



ปีการศึกษา 2531

การศึกษาระบบทวิภาคีเด็กบรอนไตสำหรับเครือ รมชาติ มาเลเซีย

โดย

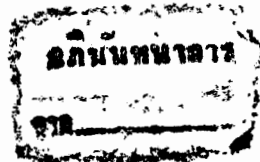
นาย ช่างวิวัฒน์ ศิริธนาภรณ์

นาย วิงษ์พงษ์ ภัทรศุภกุล

นาย ภูวนทนต์ ภูวนทนต์

อาจารย์ปริกษา

อาจารย์ พลพัฒน์ ภูวนทนต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ที่ 023122 ที่มี 8.ลค. 2532

ปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2531

ภาควิชา อีเลคทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาระบบทวิขั้วอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

ผู้จัดทำ

1. นาย ชงวดี ไกรวิทย์ 28-1184

2. นาย วิชัชพงษ์ ฉัตรสุภกุล 28-1205

3. นาย อรุณ กลิ่นทอง 28-1312



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ บลณัฐ วัฒนกุล)

การศึกษาระบบหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์

ธงวัฒน์ ศิริธนายพันธ์ 281184

รัชชพงษ์ ภัทรศุภกุล 281205

อรุณ ภัคิมทอง 281312

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.พลพตง พตุงกุล

บทคัดย่อ

ระบบหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ เป็นระบบการจ่ายน้ำมันแก่เครื่องยนต์ที่
เข้ามาแทนระบบคาร์บูเรเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้อัตราส่วนผสมของน้ำมันที่ฉีดเข้า และ
ยังเพิ่มประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อสภาวะของเครื่องยนต์ การทำงานของ
ระบบนี้จะถูกควบคุมโดยสัญญาณจากเซ็นเซอร์ควบคุม ทำให้ผู้ใช้หลักการบางติชนิดอิเล็กทรอนิกส์
หรืออิเล็กทรอนิกส์กับสัญญาณต่างๆ ทั้งจากตัวตรวจวัดตามจุดต่างๆ ของเครื่อง
ยนต์ที่จะบอกถึงสภาวะของเครื่องยนต์ขณะนั้น และ สัญญาณที่จะควบคุมการเปิด-
ปิดหัวฉีด เมกโตรโรสเชสเซอร์ ซึ่งเป็นหัวใจของระบบส่วนนี้จะทำหน้าที่ประมวล
ผลข้อมูลต่างๆ เพื่อกำหนดเป็นค่าช่วงเวลาที่การฉีดน้ำมันที่ดีที่สุด เราสามารถ
ที่จะออกแบบสัญญาณให้เหมาะสม และเก็บมาซึ่งหน่วยความจาภายในส่วนควบคุม

INTRODUCTION TO ELECTRONIC FUEL INJECTION

Yongwat Sritana-anant 281184

Watchapong Chatsupakul 281205

Aroon Glunthong 281312

Advisor

Ponpadung Padungkul

Abstract

Electronic fuel injection is a fuel delivery system used for engine rather than Carburetor system. It creates better air-fuel mixture and increases the response efficiency to the engine operating condition. The operation is controlled by a signal from control unit. This unit uses digital-electronic basis to manage the input signals from each of the sensors, which reports the action in that moment in the engine, and the opened-closed injector control output signal. Microprocessor, heart of the control system, will process all input data for calculating the optimum fuel-injection duration. We can design for a proper output signal to store in the control unit memory.

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
บทที่ 1 บทนำ	2
บทที่ 2 หลักการทั่วไป	5
2.1 ระบบวัดปริมาณอากาศ	
2.2 ระบบเชื้อเพลิง	
2.3 ระบบควบคุม	
บทที่ 3 ระบบการทำงาน	7
3.1 ระบบวัดปริมาณอากาศ	
3.1.1 มาตรวัดปริมาณอากาศ	
3.1.2 เรือนลิ้นคั้นแรง	
3.1.3 ลิ้นอากาศ	
3.1.4 ตัวตรวจวัดอุณหภูมิของอากาศ	
3.2 ระบบเชื้อเพลิง	
3.2.1 หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	
3.3 ระบบควบคุม	
3.4 โปรแกรมส่วนควบคุม	
บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลการทดลอง	27
4.1 วิธีการทดลอง	
4.2 ผลการทดลอง	
บทที่ 5 บทสรุปวิจารณ์	30
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้มีการประยุกต์ใช้จากระบบทางไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เข้าไปใช้งานด้านต่างๆ มากมาย ทั้งในรูปของการทดแทนระบบเดิม หรือไปควบคุมระบบเก่าที่มีอยู่ สำหรับโครงการหัวต่ออิเล็กทรอนิกส์นี้ ได้นำ มาทางอิเล็กทรอนิกส์ และหลักการทางคอมพิวเตอร์ มาควบคุมการจ่ายน้ำร้อนในเครื่องยนต์ โดยจะ เช็คสภาวะ การทำงานของเครื่องยนต์ และตัดสินใจว่าสภาวะขณะนั้นควรจะ ได้รับน้ำร้อน เชื้อเพลิงเท่าใด หัวใจของระบบควบคุมไม่เห็นมีที่ถือ ไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณต่างๆ ที่จำเป็นมาประมวลผล และควบคุมการจ่ายน้ำร้อนที่เหมาะสมแก่เครื่องยนต์

ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบที่ได้จากโครงการในครั้งนี้อย่างไรก็ตาม ยังนับว่าด้อยกว่า ระบบของผู้ผลิตเครื่องยนต์รายใหญ่ต่างๆ อยู่มาก ซึ่งเป็นเพราะบริษัทผู้ผลิตเครื่องยนต์ต่างๆ ก็ได้ทุ่มทั้งกำลังคนและกำลังเงินในการพัฒนาและผลิต ประกอบกับในบางบริษัทก็ได้มีการ ศึกษาระบบมาแล้ว แต่สำหรับในประเทศไทย ระบบนี้เพิ่งจะเริ่มเข้ามาแพร่หลาย ประกอบกับการแข่งขันกันเองแต่ละบริษัท เพื่อให้ผู้ใช้ในด้านนี้ ทำให้ความรู้ในด้านการ ค้นคว้าและศึกษา เพราะการปิดจากทั้งต้นบุคคลและอุปกรณ์ และจาก เวลาและข้อมูลจำกัด ประกอบกับอุปกรณ์บางส่วนก็ยากแก่การค้นหา โครงการในครั้งนี้อย่างไรก็ตาม จึงยังมีประสิทธิภาพที่ยังไม่ดีพอ แต่ระบบควบคุมก็ได้ถูกวางไว้ เพื่อให้ง่ายแก่การพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพ ใน ส่วนของวงจรและโปรแกรม ก็ไม่ยากต่อการทำความเข้าใจและไม่ซับซ้อนมากนัก

โครงการในครั้งนี้อาจเรียกว่า เป็นการไล่ตามวิวัฒนาการของผู้ที่ได้พัฒนา ก่อนแล้ว ซึ่งเราก็ได้ผ่านเหตุการณ์การคิดค้นมาแล้วแต่ตัวก็เริ่มมาแล้ว จึงหวังว่าโครงการใน ครั้งนี้คงเป็นแนวทางแก่การศึกษาเพื่อที่จะพัฒนา และแก้ไขปรับแต่งต่อไป และในท้ายนี้ ขอขอบคุณบุคคลที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ช่วยแนะแนวทาง ให้คำปรึกษาต่างๆ และอื่นๆ อัน เป็นประโยชน์แก่โครงการในครั้งนี้อย่างยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

เมื่อก้าวถึงระบบเครื่องยนต์ ระบบที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ในการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงได้มีการใช้งานมานานแล้ว และในปัจจุบันเครื่องยนต์ก็ได้รับการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นเรื่อย ๆ หลักการและเทคโนโลยีในด้านต่างๆ ที่สามารถนำมาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับเครื่องยนต์ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง อาทิเช่น

- การใช้วัสดุทำปีกปีกเบา แต่มีความแข็งแรงสูง มาทำลูกสูบ ก้านสูบ ฯลฯ เพื่อลดการสูญเสียทางด้านแรงเฉื่อย
- การใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่นที่ผิวตัวทำชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ เพื่อลดการสูญเสียทางด้านแรงยืดหยุ่น
- การออกแบบ ห้องเผาไหม้ ระบบจุดระเบิด ชนิดใหม่ ๆ โดยการใช้อิเล็กทรอนิกส์ในการเผาไหม้ที่สมบูรณ์
- การใช้ ระบบลิ้นลิ้นวาล์ว (MULTIVALVE) เทอร์โบชาร์จเจอร์ ซุปเปอร์ชาร์จเจอร์ เพื่อการบรรจุก๊าซที่ประสิทธิภาพสูงขึ้น

เหล่านี้ล้วนเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพไปทางกลไก ส่วนรับใบที่นี้จะได้กล่าวถึงการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับเครื่องยนต์ โดยใช้ระบบทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในปัจจุบันนี้ก็ได้มีการใช้กันอย่างกว้างขวางเช่นกัน โดยนำไปใช้ในส่วนของการควบคุมการจุดระเบิดและควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแก่เครื่องยนต์ ในระบบนี้จะใช้อุปกรณ์จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์ในระบบเก่าและเราเรียกระบบนี้ว่าระบบจ่ายน้ำมันแบบใช้หัวฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ จะถูกควบคุมโดยสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งแตกต่างกับการควบคุมทางกลไกของระบบคาร์บูเรเตอร์อย่างเห็นได้ชัด ดังนี้

ระบบ " คาร์บูเรเตอร์ "

ปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงจะขึ้นอยู่กับการดูดอากาศของเครื่องยนต์ผ่านคาร์บูเรเตอร์ เป็นส่วนใหญ่ ทำให้การจ่ายเชื้อเพลิงไม่เหมาะสมและหนักเข้ามากัก เพราะการควบคุมกับการแตกตัวของไอไอน้ำที่เนื่องจากการไหลของอากาศ รวมทั้งส่วนควบคุมอื่นๆ

มีข้อจำกัด

ระบบ "หัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์"

ในระยะแรกๆ ได้มีการเลียนแบบหัวฉีดในเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อนำมาใช้ในเครื่องยนต์เบนซิน โดยการฉีดเชื้อเพลิงเข้าที่ท่อไอดี แทนการฉีดที่ห้องเผาไหม้โดยตรงเหมือนเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งได้ประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้คาร์บูเรเตอร์ โดย

1. ควบคุมการจ่ายน้ำมัน ได้เหมาะสมกว่า เพราะปัจจัยการควบคุมอยู่ที่การฉีดน้ำมัน ซึ่งควบคุมได้ดีกว่า การระเหยของน้ำมันกับอากาศ
2. การผสมกันระหว่างน้ำมันกับอากาศดีกว่า เพราะใช้การฉีดเป็นละอองส่วนผสม จึงเข้ากันได้ดีกว่า แต่ในคาร์บูเรเตอร์น้ำมันบางส่วนอาจจะระเหยไม่ทัน
3. มีคออดของทางเดินไอดีที่น้อย ทำให้การบรรจุไอดีเข้าเครื่องยนต์ดีกว่าในระบบคาร์บูเรเตอร์ต้องมีคออดไอดีเพื่อช่วยเร่งความเร็วของไอดี ขณะที่ช่องนี้ซึ่งจะทำให้ให้น้ำมันแตกตัวเป็นละอองเข้ากับอากาศ

สำหรับระบบการฉีดน้ำมันจะถูกควบคุมโดยสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสัญญาณนี้จะ ได้จากการเช็คสถานะของเครื่องยนต์ในขณะนั้น

ในปัจจุบันนี้ก็ได้มีการนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับสถานะของเครื่องยนต์ขณะนั้นๆ อย่างไรก็ตาม ในการผลิตเครื่องยนต์รุ่นใหม่ๆ ออกมานั้น จะต้องมีการทดสอบเครื่องยนต์ที่สถานะต่างๆ เพื่อหาปริมาณการจ่ายน้ำมันที่เหมาะสมกับสถานะเหล่านั้น

ระบบหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ที่นิยมใช้แพร่หลายมีระบบใหญ่ๆ อยู่ 2 ระบบ ซึ่งระบบควบคุมและการจ่ายน้ำมันจะเหมือนกัน จะต่างกันตรงระบบวัดปริมาณอากาศที่เข้าเครื่องยนต์เท่านั้น ดังนี้

1. ดี-เจ็ททรอนิกส์ (D-JETTRONIC) เป็นระบบคำนวณปริมาณอากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์ โดยการวัดแรงดันในท่อไอดีมาคำนวณร่วมกับตำแหน่งลิ้นคัมแรง

2. แอล-เจ็ททรอนิก (L-JETTRONIC) เป็นระบบค่าแอมปริมาตรอากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์ โดยการวัดปริมาณอากาศที่ไหลผ่านท่อไอดี

โดยไม่ว่าจะขอกว่าถึง ระบบแบบแอล-เจ็ททรอนิกซึ่งเป็นระบบวัดเชื้อเพลิงที่ติดตั้งโดยบริษัท บอสซ์ เฮอร์บีเย่ การกำหนดเชื้อเพลิงที่จะถูกฉีดได้ อาศัยการวัดปริมาณอากาศที่ถูกดูดผ่านท่อไอดี เข้าสู่เครื่องยนต์ คำว่า "แอล" นี้เชื่อมมาจาก "ลูฟ" (LUFT) ซึ่งแปลว่าในภาษาเยอรมันมีความหมายว่า "อากาศ" การวัดปริมาณอากาศแบบนี้มีข้อได้เปรียบคือ

- ในช่วงเดินเบาเครื่องยนต์เดินเรียบกว่า
- จ่ายน้ำมันเหมาะสมกว่า ไนโตรเจนที่มีความแตกต่างของระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลหรือการเปลี่ยนแปลงของความกดดันอากาศ
- โครงสร้างของระบบควบคุมซับซ้อนน้อยกว่า



บทที่ 2 หลักการทั่วไป

ระบบหลักในระบบนิวเคลียร์อิเล็กทรอนิกส์แบบแอลไอ มีส่วนสำคัญ 3 ส่วนด้วยกันคือ

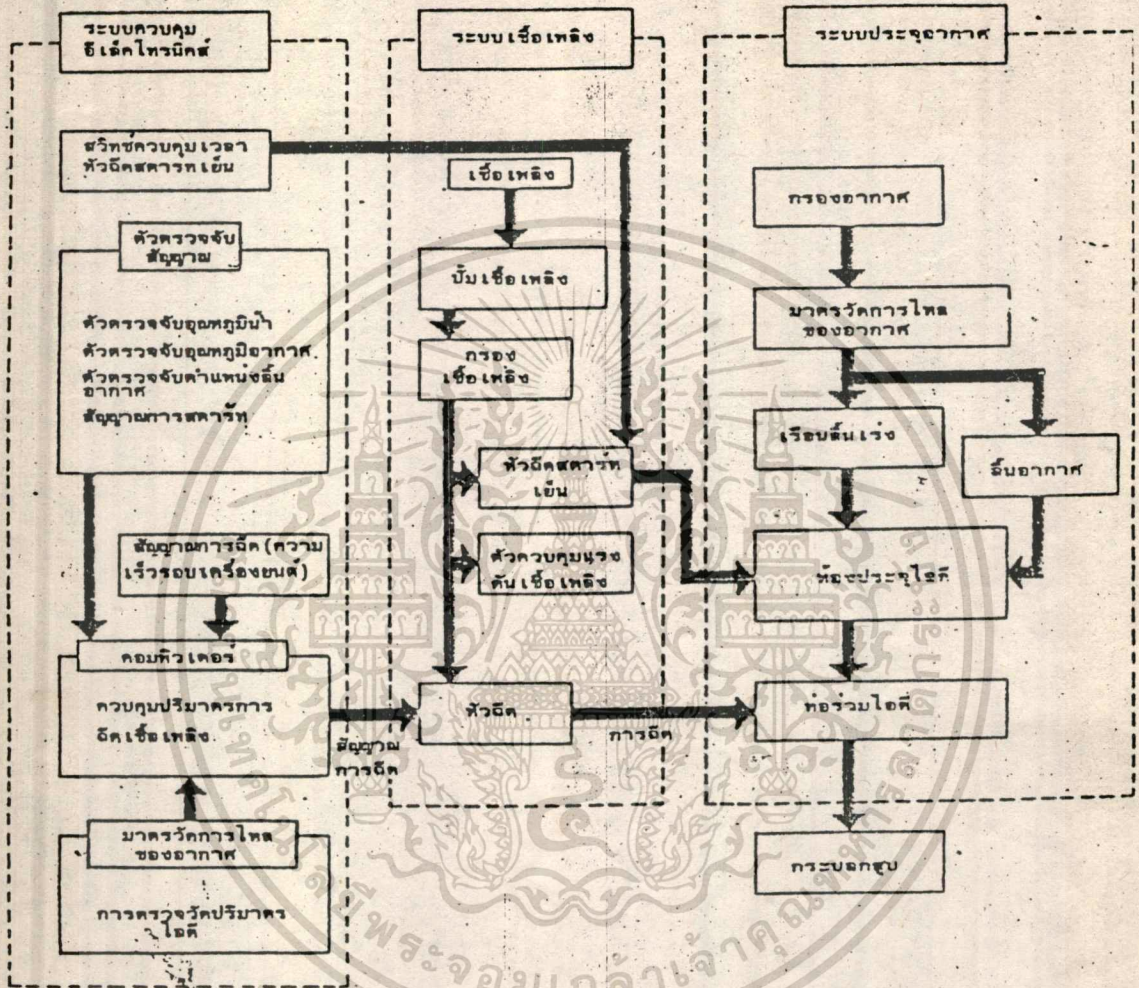
1. ระบบวัดปริมาณอากาศ
2. ระบบเชื้อเพลิง
3. ระบบควบคุม

2.1 ระบบวัดปริมาณอากาศ เป็นเคอร์วัดปริมาณอากาศและเปลี่ยนค่าเป็นระดับแรงดันไฟฟ้าส่งให้ระบบควบคุมนำไปคำนวณ โดยในการทำงานอากาศที่ไหลผ่านตัวรับสัญญาณจะดันแผ่นรับสัญญาณให้ตกลงบนสปริง การเคลื่อนที่ของแผ่นสัญญาณจะมีผลทำให้ความต้านทานในชุดความต้านทานเปลี่ยนแปลง

2.2 ระบบเชื้อเพลิง เราจะจ่ายแรงดันคงที่ไว้ที่หัวฉีด โดยใช้ปั๊มเชื้อเพลิงไปเผาและตัวควบคุมแรงดันเชื้อเพลิงควบคุมไว้ เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้ามาที่หัวฉีด หัวฉีดก็จะเปิดและน้ำมันที่มีแรงดันสูงจะถูกปล่อยผ่านรูเล็กๆของหัวฉีดกระจายออกไปเป็นละอองเข้าท่อไอเสีย

2.3 ระบบควบคุม เราจะหาค่าการจ่ายน้ำมันที่สภาวะต่างๆ เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่เหมาะสมโดยรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณเข้ามา และระบบควบคุมก็จะจ่ายสัญญาณที่เป็นช่วงเวลากการฉีดน้ำมันที่เหมาะสมกับสภาวะของเครื่องยนต์ในขณะนั้น

หลักการโดยทั่วไปของระบบนี้สามารถแสดงได้ดังแผนภาพ



รูปที่ 1 แผนภาพลำดับการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 ระบบการทำงาน

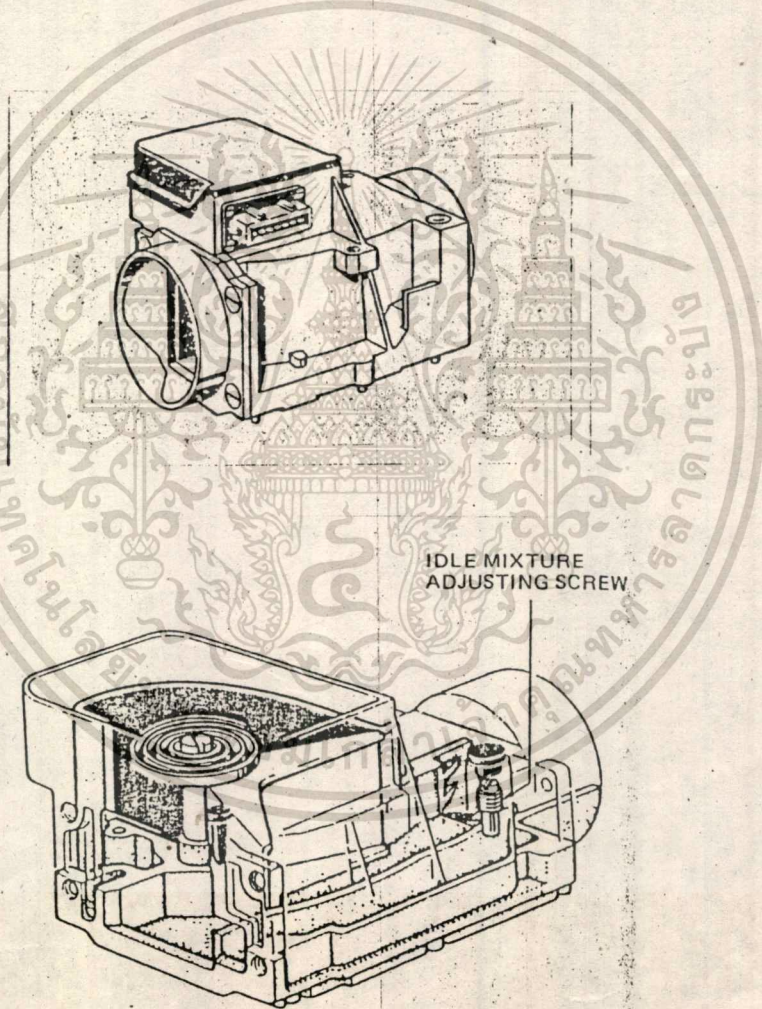
3.1 ระบบวัดปริมาณอากาศ

เมื่ออากาศผ่านตัวกรองอากาศแล้วจะพบกับอุปกรณ์สำคัญของระบบส่วนนี้

นั่นก็คือ มาตรวัดปริมาณการไหลของอากาศ

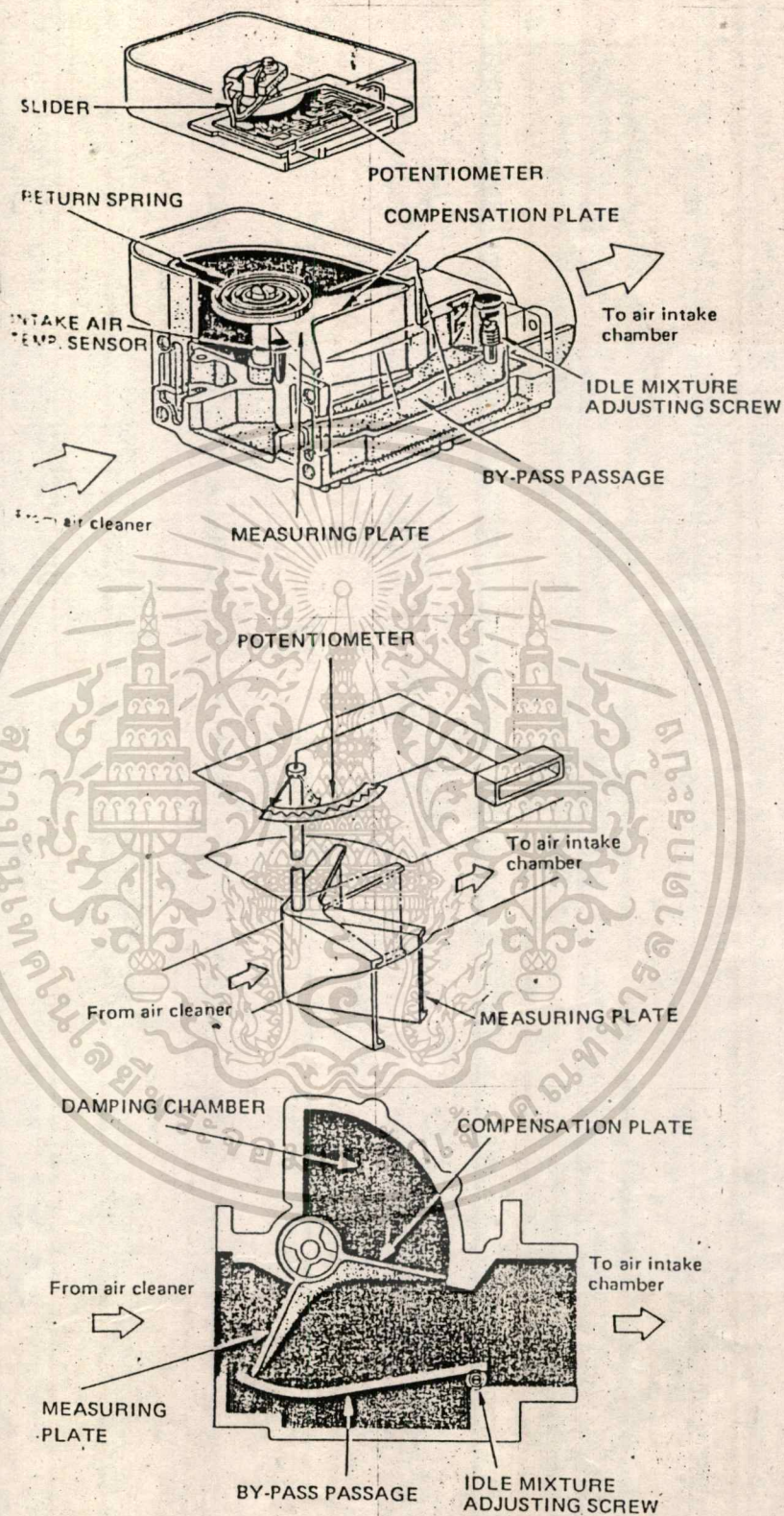
3.1.1. มาตรวัดปริมาณการไหลของอากาศ (AIR FLOW METER)

มีรูปร่างลักษณะดังรูปที่ 2 และส่วนประกอบต่างๆ ภายในแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 มาตรวัดปริมาณการไหลของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



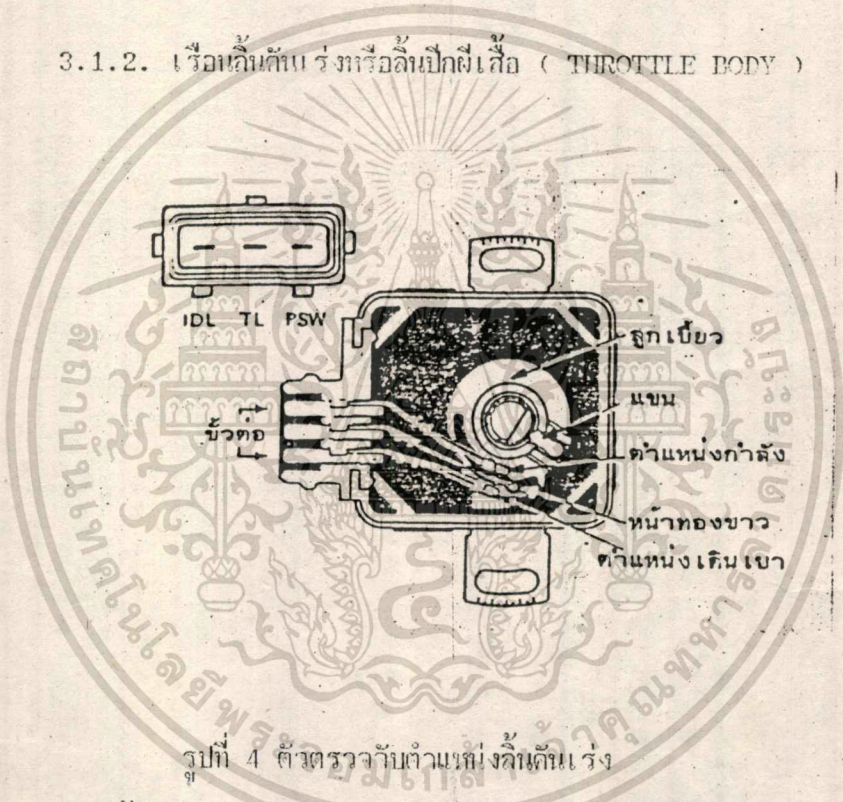
รูปที่ 3 ส่วนประกอบต่างๆ ภายในมาตรวัดปริมาณอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อากาศที่ไหลเข้ามาจะไหลผ่านแผ่นวัดอากาศด้านหน้า (MEASURING PLATE) ซึ่งมีแกนต่อกับชุดความต้านทานปรับค่า (POTENTIOMETER) และจะเปลี่ยนค่าปริมาณของอากาศที่ไหลเข้ามาเป็นระดับแรงดันทางไฟฟ้า เพื่อส่งไปยังระบบควบคุมต่อไป และแผ่นเส้นที่ต่อกับแผ่นวัดอากาศด้านหน้า (COMPENSATION PLATE) จะช่วยลดการกระเพื่อมในกรณีที่มีปริมาณอากาศเกิดเปลี่ยนแปลงในทันทีทันใด เมื่ออากาศไหลผ่านส่วนนี้แล้วก็จะไหลไปพบกับ วาล์วเส้นกันรั่วต่อไป

3.1.2. วาล์วเส้นกันรั่วหรือเส้นปีกผีเสื้อ (THROTTLE BODY)



รูปที่ 4 ตรวจสอบตำแหน่งวาล์วเส้นกันรั่ว

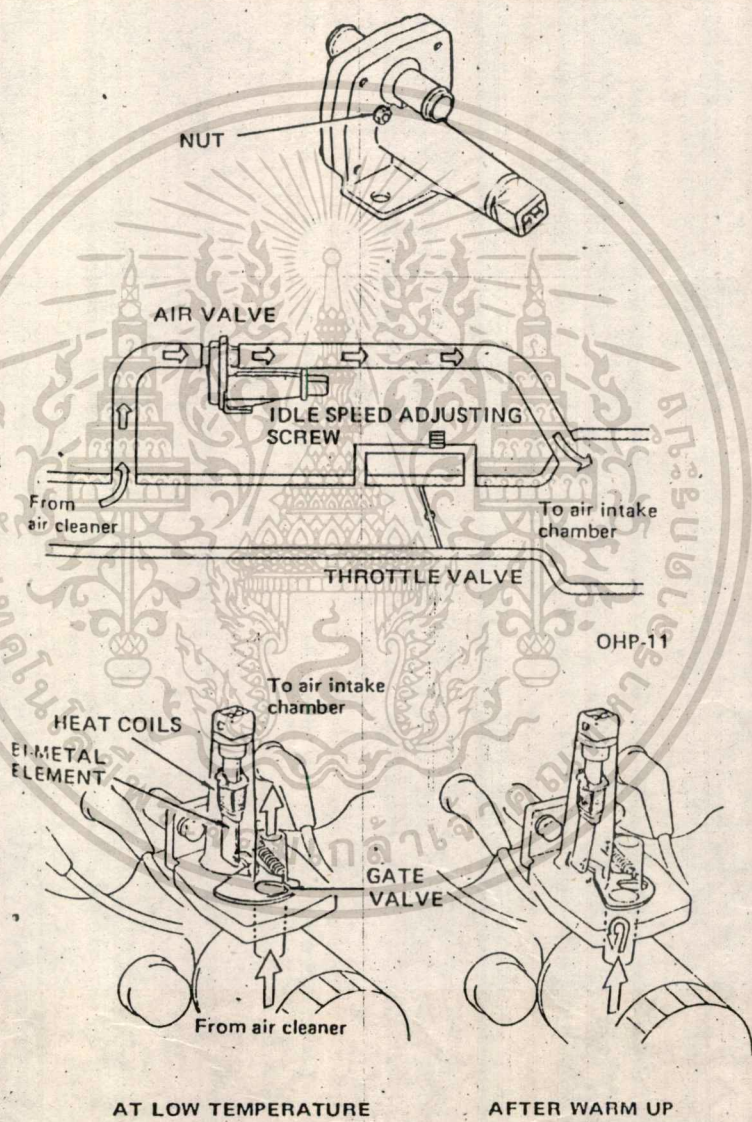
วาล์วเส้นกันรั่ว เป็นวาล์วที่เปิดให้อากาศไหลเข้าไปในเครื่องยนต์ ตามสถานการณ์เขี่ยคันเร่ง สัญญาณที่ได้มี 3 สถานะคือ

- สัญญาณขณะไม่มีการเขี่ยคันเร่ง (IDL)
- สัญญาณขณะขับซิปปกติ (TL)
- สัญญาณขณะเร่งสูงสุด (PSW)

3.1.3. ลิ้นอากาศ (AIR REGURATER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ที่มีการนำไปใช้

อากาศนอกจากจะไหลผ่านเรือนลิ้นต้นแรงแล้ว ยังไหลผ่านลิ้นอากาศ อีกด้วย โดยจะยอมให้อากาศไหลผ่านไม่ได้ในช่วงแรกของการทำงานของเครื่องยนต์เพราะเครื่องยังเย็นอยู่ ดังนั้นลิ้นอากาศนี้จะยอมให้อากาศไหลผ่านไปส่วนหนึ่ง เพื่อให้พอดีกับปริมาณน้ำมันที่จะถูกเพิ่มในช่วงแรกของการทำงาน โครงสร้างของลิ้นอากาศจะเป็นโลหะไบเมทอล (BI-METAL ELEMENT) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ลักษณะและโครงสร้างของลิ้นอากาศ

เมื่อโลหะไบเมทอลร้อนจนกระทั่งเกิดการงอตัว ลิ้นเลื่อนภายในจะเลื่อนมาปิดรูผ่านอากาศ ทำให้อากาศไหลผ่านต่อไปไม่ได้และจะสังเกตเห็นว่านัท (NUT) ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นตัวปรับแต่งช่วงเลี้ยวของล้อรถโดยอัตโนมัติ แต่โดยปกติจะได้รับการปรับแต่งมาจากโรงงานแล้ว ดังนั้นเราจึงไม่จำเป็นต้องปรับแต่งอีก

เมื่ออากาศไหลผ่านเซ็นเซอร์ก็จะไหลเข้าสู่ท่อไอดีต่อไป นอกจากนี้ยังมีตัวตรวจจับอีกตัวหนึ่งในระบบส่วนนี้ คือ ตัวตรวจวัดระดับอุณหภูมิของอากาศ

3.1.4. ตัวตรวจวัดอุณหภูมิของอากาศ (AIR TEMPERATURE SENSOR)

มีหน้าที่วัดระดับอุณหภูมิของอากาศ เพื่อช่วยให้อัตราส่วนผสมถูกต้องมากขึ้น เพราะมวลของอากาศแปรผันกับอุณหภูมิ โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

จาก ทฤษฎี ไคเนติกส์ (THERMODYNAMIC)

$$PV = NRT$$

P = ความดันของบรรยากาศ

V = ปริมาตรค่าของเครื่องยนต์

N = จำนวนโมลของอากาศ ซึ่งแปรผันตามมวลของอากาศ

R = ค่าคงที่

T = อุณหภูมิของอากาศ (เป็นเคลวิน)

จะเห็นว่าถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง จะทำให้มวลของอากาศเปลี่ยนแปลง เช่น เครื่องยนต์ใช้ใบเบื่องหนา (อุณหภูมิประมาณ 0 องศาเซลเซียส) กับที่ใบเบื่องจ้อน (อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส) จะมีมวลของอากาศต่อปริมาตรต่างกันคือ

$$\text{มวลของอากาศในเบื่องหนาแทนกว่า} = (401273) / (0+273)$$

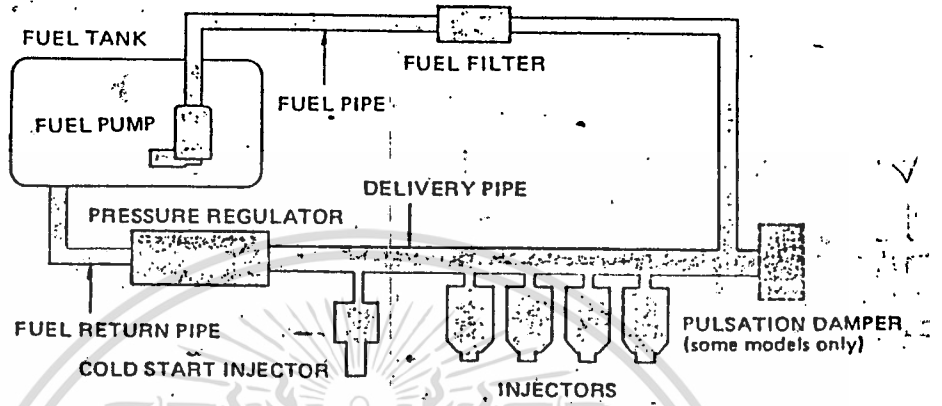
$$= 1.146 \text{ เท่า}$$

จะเห็นว่า ถ้าต้องการอัตราส่วนผสมที่ถูกต้องจะต้องคิดอุณหภูมิของอากาศด้วย แต่ในที่นี้ เราจะไม่นำอุณหภูมิของอากาศมาคิดด้วย เพราะอุณหภูมิในประเทศไทยทำให้มวลของอากาศต่อปริมาตรต่างกันไม่มากนัก จึงแทบจะไม่มีผลต่อสภาวะของเครื่องยนต์เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ระบบเชื้อเพลิง

ดังแสดงส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องในระบบข้างนี้ ได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนภาพระบบเชื้อเพลิง

โดยระบบที่ทำการศึกษาจะใช้น้ำมันที่รวมถึงหัวฉีดช่วย (COLD START VALVE) เพราะว่าที่นี้โดยทั่วไปขอ หัวฉีดช่วยจะฉีดน้ำมันเพิ่มในขณะ เริ่มสตาร์ทเครื่อง และอุณหภูมิที่ไหลเข้าหรืออุณหภูมิของเครื่องยนต์ต่ำ จึงเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นในเขตเมืองหนาว แต่สำหรับในเขตเมืองร้อน เช่น ประเทศไทย ความจำเป็นจะลดน้อยลงมากและแทบจะไม่มีผลกระทบต่อสภาวะของเครื่องยนต์ ดังนั้นเราจึงไม่รวมอุปกรณ์ชิ้นนี้เข้าไปด้วย สำหรับอุปกรณ์ที่สำคัญมากในระบบนี้ ก็คือ หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

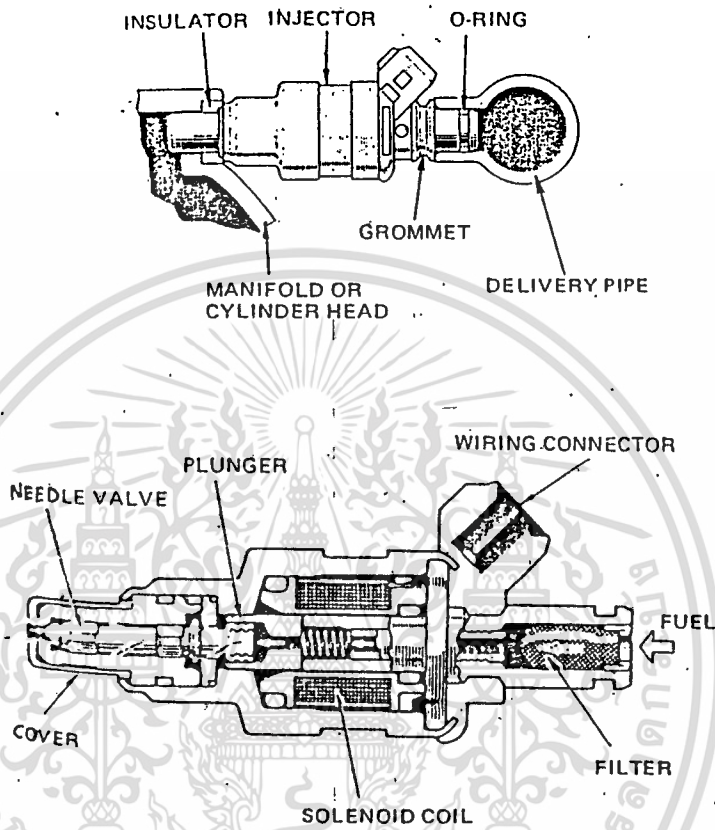
3.2.1. หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (FUEL INJECTOR)

น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าสู่ท่อไอดีโดยหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งทำงานด้วยผลของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิงจะเข้าสู่หัวฉีดโดยผ่านตัวกรองในหัวฉีด (FILTER) แล้วจึงไปที่เข็มหัวฉีด (NEEDLE VALVE) ซึ่งจะเปิดปิดตามสัญญาณไฟฟ้าจากระบบควบคุม โดยปริมาณน้ำมันที่ถูกลัดจะขึ้นกับความกว้างของสัญญาณจากส่วนควบคุม

หัวฉีดที่มีใช้กันอยู่ปัจจุบันนี้เมื่ออยู่หลายประเภท อาจแบ่งเขานๆ ได้ตามลักษณะและคุณสมบัติของหัวฉีดเอง ส่วนใหญ่จะแบ่งตามลักษณะของเข็มฉีด ลักษณะของจุดต่อสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

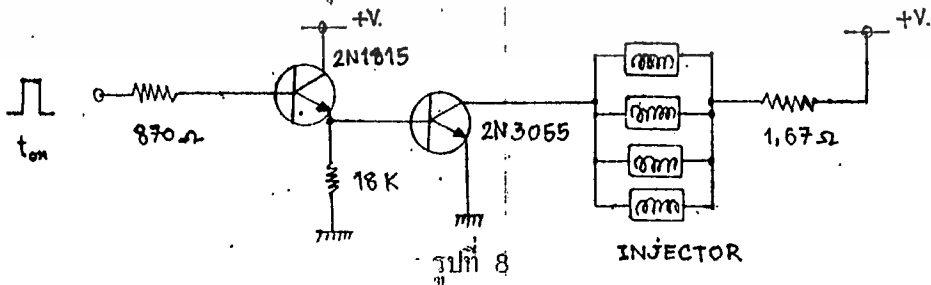
และความต้านทานของหัวฉีด สำหรับหัวฉีดที่ใช้จะ ใช้ เข็มฉีดแบบ ดัดย่น จุดต่อสายทรงสี่เหลี่ยมและความต้านทานต่ำประมาณ 2-3 โอห์ม (OHM)



รูปที่ 7 ฉักมกระและ ไตรงสข่วงหัวลิตน้ำกัม เชื้อเบคิง

กรรณวธิ์ ในการขับหัวลิต โดยทัว ไปมีสองวิธีคือ ควบคุมด้วยแรงดันหรือควบคุม

ด้วยกระแส ในที่นี้ ได้ ใช้วิธีควบคุมด้วยแรงดัน ว่างจรที่ใช้งานเป็นดังนี้



รูปที่ 8

เมื่อสังเกตจากรูปที่ 8 จะเห็นว่าไส้กัมเชื้อเบคิงจากถังเก็บ (FUEL TANK)

จะถูกดูดขึ้นมาใช้ งานโดยปั้มเชื้อเบคิง (FUEL PUMP) จากที่นี้ไส้กัมจะถูกส่งเข้าท่อน้ำกัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบนี้จะไปผ่านตัวกรองน้ำมัน (FUEL FILTER) เพื่อกรองเอาฝุ่นผงและอนุภาคแปลกปลอมออกไปและส่งน้ำมันไปยังชุดหัวฉีดต่อไป ในระหว่างนั้น ก็จะมีตัวควบคุมแรงดันเชื้อเพลิง (PRESSURE REGURATER) ซึ่งจะคอยควบคุมแรงดันของน้ำมันใ้ไม่ท่อน้ำมันที่ป้อนให้กับหัวฉีด เบื่อให้มีค่าคงที่ตลอดเวลา โดยจะมีท่อสำหรับให้น้ำมันส่วนเกิน ไหลกลับไปยังถังเก็บได้ จะสังเกตเห็นว่ายังมีอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งซึ่งอาจจะไม่คุ้นเคย นั่นก็คือ ตัวกันการกระเพื่อมของน้ำมัน (PULSATION DAMPIER) ซึ่งจะช่วยรักษาระดับแรงดันของน้ำมันให้คงที่เข้าเก็บ โดยเวลาเปิดช่วงที่หัวฉีดเปิดฉีดน้ำมันจะเกิดการกระเพื่อมของน้ำมันขึ้นเพราะแรงดันน้ำมันเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นทันที

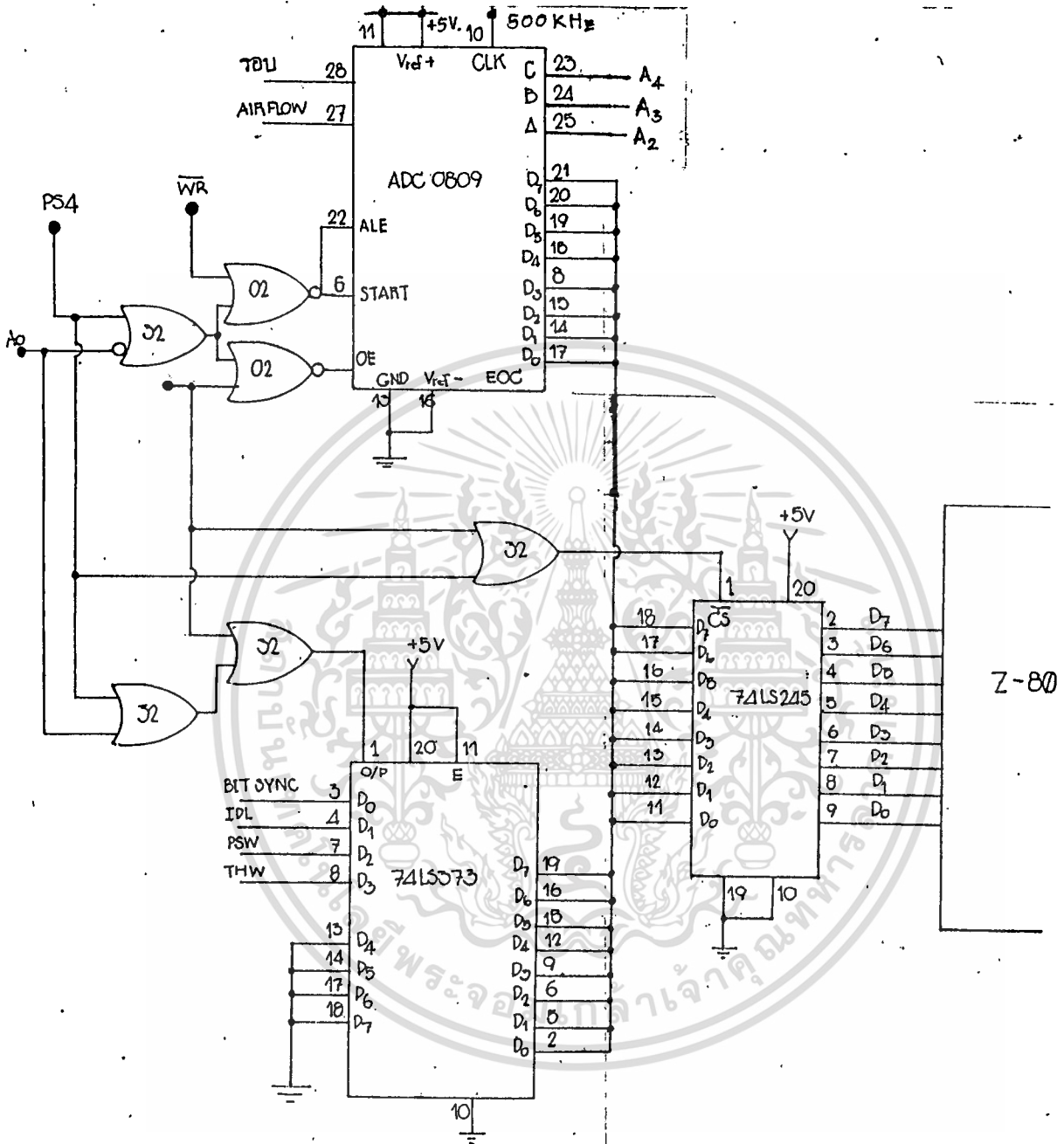
3.3 ระบบควบคุม

ส่วนที่สำคัญมากที่สุดส่วนหนึ่งในระบบหัวฉีดคืออิเล็กทรอนิกส์ คือ ส่วนควบคุมที่เกาที่หลัก ก็คือ รับสัญญาณต่างๆ จากตัวรับสัญญาณทุกจุดเข้ามาประมวลผลสภาวะการทำงาน ของเครื่องยนต์แล้วจ่ายปริมาณน้ำมันที่เหมาะสมออกไป สำหรับส่วนควบคุมที่ได้ทำขึ้นนี้ เราได้ใช้ส่วนประมวลผล (CPU) เบอร์ Z-88A เป็นตัวประมวลผลสัญญาณที่รับเข้ามา วงจรที่ทำขึ้นนี้เ้ารับสัญญาณเข้า ดังนี้

1. สัญญาณจากมาตรวัดปริมาณการไหลของอากาศ (AIR FLOW METER)
2. สัญญาณรอบเครื่องยนต์จากจานจ่าย
3. สัญญาณการจุดระเบิดจากจานจ่าย
4. สัญญาณระดับอุณหภูมิไ้หล่อเย็น
5. ตำแหน่งของลิ้นคันเร่ง (THROTTLE VALVE SWITCH)

สำหรับสัญญาณออกจากส่วนควบคุมก็มีเพียงเปิดช่วงเวลาการฉีดของหัวฉีดเท่านั้น ส่วนของวงจรควบคุมนี้ เราจะใช้งานโดยนำสัญญาณเข้าต่างๆ ซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอก (ANALOG) แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัล (DIGITAL) เพื่อเข้าประมวลผลโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSER) ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 วงจรทางเข้าสัญญาณเข้าส่วนควบคุม

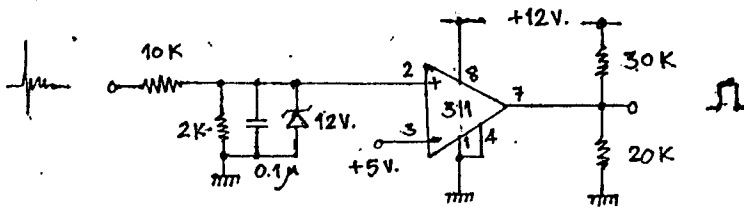
จากวงจรที่ได้แสดงไว้ เราได้ใช้ตัวประมวลผลเชิงเกิดบอร์ต (SINGLE BORAD) มาทำการประมวลผลก่อน เพื่อทดสอบส่วนควบคุมที่สร้างขึ้นว่าใช้งานได้จริงโดยบอร์ตเชิงเกิดบอร์ตจะมีตัวต่อขา (SLOT) ต่อขาตัวประมวลผลและสัญญาณเลือกบอร์ต (DECODE PORT) ออกมาให้ใช้งานภายนอกได้ โปรแกรม (SOFTWARE) ที่ใช้จะเก็บไว้ใต้อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจำ (RAM) ที่เก็บประวัติเชิงเกิลบอร์คก่อนเพื่อสะดวกในการแก้ไขและเพิ่มเติม โปรแกรม สำหรับภาครับสัญญาณเข้า (INPUT) จะรับสัญญาณต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยสัญญาณแรกมาจากมาตรวัดปริมาณการไหลของอากาศจะอยู่ในลักษณะของระดับแรงดัน แล้วป้อนเข้าตัวเปลี่ยนสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D CONVERTER OR ADC) เบอร์ 0809 (MULTIPLEX 8 CHANNEL ADC) ซึ่งมี 8 ช่องสัญญาณให้เลือก โดยมีขาแอดเดรส (ADDRESS) ให้นำถิตินเลขที่ (MULTIPLEX) เลือกสัญญาณเข้าที่ละช่องสัญญาณ สัญญาณออกจะอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอล ป้อนผ่านบัฟเฟอร์ (BUFFER) เบอร์ 74LS245 เพื่อป้อนเข้าส่วนประมวลผลต่อไป สำหรับบัฟเฟอร์ที่ใช้งานตัวนี้ เป็นบัฟเฟอร์แบบสองทิศทาง (BI-DIRECTIONAL) โดยให้สถานะที่ขา 1 เป็นอำนวยการส่งข้อมูลและยังทำหน้าที่ป้องกันตัวประมวลผลมิให้เสียหายถ้าเกิดมีสิ่งผิดปกติในส่วนสัญญาณเข้า

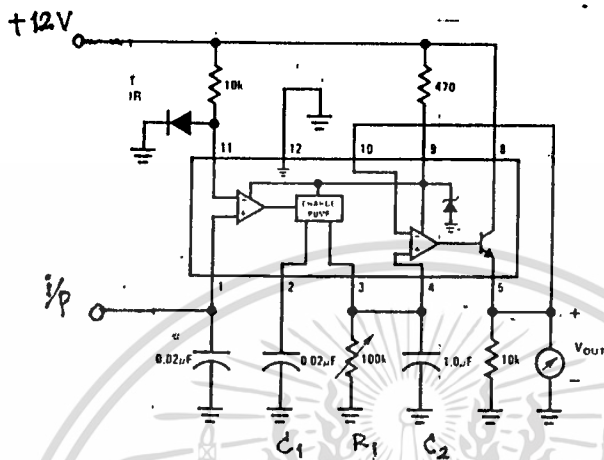
สัญญาณต่อไปเป็นสัญญาณรอบเครื่องยนต์ ซึ่งจะนำมาจากที่ขาของขาวของจานจ่าย สัญญาณจะอยู่ในรูปของความถี่ แต่เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากที่ขาของขาวจะมีระดับแรงดันสูงมากถึงประมาณ 200 โวลท์ (VOLT) อันเกิดจากการกระชากของสัญญาณขณะที่ขาของขาวแยกออก ดังนั้นเราจึงต้องมีวงจรป้องกันแรงดันสูงตัวนี้ มิให้ไปทำลายวงจรภายใน ลักษณะวงจรป้องกันเป็นดังรูปที่ 10

วงจรในรูปปาดระดับของสัญญาณจากเป็น 100 โวลท์ลงเหลือเพียงประมาณ 12 โวลท์ โดยค่า R_1 และ R_2 จะแบ่งระดับแรงดันให้ที่น้อยพอจะป้อนให้กับคอมพาราเตอ์ (COMPARATER) เบอร์ LM311 ได้ โดยที่สัญญาณที่เกิดจากการแยกของที่ขาของขาวจริงๆ นั้นมักจะวัดค่ามากกว่า 150 โวลท์ขึ้นไป ดังนั้น สัญญาณที่จะเข้าที่คอมพาราเตอ์จะมีระดับต่ำสุดเท่ากับ 150 โวลท์ และถ้าระดับแรงดันต่ำกว่าค่านี้ สัญญาณออกจะเป็นสถานะ 0 สำหรับแรงดันที่มากกว่าหรือเท่ากับ 150 โวลท์ สถานะสัญญาณออกจะเป็น 1



รูปที่ 10 วงจรรับสัญญาณจากที่ขาของขาว

สัญญาณที่ได้ก็จะเอาไปใช้วางจรเปลี่ยนค่าความถี่เป็นระดับแรงดัน โดยใช้วงจรรวม (IC) เบอร์ LM2917 เป็นตัวเปลี่ยนค่าความถี่ เป็นระดับแรงดันทางไฟฟ้า (F TO V CONVERTER) รายละเอียดวงจรเป็นดังรูป

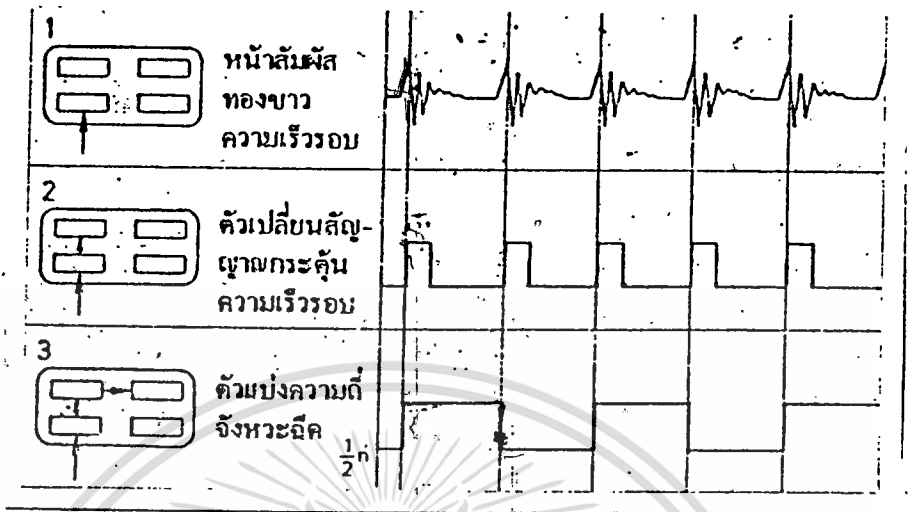


รูปที่ 11 วงจร เปลี่ยนค่าความถี่ เป็นระดับแรงดัน เราจะได้แรงดันออกมาที่ขา 5 โดยอาจแสดงได้ตามสมการนี้

$$V(OUT) = F(IN) * V(CC) * R_1 * C_1$$

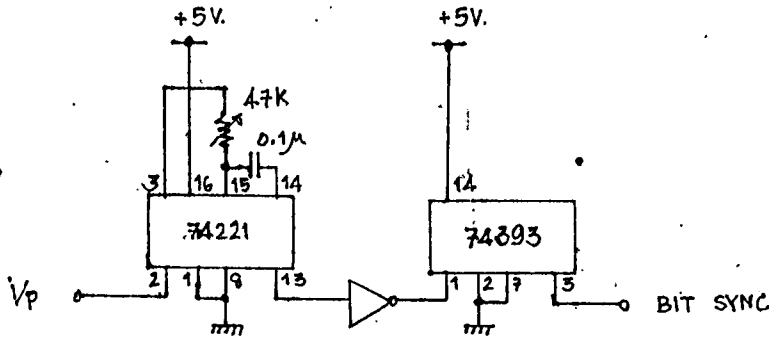
โดย C_1 ใช้ค่า 0.02 ไมโครฟารัด เพื่อให้การทำงานภายในของจรรวมค่อนข้างแม่นยำ และค่าของ R_1 เป็นตัวกำหนดระดับแรงดันที่สัญญาณออก เพราะแรงดันตัวนี้เราจะนำไปป้อนให้กับ ADC ซึ่งจะมีค่าไม่เกิน 5 โวลท์ (ระดับไปเลี้ยงของ ADC) R_1 จึงถูกปรับไว้ที่ 82 กิโลโอห์ม อีกตัวที่ส่งผลต่อการทำงานของวงจร คือ ค่า C_2 ซึ่งถ้าค่ามากจะลดการกระเพื่อม (RIPPLE) ที่สัญญาณออก แต่สัญญาณออกจะเปลี่ยนตามสัญญาณเข้าได้ช้าลง ในที่นี้ใช้ค่า $C_2 = 3.3$ ไมโครฟารัด แรงดันสัญญาณออกที่ได้จะนำไปป้อนให้ ADC เพื่อเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัล แล้วส่งให้ส่วนประมวลผลต่อไป

สัญญาณที่ 3 เป็นสัญญาณการกระตุ้นระเบิดที่วัดมาจากหน้าทรวงของจรวด สามารถแสดงลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้



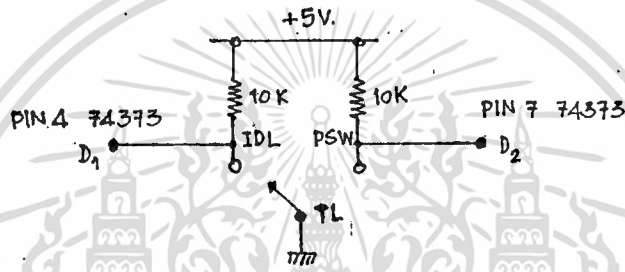
รูปที่ 12 สัญญาณกระตุ้นจากหน้าสัมผัสทองขาว

สัญญาณจากหน้าสัมผัสทองขาว เราได้นำมาผ่านวงจรดังรูปที่ 12 แล้ว จะได้สัญญาณ
 ต่อเข้าเรียงบ จากนี้เข้ามาแปลงเป็นสัญญาณโมโนสเตเบิล (MONOSTABLE) ก็จะได้สัญญาณ
 ญาณลักษณะดังมืองที่ 2 ของรูปที่ 12 สัญญาณโมโนสเตเบิลนี้จะสร้างมาจากวงจรรวมเบอร์
 74LS221 ซึ่งเป็น DUAL MONOSTABLE MULTIVIBRATOR WITH SCHMITT-TRIGGER
 INPUT จากนั้นเข้ามาหาร 2 โดยใช้ 74LS393 ซึ่งเป็น DUAL 4-BIT BINARY COUNTER
 เราจะได้ตำแหน่งที่ผลิตเข้าที่ต่อจากที่สัญญาณเปลี่ยนเป็น 1 ของคัลที่ที่าวมาแล้ว สัญญาณนี้ เรา
 จะเรียกว่า บิตซิงค์ (BIT SYNC) ซึ่งอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอลอยู่แล้ว เราจึงนำไป
 เข้าวงจรรวมเบอร์ 74LS373 ซึ่งเป็น OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND
 EDGE-TRIGGERED FLIPFLOPS วงจรรวมตัวนี้เราสามารถจะแลกซ์ (LATCH) ค่าเก่า
 ไว้ได้ สัญญาณที่ออกจาก 74LS393 เราจะนำไปเข้าชิฟเฟอร์ 74LS215 เช่นกัน แล้วจึง
 ผ่านไปถึงส่วนประมวลผลเพื่อประมวลผลต่อไป



รูปที่ 13 สัญญาณบิตซิงค์ (BIT SYNC)

ต่อไปเป็นสัญญาณจากถั่วปอกดี เต็มหรือลิ้นเค้นแรงซึ่งมี 3 สัญญาณ ตามลักษณะของเรื่อนลิ้นเค้นแรง เนื่องจากมี 3 สัญญาณ จึงต้องใช้สัญญาณเข้า 2 บิต วงจรส่วนนี้เห็นดังต่อไปนี้



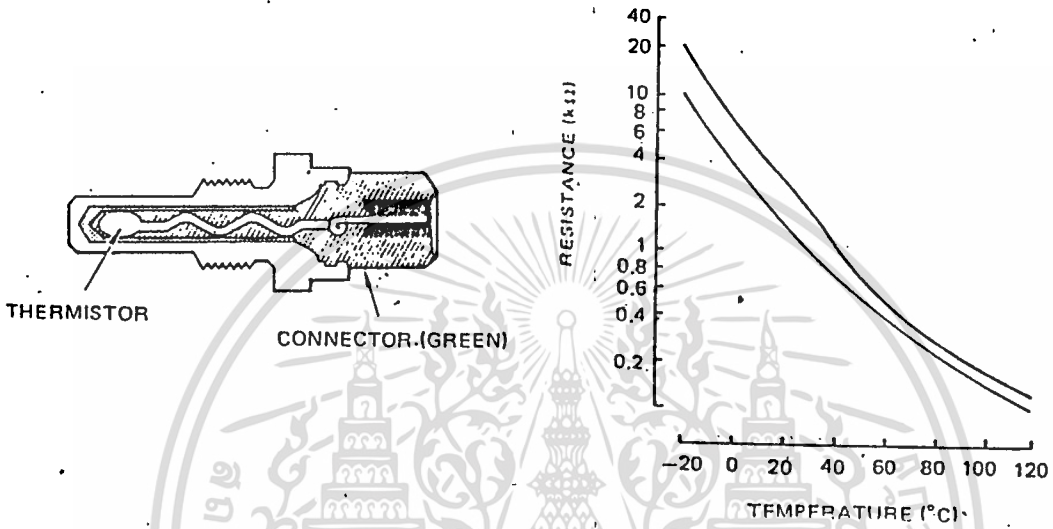
รูปที่ 14 สัญญาณจากลิ้นเค้นแรง

โดยเราต่อ पुलลอัพ (PULL UP) ที่หน้าสัมผัสเต็มเบา (IDL) กับ หน้าสัมผัสตอนแรงสุด (FSW) และหน้าสัมผัสขณะรถที่ความเร็ว (TL) ต่อกราวไว้ และดึงสัญญาณจากหน้าสัมผัส IDL กับ PSW ดังเห็นในขณะรอบเต็มเบา หน้าสัมผัสจะสัมผัสอยู่ที่ IDL ทำให้สัญญาณที่เราได้จะมีสถานะของ $D1 = 0$, $D2 = 1$ และเมื่อเข้าขยับคันเร่งจนเกินรอบเต็มเบาจะไม่มีหน้าสัมผัสใดสัมผัสกัน ดังนั้นสถานะที่ได้ คือ $D1 = 1$, $D2 = 1$ และเมื่อเร่งความเร็ว หน้าสัมผัสจะแตะที่ FSW ทำให้เราได้สถานะ $D1 = 1$, $D2 = 0$ สัญญาณ D1 และ D2 นี้เราจะนำไปเข้า 74LS373 เช่นกัน

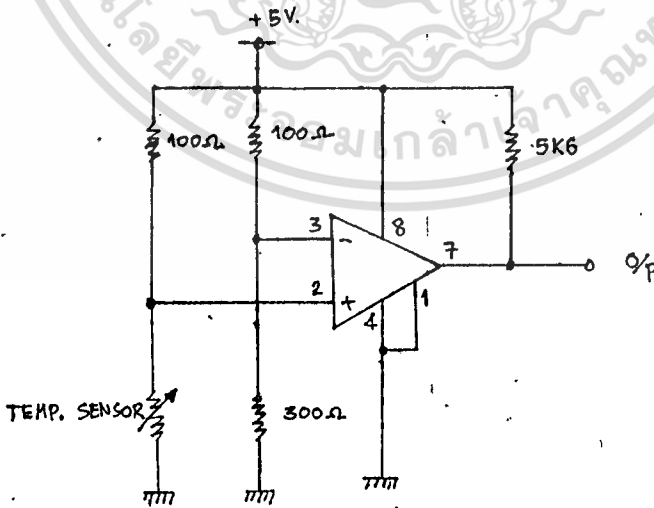
สัญญาณสุดท้ายนี้ เป็นสัญญาณอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ซึ่งจะบอกถึงอุณหภูมิของเครื่องยนต์ อุปกรณ์ที่ใช้ก็คือ ตัวตรวจวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (WATER TEMPERATURE SENSOR) ที่ต้องการสัญญาณตัวนี้ได้เพราะว่า ในการสตาร์ทเครื่องยนต์ เมื่ออุณหภูมิเครื่องยนต์ต่ำ เครื่องยนต์ก็ต้องการส่วนผสมของไอดีที่มากขึ้น เพื่อให้เครื่องยนต์เดินเรียบ โดยปกติอุณหภูมิทำงานของเครื่องยนต์จะอยู่ที่ประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ เนื่องจากการ
 ได้รับความถ่ายเทความร้อนจากเครื่องยนต์ และในที่นี้เราจะตั้งค่าไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 80
 องศาเซลเซียส ซึ่งตรงกับความต้านทานของตัวตรวจวัดประมาณ 300 โอห์ม ตามคุณสมบัติ
 ของตัวตรวจวัดดังแสดงในรูปที่ 15



รูปที่ 15 ลักษณะและคุณสมบัติของตัวตรวจวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น
 สำหรับวงจรที่ใช้งานแสดงดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 วงจรสำหรับตัวตรวจวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

จะเห็นว่า เราต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดันเสถียรค่าโดยใช้วงจรรวมเบอร์ LM311 ซึ่งเป็น ตัวเปรียบเทียบระดับแรงดัน (VOLTAGE COMPARATER) จากคุณสมบัติของตัวตรวจวัดจะ ได้ว่า ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าที่ความต้านทานจะสูงขึ้น และทำให้แรงดันที่ขาขา 2 ของวงจรรวมมีระดับแรงดันสูงกว่าขาเปรียบเทียบที่ขา 3 ทำให้สถานะสัญญาณออกของ LM311 เป็น 1 และถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 80 องศา ก็จะได้สถานะเป็น 0 นั่นคือ สัญญาณนี้จะมีผลเฉพาะช่วงที่อุณหภูมิต่ำกว่า 80 องศาเท่านั้น สัญญาณนี้ก็ให้นำไปเข้า 74LS373 ส่วนสัญญาณเข้า 74LS373 ที่เหลืออีก 4 บิต เราจะต่อลงกราวด์ไว้เพื่อให้สถานะเป็น 0 อยู่ตลอดเวลา วงจรของสัญญาณเข้า 74LS373 ทั้งหมดได้แสดงไว้ในรูปที่ 9 แล้ว

สัญญาณเข้าต่างๆ ตามที่กล่าวมานั้น ก็จะผ่านมายังเฟลอปเปอร์ก่อนจะส่งไปยังส่วนประมวลผลในส่วนควบคุม อย่างไรก็ตามก็ดีกว่าจะเลือกที่จะนำสัญญาณเข้าตัวไมโครเข้ามาซึ่งส่วนประมวลผลตามลำดับนั้น ก็ยังต้องมีวงจรช่วยเหลือในการให้สัญญาณเลือกร่วมกับสัญญาณเลือกจากส่วนประมวลผล ถ้าดูจากวงจรในรูปที่ 9 ก็คือส่วนของวงจรเกต (GATE) ที่จะให้ค่าสถานะเป็นสัญญาณไปเลือกที่จะให้ตัวใดทำงาน ตัวใดไม่ทำงาน ซึ่งเกทที่ใช้ก็มี 74LS32 เป็น ออร์เกท (OR-GATE) 74LS02 เป็น นอร์เกท (NOR GATE) การทำงานของทั้งสองตัวนี้ จะให้สถานะกลับกัน และยังมี 74LS04 ซึ่งเป็น อินเวอร์เตอร์ (INVERTER) ก็จะทำให้สัญญาณออกกลับกับสัญญาณที่เข้ามา และเนื่องจากการทำงานของตัวเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล จะต้องมีความถี่สัญญาณนาฬิกา (CLOCK) ป้อนให้ เพื่อให้การทำงานเป็นไปตามคาบเวลา ในที่นี้จึง ได้นำสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้ส่วนประมวลผลที่มีค่าความถี่ประมาณ 4 เมกะเฮิรตซ์ (MEGAHERTZ) มาหารด้วย 8 ด้วยวงจรรวมเบอร์ 74LS393 เราจะได้สัญญาณนาฬิกาที่มีค่าความถี่ประมาณ 500 กิโลเฮิรตซ์ (KILOHERTZ) มาป้อนให้กับตัวเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลตัวนี้

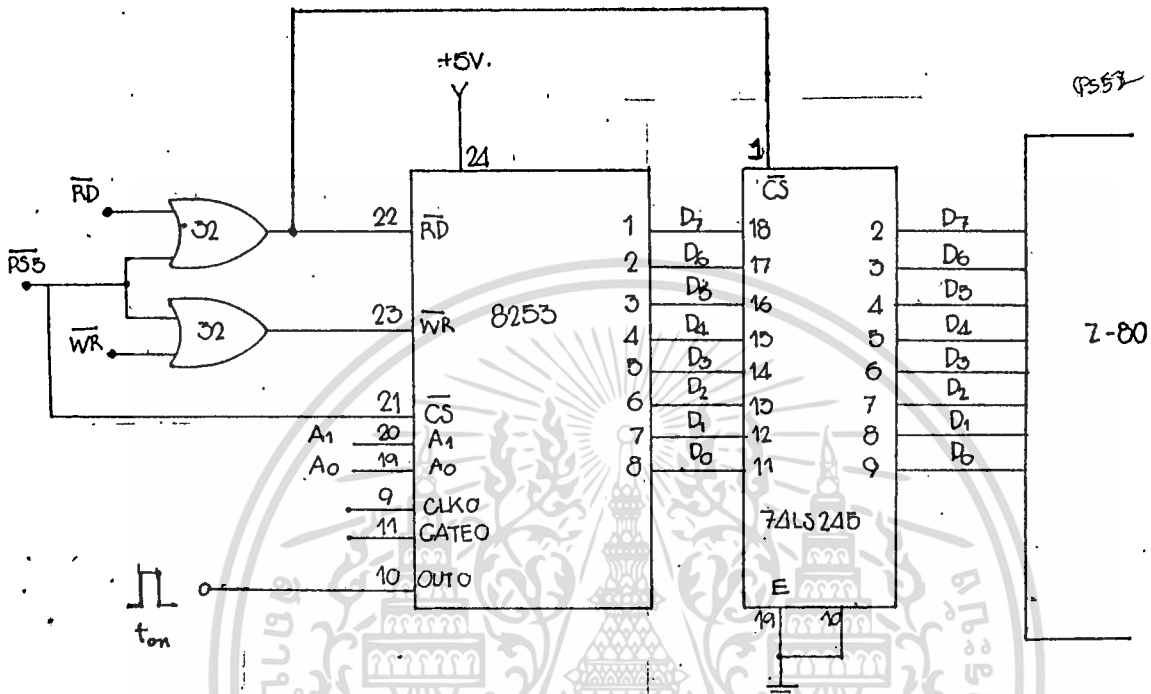
ต่อไปจะได้กล่าวถึงส่วนสัญญาณออกบ้าง วงจรของส่วนนี้ได้แสดงไว้แล้วดังในรูปที่ 17 โดยเราจะใช้วงจรรวมเบอร์ 8253 ซึ่งเป็น ไทเมอร์ เคาน์เตอร์ (TIMER COUNTER) หรือวงจรนับ เป็นตัวกำหนดค่าสัญญาณย่อย โดยสัญญาณจากส่วนประมวลผลก็จะผ่านมายังเฟลอปเปอร์เบอร์ 74LS245 ที่ทำหน้าที่เช่นเดียวกับส่วนสัญญาณเข้า สำหรับภายในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8253 นี้ จะมีตัวนับอยู่ 3 ตัวอีกระจากกัน แต่เราจะใช้งานเพียง 2 ตัว ตัวแรกจะทำหน้าที่หารสัญญาณนาฬิกาค่าประมาณ 5๘๘ กิโลเฮิรตซ์ (สัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้กับตัว เปลี่ยนสัญญาณนาฬิกาเป็นดิจิตอล) ลง 1๐๘ เท่า จะเหลือประมาณ ๕๘๘ เฮิรตซ์ เพื่อไปเป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับตัวนับอีกตัวหนึ่ง โดยตัวนับตัวที่ 2 นี้จะนับสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนมาด้วยค่าจากการประมวลผลของตัวประมวลผล ค่าที่ได้อยู่ในรูปค่าความกว้างขย หมาย เวลา เพื่อไปใช้เป็นช่วง เวลาการ เปิดหัวฉีดนั้นเอง และสัญญาณตัวนี้เองที่จะทำให้อัตวัดเปิดหรือปิดตามค่าที่ได้กำหนดมาจากส่วนควบคุมนี้

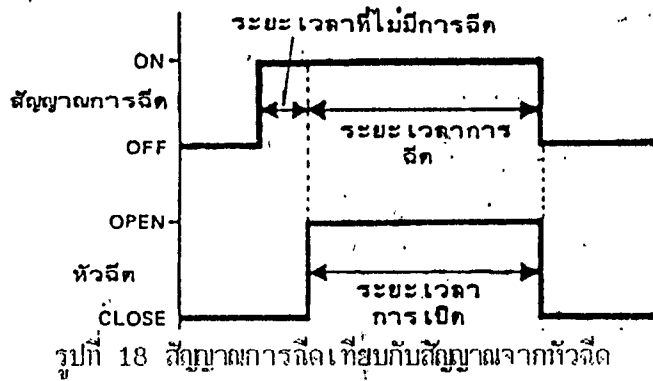
อย่างไรก็ดี ค่าเวลา ปิดหัวฉีดที่ป้อน ให้กับตัวนับตัวที่ 2 นี้ก็ได้จากการเปรียบเทียบค่าสัญญาณเข้าต่างๆ กับตารางค่าที่ได้เก็บไว้โดยช่วยความจำ แล้วไปเอาค่าเวลาจากตารางค่าช่วง เวลาการจ่ายน้ำมันซึ่งก็เก็บไว้ในหน่วยความจำเช่นกัน โดยเมื่อตรงกับค่าเวลาใด ก็เอาค่าที่นำมาป้อน ให้กับตัวนับ เพื่อเป็นช่วง เวลาในการ เปิดหัวฉีดต่อไป สำหรับค่าเวลาในการ เปิดหัวฉีด เพื่อจ่ายน้ำมัน ให้เหมาะสมนั้น จะต้องทดสอบกับเครื่องยนต์จริง จึงจะได้ค่าที่เหมาะสมจริงๆ เพราะยังมีปัจจัยอื่นที่อาจทำให้ค่าคลาดเคลื่อนไป เช่น ความไม่สมบูรณ์ของตัวอุปกรณ์ อายุการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องยนต์ ซึ่งจะนำไปให้เครื่องยนต์แต่ละเครื่องเกิดความแตกต่างกัน จึงทำให้ต้องการปริมาณน้ำมันที่ไม่เท่ากันจริงๆ และยังขึ้นกับขนาดและความเร็วของเครื่องยนต์อีกด้วย

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนี้ก็จะพบได้ ก็คือความคลาดเคลื่อนเนื่องจากตัวหัวฉีดเอง เมื่อถึงช่วง เวลาการฉีดของหัวฉีดก็ไม่ได้เต็มช่วงตามสัญญาณการฉีดจริง ซึ่งเป็นผลมาจากตัวหัวฉีดไม่หัวฉีด ค่าของคาบเวลาที่ผิดพลาดไป ได้แสดงดังรูปที่ 18



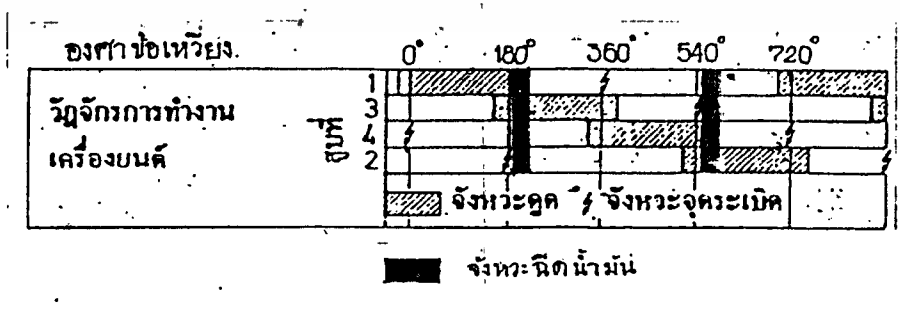
รูปที่ 17 วงจรแสดงส่วนสัญญาณออกจากส่วนประมวลผล

แต่สำหรับโครงการในเครื่องนี้ เรายังจะไม่ประกอบส่วนควบคุมลงไปโดยสมบูรณ์ เพราะระบบก็ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพอย่างอื่นเข้าไปได้อีก ดังนั้นจึงจะใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงจากภายนอกป้อนให้กับส่วนควบคุมก่อน



จากที่ได้อธิบายหลักการที่ หนึ่งของระบบหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ได้สร้างขึ้นใหม่ การทำงานของระบบจะทำให้เกิดการจ่ายน้ำมันแบบพร้อมกันทั้ง 4 หัว และจ่ายน้ำมัน 2 ครั้งต่อที่ในรอบการทำงานของแต่ละเครื่องยนต์ (1 รอบ คือ ดูด-อัด-ระเบิด-คาย) ตามจังหวะการจุดระเบิด จะให้ช่วงทำงานของการจ่ายน้ำมันแต่ละครั้งสอดคล้องกับจังหวะการจุดระเบิด ยังมีจังหวะการจุดระเบิดที่ (รอบสูง) การจ่ายน้ำมันก็จะติดตาม รูปที่ 19 จะเป็นรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานน้ำมันกับจังหวะการจุดระเบิด และ การทำงานของเครื่องยนต์ 1 รอบของเครื่องยนต์ 4 สูบ

สถานะที่สำคัญอีกสถานะหนึ่ง คือ สถานะการตัดน้ำมัน (FUEL CUT-OFF) ในช่วงที่เกิดการลดความเร็วของเครื่องยนต์ โดยในขณะที่เกิดการลดความเร็วและเครื่องยนต์ยังมีรอบสูงอยู่กับตำแหน่งลิ้นเร่งเปิดลิ้น สัญญาณการลดจากส่วนควบคุมจะหยุดลง ซึ่งทำให้สามารถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้มากขึ้น และเมื่อรอบของเครื่องยนต์เริ่มตกลงจนถึงค่าที่กำหนดไว้ค่าหนึ่ง หรือ ลิ้นเร่งเริ่มเปิดอีกครึ่งหนึ่ง การลดน้ำมันก็จะเกิดขึ้นอีกครั้ง สำหรับค่าที่กำหนดไว้แล้ว จะขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องยนต์ อุณหภูมิของเครื่อง โดยทั่วไปจะอยู่ที่ประมาณ 1500-2500 รอบ



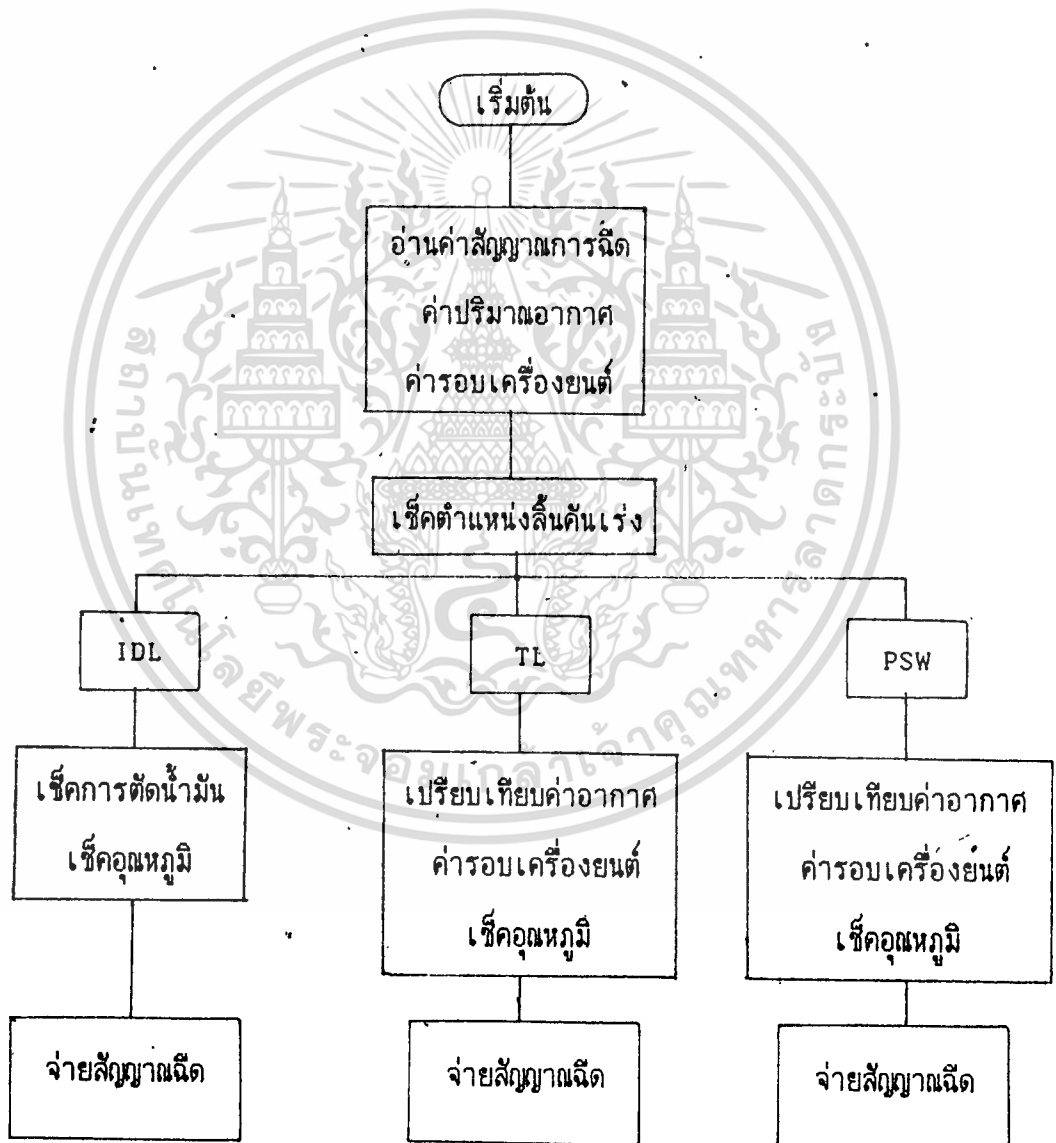
รูปที่ 19 จังหวะการลดน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 โปรแกรมส่วนควบคุม

ในส่วนนี้จะได้กล่าวถึงโปรแกรมที่ใช้งานในระบบควบคุม ซึ่งจะจัดการเกี่ยวกับสัญญาณเข้าทั้งหมดตามที่กล่าวมา ประมวลผลข้อมูลต่างๆ รวมทั้งจัดการเกี่ยวกับสัญญาณออกที่เหมาะสมกับสภาวะต่างๆ ตามลักษณะของสัญญาณเข้า ในช่วงต่อไปจะได้แสดงแผนภาพการทำงานของโปรแกรมนี้

แผนภาพโปรแกรมส่วนควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภาพการทำงานของโปรแกรมควบคุม อธิบายได้ว่า เมื่อเริ่มทำการทำงานจะต้องอ่านค่า สัญญาณการรีดเข้ามาก่อนซึ่งก็คือสัญญาณการจุดระเบิดที่ตัวเอง เพราะถ้าไม่มีการจุดระเบิดก็จะไม่มีการรีดน้ำมัน จากนั้นก็จะอ่านค่าปริมาณอากาศเข้า ค่ารอบของเครื่องยนต์ และ เซ็ตตำแหน่งลิ้นดีเซล เร่งว่าอยู่ที่ตำแหน่งใด ถ้าเป็น IDL ก็จะเซ็ตสถานะการตัดน้ำมันด้วย แล้วก็เซ็ตค่าอุณหภูมิเครื่องขณะนั้น จากนั้นจึงจะส่งค่าที่ประมวลผลไปเป็นสัญญาณออกต่อไป

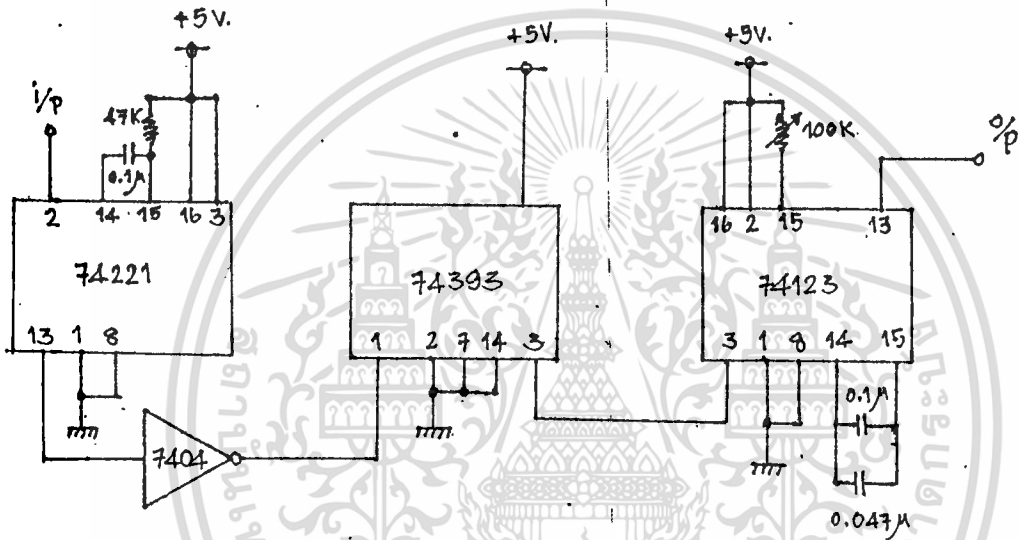
และถ้าเป็นตำแหน่ง TL หรือ PSW ก็จะเปรียบเทียบค่าของปริมาณอากาศและรอบของเครื่องยนต์ กับค่าในตารางที่ได้ทำขึ้น เพื่อให้รู้ว่าค่าช่วงเวลาที่เหมาะสมควรอยู่ที่ช่วงใดของค่าตารางช่วงเวลากการรีดที่ทำไว้ แล้วก็เซ็ตค่าอุณหภูมิเครื่องขณะนั้นเช่นกัน จากนั้นจึงจะส่งสัญญาณออกเพื่อไปเปิดหัวฉีดต่อไป

ยังมีรายละเอียดบางส่วนของแต่ละสถานะต่างๆ ที่ได้ทำการแก้ไขในโปรแกรมควบคุมนี้ เช่นสถานะการตัดน้ำมัน โปรแกรมได้ตั้งค่ารอบที่จะตัดน้ำมันไว้ที่ประมาณ 2000 รอบ และยังมีการบวกเพิ่มช่วงเวลากการรีดเมื่ออุณหภูมิเครื่องเย็น หรือตำแหน่งลิ้นดีเซล เร่งอยู่ที่ PSW เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ตารางเปรียบเทียบค่าปริมาณอากาศ และรอบเครื่อง ก็ได้พยายามแบ่งช่วงให้สัมพันธ์กับตำแหน่งลิ้นดีเซล และความเร็วของรถที่เก็บไม่ได้ สำหรับตารางค่าช่วงเวลากการรีดน้ำมัน เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องจึงได้ใช้ค่าที่ทดสอบกับเครื่องยนต์จริง โดยกำหนดสถานะบางจุดคงที่บ้าง และทดสอบสถานะการอื่นต่างๆ ที่ทำได้ และเป็นไปได้ จึงอาจยังไม่ใช่ค่าที่เหมาะสมที่สุดจริงๆ แต่ก็เป็นที่น่าพอใจจริง

บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลการทดลอง

4.1 วิธีการทดลอง

หลังจากที่มีเครื่องยาที่ต้องการทดลองแล้ว เราจะเริ่มหาค่าเวลาการจืดน้ำมีที่เมาะสมกับเครื่องยนี้ เราจะใช้วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยมที่สามารถปรับความกว้างของคลื่นได้ และสามารถควบคุมได้ด้วยสัญญาณทริกที่สร้างมาจากสัญญาณจุดระเบิดจากจานจ่าย นำมาผ่านวงจรลดระดับแรงดันและวงจรโมโนสเตเบิล วงจรจะเป็นดังรูป



รูปที่ 20 วงจรทดลอง

เมื่อสตาร์ทเครื่องยนี้ เราก็จะปรับช่วงกว้างของคลื่นสี่เหลี่ยมที่ไปเปิดหัวฉีดใหม่ค่าเมาะสมคือ เครื่องยนี้เรียบไม่มีการสิ้น กระตุกหรือสะดุด ค่าที่ทำการบันทึกก็จะมีค่าความกว้างของคลื่นสี่เหลี่ยมที่ไปขับหัวฉีด ค่ารอบและค่าแรงดันที่ได้จากมาตรวัดปริมาณอากาศ ค่าทั้งหมดนี้จะถูกนำไปคำนวณและสร้างตาราง เพื่อใช้ในส่วนของโปรแกรมนี้เอง

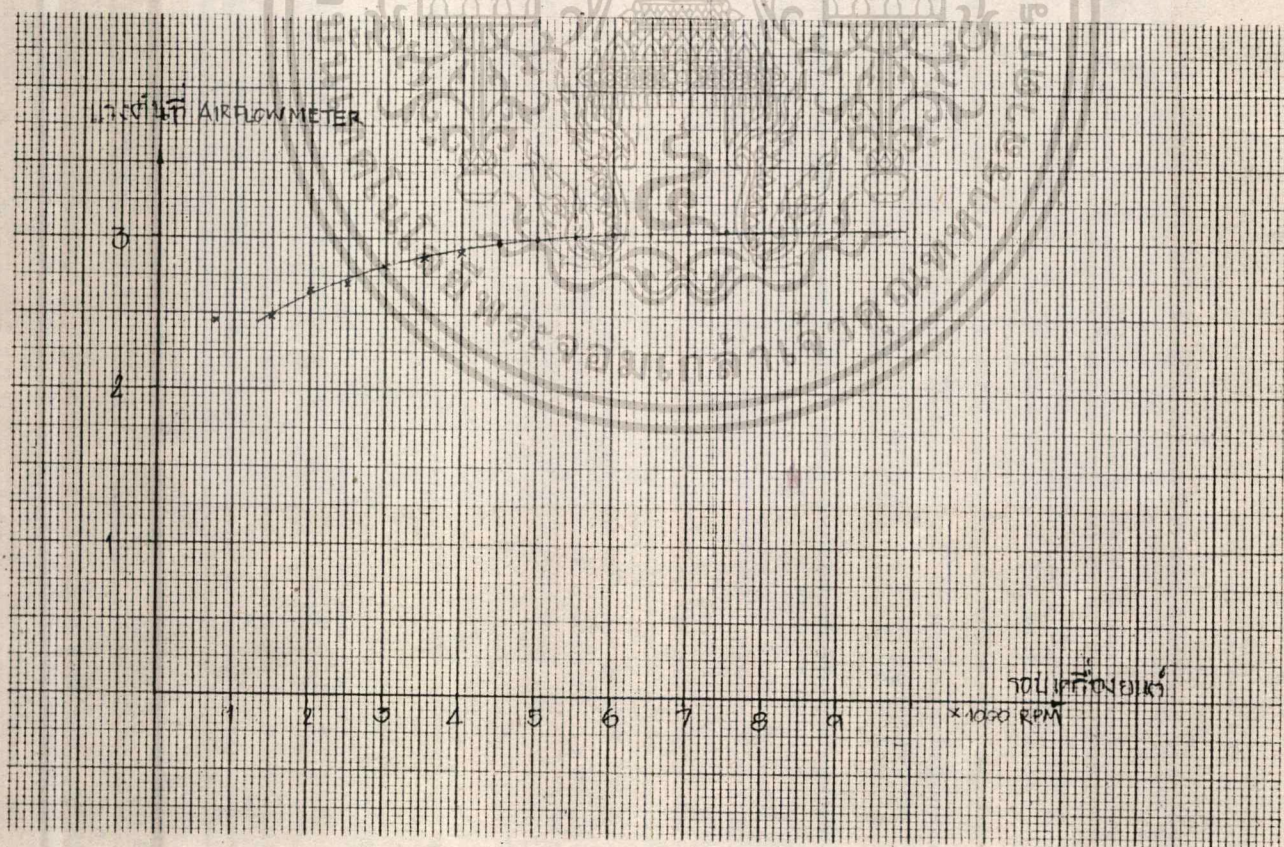
4.2 ผลการทดลอง

ตารางต่อไปนี้แสดงค่าที่ได้จากการวัดโดยวงจรทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

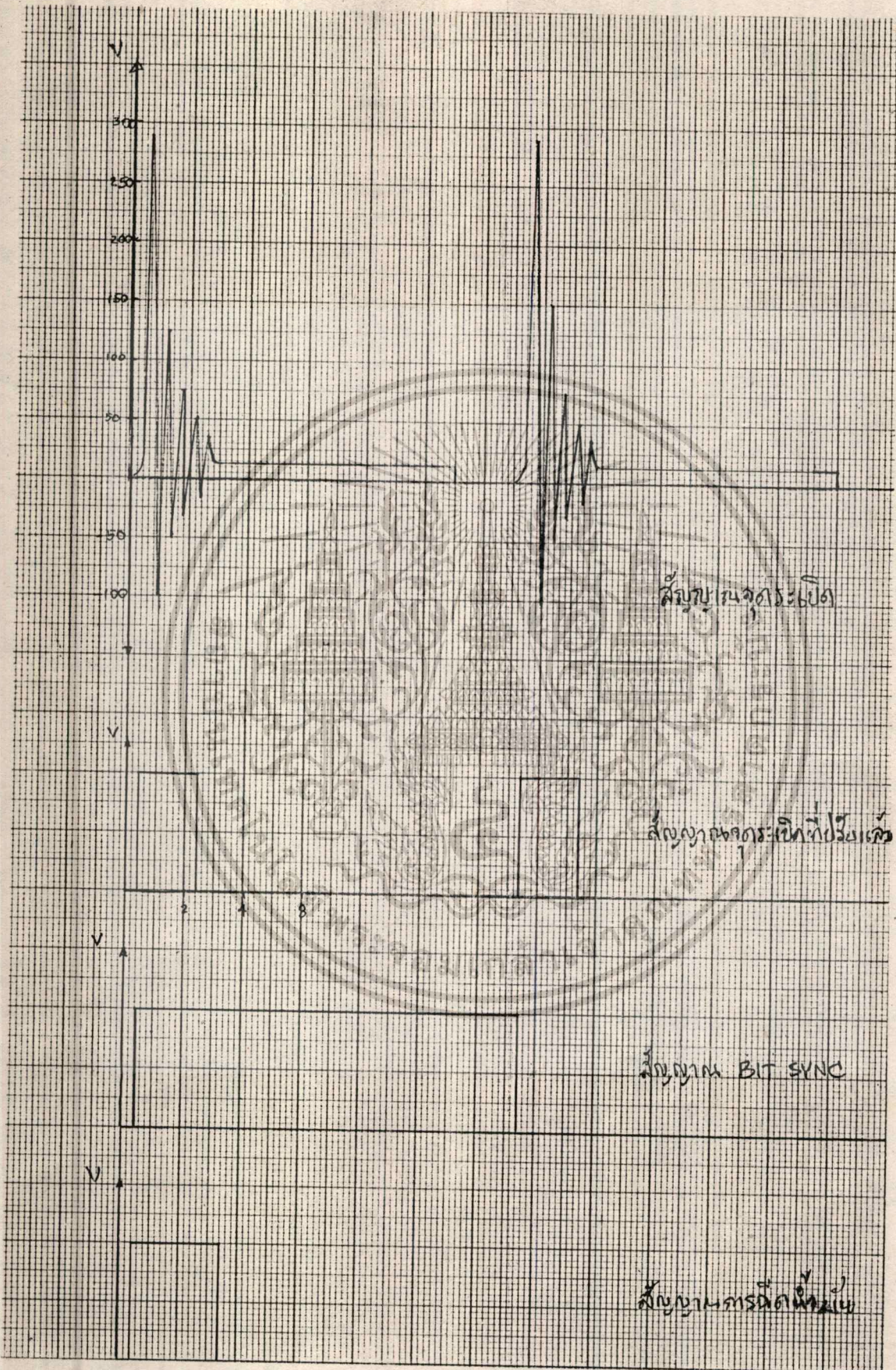
รอบ	คาบเวลา การจุดระเบิด	ระยะเวลา เปิดหัวฉีด	ระดับแรงดัน มาตรวัดปริมาณอากาศ
1500	20 ms	3.5 ms	2.48 V
2000	14 ms	3.5 ms	2.65 V
2500	12.6 ms	3.5 ms	2.7 V
3000	10 ms	3.6 ms	2.83 V
3500	9 ms	3.6 ms	2.87 V
4000	7.5 ms	4 ms	2.9 V

ต่อไปจะ ได้แสดง รูปสัญญาณสำคัญที่ได้จากการวัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรอบเครื่องยนต์กับปริมาณอากาศ โยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทสรุปวิจารณ์

โครงการนี้เป็นการศึกษาถึงการประยุกต์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่นำมาใช้ควบคุม การจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้แก่เครื่องยนต์ และมีผลทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูง รวมทั้ง ประหยัดเชื้อเพลิงกว่าในระบบคาร์บูเรเตอร์ที่ใช้กันแพร่หลายอยู่ไม่มีจากนั้น

จากข้อบกพร่องต่างๆ ของการจ่ายน้ำมันในระบบแบบกลไก เมื่อใช้คุณสมบัติ ของระบบหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ จะทำให้เกิดข้อได้เปรียบ เช่น

- ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์สูงกว่า เพราะส่วนผสมเข้ากันได้ดีกว่า
- ประหยัดเชื้อเพลิงดี เพราะปริมาณน้ำมันจะขึ้นอยู่กับความต้องการขณะนั้น
- สามารถเพิ่มเติมประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่านี้ เข้าไปได้ง่าย เพราะ

ส่วนควบคุมที่ใช้งานยังใช้งานไม่ได้เต็มความสามารถจริงๆ

นอกจากข้อได้เปรียบ ข้อเสียของส่วนผสมเชื้อเพลิงแล้ว ข้อดีที่ได้จากระบบ นี้ที่ยังมี เรื่องของการจ่ายและตัดน้ำมันเชื้อเพลิง ตามสภาวะและจังหวะของเครื่องยนต์

โดยความจริงแล้ว ประสิทธิภาพของระบบนี้ยังมีมากกว่านี้ เพราะว่าประสิทธิภาพ ของตัวไมโครโปรเซสเซอร์เองก็ยังสามารถทำหน้าที่อื่นๆ ได้อีก เช่น นำไปใช้ในการ ควบคุมจังหวะและองศาการจุดระเบิด ความตมวงจรไฟฟ้าในรถยนต์ รวมทั้งอาจเป็น ส่วนป้องกันหรือแก้ไขเหตุเฉพาะที่วิศวกรผู้เกิดปัญหาที่ระบบในรถยนต์ และอาจช่วยในการขับ ขี่หรือเติมน้ำมันเกิดอุบัติเหตุก็ได้

อย่างไรก็ดี ก็ยังคงต้องมีการป้องกันความเสียหายอันเนื่องมาจาก ความบก พร่องของอุปกรณ์ตัวตรวจวัดต่างๆ รวมทั้งตัวระบบควบคุมและส่วนประมวลผลเองด้วย

บทแนะนำ

จากการทดลอง เราจะพบปัญหาที่สำคัญคือ สัญญาณแควนจากจานจ่าย จากใน วงจรจะเห็นว่า มีวงจรมอเตอร์เบิ้ลอีกตัวหนึ่งหลังวงจรที่ปรับสัญญาณจากจานจ่ายให้ เป็น คลื่นสี่เหลี่ยม เพราะว่า สัญญาณจากจานจ่ายบางครั้งให้กำเนิดสัญญาณเป็นคลื่นสี่เหลี่ยมเล็ก เล็กปนออกมาด้วย และเพราะวงจรถองจะเช็คที่ขอบขาขึ้น จึงทำให้บางครั้งก็ไม่หาร สอง เราจึงใช้วงจรมอเตอร์เบิ้ลมาคลุมช่วงตั้งแต่เริ่มจุดระเบิดจนตลอดช่วง นั่นคือจะมี คาบเวลามากกว่าคาบเวลาของสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ และสำหรับปัญหาใหญ่ที่ยังไม่ ได้แก้ไข ก็คือ ความผิดพลาดเนื่องจากสัญญาณตัวตรวจวัดผิดปกติ หรือตัวประมวลผลเองผิด ปกติ การแก้ไขปัญหานี้ สำหรับสัญญาณตัวตรวจวัดผิดปกติ อาจมาจากสายส่งสัญญาณขาดหรือ ขี้อหรือเกิดจากตัวตรวจวัดเสีย เรามักจะใช้โปรแกรมตรวจเช็คความผิดปกติส่วนนี้ และมี โปรแกรมพิเศษเพื่อชดเชยให้เครื่องสามารถทำงานต่อไปได้ หรือตัดการทำงานของเครื่อง ตามความสำคัญของสัญญาณตัวตรวจวัดและผลต่อเครื่องยนต์ สำหรับส่วนของตัวประมวลผล ผิดปกติ การแก้ไขมักจะใช้ทั้งวงจรเพิ่มเติมและโปรแกรมพิเศษช่วยชดเชย โดยจะอยู่ใน รูปของตัวประมวลผลอีกตัวหนึ่ง ซึ่งจะทำหน้าที่ตรวจเช็คการทำงานของตัวประมวลผลหลัก และจะ เข้าทำงานแทนทันทีเมื่อพบว่าตัวประมวลผลหลักผิดปกติ รวมทั้งตัดการทำงานของตัว หลักออกด้วยและแสดงให้เห็นถึงความผิดปกติ ว่ามาจากสัญญาณใด จุดนี้มักมีโปรแกรมเช็ค และบอกให้รู้ว่าความผิดปกติมาจากส่วนใด ตัวตรวจวัดตัวใด

เอกสารอ้างอิง

- 1 Jan P.Norbye, AUTOMOTIVE FUEL INJECTION SYSTEMS
A Technical guide, Motorbooks International USA,1981
- 2 DATSUN/NISSAN Gasoline fuel Injection Section,BOSCH
- 3 Engien Fuel, BOSCH
- 4 TOYOTA TCCS Service Training Information
- 5 Steve Ciarcia, Build Your Own Z-80 Computer
- 6 คู่มือการอบรมเทคโนโลยี ระบบสเปซอิเล็กทรอนิกส์โตโยต้า
- 7 รศ. อีระยุทธ สุวรรณประทีป, เกอวีโบนและระบบทำกับเชื้อเพลิงแบบทิวรีด,
สำนักพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์เซ็นเตอร์
- 8 ทฤษฎีเกาส์ ไซลีน, ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ รหัส ชย.223
- 9 ทฤษฎีไฟฟ้ารถยนต์, ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ รหัส ชย.223
- 10 อรรถ เวียงอุทธิ, ไฟฟ้ารถยนต์, ศิลปสถานประกอบการพิมพ์
- 11 สี่ง่า ธานีจจารุ, ระบบทิวรีดแบบทิว, สำนักพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์เซ็นเตอร์
- 12 ศูนย์ภาษาคอมพิวเตอร์, การใช้งาน Z-80, สำนักพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์เซ็นเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงาน

	2000	LD B, 08H	0608
	2002	JP OUT1	C3F423
LAT1	2005	IN A, (C0H)	DBC0
	2007	LD E, A	5F
	2008	BIT D0, E	CB43
	200A	JR Z, LAT1	28F9
RAIR	200C	LD A, 00	3E00
	200E	OUT (C5H), A	D3C5
	2010	CALL LOOP1	CD0022
	2013	IN A, (C5H)	DBC5
	2015	LD D, A	57
RRPM	2016	LD A, 00	3E00
	2018	OUT (C9H), A	D3C9
	201A	CALL LOOP1	CD0022
	201D	IN A, (C9H)	DBC9
	201F	LD C, A	4F
THR	2020	BIT D1, E	CB4B
	2022	JR Z, IDL	282C
	2024	BIT D2, E	CB53
	2026	JR Z, PSW	2812
MID	2028	LD H, 00	2600
	202A	LD A, 00	3E00
	202C	EX AF, AF'	08
	202D	LD IX, 2450	DD215024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	2021	LD B, IX)	DD4600
	2024	JF AIRL	C32021
PSW	203A	LD II, 03	2603
	203C	LD A, 03	3E03
	203E	EX AF, MF	08
	203F	LD III, 2153	DD215124
	2012	LD B, IX)	DD4600
	2046	JF AIRL	C32021
IDL	2050	BIT D2, I	CB50
	2052	JR Z, MID	28D4
	2054	LD A, C	79
	2055	CF 23	FE38
	2057	JF Z, LAT20	CA0A21
	205A	SBC A, 38	DE38
	205C	JF NC, LAT20	D20A24
	205F	LD B, 07	0307
	2061	JF OUT2	C30024
AIRL	2120	LD A, D	7A
	2121	CF B	D8
	2122	JR Z, CTFM	280C
	2124	SBC A, B	08
	2125	JR C, CTFM	3809
	2127	INC II	24
	2128	INC IX	DD23
	212A	LD B, IX)	DD4600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	212D	JR ATRU	18F1
CRIM	2130	LD L, CC	2E00
	2132	LD IN, 2160	DD216024
	213C	LD B, IN	DD4600
RFML	2139	LD A, C	70
	213A	CF B	B8
	213E	JR E, TEMP	2810
	213D	3DC A, B	98
	213E	JR C, TEMP	3810
	2140	INC L	2C
	2141	INC IX	DD23
	2143	LD B, IX	DD4600
	214G	JR RFML	18F1
TEMP	2150	LD A, H	70
	2151	RLCA	07
	2152	RLCA	07
	2153	RLCA	07
	2154	RLCA	07
	2155	ADD A, L	85
	2156	LD L, A	6F
	2157	LD H, 25	2625
	2159	LD B, (HL)	46
	215A	EX AF, AF'	08
	215B	ADD A, B	80
	215C	LD B, A	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	215D	BIT D0, E	CB5B
	215F	JP Z, OUT2	CA0021
	2162	LD A, 0F	310F
	2164	ADD A, E	30
	2165	LD B, A	47
	216C	JP OUT2	630021
LOOP1	2200	LD A, 1C	3E18
LOOP2	2202	DEC A	3D
	2203	JR NZ, LOOP2	20FD
	2205	RET	C0
OUT1	2301	LD A, 07	3E77
	2303	OUT (ACH), A	D3A3
	2305	LD A, 09	3E79
	2307	OUT (AH0), A	D3A1
	2309	LD A, 01	3E01
	230B	OUT (AH0), A	D3A1
OUT2	2400	LD A, 1C	3E10
	2402	OUT (ACH), A	D3A3
	2404	LD A, B	78
	2405	OUT (ACH), A	D3A0
LAT00	240A	LD L, 0C	2E02
LAT21	240C	IN A, (CFH)	DBC0
	240E	LD E, A	5F
	240F	BIT D0, E	CB43
	2411	JR NZ, LAT21	20F9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2413	LD A, L	7D
2414	DEC A	3D
2415	JP Z, LAT1	CA0520
2418	LD L, A	6F
2419	JR LAT21	18F1

IX	AIR	IX	RPM
2450	7E	2460	10
2451	7F	2461	24
2452	87	2462	36
2453	8A	2463	39
2454	90	2464	48
2455	92	2465	52
2456	94	2466	5C
2457	94	2467	68
2458	97	2468	78
2459	99	2469	83
245A	9A	246A	8A
245B	9B	246B	98
245C	9C	246C	A9
245D	9D	246D	AE
245E	9E	246D	C0
245F	9F	246F	D0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AIR \ RPM	RPM															
	800	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	
0.67																
2.46	3.5	3.4														
2.48	3.9	3.5	3.4													
2.65	4.3	4	3.5	3.4	3.0											
2.7	4.7	4.4	4	3.5	3.4	3.0										
2.98	5.1	4.9	4.6	4	3.5	3.5	3.1									
2.87	5.6	5.4	5.3	4.6	4.1	3.6	3.5	3.2								
2.9	6.1	5.7	5.6	5.4	4.7	4.1	3.6	3.6	3.2							
2.97	6.6	6.2	6.3	5.7	5.6	4.7	4.1	3.7	3.7	3.7	3.4					
3	7.1	6.8	6.9	6.4	6.3	5.7	5.0	4.2	4.3	4.3	3.9	3.9	3.9	3.9		
3.02	7.7	7.5	7.6	7.2	7.1	6.6	6.1	5.4	5.5	5.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.0	4.0
3.04	8.3	8.2	8.3	8.1	8.0	7.7	7.4	6.8	6.9	6.9	5.9	5.9	6.1	6.1	4.9	4.9
3.06	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.6	8.7	8.2	8.4	8.3	7.7	7.8	7.9	8.0	6.8	6.9
3.08	9.4	9.5	9.5	9.6	9.6	9.7	9.9	9.7	9.9	10.0	9.6	9.7	9.8	9.9	8.7	8.8
3.09	9.9	10.3	10.3	10.4	10.4	10.8	10.7	10.9	11.3	11.5	11.3	11.5	11.7	11.9	11.7	11.8
3.1	10.2	10.6	10.8	10.8	10.9	11.9	11.8	12.2	12.8	13.0	13.0	13.3	13.5	13.7	13.8	13.9
	10.5	11.0	11.2	11.2	11.3	12.3	12.4	12.9	13.6	13.7	13.9	14.3	14.6	14.9	15.0	15.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADC0808, ADC0809



A to D, D to A

ADC0808, ADC0809 8-Bit μ P Compatible A/D Converters With 8-Channel Multiplexer

General Description

The ADC0808, ADC0809 data acquisition component is a monolithic CMOS device with an 8-bit analog-to-digital converter, 8-channel multiplexer and microprocessor compatible control logic. The 8-bit A/D converter uses successive approximation as the conversion technique. The converter features a high impedance chopper stabilized comparator, a 256R voltage divider with analog switch tree and a successive approximation register. The 8-channel multiplexer can directly access any of 8 single-ended analog signals.

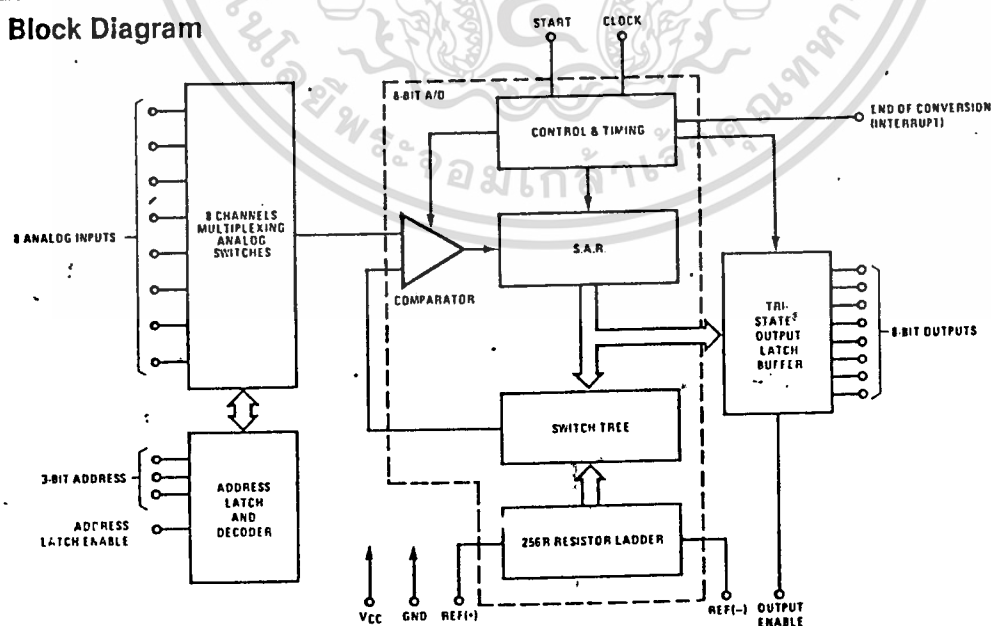
The device eliminates the need for external zero and full-scale adjustments. Easy interfacing to microprocessors is provided by the latched and decoded multiplexer address inputs and latched TTL TRI-STATE[®] outputs.

The design of the ADC0808, ADC0809 has been optimized by incorporating the most desirable aspects of several A/D conversion techniques. The ADC0808, ADC0809 offers high speed, high accuracy, minimal temperature dependence, excellent long-term accuracy and repeatability, and consumes minimal power. These features make this device ideally suited to applications from process and machine control to consumer and automotive applications. For 16-channel multiplexer with common output (sample/hold port) see ADC0816 data sheet. (See AN-247 for more information.)

Features

- Resolution — 8-bits
- Total unadjusted error — $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB
- No missing codes
- Conversion time — 100 μ s
- Single supply — 5 V_{DC}
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DC} or analog span adjusted voltage reference
- 8-channel multiplexer with latched control logic
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"
- Outputs meet T_L voltage level specifications
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero or full-scale adjust required
- Standard hermetic or molded 28-pin DIP package
- Temperature range — 40°C to +85°C or —55°C to +125°C
- Low power consumption — 15 mW
- Latched TRI-STATE[®] output

Block Diagram



TRI-STATE[®] is a registered trademark of National Semiconductor Corp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 and 2)

Supply Voltage (V _{CC}) (Note 3)	6.5V
Voltage at Any Pin Except Control Inputs	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)
Voltage at Control Inputs (START, OE, CLOCK, ALE, ADD A, ADD B, ADD C)	-0.3V to +15V
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Package Dissipation at T _A = 25°C	875 mW
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

Operating Ratings (Notes 1 and 2)

Temperature Range (Note 1)	T _{MIN} ≤ T _A ≤ T _{MAX} -55°C ≤ T _A ≤ +125°C
ADC0808CJ ADC0808CCJ, ADC0808CCN, ADC0809CCN	-40°C ≤ T _A ≤ +85°C
Range of V _{CC} (Note 1)	4.5 V _{DC} to 6.0 V _{DC}

Electrical Characteristics

Converter Specifications: V_{CC} = 5 V_{DC} = V_{REF(+)}, V_{REF(-)} = GND, T_{MIN} ≤ T_A ≤ T_{MAX} and f_{CLK} = 640 kHz unless otherwise stated.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ADC0808					
Total Unadjusted Error (Note 5)	25°C T _{MIN} to T _{MAX}			± 1/2 ± 3/4	LSB LSB
ADC0809					
Total Unadjusted Error (Note 5)	0°C to 70°C T _{MIN} to T _{MAX}			± 1 ± 1 1/4	LSB LSB
Input Resistance	From Ref(+) to Ref(-)	1.0	2.5		kΩ
Analog Input Voltage Range	(Note 4) V(+) or V(-)	GND-0.10		V _{CC} +0.10	V _{DC}
V _{REF(+)} Voltage, Top of Ladder	Measured at Ref(+)		V _{CC}	V _{CC} +0.1	V
$\frac{V_{REF(+)} + V_{REF(-)}}{2}$ Voltage, Center of Ladder		V _{CC} /2-0.1	V _{CC} /2	V _{CC} /2+0.1	V
V _{REF(-)} Voltage, Bottom of Ladder	Measured at Ref(-)	-0.1	0		V
Comparator Input Current	f _c = 640 kHz, (Note 6)	-2	± 0.5	2	μA

Electrical Characteristics

Digital Levels and DC Specifications: ADC0808CJ 4.5V ≤ V_{CC} ≤ 5.5V, -55°C ≤ T_A ≤ +125°C unless otherwise noted
ADC0808CCJ, ADC0808CCN, and ADC0809CCN 4.75 ≤ V_{CC} ≤ 5.25V, -40°C ≤ T_A ≤ +85°C unless otherwise noted

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ANALOG MULTIPLEXER					
I _{OFF(+)} OFF Channel Leakage Current	V _{CC} = 5V, V _{IN} = 5V, T _A = 25°C T _{MIN} to T _{MAX}		10	200 1.0	nA μA
I _{OFF(-)} OFF Channel Leakage Current	V _{CC} = 5V, V _{IN} = 0, T _A = 25°C T _{MIN} to T _{MAX}	-200 -1.0	-10		nA μA
CONTROL INPUTS					
V _{IN(1)} Logical "1" Input Voltage			V _{CC} -1.5		V
V _{IN(0)} Logical "0" Input Voltage				1.5	V
I _{IN(1)} Logical "1" Input Current (The Control Inputs)	V _{IN} = 15V			1.0	μA
I _{IN(0)} Logical "0" Input Current (The Control Inputs)	V _{IN} = 0	-1.0			μA
I _{CC} Supply Current	f _{CLK} = 640 kHz		0.3	3.0	mA

Electrical Characteristics (Continued)

Digital Levels and DC Specifications: ADC0808CJ $4.5V \leq V_{CC} \leq 5.5V$, $-55^{\circ}C \leq T_A \leq +125^{\circ}C$ unless otherwise noted
 ADC0808CCJ, ADC0808CCN, and ADC0809CCN $4.75 \leq V_{CC} \leq 5.25V$, $-40^{\circ}C \leq T_A \leq +85^{\circ}C$ unless otherwise noted

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
DATA OUTPUTS AND EOC (INTERRUPT)					
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -360 \mu A$	$V_{CC}-0.4$		V
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage	$I_O = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
$V_{OUT(EO)}$	Logical "0" Output Voltage EOC	$I_O = 1.2 \text{ mA}$		0.45	V
I_{OUT}	TRI-STATE [®] Output Current	$V_O = 5V$ $V_O = 0$	-3	3	μA μA

Electrical Characteristics

Timing Specifications: $V_{CC} = V_{REF(+)} = 5V$, $V_{REF(-)} = GND$, $t_r = t_f = 20 \text{ ns}$ and $T_A = 25^{\circ}C$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
t_{WS}	Minimum Start Pulse Width	(Figure 5)		100	200	ns
t_{WALE}	Minimum ALE Pulse Width	(Figure 5)		100	200	ns
t_s	Minimum Address Set-Up Time	(Figure 5)		25	50	ns
t_H	Minimum Address Hold Time	(Figure 5)		25	50	ns
t_D	Analog MUX Delay Time From ALE	$R_S = 0\Omega$ (Figure 5)		1	2.5	μs
t_{H1}, t_{H0}	OE Control to Q Logic State	$C_L = 50 \text{ pF}$, $R_L = 10k$ (Figure 8)		125	250	ns
t_{1H}, t_{0H}	OE Control to Hi-Z	$C_L = 10 \text{ pF}$, $R_L = 10k$ (Figure 8)		125	250	ns
t_c	Conversion Time	$f_c = 640 \text{ kHz}$, (Figure 5) (Note 7)	90	100	116	μs
f_c	Clock Frequency		10	640	1280	kHz
t_{EOC}	EOC Delay Time	(Figure 5)	0		$8 + 2 \mu s$	Clock Period
C_{IN}	Input Capacitance	All Control Inputs		10	15	pF
C_{OUT}	TRI-STATE [®] Output Capacitance	All TRI-STATE [®] Outputs, (Note 12)		10	15	pF

Note 1: Absolute maximum ratings are those values beyond which the life of the device may be impaired.

Note 2: All voltages are measured with respect to GND, unless otherwise specified.

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

Note 4: Two on-chip diodes are tied to each analog input which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V_{CC} supply. The spec allows 100 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 100 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute $0V_{DC}$ to $5V_{DC}$ input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of $4.900 V_{DC}$ over temperature variations, initial tolerance and loading.

Note 5: Total unadjusted error includes offset, full-scale, linearity, and multiplexer errors. See Figure 3. None of these A/Ds requires a zero or full-scale adjust. However, if an all zero code is desired for an analog input other than 0.0V, or if a narrow full-scale span exists (for example: 0.5V to 4.5V full-scale) the reference voltages can be adjusted to achieve this. See Figure 13.

Note 6: Comparator input current is a bias current into or out of the chopper stabilized comparator. The bias current varies directly with clock frequency and has little temperature dependence (Figure 6). See paragraph 4.0.

Note 7: The outputs of the data register are updated one clock cycle before the rising edge of EOC.

Functional Description

Multiplexer: The device contains an 8-channel single-ended analog signal multiplexer. A particular input channel is selected by using the address decoder. Table 1 shows the input states for the address lines to select any channel. The address is latched into the decoder on the low-to-high transition of the address latch enable signal.

TABLE 1

SELECTED ANALOG CHANNEL	ADDRESS LINE		
	C	B	A
IN0	L	L	L
IN1	L	L	H
IN2	L	H	L
IN3	L	H	H
IN4	H	L	L
IN5	H	L	H
IN6	H	H	L
IN7	H	H	H

CONVERTER CHARACTERISTICS

The Converter

The heart of this single chip data acquisition system is its 8-bit analog-to-digital converter. The converter is designed

to give fast, accurate, and repeatable conversions over a wide range of temperatures. The converter is partitioned into 3 major sections: the 256R ladder network, the successive approximation register, and the comparator. The converter's digital outputs are positive true.

The 256R ladder network approach (Figure 1) was chosen over the conventional R/2R ladder because of its inherent monotonicity, which guarantees no missing digital codes. Monotonicity is particularly important in closed loop feedback control systems. A non-monotonic relationship can cause oscillations that will be catastrophic for the system. Additionally, the 256R network does not cause load variations on the reference voltage.

The bottom resistor and the top resistor of the ladder network in Figure 1 are not the same value as the remainder of the network. The difference in these resistors causes the output characteristic to be symmetrical with the zero and full-scale points of the transfer curve. The first output transition occurs when the analog signal has reached +1/2 LSB and succeeding output transitions occur every 1 LSB later up to full-scale.

The successive approximation register (SAR) performs 8 iterations to approximate the input voltage. For any SAR type converter, n-iterations are required for an n-bit converter. Figure 2 shows a typical example of a 3-bit converter. In the ADC0808, ADC0809, the approximation technique is extended to 8 bits using the 256R network.

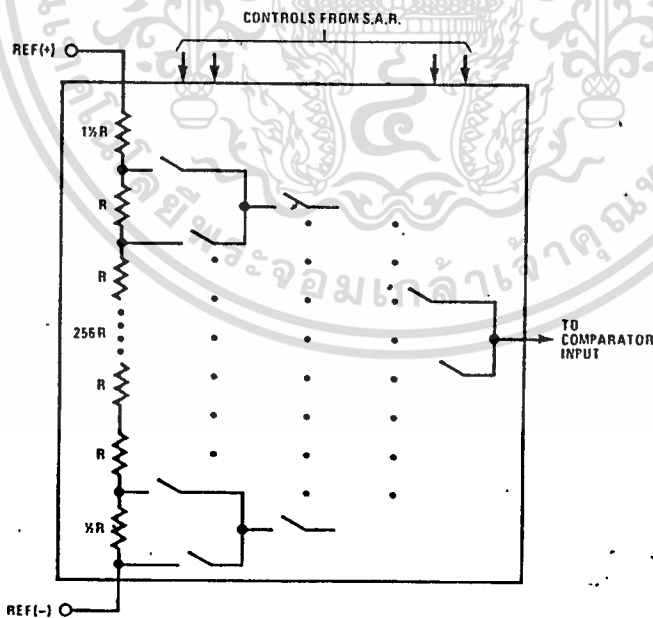


FIGURE 1. Resistor Ladder and Switch Tree

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

The A/D converter's successive approximation register (SAR) is reset on the positive edge of the start conversion (SC) pulse. The conversion is begun on the falling edge of the start conversion pulse. A conversion in process will be interrupted by receipt of a new start conversion pulse. Continuous conversion may be accomplished by tying the end-of-conversion (EOC) output to the SC input. If used in this mode, an external start conversion pulse should be applied after power up. End-of-conversion will go low between 0 and 8 clock pulses after the rising edge of start conversion.

The most important section of the A/D converter is the comparator. It is this section which is responsible for the ultimate accuracy of the entire converter. It is also the

comparator drift which has the greatest influence on its repeatability of the device. A chopper-stabilized comparator provides the most effective method of satisfying all the converter requirements.

The chopper-stabilized comparator converts the DC input signal into an AC signal. This signal is then fed through a high gain AC amplifier and has the DC level restored. This technique limits the drift component of the amplifier since the drift is a DC component which is not passed by the AC amplifier. This makes the entire A/D converter extremely insensitive to temperature, long term drift and input offset errors.

Figure 4 shows a typical error curve for the ADC0808 as measured using the procedures outlined in AN-179.

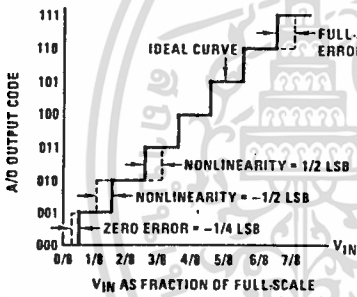


FIGURE 2. 3-Bit A/D Transfer Curve

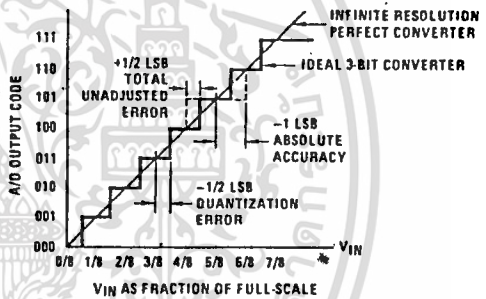


FIGURE 3. 3-Bit A/D Absolute Accuracy Curve

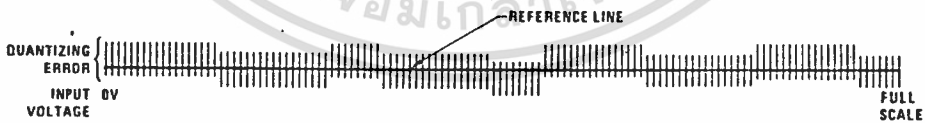
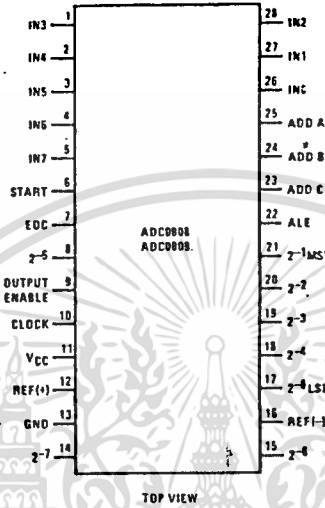


FIGURE 4. Typical Error Curve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



Timing Diagram

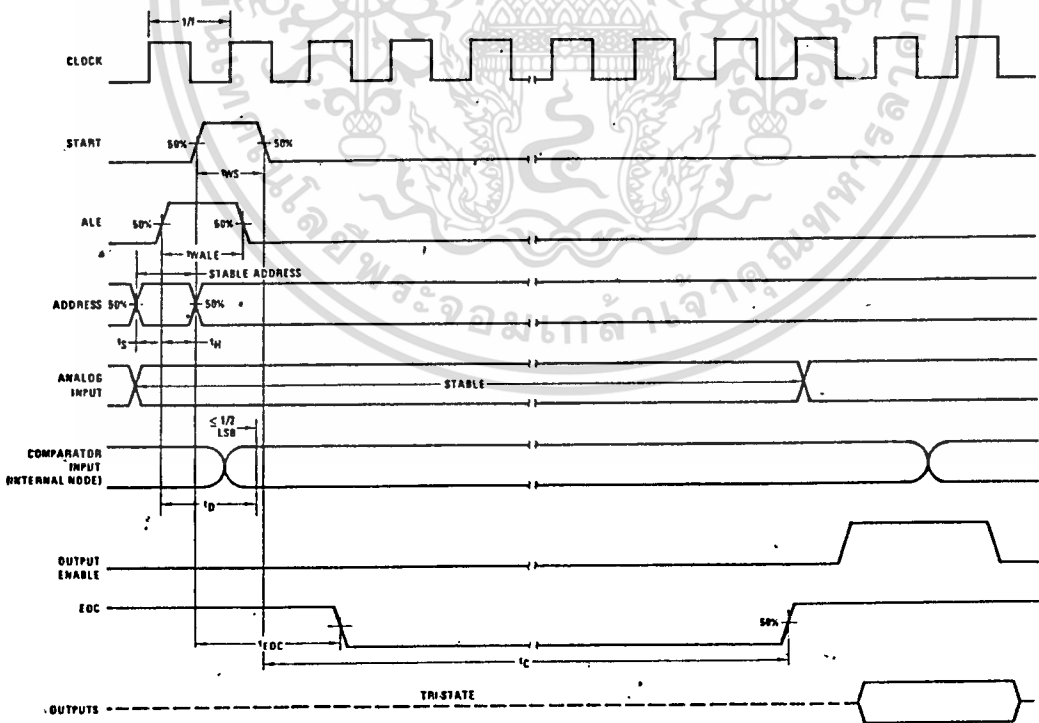


FIGURE 5

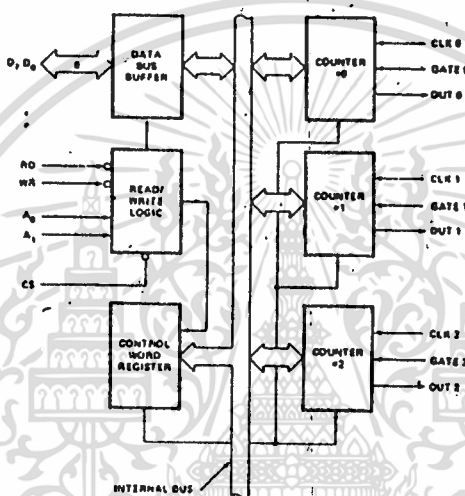
8-65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

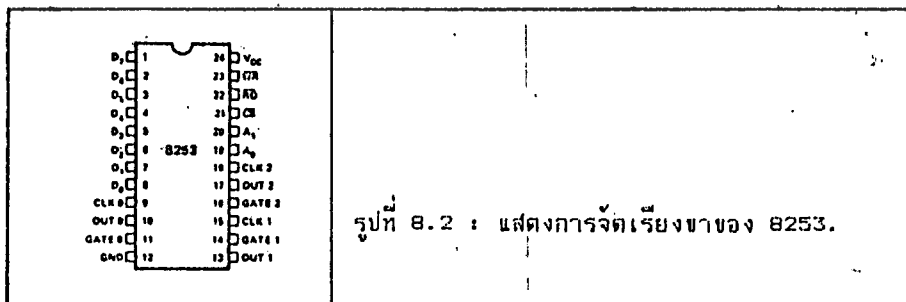
PROGRAMMABLE INTERVAL TIMER

- MCS-85™ Compatible 8253-5
- 3 Independent, 16-Bit Counters
- DC to 2 MHz
- Programmable Counter Modes
- Count Binary or BCD
- Single +5V Supply
- 24-Pin Dual In-Line Package

The Intel® 8253 is a programmable counter/timer chip designed for use as an Intel microcomputer peripheral. It uses nMOS technology with a single +5V supply and is packaged in a 24-pin plastic DIP. It is organized as 3 independent 16-bit counters, each with a count rate of up to 2 MHz. All modes of operation are software programmable.



รูปที่ 8.1 : บล็อกไดอะแกรมของ 8253.



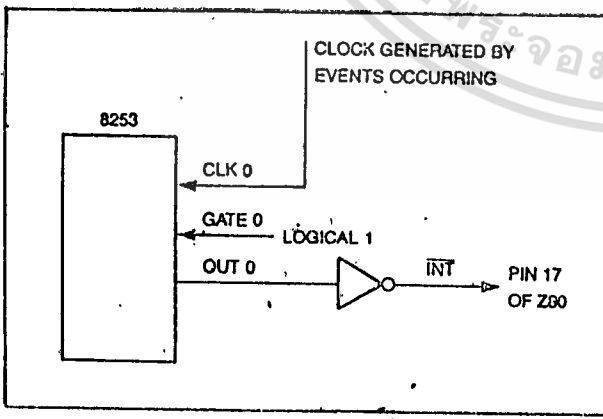
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	RD : WR	A0 A1	
COUNTER 0	1 0	0 0	LOAD COUNTER 0
	0 1	0 0	READ COUNTER 0
COUNTER 1	1 0	0 1	LOAD COUNTER 1
	0 1	0 1	READ COUNTER 1
COUNTER 2	1 0	1 0	LOAD COUNTER 2
	0 1	1 0	READ COUNTER 2
MODE WORD OR	1 0	1 1	WRITE MODE WORD
CONTROL WORD	0 1	1 1	NO-OPERATION

รูปที่ 8.3 : แสดงลอจิกของรีจิสเตอร์ภายใน 8253 ที่จะโปรแกรมให้กับเคาน์เตอร์.

CONTROL BYTE D7-D0							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SC1	SC0	RL1	RL0	M2	M1	M0	BCP

รูปที่ 8.8 : ข้อกำหนดของแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ควบคุม (CONTROL REGISTER).



รูปที่ 8.11 : ขลอกโปรแกรมของระบบที่แสดงในตัวอย่าง เมื่อ GATE INPUT ถูก ENABLE สัญญาณนาฬิกาจะถูกป้อนให้กับเคาน์เตอร์ และเมื่อเคาน์เตอร์นับถึงศูนย์ 8253 จะทำการขออินเทอร์รัพท์จาก Z80.



Industrial Blocks

LM2907, LM2917 Frequency to Voltage Converter

General Description

The LM2907, LM2917 series are monolithic frequency to voltage converters with a high gain op amp/comparator designed to operate a relay, lamp, or other load when the input frequency reaches or exceeds a selected rate. The tachometer uses a charge pump technique and offers frequency doubling for low ripple, full input protection in two versions (LM2907-8, LM2917-8) and its output swings to ground for a zero frequency input.

Advantages

- Output swings to ground for zero frequency input
- Easy to use; $V_{OUT} = f_{IN} \times V_{CC} \times R1 \times C1$
- Only one RC network provides frequency doubling
- Zener regulator on chip allows accurate and stable frequency to voltage or current conversion. (LM2917)

Features

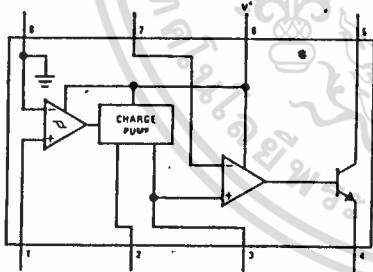
- Ground referenced tachometer input interfaces directly with variable reluctance magnetic pickups
- Op amp/comparator has floating transistor output
- 50 mA sink or source to operate relays, solenoids, meters, or LEDs

- Frequency doubling for low ripple
- Tachometer has built-in hysteresis with either differential input or ground referenced input
- Built-in zener on LM2917
- $\pm 0.3\%$ linearity typical
- Ground referenced tachometer is fully protected from damage due to swings above V_{CC} and below ground

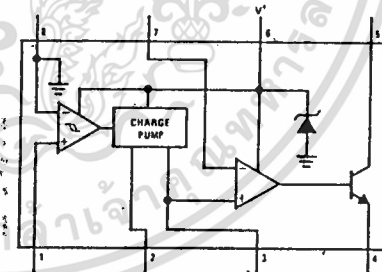
Applications

- Over/under speed sensing
- Frequency to voltage conversion (tachometer)
- Speedometers
- Breaker point dwell meters
- Hand-held tachometer
- Speed governors
- Cruise control
- Automotive door lock control
- Clutch control
- Horn control
- Touch or sound switches

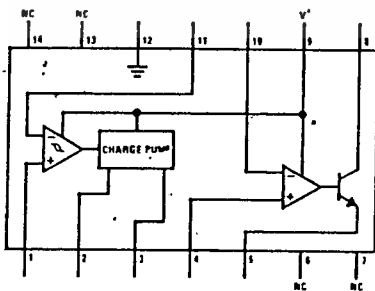
Block and Connection Diagrams Dual-In-Line Packages, Top Views



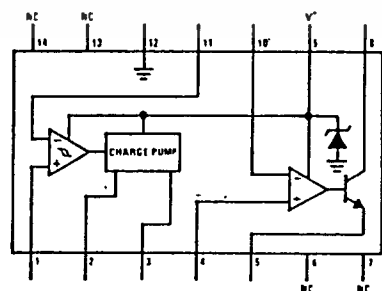
Order Number LM2907N-8
See NS Package N08B



Order Number LM2917N-8
See NS Package N08B



Order Number LM2907J
See NS Package J14A
Order Number LM2907N
See NS Package N14A



Order Number LM2917J
See NS Package J14A
Order Number LM2917N
See NS Package N14A

9

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

Supply Voltage	28V	Input Voltage Range	
Supply Current (Zener Options)	25 mA	Tachometer LM2907-8, LM2917-8	±28V
Collector Voltage	28V	LM2907, LM2917	0.0V to +28V
Differential Input Voltage		Op Amp/Comparator	0.0V to +28V
Tachometer	28V	Power Dissipation	500 mW
Op Amp/Comparator	28V	Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
		Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
		Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

Electrical Characteristics $V_{CC} = 12 V_{DC}$, $T_A = 25^\circ C$, see test circuit

PARAMETER.	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
TACHOMETER					
Input Thresholds	$V_{IN} = 250 \text{ mVp-p @ } 1 \text{ kHz}$ (Note 2)	±10	±15	±40	mV
Hysteresis	$V_{IN} = 250 \text{ mVp-p @ } 1 \text{ kHz}$ (Note 2)		30		mV
Offset Voltage	$V_{IN} = 250 \text{ mVp-p @ } 1 \text{ kHz}$ (Note 2)				
LM2907/LM2917			3.5	10	mV
LM2907-8/LM2917-8			5	15	mV
Input Bias Current	$V_{IN} = \pm 50 \text{ mV}_{DC}$		0.1	1	μA
V_{OH}	$V_{IN} = +125 \text{ mV}_{DC}$ (Note 3)		8.3		V
Pin 2	$V_{IN} = -125 \text{ mV}_{DC}$ (Note 3)		2.3		V
V_{OL}					
Output Current; I_2, I_3	$V_2 = V_3 = 6.0V$ (Note 4)	140	180	240	μA
Leakage Current; I_3	$I_2 = 0, V_3 = 0$			0.1	μA
Gain Constant, K	(Note 3)	0.9	1.0	1.1	
Linearity	$f_{IN} = 1 \text{ kHz}, 5 \text{ kHz}, 10 \text{ kHz}$, (Note 5)	-1.0	0.3	+1.0	%
OP/AMP COMPARATOR					
V_{OS}	$V_{IN} = 6.0V$		3	10	mV
I_{BIAS}	$V_{IN} = 6.0V$		50	500	nA
Input Common-Mode Voltage		0		$V_{CC} - 1.5V$	V
Voltage Gain			200		V/mV
Output Sink Current	$V_C = 1.0$	40	50		mA
Output Source Current	$V_E = V_{CC} - 2.0$		10		mA
Saturation Voltage	$I_{SINK} = 5 \text{ mA}$		0.1	0.5	V
	$I_{SINK} = 20 \text{ mA}$			1.0	V
	$I_{SINK} = 50 \text{ mA}$		1.0	1.5	V
ZENER REGULATOR					
Regulator Voltage	$R_{DROP} = 470\Omega$		7.56		V
Series Resistance			10.5	15	Ω
Temperature Stability			+1		mV/°C
TOTAL SUPPLY CURRENT			3.8	6	mA

Note 1: For operation in ambient temperatures above 25°C, the device must be derated based on a 150°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 175°C/W junction to ambient for package 22 and 16 or a thermal resistance of 187°C/W junction to ambient for package 20.

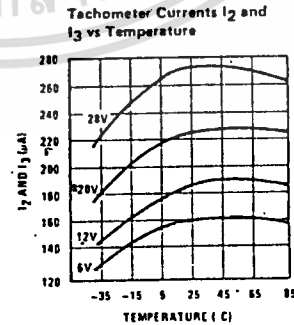
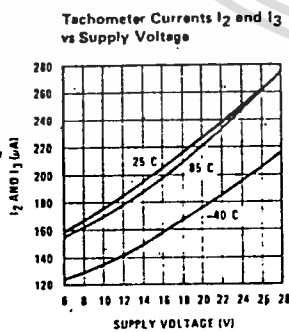
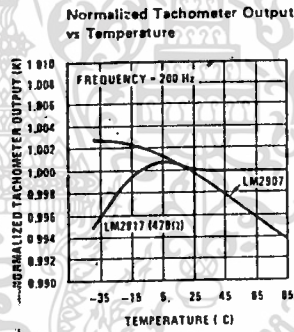
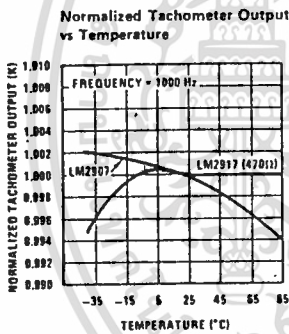
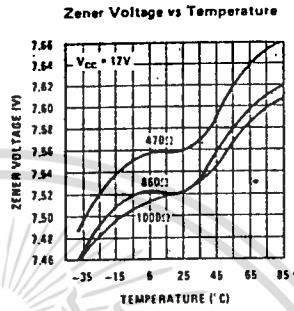
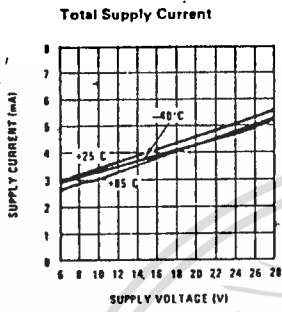
Note 2: Hysteresis is the sum $+V_{TH} - (-V_{TH})$, offset voltage is their difference. See test circuit.

Note 3: V_{OH} is equal to $3/4 \times V_{CC} - 1 V_{BE}$, V_{OL} is equal to $1/4 \times V_{CC} - 1 V_{BE}$ therefore $V_{OH} - V_{OL} = V_{CC}/2$. The difference, $V_{OH} - V_{OL}$, and the mirror gain, I_2/I_3 , are the two factors that cause the tachometer gain constant to vary from 1.0.

Note 4: Be sure when choosing the time constant $R1 \times C1$ that $R1$ is such that the maximum anticipated output voltage at pin 3 can be reached with $I_3 \times R1$. The maximum value for $R1$ is limited by the output resistance of pin 3 which is greater than 10 MΩ typically.

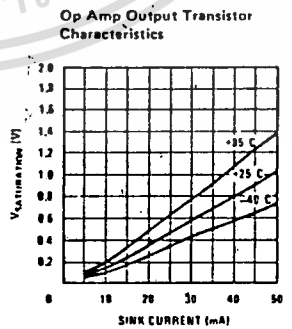
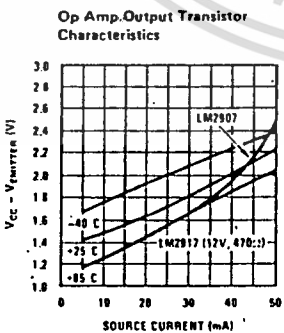
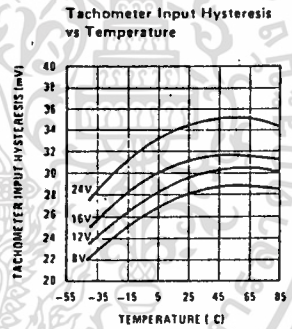
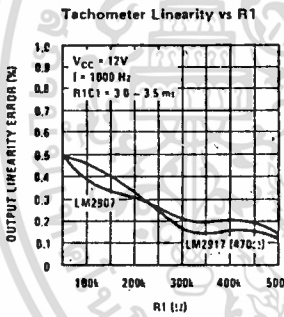
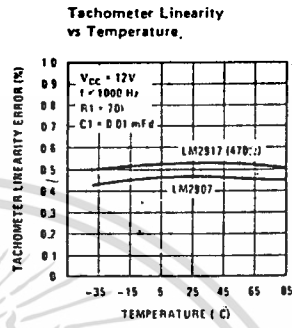
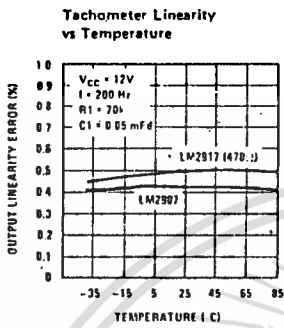
Note 5: Nonlinearity is defined as the deviation of V_{OUT} (@ pin 3) $f_{IN} = 5 \text{ kHz}$ from a straight line defined by the V_{OUT} @ 1 kHz and V_{OUT} @ 10 kHz, $C1 = 1000 \text{ pF}$, $R1 = 68k$ and $C2 = 0.22 \text{ mFd}$.

Typical Performance Characteristics



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics (Continued)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General Description (Continued)

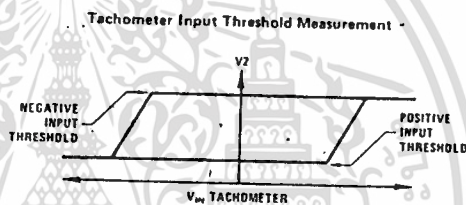
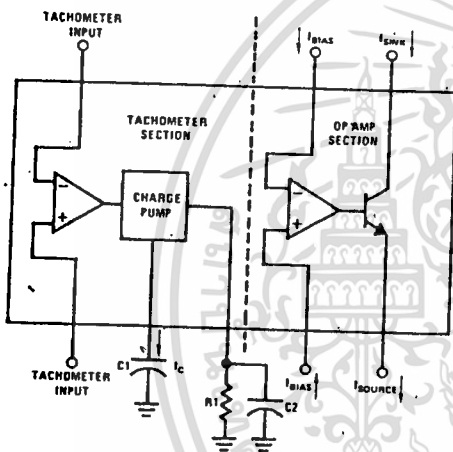
The op amp/comparator is fully compatible with the tachometer and has a floating transistor as its output. This feature allows either a ground or supply referred load of up to 50 mA. The collector may be taken above V_{CC} up to a maximum V_{CE} of 28V.

The two basic configurations offered include an 8-pin device with a *ground referenced tachometer input* and an internal connection between the tachometer output and the op amp non-inverting input. This version is well suited for single speed or frequency switching or fully buffered frequency to voltage conversion applications.

The more versatile configurations provide differential tachometer input and uncommitted op amp inputs. With this version the tachometer input may be floated and the op amp becomes suitable for active filter conditioning of the tachometer output.

Both of these configurations are available with an active shunt regulator connected across the power leads. The regulator clamps the supply such that stable frequency to voltage and frequency to current operations are possible with any supply voltage and a suitable resistor.

Test Circuit and Waveform



Applications Information

The LM2907 series of tachometer circuits is designed for minimum external part count applications and maximum versatility. In order to fully exploit its features and advantages let's examine its theory of operation. The first stage of operation is a differential amplifier driving a positive feedback flip-flop circuit. The input threshold voltage is the amount of differential input voltage at which the output of this stage changes state. Two options (LM2907-8, LM2917-8) have one input internally grounded so that an input signal must swing above and below ground and exceed the input thresholds to produce an output. This is offered specifically for magnetic variable reluctance pickups which typically provide a single-ended ac output. This single input is also fully protected against voltage swings to $\pm 28V$, which are easily attained with these types of pickups:

The differential input options (LM2907, LM2917) give the user the option of setting his own input switching level and still have the hysteresis around that level for excellent noise rejection in any application. Of course in order to allow the inputs to attain common-mode voltages above ground, input protection is removed

and neither input should be taken outside the limits of the supply voltage being used. It is very important that an input not go below ground without some resistance in its lead to limit the current that will then flow in the epi-substrate diode.

Following the input stage is the charge pump where the input frequency is converted to a dc voltage. To do this requires one timing capacitor, one output resistor, and an integrating or filter capacitor. When the input stage changes state (due to a suitable zero crossing or differential voltage on the input) the timing capacitor is either charged or discharged linearly between two voltages whose difference is $V_{CC}/2$. Then in one half cycle of the input frequency or a time equal to $1/2 f_{IN}$ the change in charge on the timing capacitor is equal to $V_{CC}/2 \times C1$. The average amount of current pumped into or out of the capacitor then is:

$$\frac{\Delta Q}{T} = i_{C(AVG)} = C1 \times \frac{V_{CC}}{2} \times (2f_{IN}) = V_{CC} \times f_{IN} \times C1$$

The output circuit mirrors this current very accurately into the load resistor R1, connected to ground, such that if the pulses of current are integrated with a filter

Applications Information (Continued)

capacitor, then, $V_o = i_c \times R1$, and the total conversion equation becomes:

$$V_o = V_{CC} \times f_{IN} \times C1 \times R1 \times K$$

Where K is the gain constant—typically 1.0.

The size of C2 is dependent only on the amount of ripple voltage allowable and the required response time.

CHOOSING R1 AND C1

There are some limitations on the choice of R1 and C1 which should be considered for optimum performance. The timing capacitor also provides internal compensation for the charge pump and should be kept larger than 100 pF for very accurate operation. Smaller values can cause an error current on R1, especially at low temperatures. Several considerations must be met when choosing R1. The output current at pin 3 is internally fixed and therefore $V_o/R1$ must be less than or equal to this value. If R1 is too large, it can become a significant fraction of the output impedance at pin 3 which degrades linearity. Also output ripple voltage must be considered and the size of C2 is affected by R1. An expression that describes the ripple content on pin 3 for a single R1C2 combination is:

$$V_{RIPPLE} = \frac{V_{CC}}{2} \times \frac{C1}{C2} \times \left(1 - \frac{V_{CC} \times f_{IN} \times C1}{I_2} \right) \text{ pk-pk}$$

It appears R1 can be chosen independent of ripple,

however response time, or the time it takes V_{OUT} to stabilize at a new voltage increases as the size of C2 increases so a compromise between ripple, response time, and linearity must be chosen carefully.

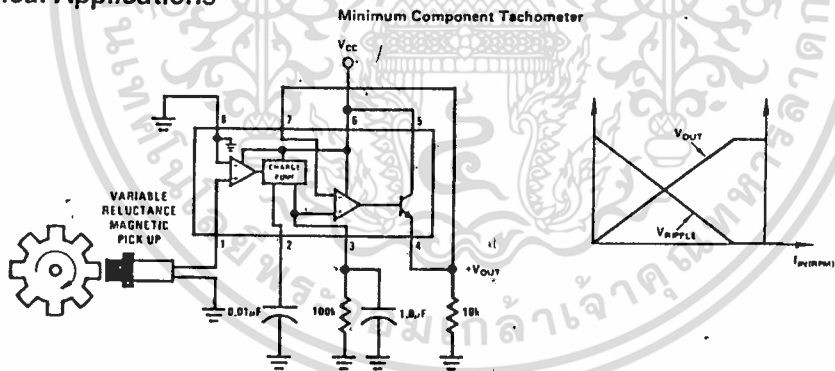
As a final consideration, the maximum attainable input frequency is determined by V_{CC} , C1 and I_2 :

$$f_{MAX} = \frac{I_2}{C1 \times V_{CC}}$$

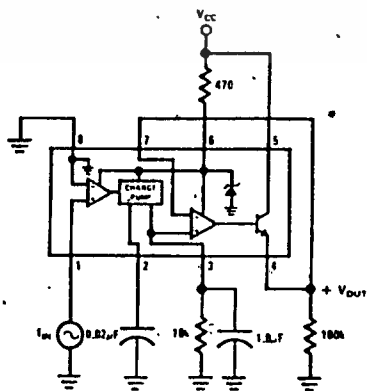
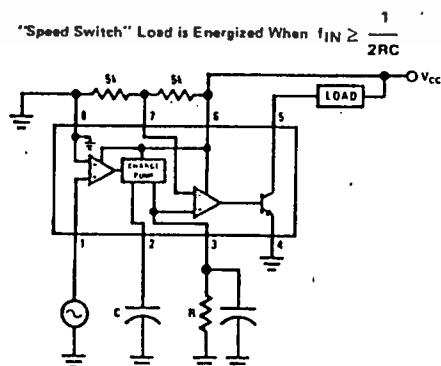
USING ZENER REGULATED OPTIONS (LM2917)

For those applications where an output voltage or current must be obtained independent of supply voltage variations, the LM2917 is offered. The most important consideration in choosing a dropping resistor from the unregulated supply to the device is that the tachometer and op amp circuitry alone require about 3 mA at the voltage level provided by the zener. At low supply voltages there must be some current flowing in the resistor above the 3 mA circuit current to operate the regulator. As an example, if the raw supply varies from 9 to 16V, a resistance of 470Ω will minimize the zener voltage variation to 160 mV. If the resistance goes under 400Ω or over 600Ω the zener variation quickly rises above 200 mV for the same input variation.

Typical Applications



Zener Regulated Frequency to Voltage Converter



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้