■ ระบบควบคุมเครื่องยนต์

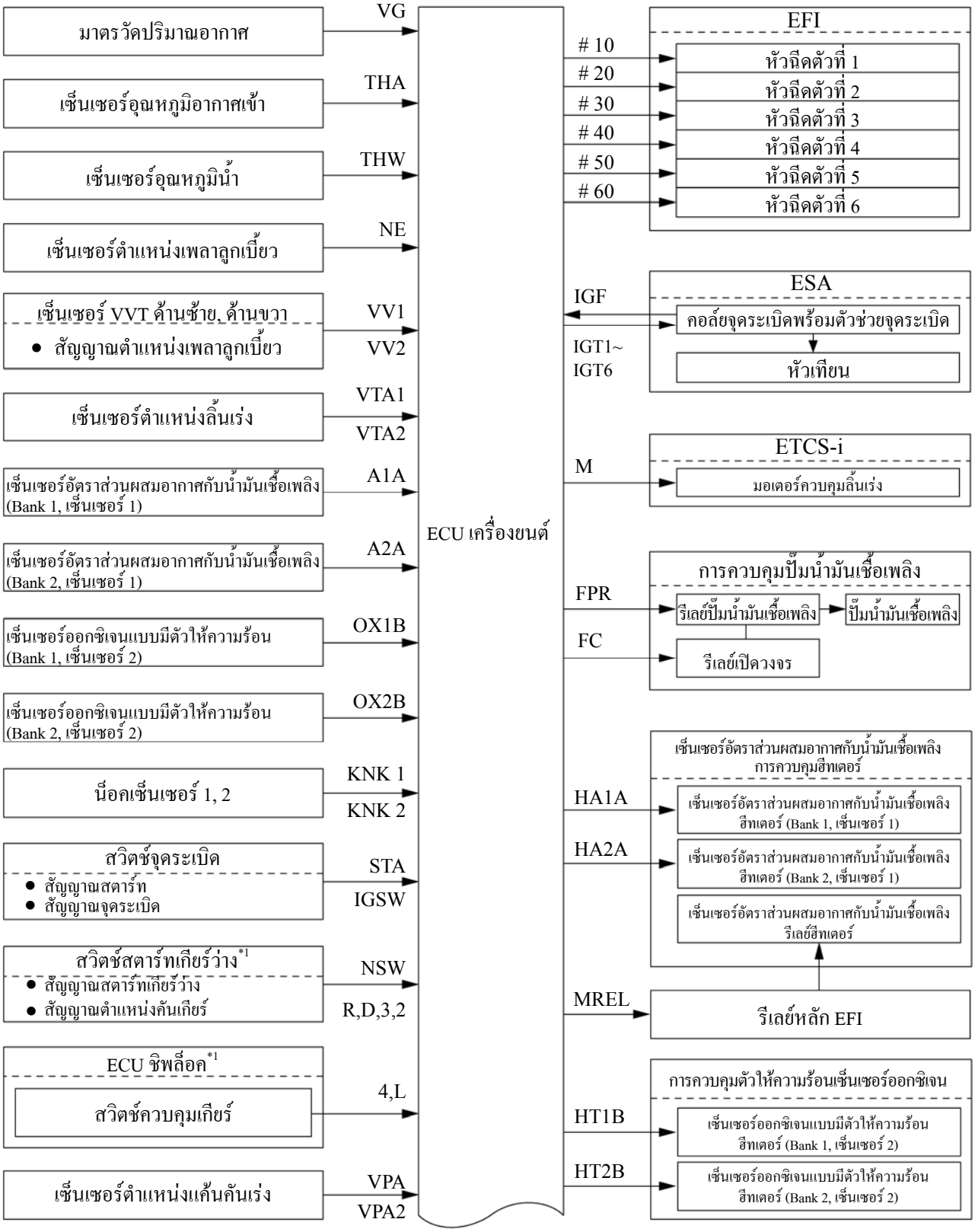
1. ลักษณะโดยทั่วไป

ระบบควบคุมเครื่องยนต์ของเครื่องยนต์ 1GR-FE มีระบบดังต่อไปนี้

ระบบ	รายละเอียด
EFI การฉีดเชื้อเพลิงด้วย อิเล็กทรอนิกส์	• ระบบ EFI แบบ L ตรวจจับปริมาณอากาศเข้าโดยตรงด้วยมาตรวัดปริมาณอากาศชนิดลวดร้อน • ระบบการฉีดเชื้อเพลิงเป็นระบบการฉีดเชื้อเพลิงตามลำดับการฉีด (Sequential Multiport) • การฉีดเชื้อเพลิงทำได้สองแบบ: การฉีดพร้อมกัน, ซึ่งจะฉีดในเวลาเดียวกันตามช่วงระยะเวลาการฉีดพื้นฐาน (timing) และตรวจแก้เพิ่มเติมด้วยสัญญาณตามเซ็นเซอร์ การฉีดไม่พร้อมกัน, ซึ่งจะฉีดตามเวลาของสัญญาณการขอฉีดที่ตรวจพบโดยเซ็นเซอร์, โดยไม่คำนึงถึงตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง • การฉีดพร้อมกันแบ่งการฉีดเป็นกลุ่มในระหว่างสตาร์ทเย็น และการฉีดหลังเครื่องยนต์สตาร์ทติดแล้ว
ESA ระบบควบคุมการจุดระเบิด ล่วงหน้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์	• จังหวะการจุดระเบิดจะถูกกำหนดด้วยสัญญาณ ECU เครื่องยนต์จากเซ็นเซอร์ต่างๆ ECU เครื่องยนต์จะปรับจังหวะจุดระเบิดในการตอบสนองต่อการน็อคของเครื่องยนต์ • ระบบนี้จะเลือกจังหวะการจุดระเบิดที่เหมาะสมที่สุดตรงกับสัญญาณต่างๆ ที่รับจากเซ็นเซอร์ แล้วส่งสัญญาณจุดระเบิด (IGT) ให้กับตัวช่วยจุดระเบิด
ETCS-i ระบบควบคุมลิ้นเร่งแบบ อิเล็กทรอนิกส์-อัจฉริยะ [ดูหน้า คย-101]	ควบคุมการเปิดลิ้นเร่งที่เหมาะสมตรงกับการเหยียบคันเร่ง และสภาวะของเครื่องยนต์ และรถ
VVT-i การควบคุมจังหวะการทำงาน ของวาล์วแบบอัจฉริยะ [ดูหน้า คย-104]	ควบคุมเพลาลูกเบี้ยวไอดีเพื่อให้จังหวะการทำงานของวาล์วเหมาะสมตรงกับสภาวะเครื่องยนต์
ACIS ระบบประจุอากาศแบบแปรผัน [ดูหน้า คย-108]	ช่องทางอากาศเข้าถูกเปลี่ยนไปตามความเร็วเครื่องยนต์ และมุมเปิดลิ้นเร่งเพื่อให้ได้สมรรถนะที่สูงทุกช่วงความเร็ว
การควบคุมปั๊มเชื้อเพลิง	ความเร็วปั๊มเชื้อเพลิงถูกควบคุมด้วยรีเลย์ปั๊มเชื้อเพลิงและความต้านทานปั๊มเชื้อเพลิง
	• มีการนำระบบควบคุมการตัดเชื้อเพลิงมาใช้เพื่อหยุดการทำงานของปั๊มเชื้อเพลิงเมื่อถุงลมนิรภัยพองตัวในระหว่างที่รถมีการชนด้านหน้า • การทำงานและโครงสร้างพื้นฐานของการควบคุมการตัดเชื้อเพลิงเหมือนกับในเครื่องยนต์ 1TR-FE และ 2TR-FE สำหรับรายละเอียด, ดูหน้า คย-61
เซ็นเซอร์อัตราส่วนผสมอากาศ กับน้ำมันเชื้อเพลิง เซ็นเซอร์ออกซิเจน การควบคุมฮีทเตอร์	รักษาอุณหภูมิของเซ็นเซอร์อัตราส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงหรือเซ็นเซอร์ออกซิเจนในระดับที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงในการตรวจจับความเข้มข้นของออกซิเจนในก๊าซไอเสีย
ระบบควบคุมไอระเหยของน้ำ มันเชื้อเพลิง	ECU เครื่องยนต์จะควบคุมการไหลของไอระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิง (HC) ในชาร์โคลคานิสเตอร์ให้ตรงกับสภาวะเครื่องยนต์
ระบบยับยั้งการทำงานของ เครื่องยนต์	ห้ามการส่งน้ำมันเชื้อเพลิงและการจุดระเบิดถ้าพยายามทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยกุญแจผี
การวิเคราะห์ปัญหา [ดูหน้า คย-111]	เมื่อ ECU เครื่องยนต์ตรวจพบความผิดปกติ, ECU เครื่องยนต์จะวิเคราะห์ปัญหาและบันทึกส่วนที่บกพร่องไว้
การป้องกันการทำงานบกพร่อง [ดูหน้า คย-111]	เมื่อ ECU เครื่องยนต์ตรวจพบความผิดปกติ, ECU เครื่องยนต์จะหยุดการทำงานต่างๆ หรือควบคุมเครื่องยนต์ตามข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ

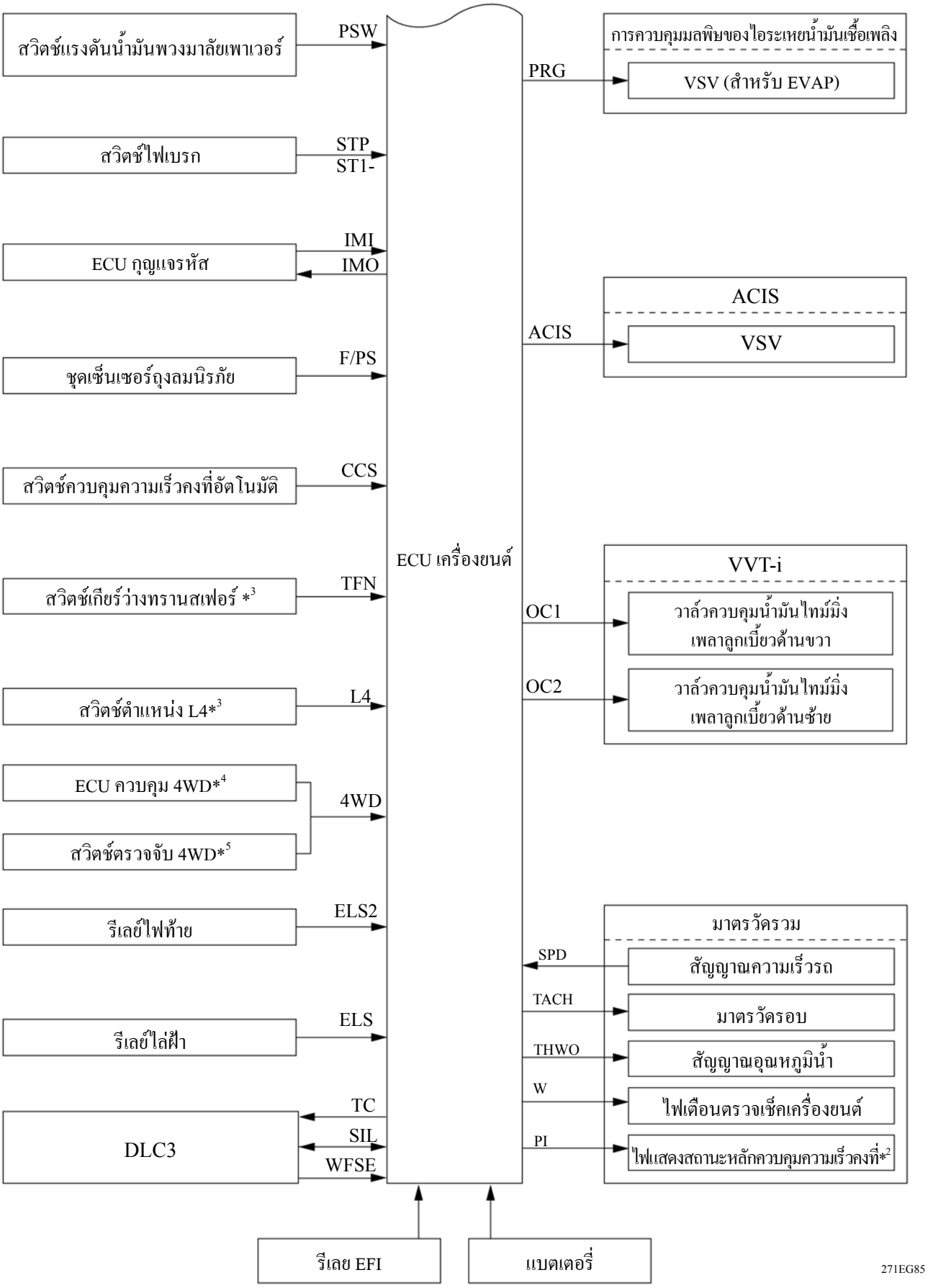
2. โครงสร้าง

โครงสร้างของระบบควบคุมเครื่องยนต์ในเครื่องยนต์ 1GR-FE ดังแสดงในผังวงจรต่อไปนี้



(ต่อ)

271EG84



*1: สำหรับรุ่นเกียร์อัตโนมัติ

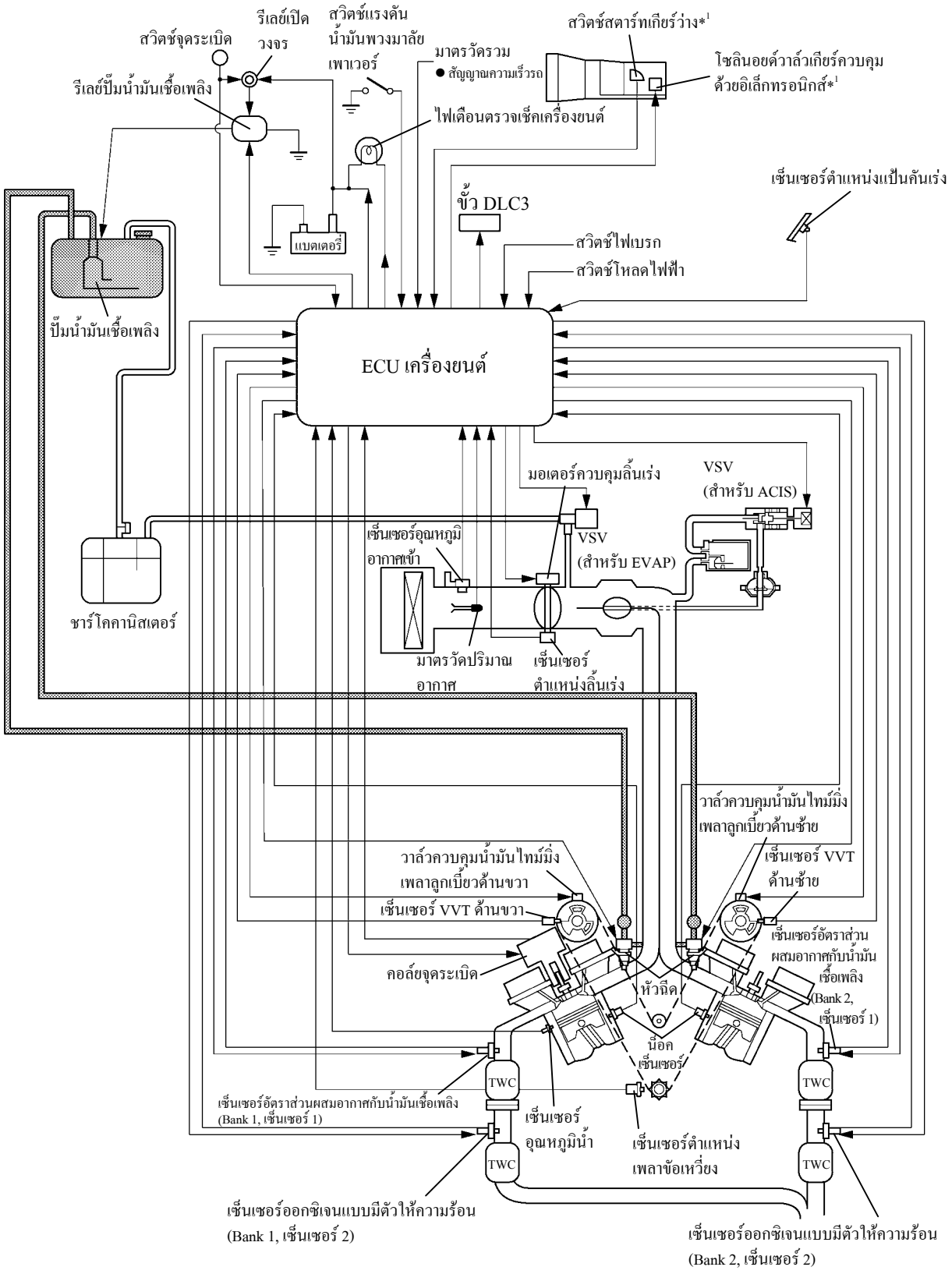
*2: สำหรับรุ่นที่มีระบบควบคุมความเร็วคงที่

*3: สำหรับรุ่น 4WD

*4: สำหรับรุ่น 4WD ที่มีชิพแอ็คชิวเอเตอร์ A.D.D.

*5: สำหรับรุ่น 4WD ที่ไม่มีชิพแอ็คชิวเอเตอร์ A.D.D.

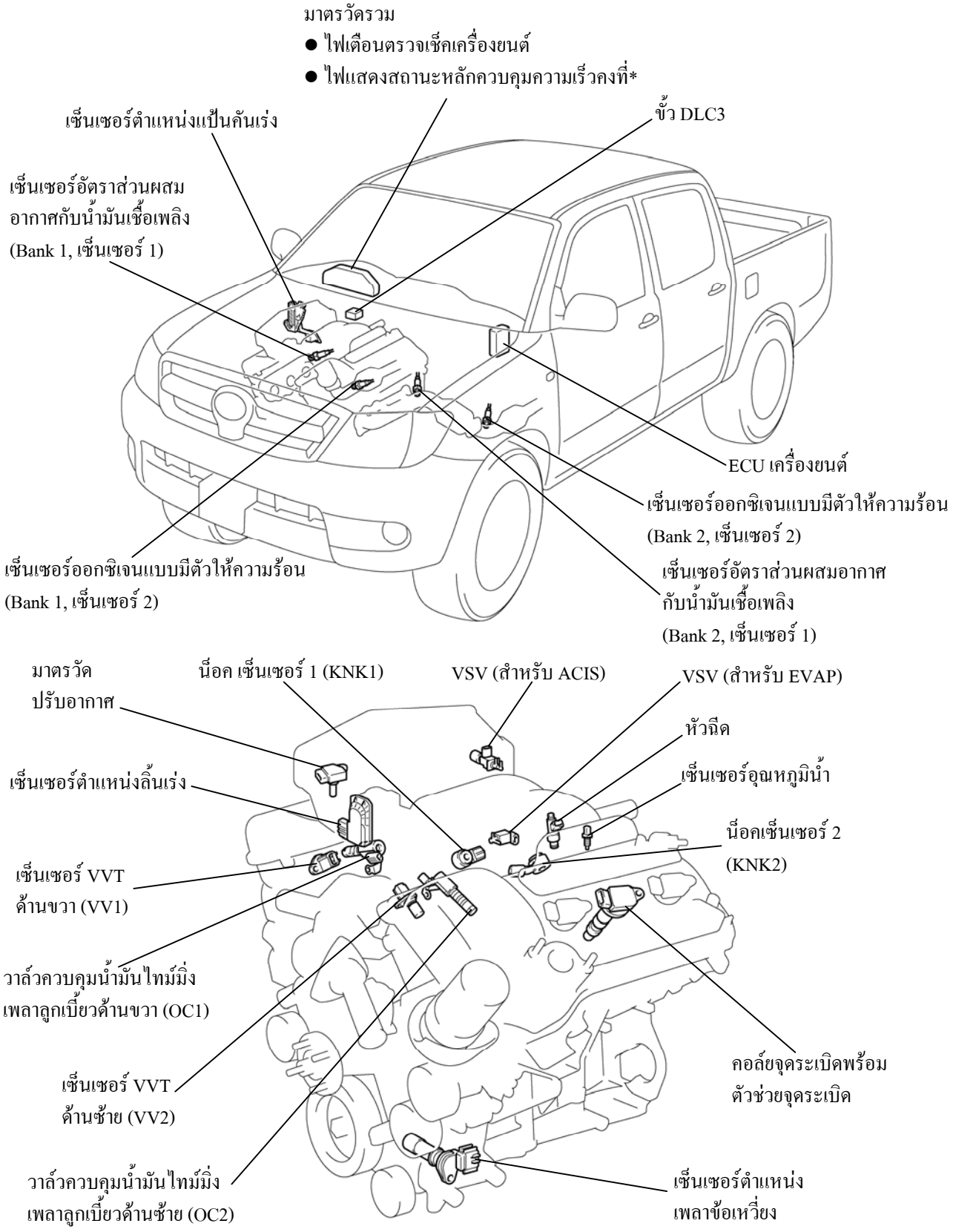
3. ผังวงจรไฟฟ้าระบบควบคุมเครื่องยนต์



271EG86

*: สำหรับรุ่นเกียร์อัตโนมัติ

4. ตำแหน่งของอุปกรณ์หลัก



271EG87

*: สำหรับรุ่นที่มีระบบควบคุมความเร็วคงที่

5. ชิ้นส่วนหลักของระบบควบคุมเครื่องยนต์

ลักษณะโดยทั่วไป

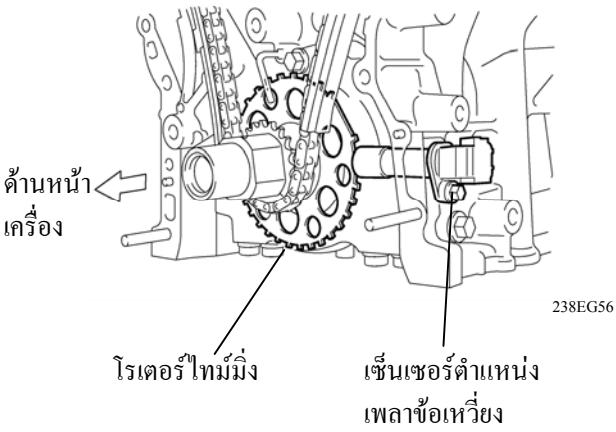
ชิ้นส่วนหลักของระบบควบคุมเครื่องยนต์ 1GR-FE มีดังต่อไปนี้:

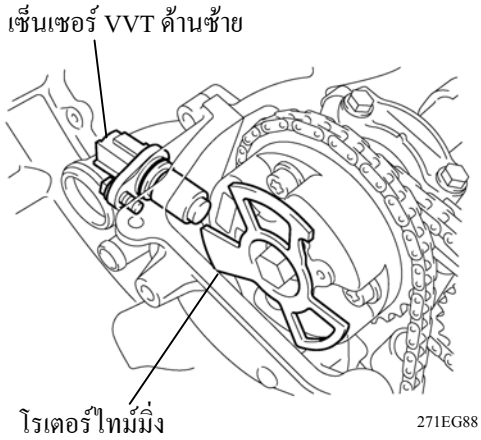
ส่วนประกอบ	รายละเอียด	จำนวน	หน้าที่
ECU เครื่องยนต์	CPU 32-bit	1	ECU เครื่องยนต์จะควบคุม EFI, ESA, และ ISC ให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ตรงกับสัญญาณจากเซ็นเซอร์
เซ็นเซอร์ออกซิเจน (Bank 1, เซ็นเซอร์ 2) (Bank 2, เซ็นเซอร์ 2)	ชนิดกระเปาะพร้อมฮีทเตอร์	2	● เซ็นเซอร์นี้จะตรวจจับความเข้มข้นของออกซิเจนในการปล่อยไอเสียโดยวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดในตัวเซ็นเซอร์ ● การทำงานและโครงสร้างพื้นฐานของเซ็นเซอร์ตำแหน่งแป้นคันเร่งเหมือนกับในเครื่องยนต์ 1TR-FE และ 2TR-FE สำหรับรายละเอียด ดูหน้า คย-40
เซ็นเซอร์อัตราส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง (Bank 1, เซ็นเซอร์ 1) (Bank 2, เซ็นเซอร์ 1)	แบบแบนพร้อมตัวให้ความร้อน	2	● เซ็นเซอร์นี้จะตรวจความเข้มข้นของออกซิเจนในการปล่อยไอเสียเช่นเดียวกับเซ็นเซอร์ออกซิเจนแต่จะตรวจจับความเข้มข้นของออกซิเจนในการปล่อยไอเสียแบบเชิงเส้น ● การทำงานและโครงสร้างพื้นฐานของเซ็นเซอร์ตำแหน่งแป้นคันเร่งเหมือนกับในเครื่องยนต์ 1TR-FE และ 2TR-FE สำหรับรายละเอียด ดูหน้า คย-40
มาตรวัดปริมาณอากาศ	แบบลวดความร้อน	1	● เซ็นเซอร์นี้จะมีลวดความร้อนอยู่ภายในเพื่อตรวจจับปริมาณอากาศเข้าโดยตรง ● การทำงานและโครงสร้างพื้นฐานของเซ็นเซอร์ตำแหน่งแป้นคันเร่งเหมือนกับในเครื่องยนต์ 1TR-FE และ 2TR-FE สำหรับรายละเอียด ดูหน้า คย-41
เซ็นเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (ฟันโรเตอร์)	แบบปิค-อัพคอล์ย (36-2)	1	เซ็นเซอร์นี้จะตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์และระบุการทำงานของกระบอกสูบ
เซ็นเซอร์ VVT ด้านซ้าย, ด้านขวา (ฟันโรเตอร์)	แบบ MRE (3)	2	เซ็นเซอร์นี้จะระบุการทำงานของกระบอกสูบ
เซ็นเซอร์อุณหภูมิน้ำ	แบบเทอร์มิสเตอร์	1	เซ็นเซอร์นี้ตรวจจับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์โดยใช้เทอร์มิสเตอร์ภายใน
เซ็นเซอร์อุณหภูมิอากาศเข้า	แบบเทอร์มิสเตอร์	1	เซ็นเซอร์นี้ตรวจจับอุณหภูมิอากาศเข้าโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ภายใน
น็อคเซ็นเซอร์ 1,2	แบบเปียโซอิเล็คทริกติดตั้งภายใน (แบบแบน)	2	เซ็นเซอร์นี้ตรวจจับการน็อคของเครื่องยนต์ที่เกิดขึ้นโดยอ้อมผ่านการสั่นสะเทือนของเสื้อสูบที่เป็นสาเหตุมาจากเกิดการน็อคของเครื่องยนต์
เซ็นเซอร์ตำแหน่งลิ้นเร่ง	แบบไร้หน้าสัมผัส	1	● เซ็นเซอร์นี้จะตรวจจับมุมเปิดลิ้นเร่ง ● การทำงานและโครงสร้างพื้นฐานของเซ็นเซอร์ตำแหน่งแป้นคันเร่งเหมือนกับในเครื่องยนต์ 1TR-FE และ 2TR-FE สำหรับรายละเอียด ดูหน้า คย-45
เซ็นเซอร์ตำแหน่งแป้นคันเร่ง	แบบไร้หน้าสัมผัส	1	● เซ็นเซอร์ตำแหน่งแป้นคันเร่งจะตรวจจับการทำงานของแป้นคันเร่ง ● การทำงานและโครงสร้างพื้นฐานของเซ็นเซอร์ตำแหน่งแป้นคันเร่งเหมือนกับในเครื่องยนต์ 1TR-FE และ 2TR-FE สำหรับรายละเอียด ดูหน้า คย-46
หัวฉีด	แบบ 12 รู	6	หัวฉีดเป็นหัวฉีดที่ทำงานด้วยแรงเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งฉีดเชื้อเพลิง ตามสัญญาณจาก ECU เครื่องยนต์

เซ็นเซอร์เพลาข้อเหวี่ยงและ VVT

1) ลักษณะโดยทั่วไป

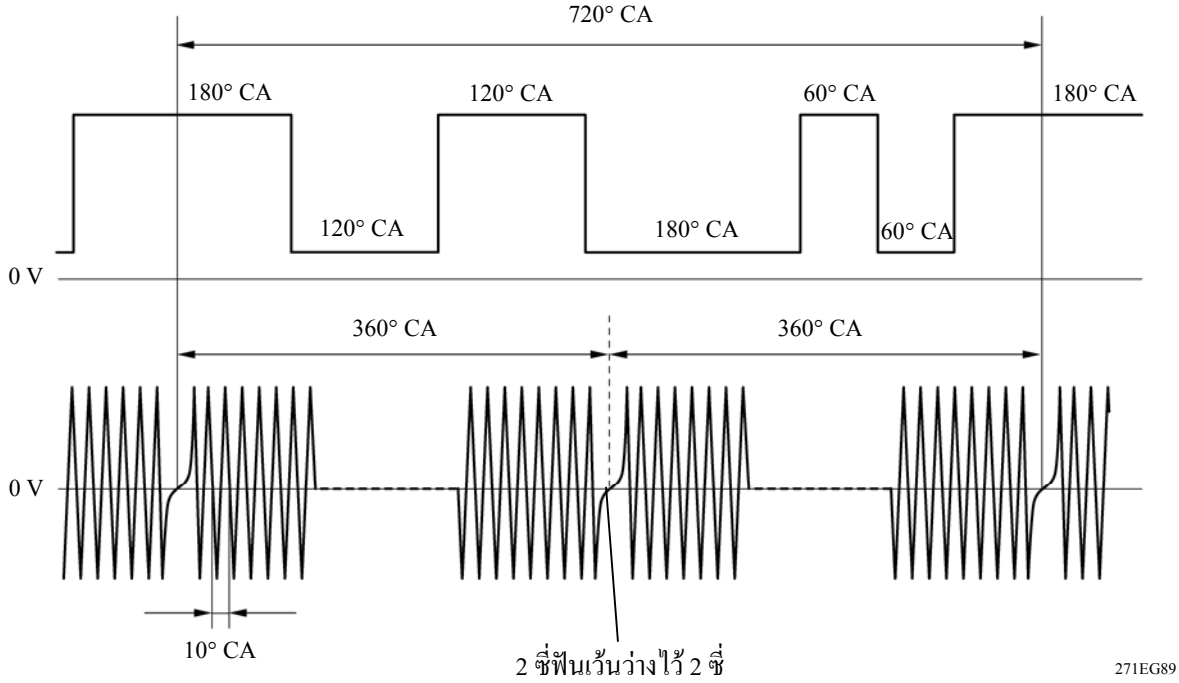
- ใช้เซ็นเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงแบบปิค-อัพคอล์ย โรเตอร์ไทม์มิ่งของเพลาข้อเหวี่ยงประกอบด้วยฟันเฟือง 34 ซี่ กับที่เว้นซี่ฟันว่างไว้ 2 ซี่ เซ็นเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงจะส่งสัญญาณการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงทุกๆ 10° และซี่ฟันที่เว้นไว้จะถูกใช้เพื่อกำหนดตำแหน่งศูนย์ตายบน
- มีการนำเอาเซ็นเซอร์ VVT แบบใหม่มาใช้คือแบบ MRE (Magnetic Resistance Element) การตรวจจับตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว ใช้โรเตอร์ไทม์มิ่งที่ยึดอยู่ที่เพลาลูกเบี้ยวด้านหน้าของชุดควบคุม VVT เพื่อกำเนิดพัลส์ 6 พัลส์ (3 สัญญาณสูง, 3 สัญญาณต่ำ) ทุกๆ การหมุน 2 รอบของเพลาข้อเหวี่ยง





ด้านซ้าย

▶ลูกคลื่นสัญญาณที่ส่งออกมาของเซ็นเซอร์◀

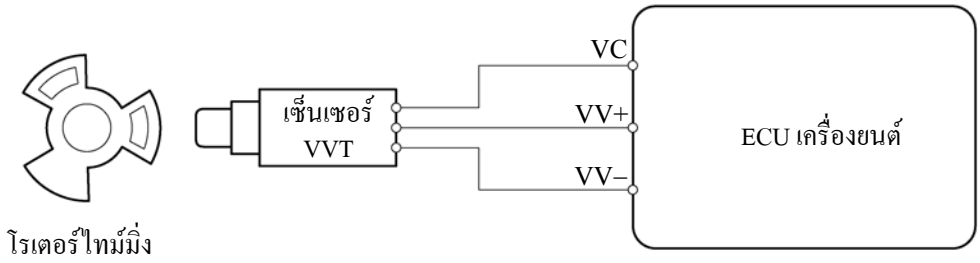


2) เซ็นเซอร์ VVT แบบ MRE

- เซ็นเซอร์ VVT แบบ MRE ประกอบด้วย MRE (แม่เหล็กและเซ็นเซอร์) ทิศทางของสนามแม่เหล็กจะเปลี่ยนเนื่องจากรูปร่างที่แตกต่าง (ส่วนที่ยื่นออกและส่วนที่ไม่ยื่นออก) ของโรเตอร์ไทม์มิ่ง ซึ่งผ่านทางเซ็นเซอร์ เป็นผลทำให้ความต้านทานของ MRE เปลี่ยน และแรงดันไฟฟ้าส่งออกไปที่ ECU เครื่องยนต์ เปลี่ยนไปที่ สูง หรือ ต่ำ ECU เครื่องยนต์จะตรวจพบตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวด้วยแรงดันไฟฟ้าที่ส่งออกมา
- ความแตกต่างระหว่างเซ็นเซอร์ VVT แบบ MRE และเซ็นเซอร์ VVT แบบปิค-อัพคอล์ยที่ใช้ในรุ่นธรรมดามีดังนี้

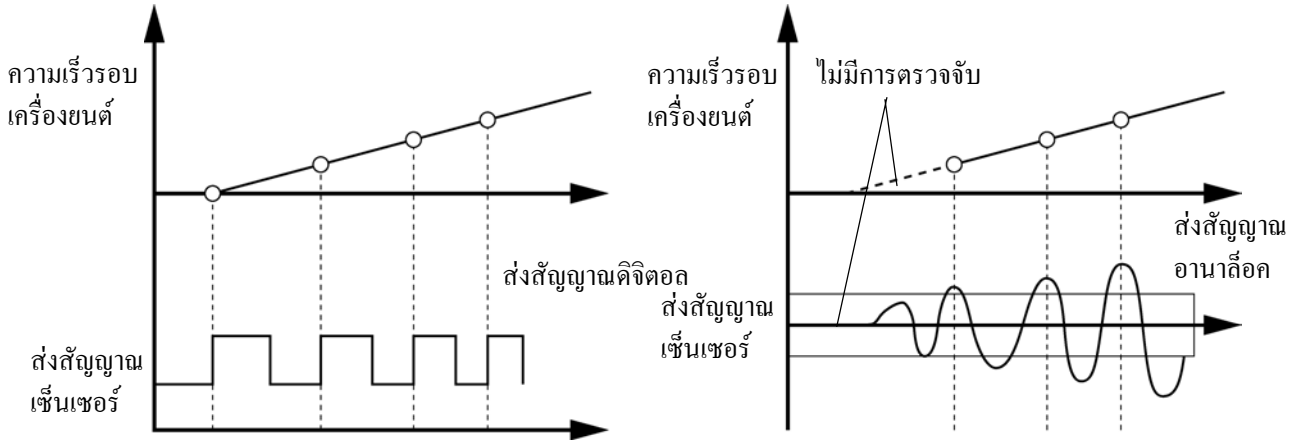
หัวข้อ	แบบของเซ็นเซอร์	
	MRE	ปิค-อัพคอล์ย
การส่งสัญญาณ	การส่งสัญญาณดิจิตอลคงที่จะเริ่มจากความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ	การส่งสัญญาณอานาล็อคจะเปลี่ยนด้วยความเร็วรอบเครื่องยนต์
การตรวจจับตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว	การตรวจจับขึ้นอยู่กับลูกคลื่นสัญญาณที่ส่งออกตลอดช่วงความเร็วโรเตอร์ไทม์มิ่ง	การตรวจจับขึ้นอยู่กับลูกคลื่นที่ส่งออกขณะที่ส่วนที่ยื่นออกมาของโรเตอร์ไทม์มิ่งตัดผ่าน

▶ผังวงจรไฟฟ้า◀



271EG160

▶เปรียบเทียบภาพลูกคลื่นสัญญาณส่งออกแบบปิค-อัพคอล์ยและแบบ MRE◀



แบบ MRE **แบบปิค-อัพคอล์ย**

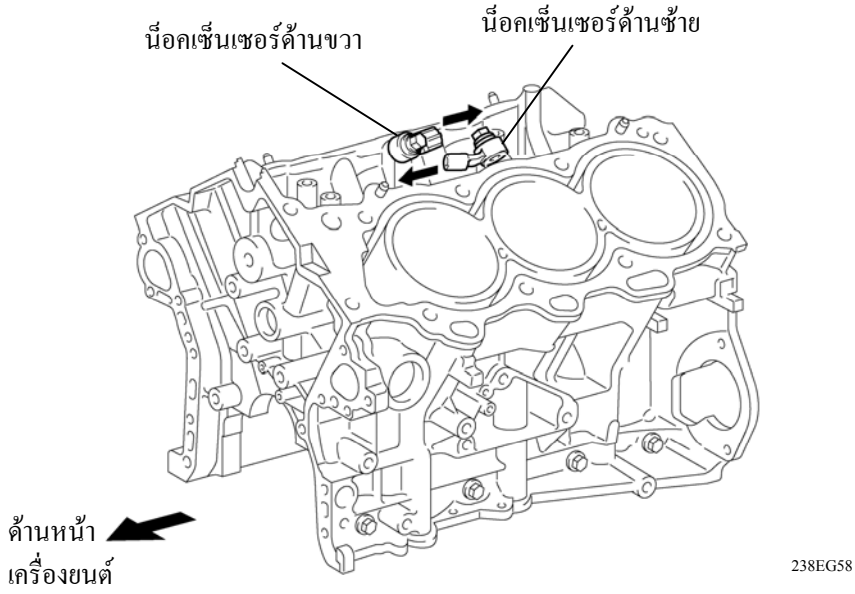
232CH41

น็อคเซ็นเซอร์ (แบบแบน)

- ในน็อคเซ็นเซอร์แบบเดิม (แบบสั่นสะเทือน) แผ่นสั่นสะเทือนที่มีค่าสั่นสะเทือนเช่นเดียวกับความถี่ในการน็อคของเครื่องยนต์ติดตั้งอยู่ภายในและสามารถตรวจจับการสั่นสะเทือนในคลื่นความถี่นี้ได้ในทางกลับกัน น็อคเซ็นเซอร์แบบแบน (แบบไม่สั่นสะเทือน) จะมีความสามารถตรวจจับการสั่นสะเทือนในคลื่นความถี่ที่กว้างกว่า ตั้งแต่ 6 kHz ถึง 15 kHz
- การทำงานและโครงสร้างพื้นฐานของเซ็นเซอร์ตำแหน่งแป้นคันเร่งเหมือนกับในเครื่องยนต์ 1TR-FE และ 2TR-FE สำหรับรายละเอียด ดูหน้า คย-43

ข้อแนะนำการบริการ

- มีการนำเอาตัวต้านทานตรวจจับการขาด/ลัดวงจรมาใช้ ทำให้วิธีการตรวจสอบเซ็นเซอร์เปลี่ยนไป สำหรับรายละเอียด ให้อ้างอิงที่คู่มือการซ่อมรถไฮลักซ์
- น็อคเซ็นเซอร์ถูกยึดในทิศทางและมุมที่กำหนด ดังภาพ เพื่อป้องกันขั้วต่อด้านซ้ายและขวาสลับกัน ให้แน่ใจว่าติดตั้งเซ็นเซอร์แต่ละตัวในทิศทางที่กำหนดไว้



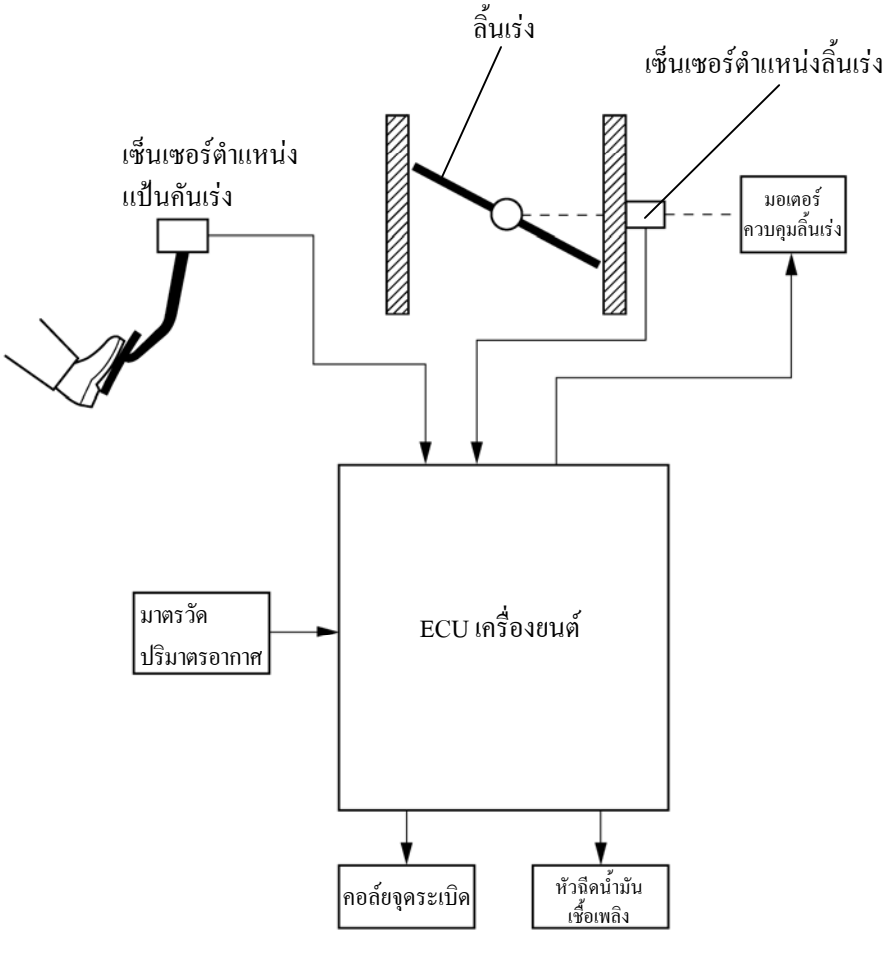
6. ระบบ ETCS-i (Electronic Throttle Control System-intelligent)

ลักษณะโดยทั่วไป

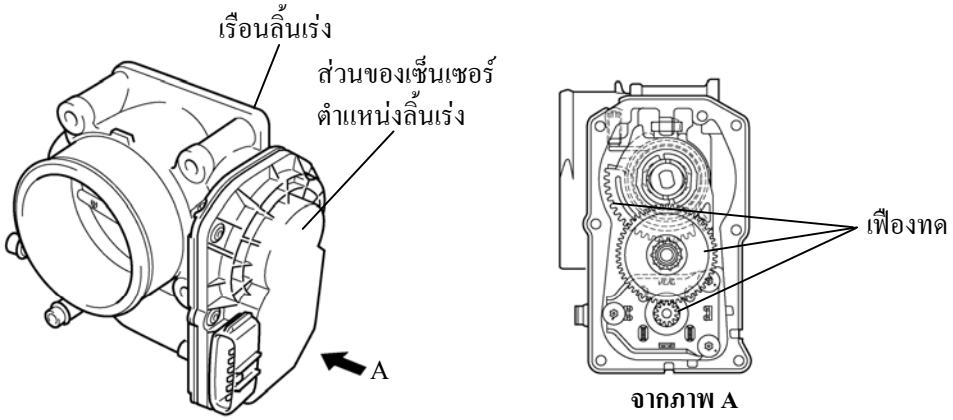
- ใช้ระบบ ETCS-i ที่ให้การควบคุมลิ้นเร่งดีเยี่ยมในทุกๆ ช่วงการทำงาน ยกเลิกการใช้สายคันเร่ง แต่ให้มีเซ็นเซอร์ตำแหน่งแป้นคันเร่งตรวจจับอยู่ที่แป้นคันเร่ง
- ในเรือนลิ้นเร่งแบบเดิม จะกำหนดการเปิดลิ้นเร่งไว้คงที่ไปตามการเหยียบคันเร่งแต่ในทางตรงข้าม ระบบ ETCS-i จะใช้ ECU เครื่องยนต์คำนวณการเปิดลิ้นเร่งที่ดีที่สุด เหมาะสมกับสภาพการขับขี่ที่ใช้งานโดยใช้มอเตอร์ควบคุมการเปิดลิ้นเร่ง
- ระบบ ETCS-i จะควบคุมการทำงานของระบบ ISC (ชุดควบคุมความเร็วรอบเดินเบา) และระบบควบคุมความเร็วคงที่*
- ในกรณีที่เกิดสภาวะผิดปกติ ระบบนี้จะโอนไปยังโหมดบกพร่อง (limp mode) การทำงานของโหมดบกพร่อง (limp mode) เหมือนกับในเครื่องยนต์ 1TR-FE และ 2TR-FE สำหรับรายละเอียด ดูหน้า คย-50

*: สำหรับรุ่นที่มีระบบควบคุมความเร็วคงที่

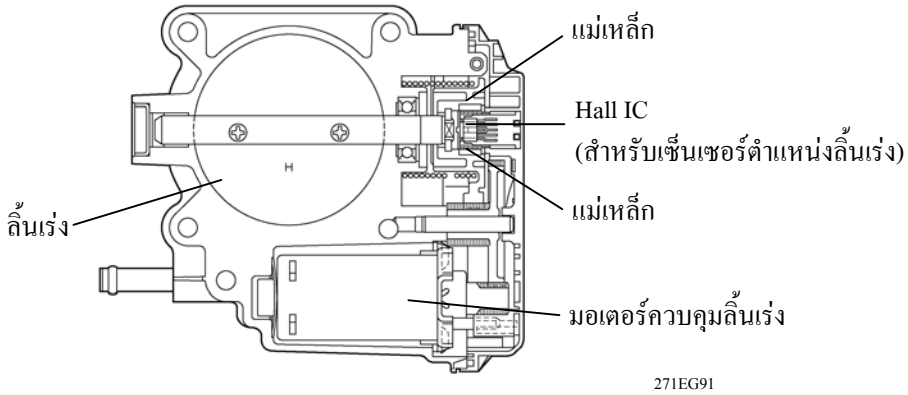
▶วงจรระบบ◀



โครงสร้าง



จากภาพ A



ภาพตัด

1) เซ็นเซอร์ตำแหน่งลิ้นเร่ง

เรือนลิ้นเร่งจะมีเซ็นเซอร์ตำแหน่งลิ้นเร่งติดตั้งอยู่ไว้คอยตรวจจับมุมเปิดของลิ้นเร่ง สำหรับรายละเอียดต่างๆ ให้ดูเรื่องส่วนประกอบหลักของระบบควบคุมเครื่องยนต์ ในหน้า คย-97

2) มอเตอร์ควบคุมลิ้นเร่ง

มอเตอร์ควบคุมลิ้นเร่งใช้มอเตอร์กระแสตรง (DC) ให้การตอบสนองดีเยี่ยมและกินไฟน้อย ECU เครื่องยนต์ควบคุมสัญญาณดิวตี้ (duty ratio) ของกำลังไฟฟ้ากระแสตรงที่ไหลไปยังมอเตอร์ควบคุมลิ้นเร่งเพื่อกำหนดมุมเปิดของลิ้นเร่ง

การทำงาน

1) ลักษณะโดยทั่วไป

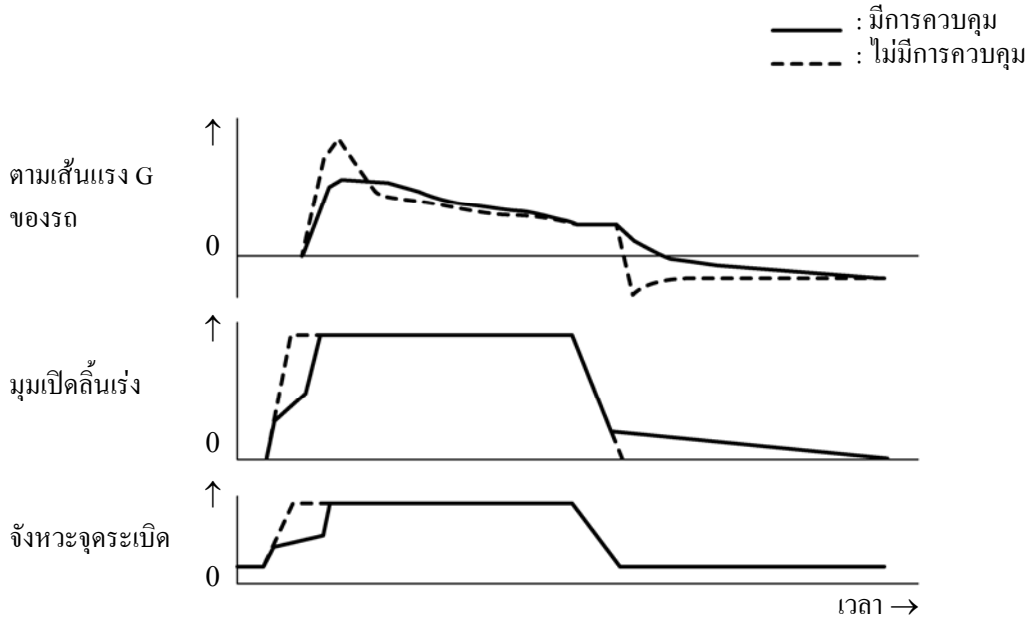
ECU เครื่องยนต์จะขับมอเตอร์ควบคุมลิ้นเร่งโดยกำหนดการเปิดลิ้นเร่งเป้าหมายไปตามสภาวะการทำงาน

- การควบคุมไม่เป็นเส้นตรง (Non-Linear Control)
- การควบคุมความเร็วรอบเดินเบา
- การควบคุมความเร็วคงที่ (สำหรับรุ่นที่มีระบบควบคุมความเร็วคงที่)

2) การควบคุมไม่เป็นเส้นตรง

ควบคุมลิ้นเร่งให้เปิดลิ้นเร่งที่ดีที่สุดเหมาะสมกับสภาพการขับขี่ เช่น การเหยียบคันเร่งและความเร็วรอบเครื่องยนต์ เพื่อให้การควบคุมลิ้นเร่งเต็มประสิทธิภาพและดีพร้อมในทุกช่วงการทำงาน

▶ตัวอย่างการควบคุมขณะเร่งและลดความเร็ว◀



150EG37

3) ชุดควบคุมความเร็วรอบเดินเบา

ECU เครื่องยนต์จะควบคุมลิ้นเร่งเพื่อรักษาความเร็วรอบเดินเบาให้คงที่

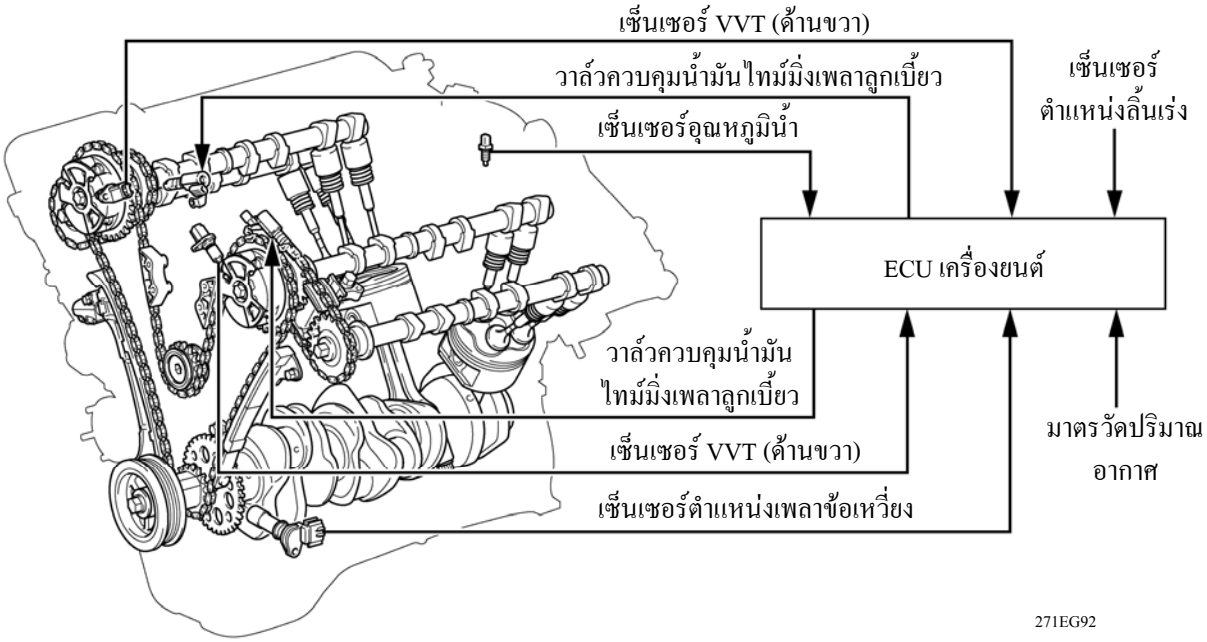
4) การควบคุมความเร็วคงที่

ECU ควบคุมความเร็วคงที่จะรวมอยู่กับ ECU เครื่องยนต์ ซึ่งจะไปกระตุ้นลิ้นเร่งโดยตรง สำหรับการทำงานของการควบคุมความเร็วคงที่

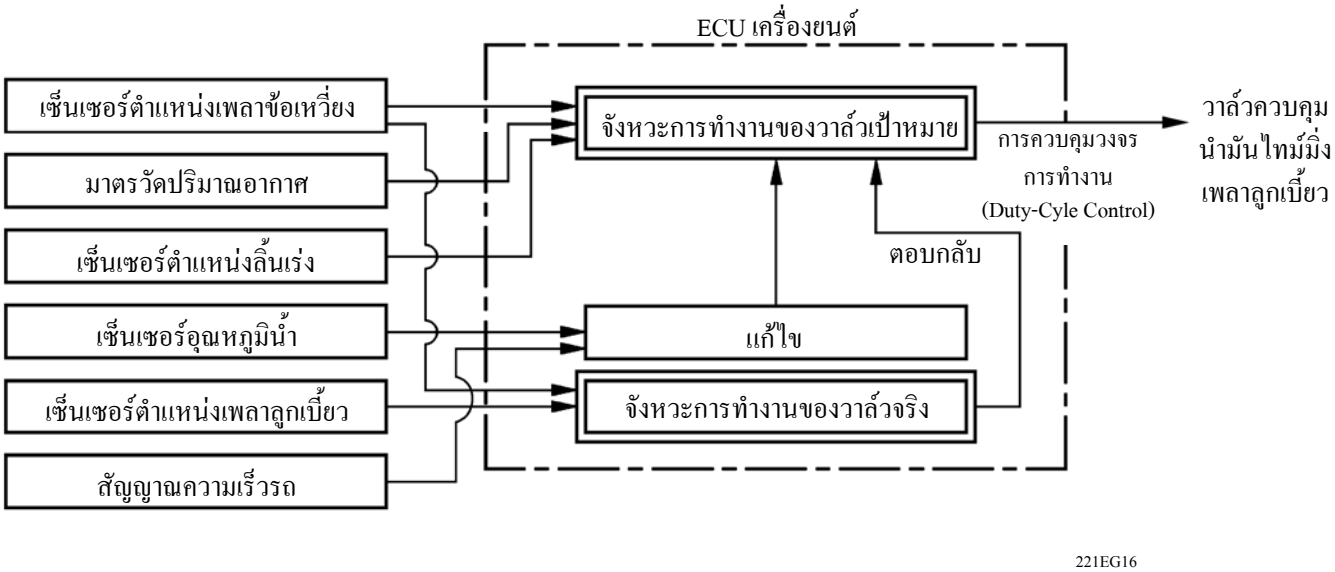
7. ระบบ VVT-i (Variable Valve Timing-intelligent)

ลักษณะโดยทั่วไป

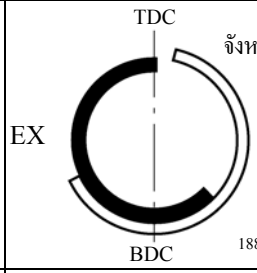
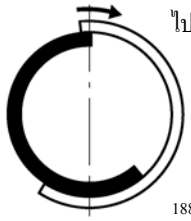
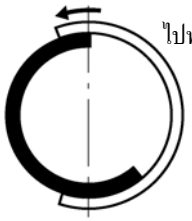
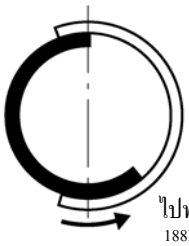
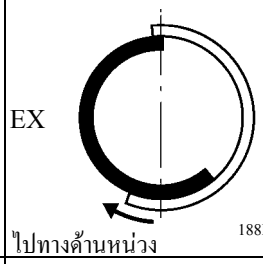
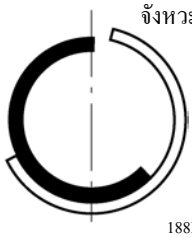
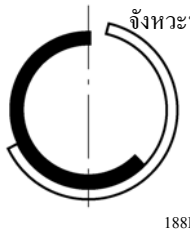
- ระบบ VVT-i ถูกออกแบบเพื่อควบคุมเพลาลูกเบี้ยวไอดีภายในช่วง 50° (มุมเพลาข้อเหวี่ยง) เพื่อเปิดวาล์วไทม์มิ่งให้เหมาะสมกับสภาวะเครื่องยนต์ ระบบนี้จะทำให้แรงบิดดีขึ้นในทุกช่วงความเร็วพร้อมกับประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง และลดก๊าซไอเสีย



- ECU เครื่องยนต์สามารถคำนวณจังหวะการทำงานของวาล์วให้เหมาะสมสำหรับแต่ละสภาวะการขับขี่ และควบคุมวาล์วควบคุมน้ำมันไทม์มิ่งเพลาลูกเบี้ยว โดยใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์, ปริมาณอากาศเข้า, ตำแหน่งลิ้นเร่งและอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นนอกจากนี้ ECU เครื่องยนต์จะใช้สัญญาณจากเซ็นเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยวและเซ็นเซอร์ตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยงเพื่อตรวจจับจังหวะการทำงานของวาล์วจริง ด้วยเหตุนี้การควบคุมการตอบกลับ (สัญญาณตอบกลับ) จะได้จังหวะการทำงานของวาล์วเป้าหมาย



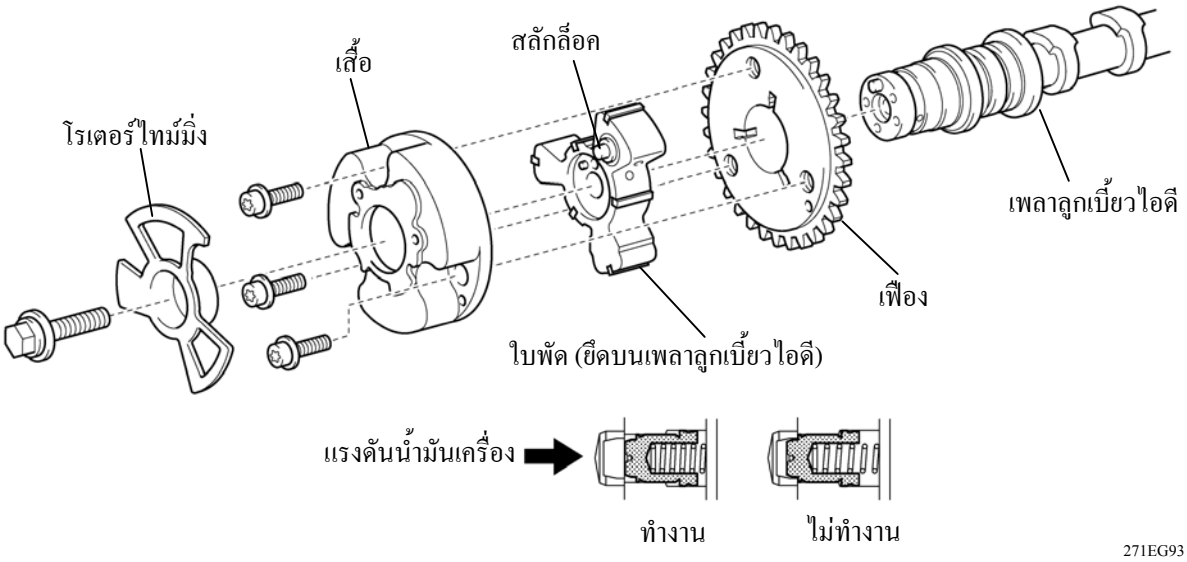
การทำงานของระบบ VVT-i

ภาวะการทำงาน	จุดประสงค์	ผลที่ได้
ช่วงเดินเบา	 ตัดการโอเวอร์แล็ปของวาล์วไอดี-ไอเสีย เพื่อลดการไหลย้อนของไอเสียเข้าไปทางด้านไอดี	• ทำให้รอบเดินเบาเรียบ • ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง
ที่ภาระน้อย	 ลดการโอเวอร์แล็ปของวาล์วไอดี-ไอเสีย เพื่อป้องกันการไหลย้อนของไอเสียเข้าไปทางด้านไอดี	เครื่องยนต์ได้เสถียรภาพ
ที่ภาระปานกลาง	 เพิ่มการโอเวอร์แล็ปของวาล์วไอดี-ไอเสีย เพื่อเพิ่มการหมุนเวียนก๊าซไอเสีย (EGR) ภายใน เพื่อลดการสูญเสียกำลัง	• ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง • ควบคุมมลพิษได้ดีขึ้น
ช่วงความเร็วต่ำถึงปานกลาง มีภาระมาก	 จังหวะเปิดวาล์วไอดีล่วงหน้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประจุไอดี	เพิ่มแรงบิดในช่วงความเร็วต่ำถึงปานกลาง
ช่วงความเร็วสูง มีภาระมาก	 หน่วงการปิดวาล์วไอดีให้ช้าลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประจุไอดี	กำลังเครื่องยนต์ดีขึ้น
ที่อุณหภูมิต่ำ	 ตัดการโอเวอร์แล็ปของวาล์วไอดี-ไอเสีย เพื่อป้องกันก๊าซไอเสียย้อนเข้าด้านไอดี ทำให้เกิดภาวะเผาไหม้ส่วนผสมบางและคงความเร็วรอบเดินเบาที่รอบสูง	• คงความรอบเดินเบาได้อย่างรวดเร็ว • ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง
• ขณะสตาร์ทเครื่อง • ขณะดับเครื่อง	 ตัดการโอเวอร์แล็ปของวาล์วไอดี-ไอเสีย เพื่อป้องกันการไหลย้อนของไอเสียเข้าไปทางด้านไอดี	สตาร์ทติดง่าย

โครงสร้าง

1) ชุดควบคุม VVT-i

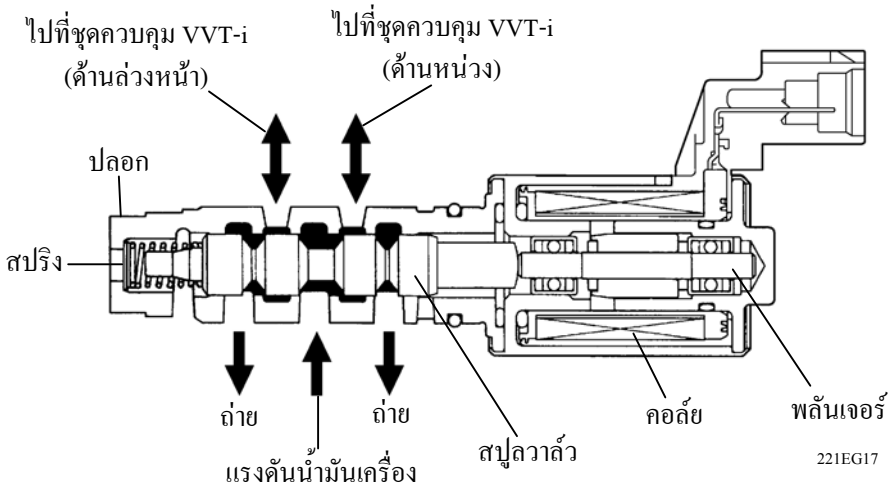
ชุดควบคุมนี้ประกอบด้วยเสื้อน้ำมันที่ขับโดยโซ่ไทม์มิ่งและใบพัดที่ติดอยู่กับเพลาลูกเบี้ยวไอดี แรงดันน้ำมันจะส่งผ่านทางด้านหน่วงหรือด้านล่วงหน้าที่เพลาลูกเบี้ยวไอดีเพื่อขับให้ใบพัดในชุดควบคุม VVT-i หมุนไปในทิศทางที่กำหนดเพื่อปรับจังหวะเปิด-ปิดวาล์วไอดีอย่างต่อเนื่อง เมื่อดับเครื่องยนต์ เพลาลูกเบี้ยวไอดีจะอยู่ในตำแหน่งหน่วงสุดเพื่อให้สตาร์ทติดง่าย หลังจากสตาร์ทเครื่องยนต์จะยังไม่มีแรงดันน้ำมันส่งไปที่ชุดควบคุม VVT-i ในทันที สลักล็อคจะทำหน้าที่ล็อคชุดควบคุม VVT-i ไม่ให้หมุนเพื่อป้องกันเสียงดังจากการกระทบกัน หลังจากนั้น เมื่อแรงดันน้ำมันถูกจ่ายไปที่ชุดควบคุม VVT-i สลักล็อคจะถูกปล่อยออก



สลักล็อค

2) วาล์วควบคุมน้ำมันไทม์มิ่งเพลาลูกเบี้ยว

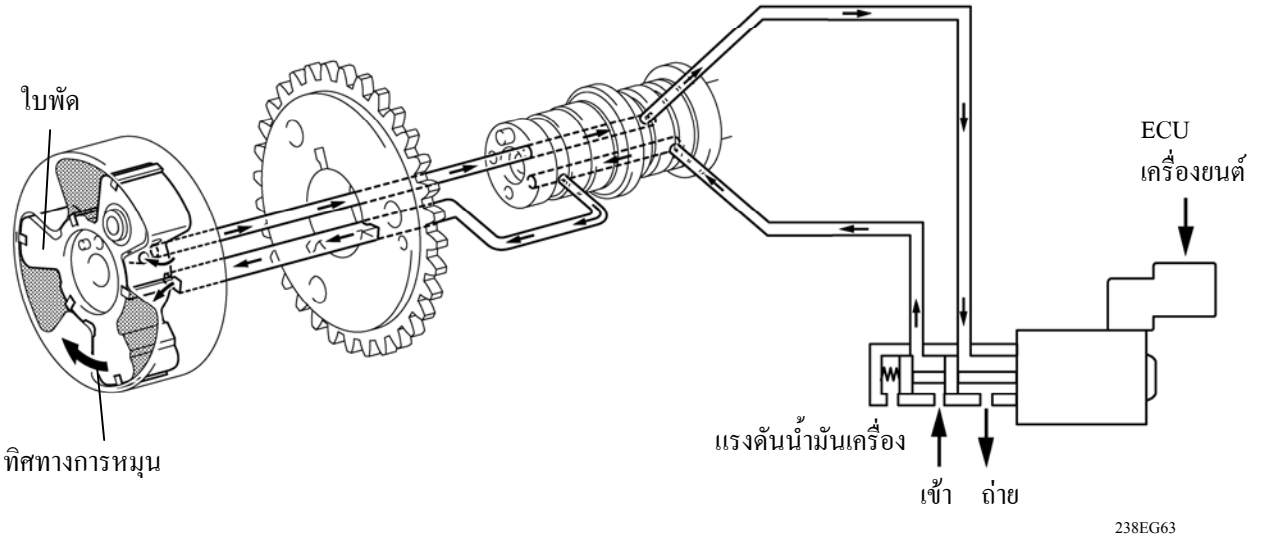
วาล์วควบคุมน้ำมันไทม์มิ่งเพลาลูกเบี้ยวนี้จะควบคุมสปูลวาล์ว (spool valve) โดยใช้การควบคุมวงจรหน้าที่การทำงานจาก ECU เครื่องยนต์ที่สั่งให้จ่ายแรงดันน้ำมันไปที่ชุดควบคุม VVT-i ด้านล่วงหน้าหรือด้านหน่วง เมื่อดับเครื่อง วาล์วควบคุมน้ำมันไทม์มิ่งเพลาลูกเบี้ยวจะอยู่ในตำแหน่งหน่วงสุด



การทำงาน

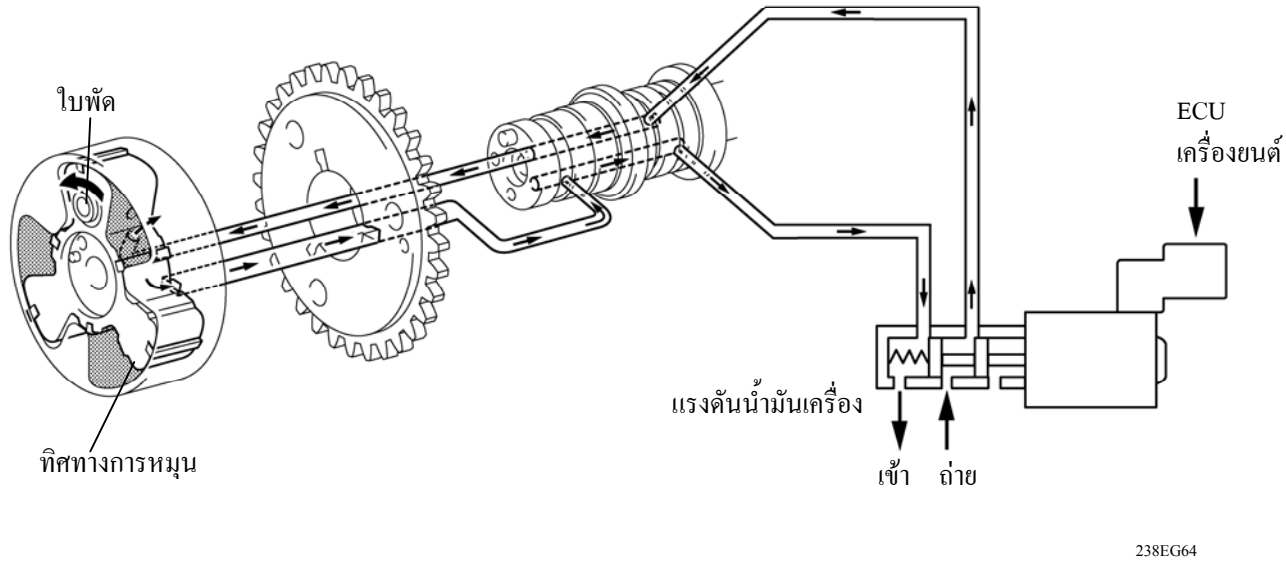
1) จังหวะล่วงหน้า (Advance)

เมื่อวาล์วควบคุมน้ำมันไทม์มิ่งเพลาลูกเบี้ยวอยู่ที่ตำแหน่งดังภาพด้านล่างโดยสัญญาณล่วงหน้าจาก ECU เครื่องยนต์ ซึ่งเป็นผลทำให้แรงดันน้ำมันถูกจ่ายไปที่ห้องใบพัดด้านจังหวะล่วงหน้าเพื่อหมุนเพลาลูกเบี้ยวไปในทิศทางจังหวะเปิดวาล์วล่วงหน้า



2) จังหวะหน่วง (Retard)

เมื่อวาล์วควบคุมน้ำมันไทม์มิ่งเพลาลูกเบี้ยวอยู่ที่ตำแหน่งดังภาพด้านล่างโดยสัญญาณหน่วงจาก ECU เครื่องยนต์ ซึ่งเป็นผลทำให้แรงดันน้ำมันถูกจ่ายไปที่ห้องใบพัดด้านจังหวะหน่วงเพื่อหมุนเพลาลูกเบี้ยวไปในทิศทางจังหวะหน่วงการเปิดวาล์ว



3) จังหวะคงที่ (Hold)

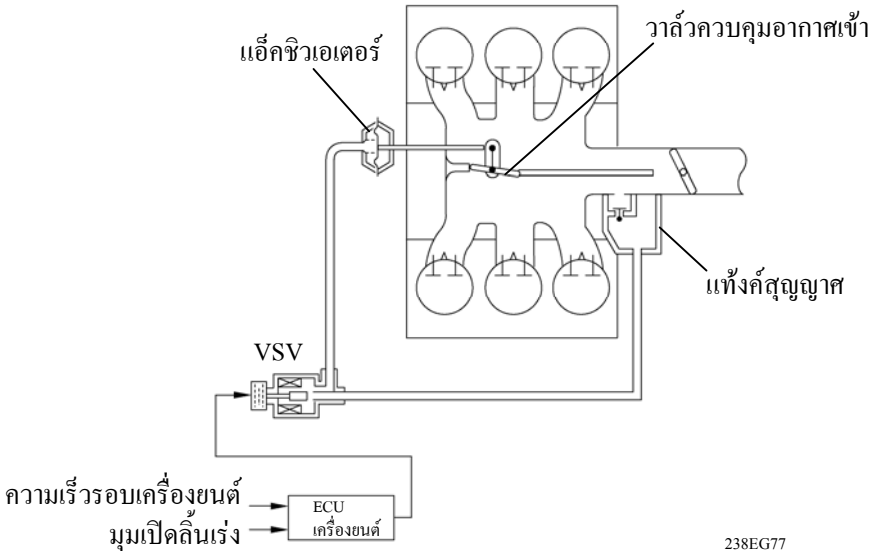
หลังจากการเปิด-ปิดวาล์วเข้าสู่จังหวะเป้าหมาย การทำงานของวาล์วจะรักษาจังหวะคงที่โดยให้วาล์วควบคุมน้ำมันไทม์มิ่งเพลาลูกเบี้ยวคงอยู่ในตำแหน่งกลางจนกว่ามีการเปลี่ยนแปลงสภาวะการขับขี่
ลักษณะนี้เป็นการปรับจังหวะการทำงานของวาล์วที่ตำแหน่งเป้าหมายที่ต้องการและป้องกันการไหลวนของน้ำมันเครื่องโดยไม่จำเป็น

8. ACIS (ระบบประจุอากาศแบบแปรผัน)

ลักษณะโดยทั่วไป

ACIS (ระบบประจุอากาศแบบแปรผัน) ทำได้โดยใช้แผ่นกั้นเพื่อแบ่งท่อร่วมไอดีเป็น 2 ตอน พร้อมกับวาล์วควบคุมอากาศเข้าอยู่ในแผ่นกั้นที่เปิดและปิดเพื่อเปลี่ยนแปลงช่วงความยาวของท่อร่วมไอดีตามความเร็วรอบเครื่องยนต์และมุมเปิดลิ้นเร่ง ระบบนี้จะเพิ่มกำลังเครื่องยนต์ในทุกช่วงความเร็วรอบจากความเร็วรอบต่ำถึงสูง

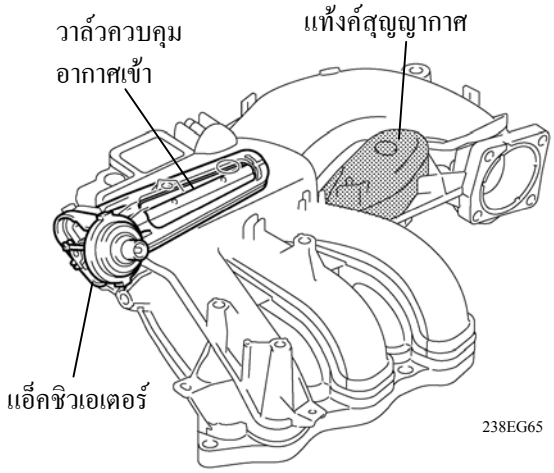
▶วงจรระบบ◀



โครงสร้าง

1) วาล์วควบคุมอากาศเข้า

วาล์วควบคุมอากาศเข้าจะรวมอยู่ในห้องอากาศเข้า ซึ่งจะเปิดและปิดเพื่อเปลี่ยนช่วงความยาวของท่อร่วมไอดีไปเป็น 2 ตอน

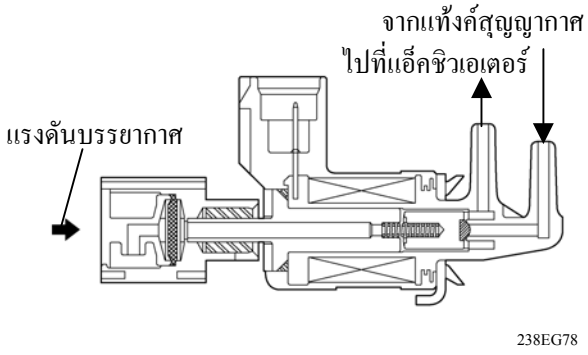


2) แท้งค์สุญญากาศ

แท้งค์สุญญากาศจะติดตั้งวาล์วกันกลับภายใน และจะเก็บสุญญากาศไว้จ่ายให้กับแอ็คชิวเอเตอร์เพื่อคงตำแหน่งวาล์วควบคุมอากาศเข้าให้ปิดสุดแม้ในระหว่างสภาวะสุญญากาศต่ำ

3) VSV (วาล์วตัด-ต่อสุญญากาศ)

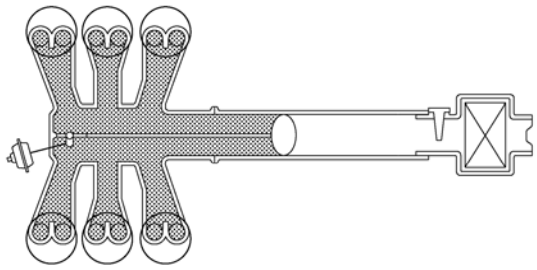
ควบคุมสุญญากาศที่จะจ่ายให้กับแอ็คชิวเอเตอร์โดยทางสัญญาณ (ACIS) นั้นจะส่งออกด้วย ECU เครื่องยนต์



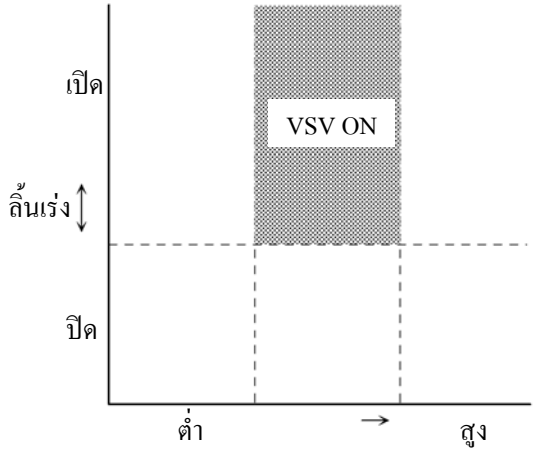
การทำงาน

1) เมื่อปิดวาล์วควบคุมไอดี (VSV ON)

ECU เครื่องยนต์จะกระตุ้น VSV ให้ตรงกับสัญญาณพัลส์ที่ยาวกว่าให้แรงดันสุญญากาศเข้าไปในห้องไดอะแฟรมของแอ็คชิวเอเตอร์เพื่อปิดวาล์วควบคุม ทำให้ช่วงความยาวของท่อร่วมไอดียาวขึ้นและทำให้ประสิทธิภาพในช่วงความเร็วปานกลางดีขึ้นเป็นผลมาจากหลักพลศาสตร์ของอากาศเข้า ด้วยเหตุนี้ทำให้เพิ่มกำลังเครื่องยนต์



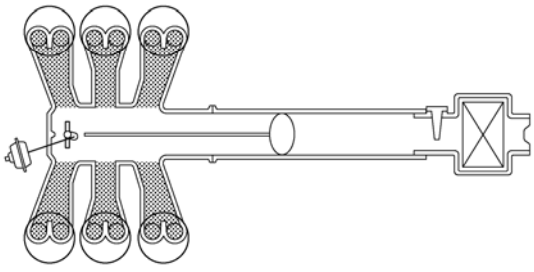
: ผลที่ได้จากความยาวท่อร่วมไอดี



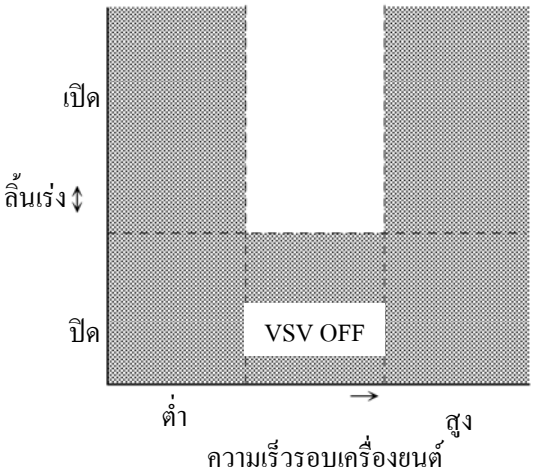
238EG71

2) เมื่อเปิดวาล์วควบคุมไอดี (VSV OFF)

ECU เครื่องยนต์จะกระตุ้น VSV ให้ตรงกับสัญญาณพัลส์ที่สั้นกว่าเพื่อให้แรงดันบรรยากาศเข้าไปในห้องไดอะแฟรมของแอ็คชิวเอเตอร์และเปิดวาล์วควบคุม เมื่อวาล์วควบคุมถูกเปิด ความยาวของห้องอากาศเข้าจะสั้นลงและได้ประสิทธิภาพไอดีสูงเมื่อเปลี่ยนไปที่ช่วงความเร็วเครื่องยนต์รอบต่ำถึงสูง ด้วยเหตุนี้ทำให้ได้กำลังเครื่องยนต์มากขึ้น



: ผลที่ได้จากความยาวท่อร่วมไอดี



238EG66

9. ระบบวิเคราะห์ปัญหา

- ระบบการวิเคราะห์ปัญหาของเครื่องยนต์ 1GR-FE จะใช้ M-OBD (การวิเคราะห์ปัญหาบนรถแบบมัลติเพล็กซ์)
- เมื่อ ECU เครื่องยนต์ตรวจพบความผิดปกติ ECU เครื่องยนต์จะทำการวิเคราะห์ปัญหาและเก็บบันทึกส่วนที่บกพร่องไว้ นอกจากนี้ ไฟเตือนตรวจเช็คเครื่องยนต์ในมาตรวัดรวมติดสว่างหรือกะพริบเพื่อแจ้งให้คนขับทราบ
- การใช้เครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) สามารถอ่านรหัสวิเคราะห์ปัญหา 5 หลักและ ข้อมูล ECU ได้ นอกเหนือจากนี้สามารถใช้เครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) โหมด ACTIVE TEST เพื่อขับแอ็คชิวเอเตอร์ได้
- ECU เครื่องยนต์สามารถส่งข้อมูลสภาพเครื่องยนต์ออกไปที่เครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) ได้ ข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ใน ECU เครื่องยนต์ช่วงระยะเวลาหนึ่งเมื่อ ECU เครื่องยนต์มีการตรวจพบข้อมูลล่าสุดของการทำงานพิดพลาด
- รหัส DTC (รหัสวิเคราะห์ปัญหา) ที่สร้างขึ้นทุกรหัสจะสอดคล้องกับรหัสควบคุมโดย SAE รหัสวิเคราะห์ปัญหาบางตัวยังแบ่งออกได้อีกในบริเวณการตรวจจับที่เล็กกว่าเดิมและรหัสวิเคราะห์ปัญหาตัวใหม่จะถูกกำหนดให้มีลักษณะเช่นเดียวกับรหัสควบคุม SAE
- สำหรับรายละเอียด ให้ดูที่คู่มือการซ่อมรถไฮลักซ์

ข้อแนะนำการบริการ

การลบรหัสวิเคราะห์ปัญหาที่เก็บใน ECU ให้ใช้เครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) หรือปลดขั้วแบตเตอรี่หรือถอดฟิวส์ EFI เป็นเวลา 1 นาทีหรือนานกว่า

10. ระบบป้องกันการทำงานบกพร่อง

เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจพบความบกพร่อง อาจเกิดจากเครื่องยนต์หรือความบกพกพร่องอื่นๆ หาก ECU ควบคุมระบบควบคุมเครื่องยนต์ทำงานปกติอย่างต่อเนื่อง การป้องกันปัญหาดังกล่าว ฟังก์ชั่นระบบป้องกันทำงานบกพร่องของ ECU จะอาศัยข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อให้ระบบควบคุมเครื่องยนต์ทำงานอย่างต่อเนื่อง หรือหยุดการทำงานของเครื่องยนต์หากไฟฉุกเฉินติดขึ้น สำหรับรายละเอียด ให้ดูที่คู่มือการซ่อมรถไฮลักซ์