

## คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

ชุดเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ประกอบด้วย


## 1. ชุดออกแบบระบบควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

## 1.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดเครื่องมือสำหรับใช้ออกแบบระบบควบคุม สำหรับประยุกต์ใช้งานสำหรับออกแบบระบบควบคุมต่างๆ ทางด้านควบคุมหุ่นยนต์ ระบบควบคุมมอเตอร์ และอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ระบบควบคุมในรถยนต์ ระบบควบคุมในระบบพลังงานทางเลือก เช่น กังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้าหรือใช้ออกแบบเครื่องมือแพทย์ เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะทางด้าน Hardware และ Software ดังต่อไปนี้

## 1.2 คุณสมบัติทางด้าน Hardware

- มีหน่วยประมวลผลแบบ Freescale QorlQ P5020, dual-core, 2 GHz , 32 KB L1 data cache per core, 32 KB L1 instruction cache per core, 512 KB L2 cache per core, 2 MB L3 cache total หรือดีกว่า
- สามารถติดต่อระหว่าง Hardware และคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านทาง Freescale QorlQ P1011 800MHz
- มีหน่วยความจำขนาด 1 GB DRAM , 128 MB flash memory หรือมากกว่า
- ใช้เวลาในการ Booting Application ประมาณ 5 วินาที
- สามารถเชื่อมต่อ ผ่าน Gigabit Ethernet host interface, และ real-time interface ผ่านทาง low-latency Gigabit Ethernet I/O interface ได้
- รองรับ USB 2.0 ในการ เก็บข้อมูลผ่านทาง USB mass storage ได้
- รองรับติดต่อสื่อสารโดยใช้ CAN
- มี serial interface 2 port แบบ UART (RS232/422/485) interface หรือมากกว่า
- รองรับ Xilinx® Kintex®-7 FPGA ในตัวบอร์ด
- มี Analog Input 8 channels 14-bit, 10 Msps, differential และ 24 channels 16-bit channels, 1 Msps, differential รองรับแรงดัน -10 ถึง 10 V หรือดีกว่า
- มี Analog Output 16 channels 16-bit, 1 Msps รองรับแรงดัน -10 ถึง 10 V และ กระแส  $\pm 8$  mA หรือดีกว่า
- มี Digital I/O 48 bidirectional channels, 2.5/3.3/5 V (single-ended) , 12 bidirectional channels (RS422/485 type) to connect sensors with differential interfaces หรือดีกว่า
- รองรับ บิต I/O, การสร้าง PWM การสร้างพัลส์และการวัด (ความละเอียด 10 ns), 4 x SPI Master
- รองรับ 6 channel encoder interface (โดยตั้งค่าผ่าน RTI Blockset) หรือมากกว่า
- รองรับ 2 x Hall sensor input (โดยตั้งค่าผ่าน RTI Blockset) หรือมากกว่า

Asad  
  
 LL

- รองรับ 2 x resolver interface (โดยตั้งค่าผ่าน RTI Blockset) หรือมากกว่า
- รองรับ 2 x SSI interface (โดยตั้งค่าผ่าน RTI Blockset) หรือมากกว่า
- รองรับ 2 x EnDat interface (โดยตั้งค่าผ่าน RTI Blockset) หรือมากกว่า
- รองรับ Multi-channel PWM (โดยตั้งค่าผ่าน RTI Blockset)
- รองรับ Block commutational PWM (โดยตั้งค่าผ่าน RTI Blockset)
- สามารถเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับ sensor ได้ 1 channel ขนาด 12 V, max. 3 W/250 mA (fixed) หรือมากกว่า
- สามารถเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับ sensor ได้ 1 channel 2 ถึง 20 V, max. 1 W/200 mA (variable) มากกว่า
- สามารถแสดงสถานะการทำงานผ่านทาง Programmable buzzer และ Programmable status LEDs ได้
- มีระบบป้องกันการขโมยแบบ Kensington® lock หรือดีกว่า
- มีระบบระบายความร้อนในตัวแบบ Active cooling (temperature-controlled fan) หรือดีกว่า
- สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ผ่านทาง Connector แบบต่างๆดังนี้ได้ 2 x Sub-D 50 I/O connectors, 48 x BNC I/O connectors, 4 x Sub-D 9 I/O connectors , 3 x RJ45 for Ethernet (host and I/O), USB Type A (for data logging), 2 x 2 banana connectors for sensor supply หรือมากกว่า


### 1.3 คุณสมบัติทางด้าน Software

- มี Real-Time Interface (RTI) เพื่อใช้งานร่วมกับโปรแกรม MATLAB และ Simulink
- มีโปรแกรมสำหรับออกแบบระบบควบคุม มอเตอร์ ( RTI Electric Motor Control Blockset)
- มีโปรแกรมสำหรับติดต่อผ่านทาง Ethernet ได้ (RTI Ethernet Blockset)
- มีโปรแกรมสำหรับสร้างการเชื่อมต่อผ่านทาง Can Bus RTI CAN Blockset
- มีโปรแกรมสำหรับสร้างการเชื่อมต่อผ่านทาง CAN MultiMessage Blockset
- มีโปรแกรมสำหรับเก็บข้อมูลแบบ Real-Time ผ่านทาง USB Data Logger ได้ (RTI USB Flight Recorder Blockset)
- มีโปรแกรมสำหรับสร้างโปรแกรมบน FPGA (RTI FPGA Programming Blockset)
- มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ 1 ชุด
- บริษัทผู้ขายต้องมีเอกสารแต่งตั้งภาคเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต เพื่อสะดวกแก่การบริการหลังขาย

### 2. ชุดแสดงผลสำหรับออกแบบระบบควบคุมแบบพกพา จำนวน 1 ชุด

ประกอบไปด้วยรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด 4 แกนหลัก (4 core) หรือดีกว่า มีหน่วยความจำ Cache ไม่น้อยกว่า 8 MB โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 1.0 GHz
- มีหน่วยความจำสำรอง (RAM) ชนิด DDR3 ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB หรือดีกว่า

with abo  
  
 PL

- อุปกรณ์สำรองข้อมูล (Hard disk) ชนิด SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB ที่ความเร็วรอบ 5,400 รอบต่อนาที หรืออุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด Solid state ที่ความจุไม่น้อยกว่า 250 GB หรือดีกว่า
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 1 ช่อง
- สามารถเชื่อมต่อระบบ WIFI 2.4 GHz, IEEE 802.11 b/g/n หรือดีกว่า
- มีระบบการเชื่อมต่ออย่างน้อยดังนี้ USB port, HDMI port
- หน้าจอแสดงผล มีขนาดไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว หรือดีกว่า
- มีเมาท์แบบไร้สาย
- ระบบปฏิบัติการ Window 10 Professional ความเร็ว 64 bits หรือดีกว่า มีลิขสิทธิ์ถูกต้องและไม่จำกัดเวลาใช้งาน
- มีการรับประกันสินค้าเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

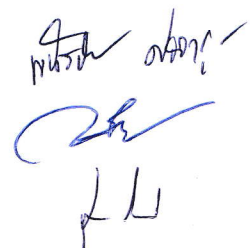
### 3. ไอจีบีที อินเวอร์เตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 2 เครื่อง

#### 3.1 มีวงจรภาคกำลัง ประกอบด้วย

- 3.1.1 มีชุด Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) Module จำนวน 3 ตัว
- 3.1.2 IGBT แต่ละตัวมีพิกัดแรงดัน Vce ได้สูงสุด 1200 V พิกัดกระแส Collector current ได้ไม่น้อยกว่า 50 A หรือดีกว่า
- 3.1.3 IGBT ติดตั้งบนครีบบระบายความร้อนอะลูมิเนียมพร้อมพัดลมระบายอากาศ
- 3.1.4 ตัวเก็บประจุ DC link ประกอบด้วยตัวเก็บประจุอิเล็กโทรไลต์ขนาดรวมไม่น้อยกว่า 3,000 ไมโครฟารัด พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 400 V หรือดีกว่า
- 3.1.5 มีตัวต้านทานขนาดไม่น้อยกว่า 47 กิโลโอห์ม หรือดีกว่า ต่อขนานกับตัวเก็บประจุ DC link แต่ละตัวเพื่อปรับสมดุลของแรงดันที่ตัวเก็บประจุ
- 3.1.6 Laminated bus bar ทำจากทองแดงแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม. หรือดีกว่า
- 3.1.7 ฉนวน Bus bar เป็นวัสดุ Epoxy FR-4 หรือดีกว่า

#### 3.2 มีวงจรขับเคลื่อน

- 3.2.1 ใช้งานร่วมกับแรงดันอินพุทขนาดไม่น้อยกว่า 5 V, 12 V, 15 V หรือ 24 V หรือดีกว่า
- 3.2.2 สัญญาณลอจิกด้านอินพุทมีขนาดไม่น้อยกว่า 0V และ 5 V หรือดีกว่า
- 3.2.3 แรงดันเอาต์พุทมีขนาดไม่น้อยกว่า -9V และ 15V หรือดีกว่า
- 3.2.4 มีการแยกกราวด์ (Galvanic isolation) ระหว่างภาคอินพุทกับภาคเอาต์พุท
- 3.2.5 มีค่า Propagation delay time ไม่เกิน 110 ns หรือดีกว่า
- 3.2.6 มีระบบป้องกันกระแสเกินใน IGBT ใช้การตรวจวัดแรงดัน Vce หรือดีกว่า
- 3.2.7 สัญญาณแจ้งเตือน Fault เป็นแบบ Open drain สามารถรองรับกระแสสูงสุด 5 mA หรือดีกว่า
- 3.2.8 มีขาสัญญาณสำหรับ Reset เหตุการณ์ Fault ที่เกิดขึ้น



### 3.3 เซนเซอร์วัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า

3.2.3.1 เซนเซอร์สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าในขดลวดของมอเตอร์โดยใช้หลักการ Hall effect จำนวน 3 ชุด

3.2.3.2 เซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของมอเตอร์โดยใช้หลักการ Hall effect จำนวน 3 ชุด

3.2.3.3 เซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้า DC link voltage โดยใช้หลักการ Hall effect จำนวน 1 ชุด

#### 4. มอเตอร์ไฟฟ้าแบบ PMSM 2.2 kW

จำนวน 1 ตัว

รายละเอียดทั่วไป

- กำลังทางด้านเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 2.2 kW
- ย่านแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 48 V
- กระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 5 A
- ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 1,500 RPM

#### 5. มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1.5 kW

จำนวน 1 ตัว

- ชนิดมอเตอร์ : มอเตอร์เหนี่ยวนำ
- กำลังไฟฟ้าเอาต์พุตไม่น้อยกว่า : 1.5 kW
- ระบบแรงดันไฟฟ้า : 380 Vac, 50/60Hz, 4 Poles, 1450 rpm

#### 6. มอเตอร์ไฟฟ้าไร้แปรงถ่าน (Brushless DC Motor) 2.2 kW

จำนวน 1 ตัว

- กำลังทางด้านเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 2.2 kW
- ย่านแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 48 V
- กระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 15 A
- ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 1,500 RPM
- แรงบิดไม่น้อยกว่า 6.96 N.m

#### 7. โหลดไฟฟ้า 50 Nm. พร้อมเซ็นเซอร์วัดทอร์ค

จำนวน 1 ตัว

รายละเอียดทั่วไป

- ขนาดแรงบิด : มากกว่าหรือเท่ากับ 50 N-m,
- ความเร็วรอบในการหมุน : มากกว่าหรือเท่ากับ 4,000 rpm
- ค่าความถูกต้อง : 0.1% หรือดีกว่า
- Output sensitivity : 1.0-1.5 mV หรือดีกว่า
- Excitation voltage : 12 VDC หรือดีกว่า

#### 8. รายละเอียดอื่น ๆ

- มีคู่มือภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด
- มีการรับประกันสินค้าเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี นับจากวันที่ตรวจรับมอบแล้วเสร็จ

Handwritten signature and initials in blue ink.

- มีการอบรมการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง
- กำหนดส่งมอบภายใน 180 วัน พร้อมสถิติการใช้งาน ณ สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอโดยใช้เกณฑ์ราคา

พร. อ. อ. อ.  
KW