

เลขที่สิทธิบัตร 19487



สป/200 - ข

# สิทธิบัตรการประดิษฐ์

## อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522 อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี)  
ที่ปรากฏในสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ	077627
วันขอรับสิทธิบัตร	28 ตุลาคม 2545
ผู้ประดิษฐ์	นายพันธ์ศักดิ์ ศิริรัชตพงษ์ และคณะ

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์	อุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าของระบบ CDI ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
---------------------------	---

ให้ผู้ทรงสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ 17 เดือน

กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

หมดอายุ 27 เดือน

พ.ศ. 2565

(ลงชื่อ)



พนักงานเจ้าหน้าที่

- หมายเหตุ
1. ผู้ทรงสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มแต่ปีที่ 5 ของอายุสิทธิบัตร มิฉะนั้นสิทธิบัตรจะสิ้นอายุ
  2. ผู้ทรงสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวกันได้
  3. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามสิทธิบัตรและการโอนสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

**รายละเอียดการประดิษฐ์**

**ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์**

อุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าของระบบ CDI ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

**สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์**

- 5           วิศวกรรมศาสตร์ไฟฟ้าที่เกี่ยวกับการควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าของระบบ CDI (Capacitor Charge Ignition) ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

**ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง**

- 10           ระบบการจุดระเบิดชนิด Capacitor Discharge Ignition หรือเรียกย่อว่า CDI สำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในทั้งชนิด 2 จังหวะและ 4 จังหวะถูกนำมาใช้เป็นระบบควบคุมองศาการจุดระเบิดแทนระบบ Inductive Discharge อย่างแพร่หลายเนื่องจากมีคุณสมบัติที่ให้ประสิทธิภาพการจุดระเบิดที่ความเร็วรอบสูงๆของเครื่องยนต์ได้อย่างแม่นยำดีกว่าระบบ Inductive Discharge

- 15           หลักการการทำงานของระบบ CDI ใช้หลักการประจุพลังงานไฟฟ้าแรงดันสูงไว้ในตัวเก็บประจุขนาดใหญ่ (Capacitor) และเมื่อได้จังหวะที่ต้องการจุดระเบิด อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังก็จะถ่ายเทพลังงานจากตัวเก็บประจุนั้นไปยังขดลวดจุดระเบิด และทำให้เกิดประกายไฟที่หัวเทียนทำให้เกิดการเผาไหม้ในห้องเครื่องยนต์ ดังที่ทราบกันแล้วนั้น

- 20           ส่วนการควบคุมองศาการจุดระเบิดจะอาศัยสัญญาณอ้างอิงที่ได้จากการหมุนของเหล็กคัตกับขดลวดที่พันบนแกนแม่เหล็กหรืออุปกรณ์ชนิดอื่นที่สามารถสร้างสัญญาณไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์เดียวกันซึ่งจะเรียกสัญญาณไฟฟ้านี้ว่าเป็นสัญญาณกระตุ้นการจุดระเบิด (Trigger Signal) สัญญาณดังกล่าวนี้จะ เป็นสัญญาณที่บอกตำแหน่งของลูกสูบที่คงที่ ในการใช้งานนั้นประกายไฟสำหรับจุดระเบิดส่วนผสมเชื้อเพลิงจะต้องถูกผลิตขึ้นมาก่อนที่ลูกสูบจะขึ้นถึงจุดศูนย์ตายบน โดยเรียกตำแหน่งที่ผลิตประกายไฟเพื่อการจุดระเบิดนี้ว่า “องศาการจุดระเบิด”

- เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าถ้าต้องการให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นับเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องปรับองศาการจุดระเบิดหรือการจุดระเบิดล่วงหน้าให้เหมาะสมตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ในช่วงเวลานั้น

- 25           ในการควบคุมการจุดระเบิดระบบ CDI ที่ควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น การปรับเปลี่ยนองศาการจุดระเบิดสามารถทำได้โดยหน่วงเวลาออกไปโดยคำนึงถึงปัจจัยสองประการคือ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และภาระของเครื่องยนต์ ก่อนที่จะส่งสัญญาณไปยังคัปให้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังถ่ายเทพลังงานจากตัวเก็บประจุไปยังขดลวดจุดระเบิด โดยเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็วรอบสูงๆ จะต้องมีการสั่งการจุดระเบิดล่วงหน้าเร็วขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อย เพื่อชดเชยเวลาที่

เสียไปในการอัดประจุให้แก่ตัวเก็บประจุและชดเชยเวลาในการเกิดประกายไฟในหัวเทียนซึ่งจะนานขึ้นเมื่อเทียบกับคาบเวลาทั้งหมด

การหน่วงเวลาก่อนการจุดระเบิดสามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน RC ที่ต่อกันและคำนวณค่าการหน่วงเวลาตามที่ต้องการ ถ้าหากต้องการเปลี่ยนเวลาการหน่วงก็สามารถทำได้โดย  
5 เปลี่ยนอุปกรณ์ R หรือ C แต่ในทางเทคนิคเพื่อให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ดีที่สุด ค่าของการหน่วงเวลาต้องแปรผันตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ซึ่งตารางการแปรผันกับความเร็วรอบนี้จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเครื่องยนต์และมีความสัมพันธ์ไม่เป็นเชิงเส้น

จึงได้มีการคิดค้นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิดอนาล็อกที่สามารถกำหนดระยะเวลาการหน่วงได้จากความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ได้แบบเชิงเส้นทำให้เครื่องยนต์ทำงานที่ประสิทธิภาพสูงขึ้นแต่ในขณะที่  
10 ความต้องการในการหน่วงเวลาที่ความเร็วรอบต่างๆเป็นแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยขึ้นอยู่กับการออกแบบเครื่องยนต์แต่ละชนิดไป ดังนั้นการออกแบบที่ดีที่สุดจึงเป็นการออกแบบกำหนดการหน่วงเวลาที่ควบคุมโดยไมโครโปรเซสเซอร์ที่สามารถกำหนดค่าการหน่วงเวลาที่ความเร็วรอบต่างๆเป็นรูปแบบตามต้องการได้

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ใช้ควบคุมการถ่ายเทพลังงานระหว่างตัวเก็บประจุและขดลวดจุดระเบิดสามารถใช้ SCR หรือ GTO หรือ MOSFET หรือ Power Transistor ก็ได้ ในอุปกรณ์ควบคุม  
15 การจุดระเบิดด้วยไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้กันแพร่หลายอยู่ก่อนหน้านี้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่วัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์โดยการวัดระยะเวลาระหว่างสัญญาณกระตุ้นการจุดระเบิดสองสัญญาณที่ต่อเนื่องกันที่เกิดจากสนามแม่เหล็กที่เคลื่อนตัดผ่านขดลวดในการหมุนแต่ละรอบของเครื่องยนต์ ความแม่นยำของระยะเวลาในการนับจะขึ้นอยู่กับฐานสัญญาณนาฬิกาที่ผลิตจากผลึก  
20 Crystal หรือ Ceramic resonator ค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่วัดได้จะนำไปคำนวณค่าการหน่วงเวลาโดยการประมาณแบบเส้นตรงหลายเส้นหรือการเปิดตารางที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำก็ได้

อย่างไรก็ตาม ระบบควบคุมการจุดระเบิดชนิดที่ใช้การควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ถึงแม้จะมีประสิทธิภาพดีที่สุดแต่ก็จะมีราคาที่สูง เนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์ภายนอกประกอบด้วยกันหลาย  
25 อุปกรณ์ เช่น Crystal หรือ Ceramic resonator ที่ใช้ในการผลิตสัญญาณนาฬิกาที่ต้องมีความแม่นยำสูงซึ่งมีราคาแพง ดังที่อ้างในสิทธิบัตรหมายเลข US 5,392,753 “Microprocessor controlled capacitor discharge ignition system” ออกให้แก่ R.E. Phelon Co., Inc. เพื่อใช้เป็นฐานเวลาจากในการคำนวณค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ นอกจากนั้น ยังมีปัญหาในการป้องกันสัญญาณรบกวนจากการจุดระเบิดเพื่อไม่ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เกิดการค้างหรือ Hang ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นสิทธิบัตรจึงได้แก่

ปัญหาดังกล่าวโดยการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กำลังผ่านอุปกรณ์แสง เช่น Opto-couple switch ดังที่อ้างใน  
สิทธิบัตรหมายเลข US 4,924,831 อุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้ยิ่งทำให้ราคาของระบบสูงขึ้นมาก

### ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

การประดิษฐ์ตามคำขอรับสิทธิบัตรนี้มีเป้าหมายที่จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กที่มีอยู่  
5 แล้วเป็นอุปกรณ์หลักและไม่ใช้อุปกรณ์ภายนอกเสริมมากเพื่อให้มีต้นทุนที่ต่ำ แต่ยังคงสามารถให้ความ  
แม่นยำและประสิทธิภาพของการควบคุมการจลจรระเบิดที่เท่าเทียมหรือดีกว่าระบบที่ใช้ไมโคร  
คอนโทรลเลอร์ขนาดใหญ่ และมีอุปกรณ์ภายนอกเสริม

การประดิษฐ์นี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดเล็กและราคาถูก เช่น “ATtiny15L” ซึ่งเป็นไม  
โครคอนโทรลเลอร์ CMOS ขนาด 8 บิตของบริษัท ATMEL หรือ “PIC16C717” ซึ่งเป็นไมโคร  
10 คอนโทรลเลอร์ CMOS ขนาด 8 บิตที่มี 10/12 บิต A/D ของบริษัท MICROCHIP เป็นต้น อย่างไรก็ตามการ  
ประดิษฐ์นี้สามารถใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ยี่ห้ออื่นที่มีสัญญาณนาฬิกา และมี A/D Converter อยู่ภายใน  
แทนก็ได้

จากการใช้วงจรภายในทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดของไมโครคอนโทรลเลอร์ดังกล่าวแล้ว  
สิ่งประดิษฐ์สามารถวัดค่าความเร็วรอบและการหน่วงของสการจลจรระเบิดได้ตามตารางที่ต้องการหน่วงที่  
15 ความเร็วรอบต่างๆ โดยความแม่นยำจะไม่ขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ นับหรืออุณหภูมิภายนอก  
นอก ทำให้ลดขั้นตอนการปรับแต่งความถี่ของสัญญาณนาฬิกาและไม่ต้องทำการชดเชยอุณหภูมิใดๆเลย  
ทำให้อุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้มีความเสถียรภาพทางอุณหภูมิและไม่ขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์

นอกจากนั้นแล้ว การประดิษฐ์นี้ยังจัดให้มีวงจรสำรองในกรณีที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เกิดทำงาน  
ผิดพลาดหรือไม่ทำงาน วงจรสำรองจะทำให้เกิดการจลจรระเบิดได้ในรอบต่ำ โดยการขับอุปกรณ์กำลังตาม  
20 การประดิษฐ์นี้ใช้วงจรทรานซิสเตอร์ขยายแบบ Common Emitter ซึ่งทรานซิสเตอร์หนึ่งตัวนี้จะทำหน้าที่  
เป็นวงจรรวมสัญญาณจากสัญญาณกระตุ้นจลจรระเบิดโดยตรงทั้งนี้เพื่อป้องกันในกรณีที่ไมโคร  
คอนโทรลเลอร์ไม่ทำงาน การจลจรระเบิดที่รอบต่ำก็ยังสามารถเกิดขึ้นได้

จากผลดังกล่าวทำให้สิ่งประดิษฐ์มีราคาต่ำสุดสามารถแข่งกันกับระบบที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์  
อื่นๆได้และมีประสิทธิภาพเท่าเทียมหรือดีกว่า

### 25 คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปที่ 1 ลักษณะอุปกรณ์ Magneto ที่จ่ายพลังงานให้การจลจรระเบิดและขดลวดกระตุ้นการจลจรระเบิด  
Pulser coil

รูปที่ 2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้

รูปที่ 3. แสดงความสัมพันธ์ของ สัญญาณ จาก Charger Coil, สัญญาณจาก Pulser Coil, และ สัญญาณ V1, V2, V3 และ ADC\_IN ที่ป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

### การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

5 สิ่งประดิษฐ์ที่คิดค้นขึ้นใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กที่มีอยู่แล้วเป็นอุปกรณ์หลักและไม่มี อุปกรณ์ภายนอกเสริมแต่สามารถให้ค่าความแม่นยำและประสิทธิภาพของการควบคุมการจุดระเบิดเท่า เทียมหรือดีกว่าระบบที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดใหญ่และมีอุปกรณ์ภายนอกเสริมไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กที่ใช้ เช่น ATtiny15L ของ บริษัท ATMEL หรือ PIC16C717 ของบริษัท MICROCHIP เป็นต้น

10 เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กและราคาถูกเหล่านี้มีจุดด้อยที่ความเที่ยงตรงของ สัญญาณนาฬิกาต่ำจึงไม่สามารถใช้แหล่งสัญญาณนาฬิกาภายในได้ทำให้ไม่สามารถที่จะวัดความเร็วรอบ ของเครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้องในการวัดแบบใช้ฐานเวลามาตรฐาน จึงใช้วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิทัล (ADC) ที่มีอยู่ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กเหล่านี้แล้วและวงจรกำเนิดแรง 15 ดันอ้างอิงมาตรฐาน ภายในที่มีความละเอียดสูงมาเป็นฐานในการวัดค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์แทน โดยการอ่านแรงดันไฟตรงเป็นค่าดิจิทัลความเร็วรอบทดแทนการวัดที่ใช้สัญญาณความถี่มาตรฐาน จึงทำ 15 ให้ไม่จำเป็นต้องใช้สัญญาณนาฬิกาที่มีความแม่นยำมาเป็นตัวกำหนดในการวัด

รูปที่ 1 เป็นรูปที่แสดงลักษณะอุปกรณ์ Magneto ที่ประกอบด้วย Charger Coil ที่จ่ายพลังงาน สำหรับการจุดระเบิด และขดลวดกระตุ้นการจุดระเบิด Pulser coil และแกนเหล็กที่ต่ออยู่กับเพลาชับของ เครื่องยนต์ซึ่งแกนเหล็กจะหมุนตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ (ไม่ได้แสดงไว้)

ตามรูปที่ 1 สัญญาณที่จะนำมาใช้ในการวัดค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ได้จากสัญญาณกระตุ้นการ 20 จุดระเบิดจาก Pulser coil ขดลวด Pulser Coil ประกอบด้วยขดลวดนำไฟฟ้าพันรอบแกนแม่เหล็กถาวร ในการทำงาน แกนเหล็กที่ต่ออยู่กับเพลาชับของเครื่องยนต์ซึ่งจะทำให้แกนเหล็กหมุนตามความเร็วรอบ เครื่องยนต์ เมื่อแกนเหล็กหมุนตัดสนามแม่เหล็กดังกล่าวจะเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่ขดลวด Pulser Coil ซึ่งก็คือสัญญาณกระตุ้นการจุดระเบิด โดย Pulser Coil จะถูกติดตั้งอยู่กับที่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยตำแหน่งของ Pulser Coil จะเป็นตำแหน่งอ้างอิงของการจุดระเบิด และเป็นที่น่าทึ่งที่ว่า แรงดันไฟ 25 ฟ่ำที่ได้นี้จะแปรผันโดยตรงกับความเร็วรอบของแกนเหล็กหมุนตัดสนามแม่เหล็ก หรือความเร็วรอบของ เครื่องยนต์ โดยเมื่อเครื่องยนต์หมุนหนึ่งรอบจะเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าในขดลวด Pulser Coil หนึ่ง ลูกคลื่น (ดังแสดงในรูปที่ 3)

ดังนั้นเมื่อทำการ Rectify แรงดันนี้และบันทึกค่าสูงสุดไว้ในตัวเก็บประจุที่เหมาะสมแล้วแบ่งแรง 25 ดันที่ได้โดยวงจรแบ่งแรงดันที่ประกอบด้วยความต้านทานสองตัวที่มีค่าเหมาะสมเลือกค่าแบ่งแรงดันที่ได้

จากความเร็วรอบสูงสุดเช่น 10,000 rpm ให้เหมาะสมก่อนป้อนให้กับแรงดันเข้าวงจร ADC ค่าดิจิทัลที่อ่านได้จาก ADC ก็จะเป็นค่าที่บอกความเร็วรอบของเครื่องยนต์ได้โดยตรง

สำหรับการห้วงเวลาจู่ระเบิดตามองศาที่กำหนดที่ความเร็วรอบต่างๆ ให้มีค่าความเที่ยงตรงโดยไม่ขึ้นกับคาบของสัญญาณนาฬิกา นั่นทำได้โดยการใช้วงจรมับเวลาสองวงจรถ่ายที่ใช้งานเวลาจากสัญญาณนาฬิกาเดียวกัน(สัญญาณนาฬิกาดังกล่าวไม่คงที่)

5

การทำงานภายใน cpu เริ่มต้นจากขอบขาลงของสัญญาณ  $V_1$  ทำให้วงจรมับเวลาตัวที่ 1 และวงจรมับเวลาตัวที่ 2 เริ่มทำงาน โดย

วงจรมับเวลาตัวที่ 1 ใช้ในการนับความกว้าง ของสัญญาณ  $V_1$  (ความกว้างของ  $V_1$  ที่ระดับ 0v) เพื่อใช้นับเวลาความเร็วรอบเครื่องยนต์โดยการสุ่มวัดบางส่วนของคาบทั้งหมดเช่นการวัดเฉพาะสัญญาณ

10

ซิกบวคของสัญญาณกระตุ้นการจู่ระเบิดเป็นต้น  
วงจรมับเวลาตัวที่ 2 ใช้ในการห้วงเวลาในการจู่ระเบิด(ตามค่าที่ได้จากการคำนวณที่จะกล่าวต่อไป) และความกว้างของสัญญาณจู่ระเบิด(สัญญาณไฟแรงสูงที่คอลย์ระเบิด) โดยวงจรมับเวลาตัวที่ 2 ใช้นับเวลาในการห้วงการจู่ระเบิด ซึ่งค่าห้วงเวลาคำนวณได้จาก

ถ้าคาบเวลาของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในวงจรมับเวลาเท่ากับ  $T_{ck}$

15 ถ้าค่าที่ได้จากการอ่านวงจรมับเวลาตัวที่ 1 เท่ากับ  $n$  เมื่อคูณด้วยตัวคงที่  $k$  เพื่อให้ระยะเวลานับเท่ากับทั้งคาบของรอบเครื่องยนต์

$$\text{ดังนั้น} \quad nT_{ck}k = T_M \quad \dots\dots\dots (1)$$

20 โดยที่  $T_M$  คือคาบของเครื่องยนต์ที่หมุนครบ 1 รอบ

$n$  คือจำนวนลูกคลื่นที่เกิดจากวงจรมับ 1

$T_{ck}$  คือคาบของนาฬิกา

$k$  คือค่าคงที่ที่นำมาคูณเพื่อให้ได้เวลาที่เครื่องหมุนครบ 1 รอบ

25 จากค่า ADC ที่วัดความเร็วรอบเครื่องยนต์โดยการแปลงค่า Peak ของสัญญาณที่ได้จาก Pulser Coil ให้เป็นเลขฐาน 2 จากนั้นนำค่าที่ได้เป็นตัวชี้เพื่ออ่านองศาในการห้วงจู่ระเบิด สมมุติว่าองศาในการห้วงที่ความเร็วรอบที่วัดได้เท่ากับ  $m$  เรเดียน(องศา) ค่านี้เป็นค่าที่ได้จากการทดลอง

ดังนั้นสามารถคำนวณจำนวนหน่วยนับของวงจรมับเวลา ตัวที่ 2 ได้ดังนี้

สมมุติที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ค่าหนึ่ง จะต้องตั้งค่าห้วงเวลาการจู่ระเบิดล่วงหน้าของวงจรมับเวลาตัวที่ 2 เท่ากับ  $jT_{ck}$  เพื่อให้ห้วงองศาการจู่ระเบิดเท่ากับ  $m$  เรเดียน(องศา)

30

ดังนั้น 
$$jT_{ck} = \frac{m}{\omega_M} \dots\dots\dots (2)$$

โดยที่  $\omega_M$  คืออัตราเร็วเชิงมุมของเครื่องยนต์โดยมีค่าเท่ากับ  $\frac{2\pi}{T_M}$

$j$  คือจำนวนลูกคลื่นที่เกิดจากวงจรนับ 2 ก่อนที่จะสั่งให้หัวเทียนจุดระเบิด  
จากสมการ(1)  $\omega_M$  สามารถเขียนใหม่ได้โดย  $\omega_M = \frac{2\pi}{nT_{ck}k}$

5 แทน  $\omega_M$  ลงในสมการ(2) จะได้

$$j = \frac{mnk}{2\pi} \dots\dots\dots (3)$$

10 ค่า  $2\pi$  อาจเปลี่ยนเป็น 360 องศา ก็ได้เพื่อความเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นกับหน่วยของ  $m$  ที่วัดจากการทดลองซึ่ง  
อาจมีหน่วยเป็นเรเดียนหรือองศาก็ได้

ให้ 
$$L = \frac{mk}{2\pi}$$
  
ดังนั้น 
$$j = nL \dots\dots\dots (4)$$

15 โดย  $L$  เป็นค่าคงที่ที่ต้องการห้วงองศาการจุดระเบิดที่แต่ละความเร็วรอบ  
จะเห็นว่าค่าที่ใช้ในการห้วงเวลาของวงจรนับเวลาตัวที่ 2 จะไม่ขึ้นกับคาบเวลาของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้  
นับเลย

เนื่องจากค่า  $k$  และ  $2\pi$  เป็นค่าคงที่ และ  $m$  เป็นค่าที่ได้จากการทดลอง ดังนั้นเพื่อให้ไมโคร  
คอนโทรลเลอร์ทำงานได้อย่างรวดเร็ว จึงนำค่า  $L$  ใส่ในตารางเก็บไว้ในตารางหน่วยเก็บความจำถาวรของ  
20 ไมโครคอนโทรลเลอร์

RPM	ค่าจาก ADC	$L = \frac{mk}{2\pi}$
10,000	FF	$\frac{m_1k}{2\pi}$
8,000	FE	$\frac{m_2k}{2\pi}$
7,000	FD	$\frac{m_3k}{2\pi}$
⋮	⋮	⋮

ค่าในการตั้งเวลาของวงจรนับเวลาตัวที่ 2 ได้จาก ผลคูณของค่าที่นับได้จากวงจรนับเวลาตัวที่ 1 และ ค่าที่อ่านจากตารางหน่วยความจำที่ตำแหน่งชี้โดยค่าที่ได้จากสัญญาณ ADC

เมื่อวงจรนับเวลาตัวที่ 2 นับค่าหน่วยเวลาเท่ากับ  $j$  แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไป  
5 บังคับให้ SCR นำกระแส ทำให้พลังงานที่เก็บสะสมไว้ในตัวเก็บประจุถ่ายเทให้ขดลวดจุกระเบิดทำให้เกิด  
การสปาร์กที่หัวเทียนทำให้เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่กระบอกสูบต่อไป

เพื่อให้การอ่านค่าแรงดันจากสัญญาณกระตุ้นการจุกระเบิด ของวงจร ADC ไม่ถูกรบกวนโดย  
สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในคอยล์จุกระเบิด ดังนั้นจะทำการอ่านหลังจากการระเบิดสิ้นสุดแล้ว เช่น  
หลังจากสัญญาณซิกลอปของสัญญาณกระตุ้นการจุกระเบิดเป็นต้น และการอ่านค่าของ ADC จะทำการอ่าน  
10 หลายครั้งติดต่อกันแล้วทำการหาค่าเฉลี่ย ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดผลกระทบที่อาจจะเกิดจากสัญญาณรบกวน  
ต่างที่อาจเกิดขึ้น ส่งผลให้ระบบมีความเสถียรภาพที่ดียิ่งขึ้น

ตำแหน่งของสัญญาณ Pulser Coil จะเป็นตำแหน่งอ้างอิงในการจุกระเบิดที่ความเร็วรอบต่างๆ  
โดยที่ ณ ความเร็วรอบต่ำสุด(300-500 rpm)การระเบิดจะเกิดขึ้นขอบล่างของสัญญาณซิกลอป(อาจจะเลื่อน  
ออกไปอีกเล็กน้อยตามชนิดเครื่องยนต์) ที่ความเร็วรอบสูงสุด (10,000 rpm) การจุกระเบิดจะเกิดขึ้น ณ  
15 ขอบขาขึ้น ของสัญญาณซิกลอป

ดังนั้นจึงนำเอาสัญญาณ ซิกลอปมาเปลี่ยนเป็นสัญญาณ ดิจิตอล v1 โดยผ่านวงจร r3,c3,d7 และ  
q2 โดย c3 และ d7 จะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้สัญญาณรบกวนที่ต่ำกว่าขีดกำหนด เช่น 3 volt ไปสร้าง  
สัญญาณดิจิตอลให้กับ cpu

สัญญาณซิกลอป ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลโดย r6,d6,r3,c3,และ opto couple(เอา d2,d8 ออกจากวงจร  
20 ได้) สัญญาณดิจิตอลนี้ถูกหน่วงเวลาโดย r8,c4(ค่าที่ต้องการหน่วงจะแปรตามชนิดเครื่องยนต์)และเป็น  
สัญญาณ v2 ให้กับ cpu ในขณะเดียวกัน v2 จะป้อนโดยตรงให้กับ q1 เพื่อกระตุ้นให้ scr นำกระแสการจุก  
ระเบิดดังนั้นในกรณีที่ cpu ไม่ทำงาน การจุกระเบิดที่ความเร็วรอบต่ำได้(เครื่องยนต์ยังทำงานได้) แต่ใน  
กรณีที่cpu ทำงานบังคับการจุกระเบิดตามปรกติสัญญาณการจุกระเบิดจาก v2 ซึ่งเกิดขึ้นหลังสุดก็จะไม่มี  
ผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์เนื่องจากได้เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงไปแล้ว

สัญญาณจาก pulser coil จะผ่านวงจร rectify d4 นำเอาสัญญาณแรงดันสูงสุดซิกลอปเก็บไว้ใน c1 แรงดัน  
ที่c1 นี้จะเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ แรงดันคร่อม c1 จะถูกลดทอน  
ลงให้ค่าสูงสุด(ที่ 10,000 rpm) มีค่าเท่ากับ 2.56 volt โดย r1,r2 และมี c2 เป็นอุปกรณ์ลดสัญญาณรบกวน  
สัญญาณนี้คือ adc\_in ที่ป้อนให้กับ cpu เพื่อเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลที่ใช้ออกความเร็วรอบของเครื่อง  
ยนต์ การอ่านค่าสัญญาณความเร็วรอบนี้เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนที่เกิดจากจุกระเบิดเครื่องยนต์ จะทำ



การอ่านที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณ v2 (เป็นจุดที่การจู่ระเบิดโดย scr สิ้นสุดแล้ว)และทำการอ่านต่อเนื่องกัน 4 ครั้งแล้วทำการหาค่าเฉลี่ย)

**วิธีการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด**

- 5 เหมือนกับที่ได้บรรยายไว้ใน การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

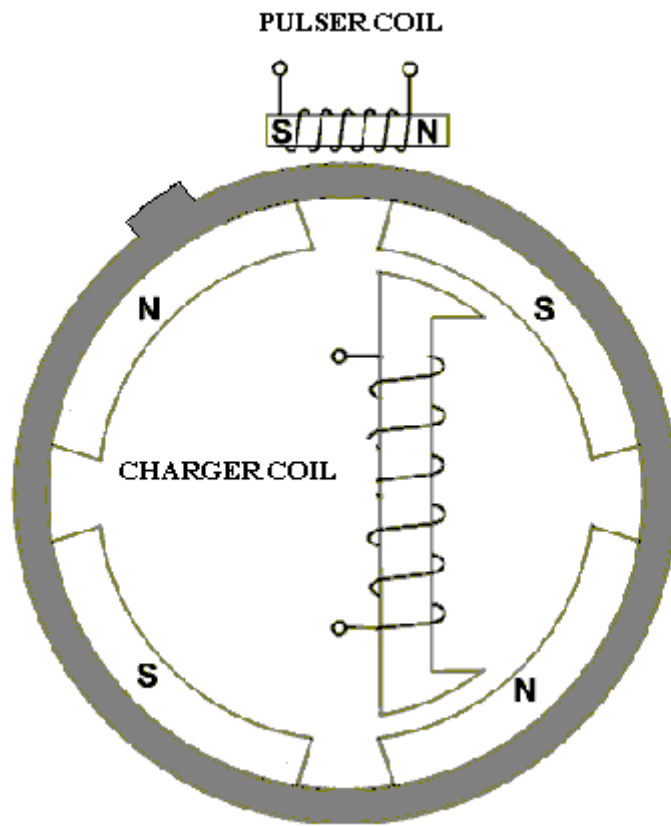
### บทสรุปการประดิษฐ์

- ระบบควบคุมการจุดระเบิด CDI ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กที่มีอยู่แล้วเป็นอุปกรณ์หลักและไม่มีอุปกรณ์ภายนอกเสริม แต่สามารถให้ค่าความแม่นยำและมีประสิทธิภาพที่ดี การประดิษฐ์นี้สามารถวัดค่าความเร็วรอบและการหน่วงองศาการจุดระเบิดได้ตามตารางที่ต้องการ
- 5    หน่วงที่ความเร็วรอบต่างๆ โดยความแม่นยำจะไม่ขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้นับหรืออุณหภูมิภายนอก ทำให้ลดขั้นตอนการปรับแต่งความถี่ของสัญญาณนาฬิกาและไม่ต้องทำการชดเชยอุณหภูมิใดๆเลย ในภาคการขับอุปกรณ์กำลังการประดิษฐ์นี้ใช้วงจรทรานซิสเตอร์ขยายแบบ Common Emitter ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรรวมสัญญาณจากสัญญาณกระตุ้นจุดระเบิดโดยตรง ทั้งนี้
- 10    เพื่อป้องกันในกรณีที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ทำงานซึ่งการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ที่รอบต่ำๆก็ยังสามารถเกิดขึ้นได้

### ข้อถ้อยคำ

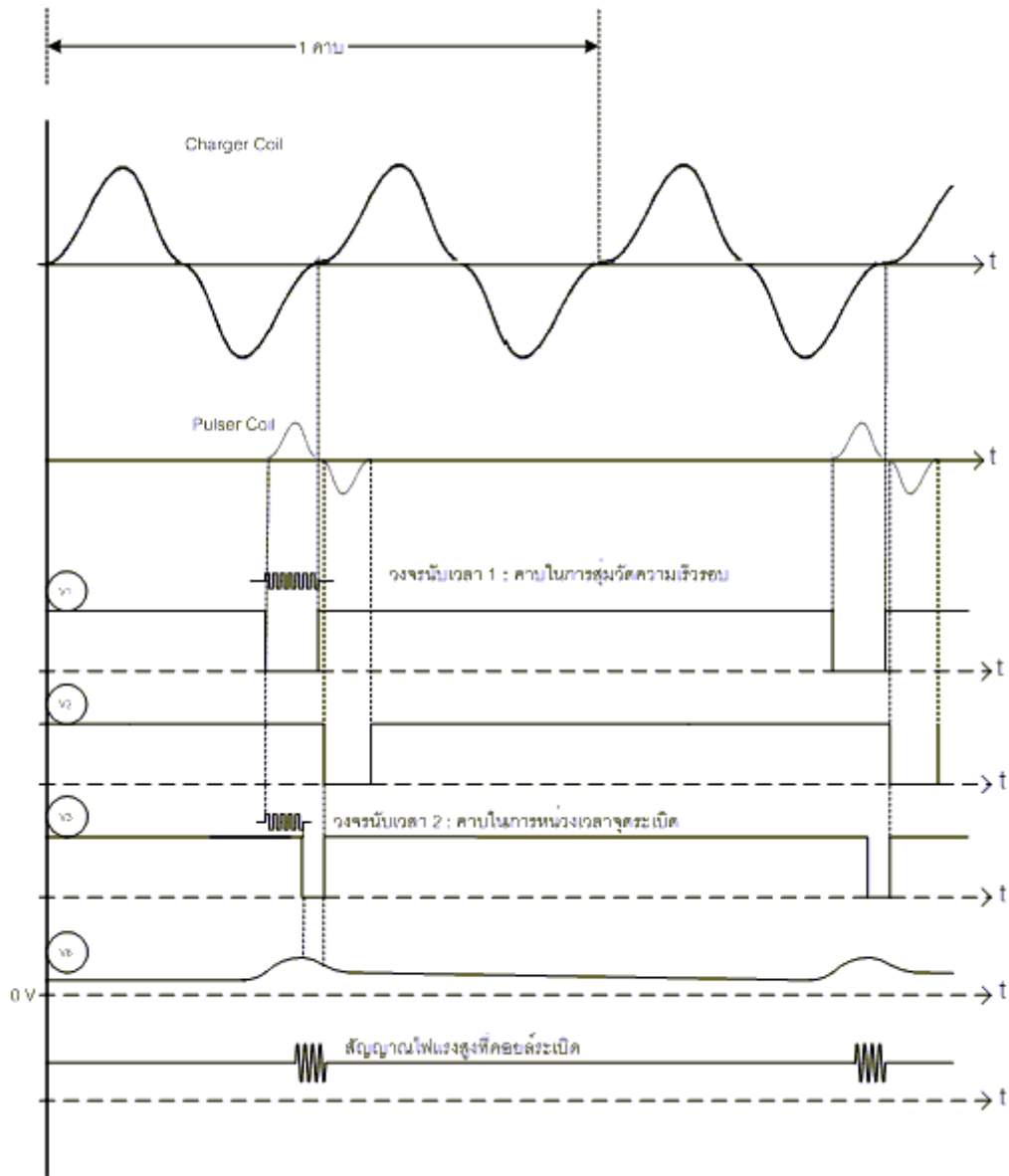
1. วิธีการควบคุมการจุดระเบิดเครื่องยนต์สันดาปภายในด้วยระบบ CDI ที่ไม่ขึ้นกับความถี่โดยตรงของสัญญาณนาฬิกาซึ่งประกอบด้วยขดลวดนำไฟฟ้าที่พันอยู่บนแกนแม่เหล็ก(Pulser Coil) ซึ่งวางใกล้กับโลหะทรงกระบอกที่ภายในมีแม่เหล็กจำนวนหนึ่งติดอยู่ ภายในโลหะทรงกระบอกดังกล่าวยังมีแกนโลหะซึ่งพันด้วยขดลวดนำไฟฟ้า(Charger Coil) บรรจุอยู่และจะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าซึ่งจะถูกนำไปเก็บไว้ในตัวเก็บประจุโดยพลังงานดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการจุดระเบิดเครื่องยนต์สันดาปภายในโดยการควบคุมของหน่วยควบคุมขนาดเล็ก โลหะทรงกระบอกดังกล่าวจะหมุนด้วยอัตราเร็วเชิงมุมเป็นสัดส่วนกับอัตราเร็วเชิงมุมของเครื่องยนต์ Pulser Coil ดังกล่าวจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังหน่วยควบคุมขนาดเล็กเพื่อทำการกำหนดเวลาการจุดระเบิด วิธีการกำหนดเวลาการจุดระเบิดดังกล่าว มีลักษณะเฉพาะคือ จะทำการนับจำนวนลูกคลื่นโดยวงจรนับที่ 1 ซึ่งใช้สัญญาณนาฬิกาจากหน่วยควบคุมขนาดเล็ก โดยทำการนับภายในช่วงเวลาที่ได้รับสัญญาณส่วนใดส่วนหนึ่งจาก Pulser Coil หน่วยควบคุมขนาดเล็กยังได้ทำการหาจำนวนรอบเครื่องยนต์โดยแปลงค่าสัญญาณสูงสุดจาก Pulser Coil เป็นข้อมูลดิจิทัลโดยวงจร Analog to Digital Converter (ADC) และนำข้อมูลแบบดิจิทัลดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับเพื่อหาค่าจากตารางซึ่งเป็นค่าที่เป็นสัดส่วนกับมุมการจุดระเบิดล่วงหน้าซึ่งได้จากการทดลอง จากนั้นนำค่าดังกล่าวที่ได้จากตารางไปคำนวณกับจำนวนลูกคลื่นที่นับได้จากวงจรนับที่ 1 เพื่อหาจำนวนลูกคลื่นที่จะนำไปใช้กำหนดเวลาการจุดระเบิดโดยวงจรนับที่ 2 ซึ่งใช้สัญญาณนาฬิกาจากหน่วยควบคุมขนาดเล็ก สัญญาณจุดระเบิดจะเกิดขึ้นภายหลังจากที่วงจรนับที่ 2 ได้ทำการนับครบตามจำนวนลูกคลื่นตามที่ได้อ่านไว้ดังกล่าว
2. วิธีการควบคุมการจุดระเบิดเครื่องยนต์สันดาปภายในด้วยระบบ CDI ตามข้อถ้อยคำที่ 1 การนับจำนวนลูกคลื่นโดยวงจรนับที่ 1 ซึ่งใช้สัญญาณนาฬิกาจากหน่วยควบคุมขนาดเล็ก จะทำการนับภายในช่วงเวลาที่ได้รับสัญญาณด้านบวกจาก Pulser Coil
3. วิธีการควบคุมการจุดระเบิดเครื่องยนต์สันดาปภายในด้วยระบบ CDI ตามข้อถ้อยคำที่ 1 การนับจำนวนลูกคลื่นโดยวงจรนับที่ 1 ซึ่งใช้สัญญาณนาฬิกาจากหน่วยควบคุมขนาดเล็ก จะทำการนับภายในช่วงเวลาที่ได้รับสัญญาณด้านลบจาก Pulser Coil
4. วิธีการควบคุมการจุดระเบิดเครื่องยนต์สันดาปภายในด้วยระบบ CDI ตามข้อถ้อยคำที่ 1 การอ่านข้อมูลแบบดิจิทัลดังกล่าวเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับตารางเพื่อหาค่าที่เป็นสัดส่วนกับมุมการจุดระเบิดล่วงหน้าซึ่งได้จากการทดลอง จะทำการอ่านอย่างน้อย 2 ครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปเลือกค่าที่เป็นสัดส่วนกับมุมการจุดระเบิดล่วงหน้าซึ่งได้จากการทดลอง
5. วิธีการควบคุมการจุดระเบิดเครื่องยนต์สันดาปภายในด้วยระบบ CDI ตามข้อถ้อยคำที่ 1 การอ่านข้อมูลแบบดิจิทัลดังกล่าวเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับตารางเพื่อหาค่าที่เป็นสัดส่วนกับมุมการจุดระเบิดล่วงหน้าซึ่งได้จากการทดลอง จะทำการอ่านหลังจากที่มีการจุดระเบิดเสร็จสิ้นแล้ว

6. อุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดเครื่องยนต์สันดาปภายในด้วยระบบ CDI ที่ไม่ขึ้นกับความเที่ยงตรงของสัญญาณนาฬิกาประกอบด้วย Charger Coil ซึ่งต่อเข้ากับวงจร Rectifier และส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าไปเก็บไว้ในตัวเก็บประจุซึ่งจะถูกควบคุมการส่งผ่านพลังงานดังกล่าวไปยังขดลวดจุดระเบิด(Ignition coil) ด้วยอุปกรณ์สวิทซ์
- 5 อุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดเครื่องยนต์สันดาปภายในด้วยระบบ CDI ที่ไม่ขึ้นกับความเที่ยงตรงของสัญญาณนาฬิกา มีลักษณะเฉพาะคือ อุปกรณ์สวิทซ์ดังกล่าวจะถูกควบคุมด้วยหน่วยควบคุมขนาดเล็กซึ่งจะทำการคำนวณองศาการจุดระเบิดโดยรับสัญญาณจาก Pulser Coil ซึ่งต่อเข้ากับวงจร Rectifier เพื่อจะส่งผ่านสัญญาณด้านบวกเข้าไปยังวงจรแบ่งแรงดันและส่งสัญญาณเข้าไปยังหน่วยควบคุมขนาดเล็กเพื่อหารอบของเครื่องยนต์และองศาในการจุดระเบิดต่อไปและสัญญาณดังกล่าวยังต่อเข้ากับวงจรแปลงสัญญาณให้เป็นดิจิตอลและต่อกับหน่วยควบคุมขนาดเล็กเพื่อหาคาบเวลาของเครื่องยนต์โดยใช้ฐานสัญญาณนาฬิกาของหน่วยควบคุมขนาดเล็กและหน่วยควบคุมขนาดเล็กจะทำการคำนวณเพื่อหาเวลาในการจุดระเบิดตามองศาที่เหมาะสมสำหรับแต่ละความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่อไป ส่วนสัญญาณด้านลบจาก Pulser Coil จะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลและมีการหน่วงเวลาโดยอุปกรณ์ต้านทานและตัวเก็บประจุซึ่งสัญญาณดิจิตอลดังกล่าวจะถูกส่งไปยังหน่วยควบคุมขนาดเล็กและยังส่งไปยังวงจรขยายกระแสเพื่อ
- 10 กระตุ้นให้อุปกรณ์ สวิทซ์ เพื่อจุดระเบิดที่ความเร็วรอบต่ำในกรณีที่หน่วยควบคุมขนาดเล็กไม่ทำงาน
7. อุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดเครื่องยนต์สันดาปภายในด้วยระบบ CDI ที่ไม่ขึ้นกับความเที่ยงตรงของสัญญาณนาฬิกาประกอบด้วย Charger Coil ซึ่งต่อเข้ากับวงจร Rectifier และส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าไปเก็บไว้ในตัวเก็บประจุซึ่งจะถูกควบคุมการส่งผ่านพลังงานดังกล่าวไปยังขดลวดจุดระเบิด(Ignition coil) ด้วยอุปกรณ์สวิทซ์
- 20 อุปกรณ์ควบคุมการจุดระเบิดเครื่องยนต์สันดาปภายในด้วยระบบ CDI ที่ไม่ขึ้นกับความเที่ยงตรงของสัญญาณนาฬิกา มีลักษณะเฉพาะคือ อุปกรณ์สวิทซ์ดังกล่าวจะถูกควบคุมด้วยหน่วยควบคุมขนาดเล็กซึ่งจะทำการคำนวณองศาการจุดระเบิดโดยรับสัญญาณจาก Pulser Coil ซึ่งต่อเข้ากับวงจร Rectifier เพื่อจะส่งผ่านสัญญาณด้านลบเข้าไปยังวงจรแบ่งแรงดันและส่งสัญญาณเข้าไปยังหน่วยควบคุมขนาดเล็กเพื่อหารอบของเครื่องยนต์และองศาในการจุดระเบิดต่อไปและสัญญาณดังกล่าวยังต่อเข้ากับวงจรแปลงสัญญาณให้เป็นดิจิตอลและต่อกับหน่วยควบคุมขนาดเล็กเพื่อหาคาบเวลาของเครื่องยนต์โดยใช้ฐานสัญญาณนาฬิกาของหน่วยควบคุมขนาดเล็กและหน่วยควบคุมขนาดเล็กจะทำการคำนวณเพื่อหาเวลาในการจุดระเบิดตามองศาที่เหมาะสมสำหรับแต่ละความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่อไป ส่วนสัญญาณด้านบวกจาก Pulser Coil จะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลและมีการหน่วงเวลาโดยอุปกรณ์ต้านทานและตัวเก็บประจุซึ่ง
- 25 สัญญาณดิจิตอลดังกล่าวจะถูกส่งไปยังหน่วยควบคุมขนาดเล็กและยังส่งไปยังวงจรขยายกระแสเพื่อกระตุ้นให้อุปกรณ์ สวิทซ์ เพื่อจุดระเบิดที่ความเร็วรอบต่ำในกรณีที่หน่วยควบคุมขนาดเล็กไม่ทำงาน
- 30



รูปที่ 1





รูปที่ 3