

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

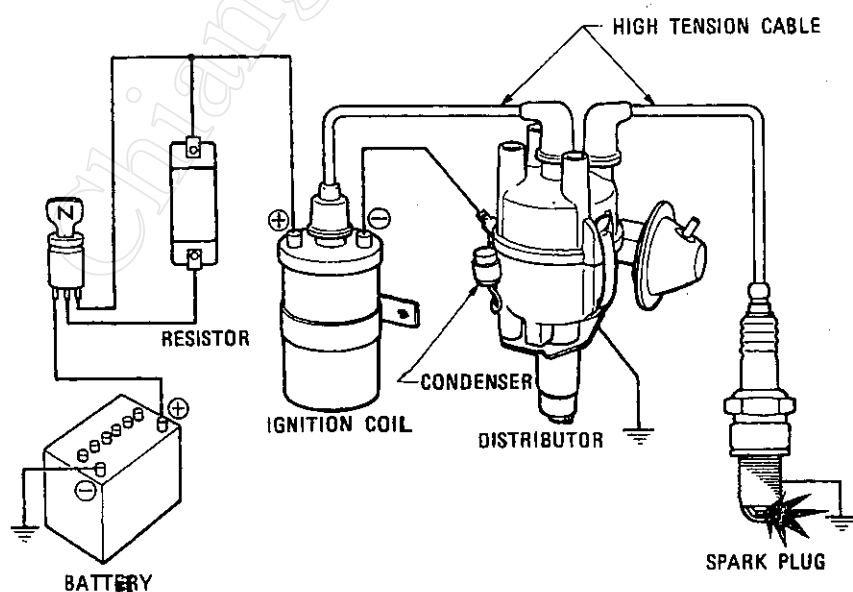
2.1 การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเป็นการเผาไหม้ที่ต้องใช้ประกายไฟเป็นตัวจุดระเบิด ใช้ น้ำมันแก๊สโซลีน, แก๊ส แอล.พี.จี , แก๊ส ซี. เอ็น. จี , แก๊ส ชีวะภาพ , แอลกอฮอล์ เป็นเชื้อเพลิง และใช้หัวเทียนเป็นตัวจุดประกายไฟ การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะมีประสิทธิภาพขึ้นกับองค์ประกอบดังนี้

1. อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ใช้อัตราส่วนผสมในการเผาไหม้แตกต่างกัน ที่ความเร็วและภาระต่างกัน ในเครื่องยนต์จะถูกรวบรวมด้วยคาร์บูเรเตอร์หรือเครื่องควบคุมการจ่ายส่วนผสมเข้าสู่ห้องเผาไหม้ อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันและอากาศของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน จะอยู่ระหว่าง 14.1 ถึง 15.2 ต่อ 1 (22)

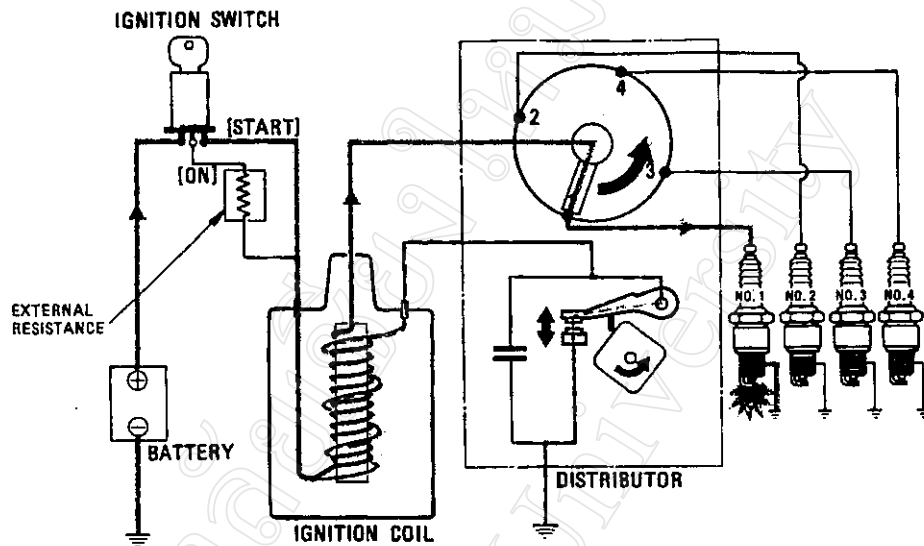
2. อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ หมายถึงอัตราส่วนระหว่าง ปริมาตรห้องเผาไหม้ต่อปริมาตรกระบอกสูบ ในการออกแบบ อัตราส่วนการอัดจะต้องออกแบบให้เหมาะกับเชื้อเพลิงที่จะใช้ เครื่องยนต์แก๊สโซลีนถูกออกแบบให้อัตราส่วนการอัดอยู่ระหว่างที่ 8 ถึง 11 ต่อ 1

3. จังหวะการจุดระเบิด ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมีการจุดระเบิดด้วยประกายไฟ อุปกรณ์ที่สร้างไฟฟ้าแรงดันสูงไปกระโดดข้ามที่เขี้ยวหัวเทียนเรียกว่าชุดจุดระเบิด ในงานวิจัยนี้จะกล่าวเฉพาะ ชุดจุดระเบิดแบบใช้ทองหน้าทองขาว มีอุปกรณ์และวงจรจุดระเบิดดังรูป 2.1 และรูป 2.2



รูป 2.1 อุปกรณ์หลักของระบบจุดระเบิดด้วยหน้าทองขาว (28)

4. วงจรจุดระเบิดด้วยหน้าทองขาว



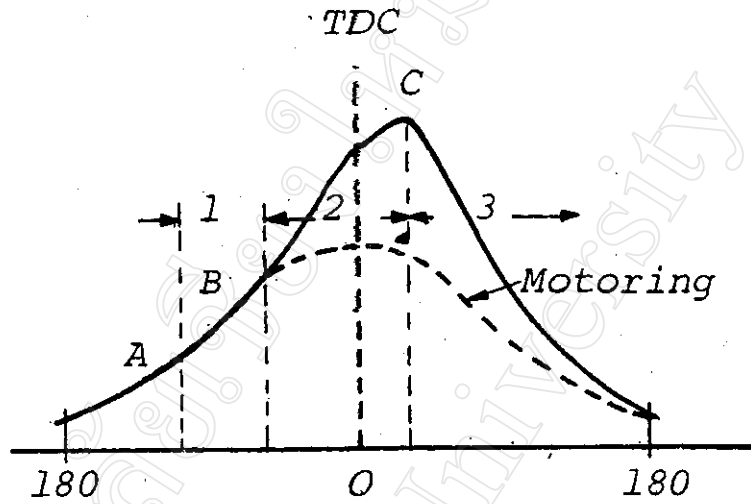
รูป 2.2 วงจรจุดระเบิดด้วยหน้าทองขาว (28)

จากรูป 2.2 สวิตช์จุดระเบิดในปัจจุบันที่ใช้ในเครื่องยนต์ จะมี 2 ตำแหน่ง ตำแหน่งที่ 1 ต่อผ่านความต้านทานซึ่งเป็นตำแหน่งจุดระเบิดปกติเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน ตำแหน่งที่ 2 ต่อร่วมวงจรสตาร์ท เมื่อขณะทำการสตาร์ทระบบไฟในเครื่องยนต์จะลดแรงดันไฟฟ้าลงจาก 13 โวลต์ เหลือ 9 โวลต์ เพื่อให้คอยล์จุดระเบิดมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงต้องมีตำแหน่งที่ 2 ของสวิตช์จุดระเบิด กระแสไฟจะไหลผ่านคอยล์จุดระเบิดไปครบวงจรที่หน้าทองขาว ยังผลให้คอยล์จะสร้างสนามแม่เหล็กโดยการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็ก เมื่อหน้าทองขาวถูกทำให้แยกโดยลูกเบี้ยว สนามแม่เหล็กจะยุบตัวทำให้เกิดไฟแรงสูงจ่ายไปยังจานจ่ายเพื่อส่งไปที่หัวเทียนแต่ละสูบ เมื่อเครื่องยนต์ติดแล้วตำแหน่งที่ 2 ของสวิตช์จะถูกยกเลิก ตำแหน่งที่ 1 จะเป็นต่อในระบบจุดระเบิดโดยผ่านตัวต้านทาน แรงเคลื่อนที่ใช้จะประมาณ 9 โวลต์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของคอยล์ที่ใช้ในปัจจุบัน

2.2 จังหวะการจุดระเบิด

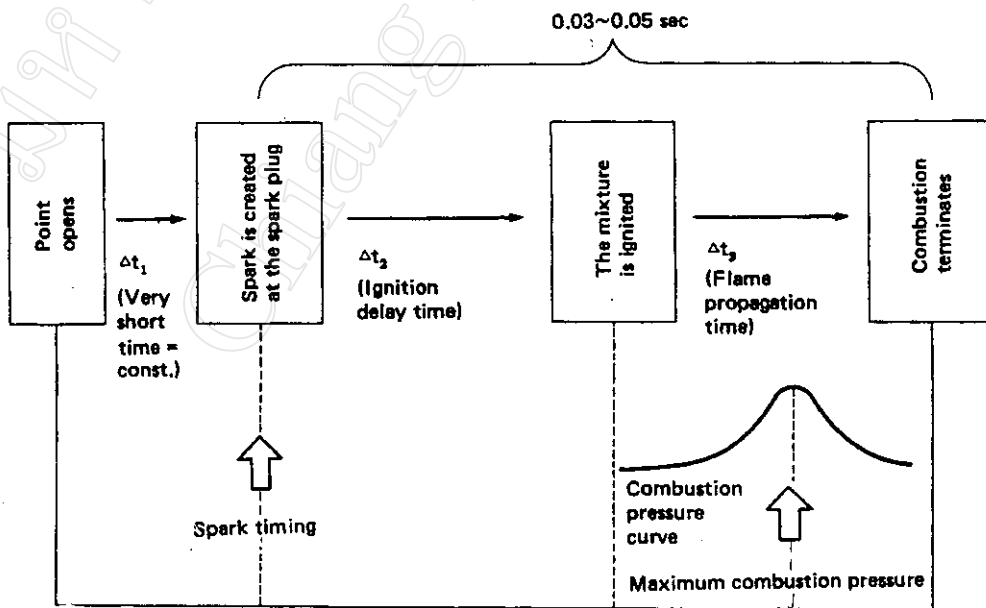
การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะให้มีการระเบิดเมื่อใกล้สิ้นสุดของจังหวะอัด โดยเริ่มการเผาไหม้จากหัวเทียนไปยังผนังห้องเผาไหม้ด้วยเปลวไฟจะพุ่งอย่างรวดเร็ว การเผาไหม้ต้องใช้เวลาในการเผาไหม้ ดังนั้นถ้าการจัดการเวลาเผาไหม้ก่อนเร็วเกินไปหรือช้าเกินไปจะทำให้เครื่องยนต์ไม่มีกำลัง ในทางทฤษฎีการเผาไหม้ควรอยู่ที่ศูนย์กลางบนและสิ้นสุดการเผาไหม้ที่ศูนย์กลางบน

ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำได้เนื่องจากการเผาไหม้จะต้องใช้เวลา โดยทั่วไปจะให้มีการจุดระเบิดก่อนที่ลูกสูบจะถึงศูนย์ตายบนและสิ้นสุดการเผาไหม้หลังลูกสูบลงจากศูนย์ตายบนดังรูป 2.3



รูป 2.3 ขั้นตอนการเผาไหม้ (17)

จากรูป 2.3 ความดันที่ได้จากการเผาไหม้ที่มีการจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนประมาณ 8-15 องศา แบ่งขั้นตอนการเผาไหม้ และระยะเวลาดังนี้



รูป 2.4 แสดงขั้นตอนการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ (28)

ขั้นตอนที่ 1 ช่วงระยะเวลาที่หน้าขาวเปิดไฟแรงสูงกระโดดข้ามเกียร์หัวเทียนจะใช้เวลา
คงที่ ประมาณ 30 μ s

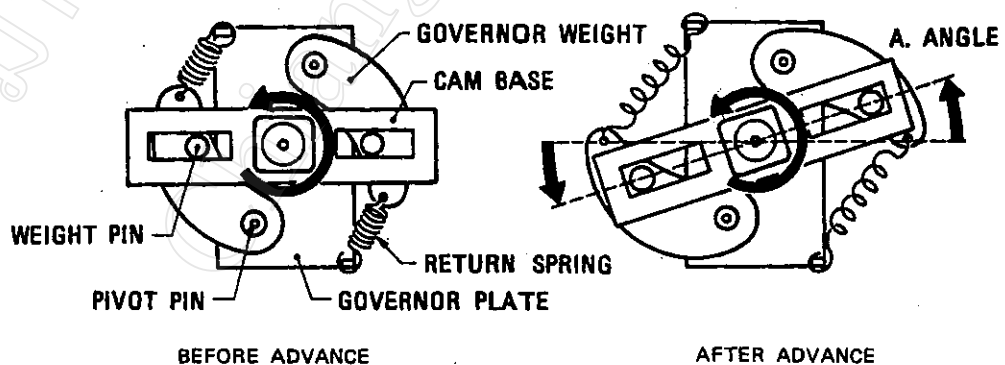
ขั้นตอนที่ 2 ช่วงของการเกิดปฏิกิริยาเคมี หรือช่วงแห่งความล่าช้าของการจุด (Ignition
delay time) ช่วงนี้ขึ้นอยู่กับความดันและอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ ช่วงนี้ใช้เวลาประมาณ 1/600
วินาที (28) หรือประมาณ 200 μ s

ขั้นตอนที่ 3 ช่วงความดันสูงสุดที่แรงบิดสูงสุดจะออกแบบให้เกิดขึ้นที่ 10 ถึง 16 องศา
หลังศูนย์กลางบน (26)

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการเผาไหม้ตั้งแต่ความดันสูงสุดจนถึงการเผาไหม้สิ้นสุด

การเผาไหม้จะเริ่มตั้งแต่ประกายไฟกระโดดข้ามที่เกียร์หัวเทียนจนสิ้นสุดการเผาไหม้ใช้
เวลาประมาณ 0.03 ถึง 0.05 วินาที (28) ขณะเกิดการเผาไหม้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเพลวไฟ
จะขึ้นอยู่กับความดันในห้องเผาไหม้และอุณหภูมิ ช่วงเวลาที่จะปรับการเผาไหม้ได้จะกระทำได้ที่
จุด จุดประกายไฟ หรือขั้นตอนที่ 1 และเพื่อเวลาของช่วงเวลาแห่งการล่าช้าของการจุดระเบิดเพื่อ
ให้ได้กำลังงานจากการเผาไหม้ที่ 10 ถึง 16 องศาหลังศูนย์กลางบน จึงมีการออกแบบเครื่องควบคุม
จังหวะการจุดระเบิด เพื่อให้ขั้นตอนที่ 1 สามารถแปรเปลี่ยนได้ตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์
การควบคุมจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้า จะถูกควบคุมโดยกลไกและสูญญากาศซึ่งติดตั้งในชุด
จานจ่าย

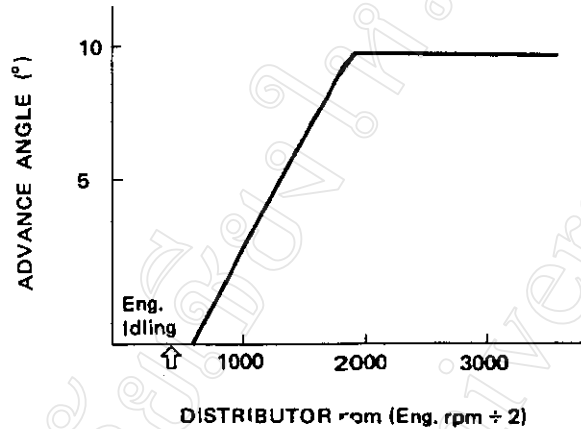
รูป 2.6 ชุดควบคุมจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบกลไก จะใช้หลักการของแรงเหวี่ยง



รูป 2.5 กลไกแบบแรงเหวี่ยง (28)

การทำงาน เมื่อเครื่องยนต์หมุน เพลาจานจ่ายจะหมุนชุดกลไกที่ติดอยู่กับแกนเพลาจาน
จ่าย เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นลูกตุ้ม (Governor weight) จะถูกเหวี่ยงออกและจะดึงให้จานหน้าทองขาว

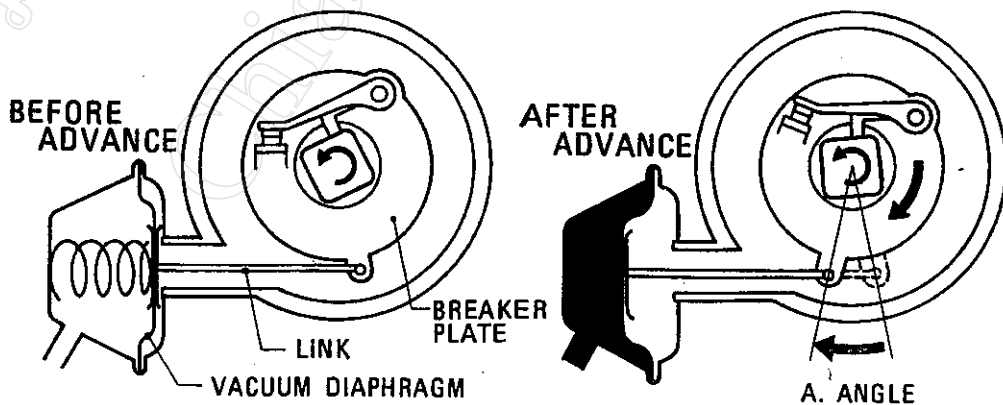
ขยับสวนทางการหมุน ทำให้หน้าทองขาวเปิดซึ่งเกิดการเปิดหน้าทองขาวล่วงหน้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วรอบ ดังแสดงในรูป 2.6



รูป 2.6 แสดงการเปิดล่วงหน้าทองขาวที่ความเร็วรอบต่างๆแบบกลไก (28)

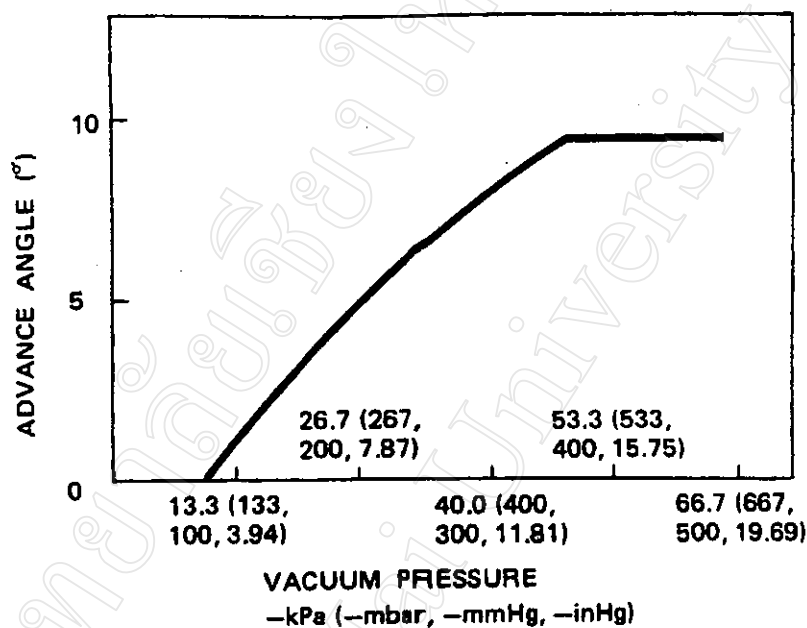
จากกราฟ จะเห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบต่ำกลไกการจุดระเบิดล่วงหน้าจะไม่ทำงาน จะทำงานที่ความเร็วรอบสูง ในทางปฏิบัติจะต้องมีการตั้งให้มีการล่วงหน้าโดยวิธีตั้งหน้าทองขาวที่ องศาการจุดระเบิดที่จุดงานง่าย ให้หน้าทองขาวเปิดที่ 8 ถึง 15 องศา ก่อนศูนย์ตายบน

รูป 2.7 แสดงชุดควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสูญญากาศ



รูป 2.7 ส่วนประกอบชุดควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าแบบสูญญากาศ (28)

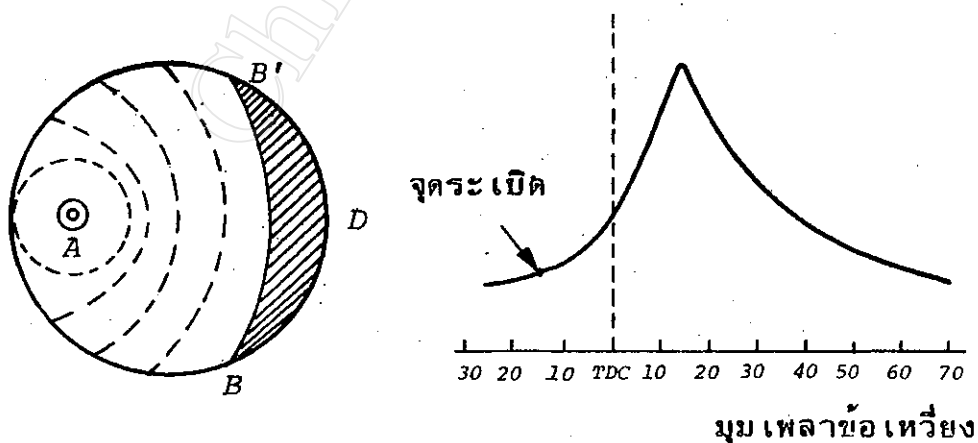
การทำงานเมื่อเครื่องยนต์เดินที่ความเร็วรอบต่ำลิ้นปีกผีเสื้อจะเปิดน้อยความดันไต้ปีกจะต่ำ เกิดสูญญากาศดูดแผ่นไคอะแฟรม ชุดไคอะแฟรมจะดึงให้หน้าทองขาว ทวนสวนทิศการหมุนของจานจ่าย และเปิดก่อนแสดงดังรูป 2.8



รูป 2.8 แสดงการเปิดล่วงหน้าทองขาวที่ความเร็วรอบต่างๆแบบสูญญากาศ (28)

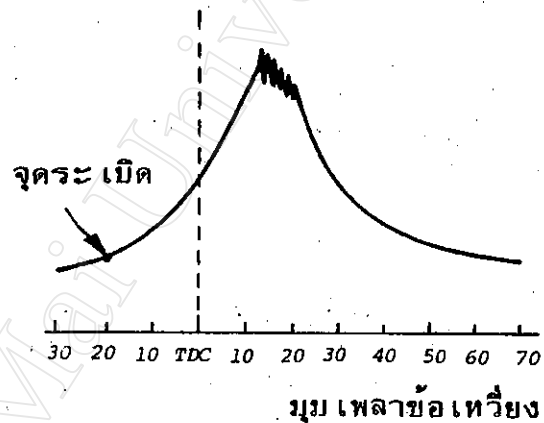
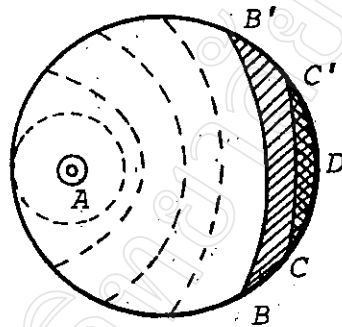
2.3 การน็อกในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

แสดงดังรูป 2.9 และรูป 2.10



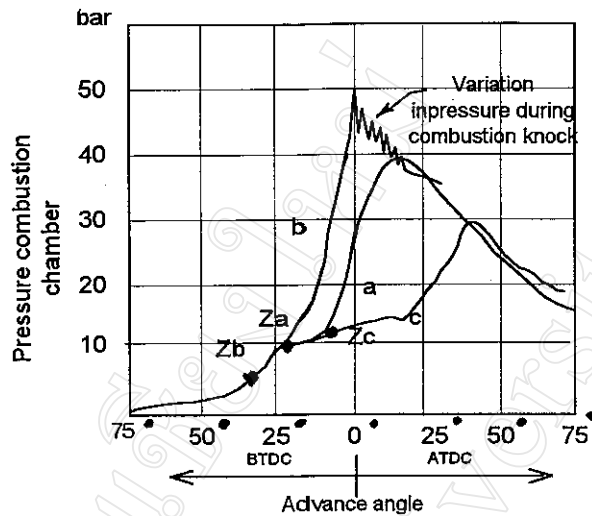
รูป 2.9 การเผาไหม้ปกติในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ (17)

จากรูป 2.9 การน็อกในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟหมายถึงเสียงที่ผิดปกติที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ขึ้นเนื่องจากการจุดระเบิดตัวเอง จากรูป 2.8 เป็นการเผาไหม้ปกติจุด A เป็นจุดที่หัวเทียนเริ่มจุดประกายไฟ เปลวไฟจะพุ่งลุกลามส่วนผสมไปรอบๆ อย่างต่อเนื่องและมีการอัดส่วนผสมให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้นจากการเร่งปฏิกิริยาทางเคมีของเชื้อเพลิงที่มีเวลาพอดีการลุกลามของเปลวไฟเป็นไปอย่างต่อเนื่องจนถึงจุด ณ ขอบห้องเผาไหม้จุด D จากกราฟความดันและมุมเพลาช้อเหวียงเส้นกราฟจะเป็นเส้นเรียบกรณีที่มีการเผาไหม้ที่ผิดปกติจะเป็นการจุดระเบิดตัวเองก่อนที่เปลวไฟจะลาม



รูป 2.10 การเผาไหม้ที่ผิดปกติในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ (17)

จากรูป 2.10 การเผาไหม้แบบนี้ ส่วนผสมมีอุณหภูมิสูงเกินไป การคลุกเคล้าส่วนผสมไม่ดีพอหรือน้ำมันเชื้อเพลิงมีออกเทนนับเบอร์ที่ต่ำ จะทำให้เปลวไฟที่พุ่งลุกลามออกไปถึงบริเวณใดบริเวณหนึ่ง BB' ในเวลานั้นส่วนผสมส่วนหน้ามีความดัน อุณหภูมิสูงและเวลาแห่งการทำปฏิกิริยาหมดลงที่เรียกช่วงการหน่วงเวลา การจุดระเบิดหมดลง เปลวไฟยังลุกลามไม่ถึง ส่วนผสมส่วนนี้จะเกิดการจุดตัวเองทำให้เกิดการระเบิดขึ้นทำให้เกิดการน็อก เกิดเสียงดังที่ห้องเผาไหม้ ทำให้เกิดการเสียหายต่อลูกสูบ แหวนลูกสูบ ปะเก็นฝาสูบ ห้องเผาไหม้และกำลังเครื่องยนต์ลดลง จากกราฟความดันและมุมเพลาช้อเหวียง เส้นกราฟมีการสั่นเกิดขึ้น การน็อกจะมีความรุนแรงมากขึ้นขึ้นอยู่กับเวลาและจังหวะเริ่มการจุดระเบิด ที่เครื่องยนต์เกิดการจุดระเบิดตัวเองบริเวณใกล้ศูนย์ตายบน



รูป 2.11 กราฟแสดงการเริ่มต้นการจุดระเบิดที่จุดต่างๆ (28)

จุด Za เป็นจุดที่เริ่มต้นของการจุดระเบิดที่พอดี

จุด Zb เป็นจุดที่เริ่มต้นของการจุดระเบิดที่เร็วเกินไป

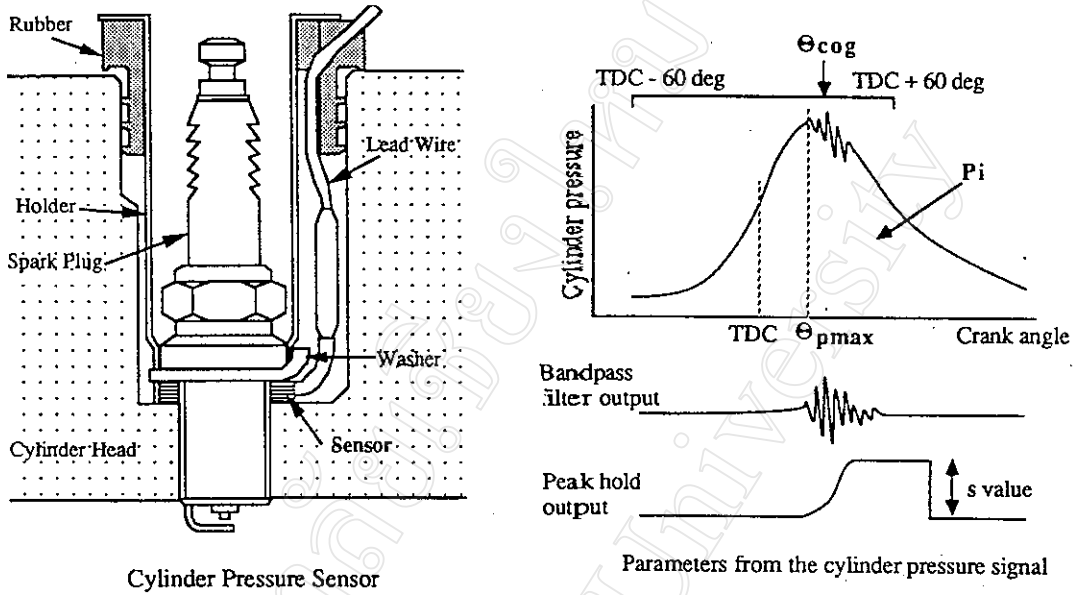
จุด Zc เป็นจุดที่เริ่มต้นของการจุดระเบิดที่ช้าเกินไป

จากทฤษฎีที่กล่าวมาแล้วการเผาไหม้ที่ไม่ทำให้เกิดการน็อกจะควบคุมได้คือควบคุมจุดเริ่มต้นของการจุดระเบิด เครื่องยนต์ทั่วไปจะควบคุมโดยการตั้งหน้าทอนขาว กลไกและสัญญาณอากาศ ควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้า ซึ่งเหมาะกับชนิดของเชื้อเพลิง ความเร็วรอบเครื่องยนต์ อุณหภูมิ อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงกับอากาศ ที่พอเหมาะช่วงใดช่วงหนึ่งเท่านั้น

2.4 การตรวจจับสัญญาณการน็อก

การตรวจจับสัญญาณการน็อกอยู่ 3 วิธี

1. การวัดความดันในกระบอกสูบ (Measure cylinder pressure) เป็นการวัดกระบอกสูบต่อกระบอกสูบโดยใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า หัววัดความดันในกระบอกสูบ (Cylinder pressure transducer or Cylinder pressure sensor) ซึ่งทำมาจาก ผลึกปิโซอิเล็กทริก (Piezoelectric) เมื่อมีความดันมาดันผลึกปิโซอิเล็กทริก จะทำให้ผลึกปิโซ ผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าออกมา มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของความดัน



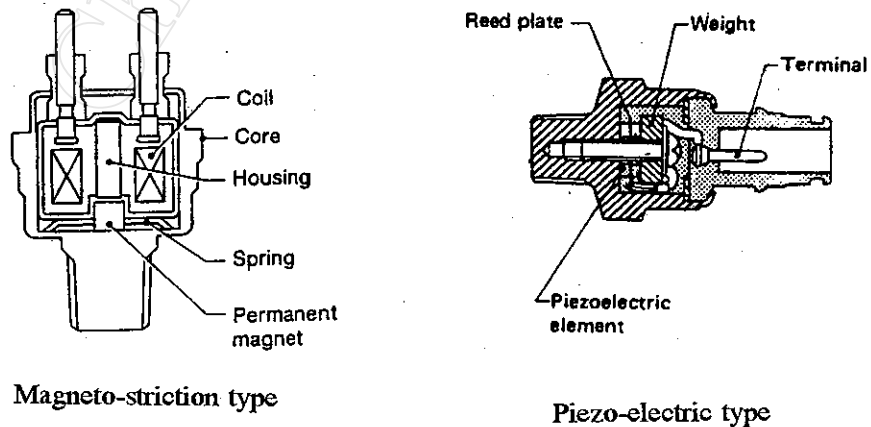
Cylinder Pressure Sensor

Parameters from the cylinder pressure signal

รูป 2.12 หัววัดความดันในกระบอกสูบ และคลื่นความดันที่ได้ (26)

2. การวัดการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ (Measure engine block vibration)

การวัดวิธีนี้ใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่าหัววัดการสั่น (Vibration sensor) มีการใช้ แบบขดลวดแมกนีโตและแบบพีโซอิเล็กทริก หัววัดการสั่นจะทำงานโดยแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ จากความดันและการตึงกลับทำให้ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่สูงต่ำไม่เท่ากันและช่วงคลื่นความถี่ต่างกัน ในปัจจุบันนิยมใช้แบบ พีโซอิเล็กทริกเพราะมีชิ้นส่วนน้อยกระทัดรัด



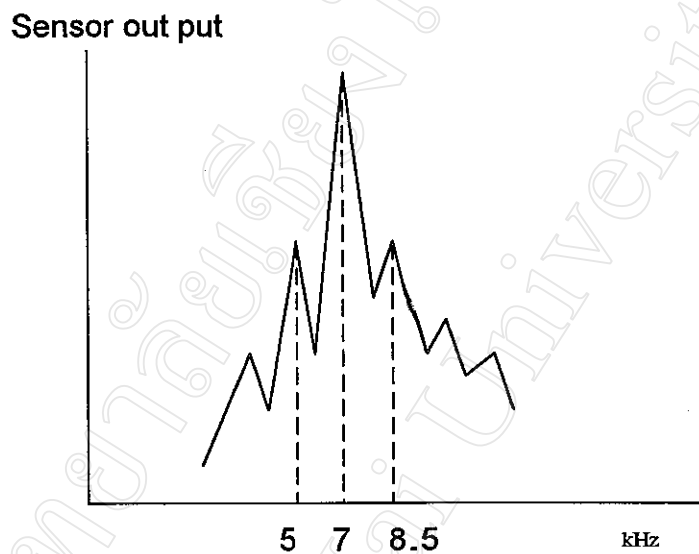
Magneto-striction type

Piezo-electric type

รูป 2.13 หัววัดการสั่นสะเทือนแบบต่างๆ (29)

3. การวัดการน็อกโดยการฟังเสียง (Determine from combustion sound)

ช่างปรับเครื่องยนต์ใช้วิธีการฟังด้วยหู เสียงน็อกโดยเสียงจะคล้ายกับชิ้นส่วนถูกตี ซึ่งเป็นเสียงที่ผิดปกติ หากเครื่องยนต์มีเสียงดังกล่าวช่างปรับจะทำการปรับตำแหน่งการจุดระเบิดให้ช้าลง



รูป 2.14 คลื่นความถี่ของสัญญาณน็อก(29)

จากหัวข้อที่ 2.4.1 และ 2.4.2 ความถี่ที่ได้จะต้องมีการกรองความถี่ที่ไม่ต้องการออก ความถี่ของการน็อกจะเริ่มที่ความถี่ 3 ถึง 10 kHz และที่ความถี่ 5 ถึง 8.5 kHz เป็นความถี่ที่มีคลื่นความถี่มีแรงเคลื่อนสูง ที่ 7 kHz (29) มียอดแรงเคลื่อนสูงที่สุด ที่ความถี่ 5 ถึง 8.5 kHz เป็นสัญญาณบอกถึงความรุนแรงของการน็อกที่จะส่งผลให้เครื่องยนต์ได้รับความเสียหาย ดังนั้นความถี่ที่ได้จากการสั่นจะมีความถี่อื่นๆเข้ามาซึ่งเรียกว่าสัญญาณรบกวน หากต้องการทราบค่าความถี่ของการน็อกจะต้องมีการกรองสัญญาณเอาแต่สัญญาณที่เกิดการน็อกที่ทำให้เครื่องยนต์ได้รับอันตรายที่ความถี่ 5 ถึง 8.5 kHz