ADC0604LCJ where each resistor is 16 k Ω . Total ladder input resistance is the sum of the two equal resistors.

Note 10: human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k Ω resistor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

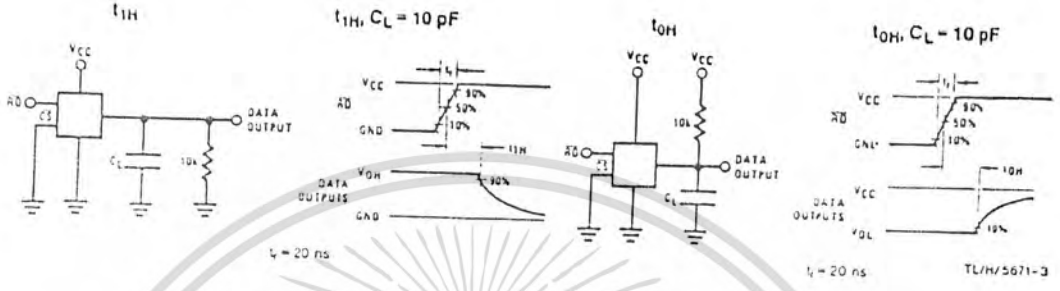
Typical Performance Characteristics



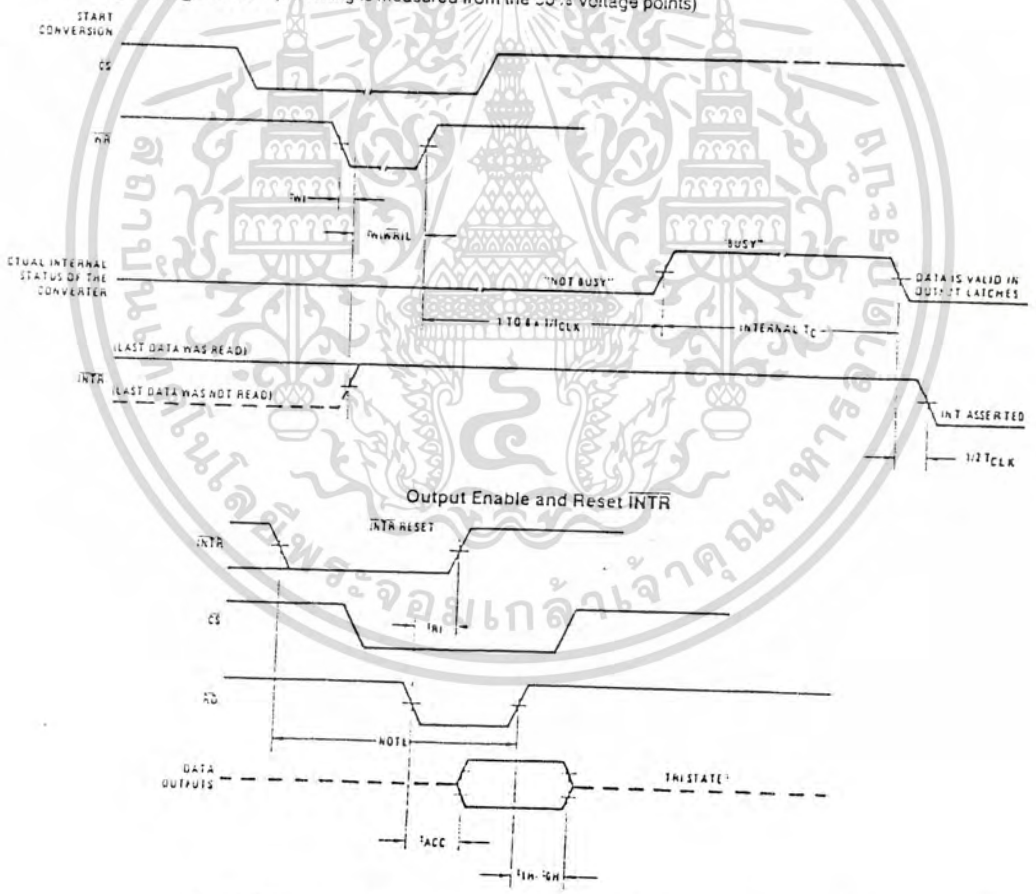
TL/H/5671-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRI-STATE Test Circuits and Waveforms



Timing Diagrams (All timing is measured from the 50% voltage points)

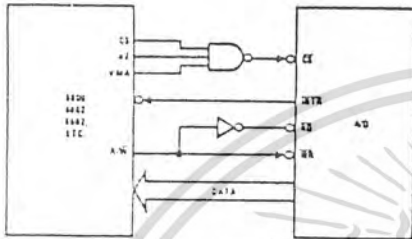


Note: Read strobe must occur 8 clock periods ($8/T_{CLK}$) after assertion of interrupt to guarantee result of t_{1H} . TL/H/5671-4

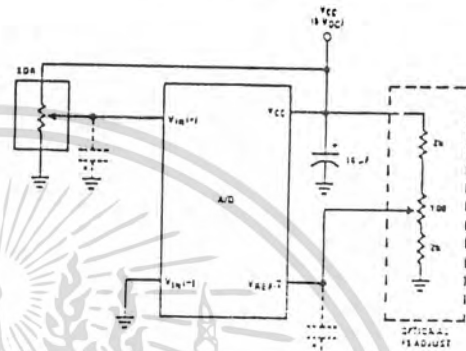
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

6800 Interface

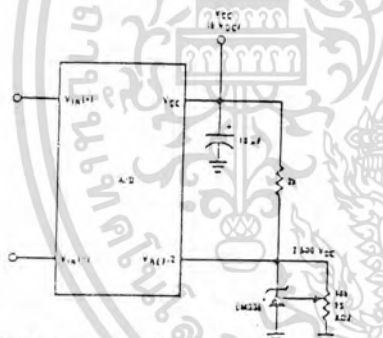


Ratiometric with Full-Scale Adjust



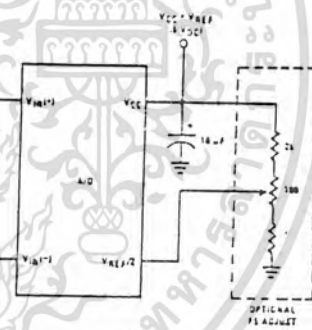
Note: Before using caps at V_{IN} or V_{REF}/2, see section 2.3.2 Input Bypass Capacitors.

Absolute with a 2.500V Reference

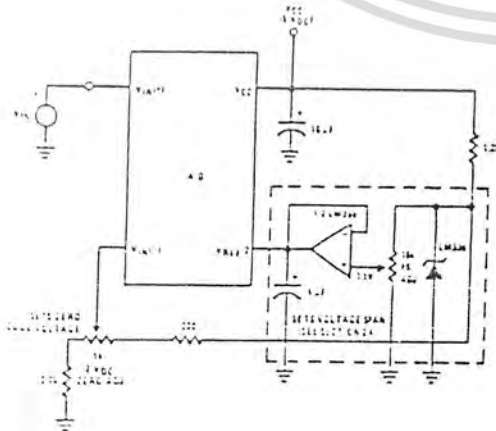


*For 10W power, see also LM555-2 E

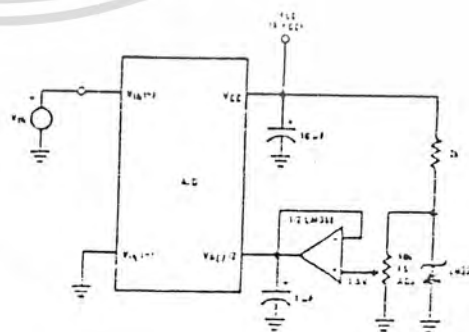
Absolute with a 5V Reference



Zero-Shift and Span Adjust: $2V \leq V_{IN} \leq 5V$



Span Adjust: $0V \leq V_{IN} \leq 3V$

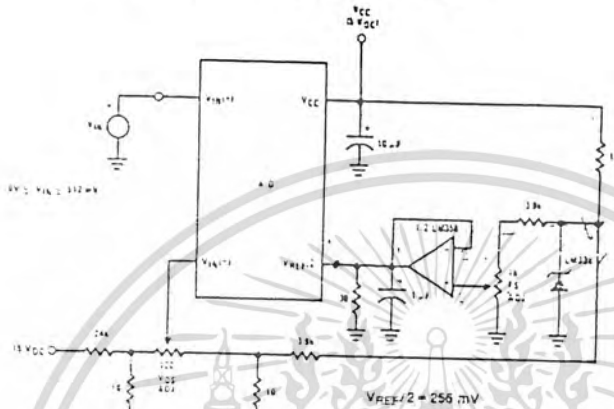


TL145571-5

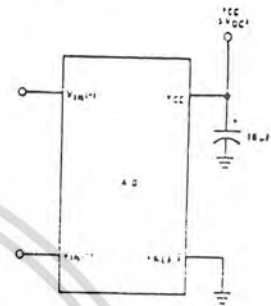
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

Directly Converting a Low-Level Signal

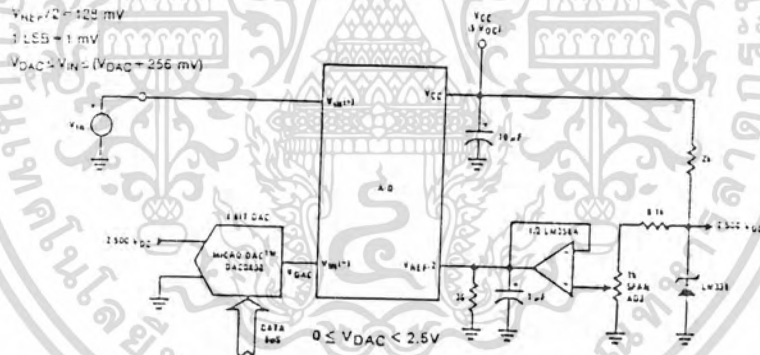


A μP Interfaced Comparator

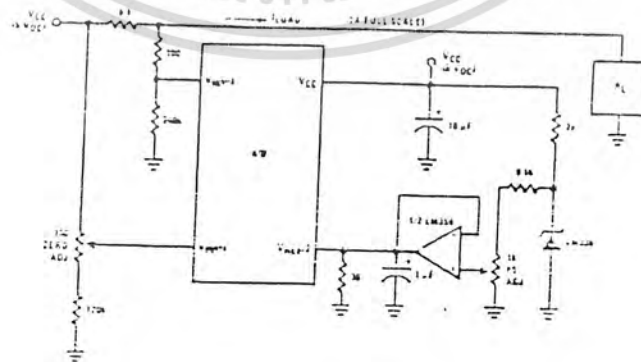


For $V_{IN(+)} > V_{IN(-)}$
 Output = FF_{max}
 For $V_{IN(+)} < V_{IN(-)}$
 Output = 00_{max}

1 mV Resolution with μP Controlled Range



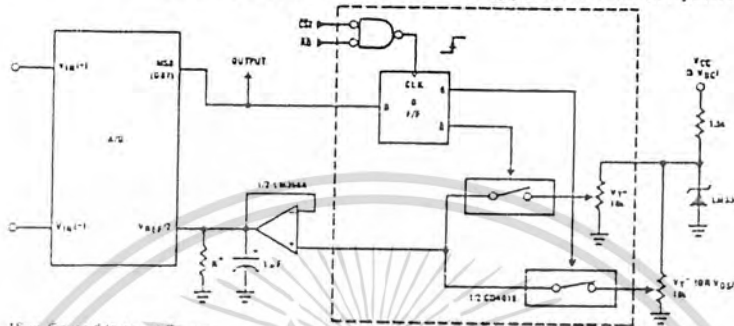
Digitizing a Current Flow



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

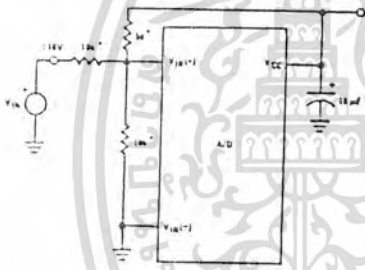
Typical Applications (Continued)

μ P Compatible Differential-Input Comparator with Pre-Set V_{OS} (with or without Hysteresis)



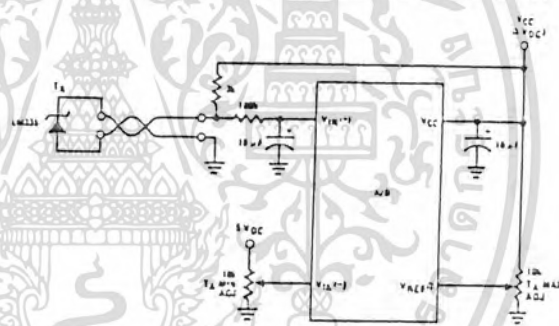
* See Figure 5 to select R value
 DOUT = "1" for $V_{IN} > V_{REF} + (V_{REF} - V_{IN}) \times (V_{REF}/2)$
 Omit circuitry within the dotted area if
 hysteresis is not needed

Handling $\approx 10V$ Analog Inputs

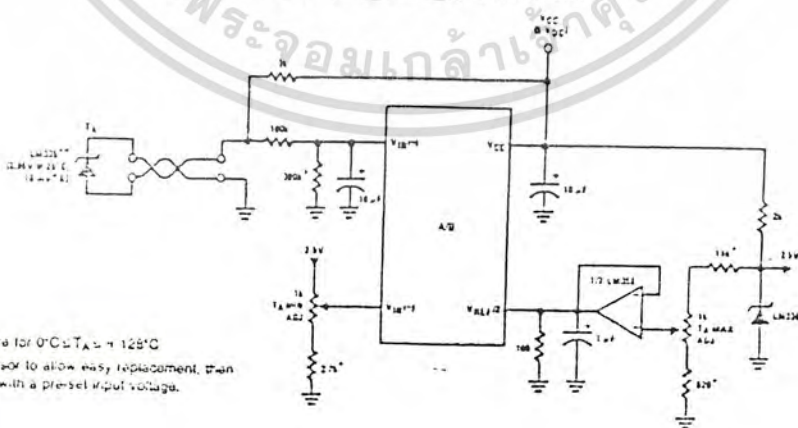


* Beckman Instruments μ 6543-R10K resistor array

Low-Cost, μ P Interfaced, Temperature-to-Digital Converter



μ P Interfaced Temperature-to-Digital Converter



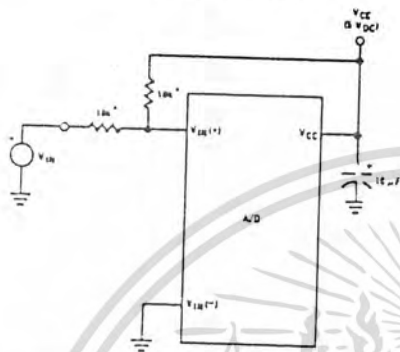
* Circuit values shown are for $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$
 ** Can calibrate each sensor to allow easy replacement, then
 A/D can be calibrated with a pre-set input voltage.

TL/nv5-571-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

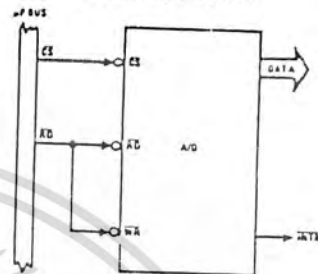
Handling $\pm 5V$ Analog Inputs



TL/H/5671-13

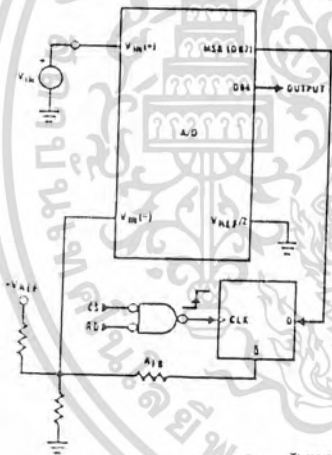
*Beckman instruments # 694-3-R10K resistor array

Read-Only Interface



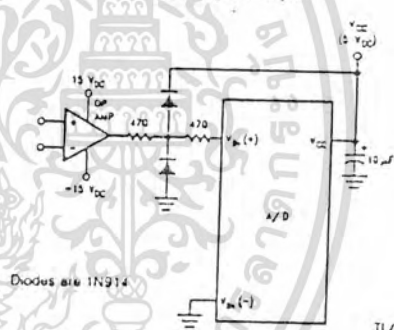
TL/H/5671-34

μP Interfaced Comparator with Hysteresis



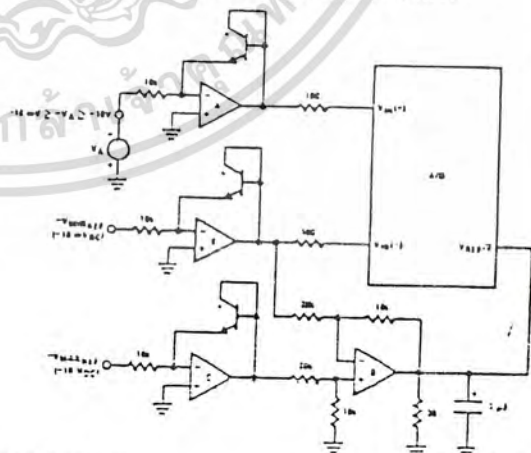
TL/H/5671-35

Protecting the input



TL/H/5671-3

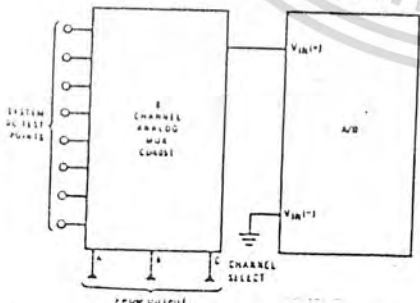
A Low-Cost, 3-Decade Logarithmic Converter



TL/H/5671-37

*LM399 transistors
A, B, C, D - LM324A quad op amp

Analog Self-Test for a System



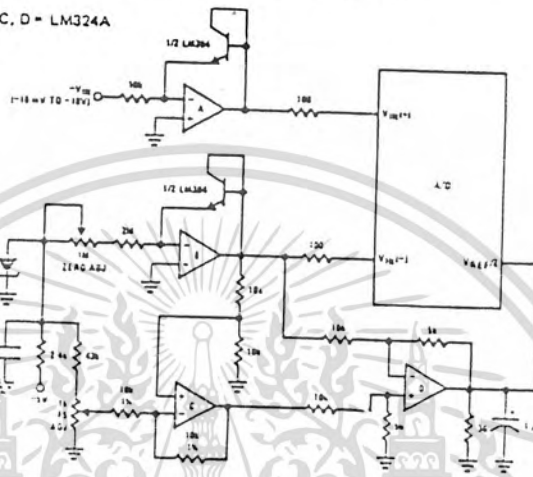
TL/H/5671-36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

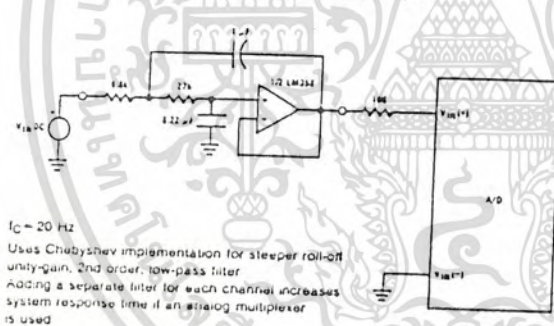
Typical Applications (Continued)

3-Decade Logarithmic A/D Converter

A, B, C, D = LM324A



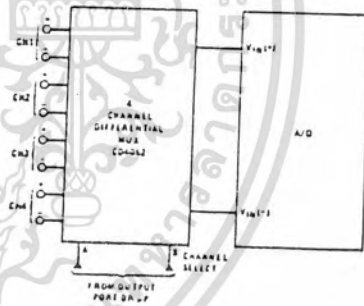
Noise Filtering the Analog Input



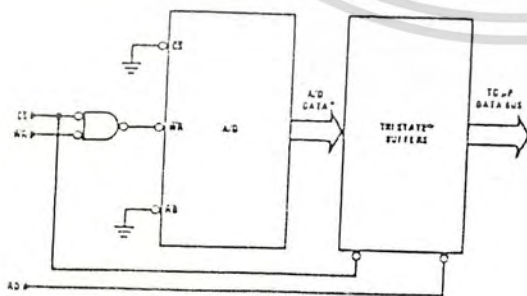
$f_C = 20 \text{ Hz}$

Uses Chebyshev implementation for steeper roll-off unity-gain, 2nd order, low-pass filter. Adding a separate filter for each channel increases system response time if an analog multiplexer is used.

Multiplexing Differential Inputs

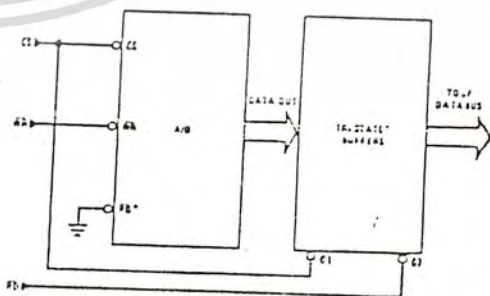


Output Buffers with A/D Data Enabled



*A/D output data is updated 1 CLK period prior to assertion of \overline{RD} .

Increasing Bus Drive and/or Reducing Time on Bus



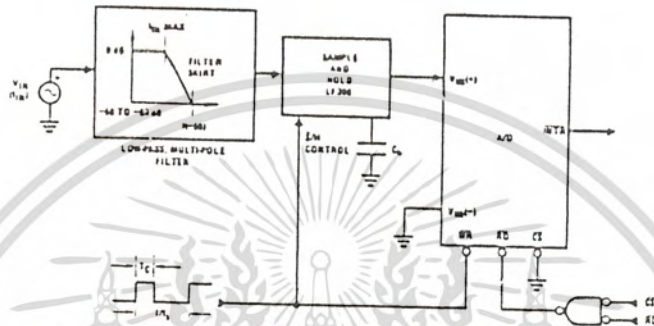
*Allows output data to set-up at falling edge of \overline{CS} .

TLN-5671-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

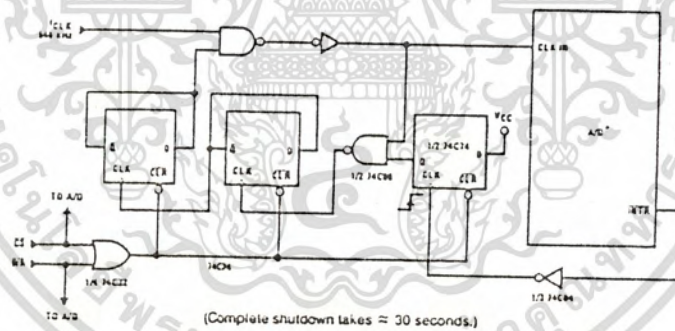
Sampling an AC Input Signal



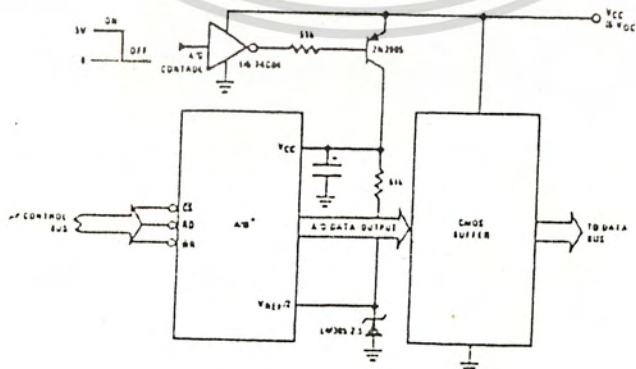
Note 1: Oversample whenever possible (keep $fs > 2f(-60)$) to eliminate input frequency folding (aliasing) and to allow for the skirt response of the filter.

Note 2: Consider the amplitude errors which are introduced within the passband of the filter.

70% Power Savings by Clock Gating



Power Savings by A/D and V_{REF} Shutdown



*Use ADC0601, 02, 03 or 05 for lowest power consumption.

Note: Logic inputs can be driven to V_{CC} with A/D supply at zero volts.

Buffer prevents data bus from overdriving output of A/D when in shutdown mode.

TLH/5671-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้