

1. ชุดฝึกวงจรดิจิทัลเบื้องต้น

1.1 รายละเอียดทั่วไป

- 1.1.1 มีหนังสือหรือคู่มือสำหรับการปฏิบัติการวงจรดิจิทัล
- 1.1.2 มีใบงานไม่น้อยกว่า 10 ใบงาน
- 1.1.3 มีสายต่อการทดลองไม่น้อยกว่า 100 เส้น และแหล่งจ่ายไฟ
- 1.1.4 รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

1.2 รายละเอียดเฉพาะ (ควรระบุค่ากว่าไม่น้อยกว่า หรือดีกว่า มากกว่าในข้อย่อด้วยค่ะ)

- 1.2.1 มีแหล่งจ่ายไฟตรงไม่น้อยกว่า +5V และ +V จากอะแดปเตอร์
- 1.2.2 มีลอจิกสวิตช์ไม่น้อยกว่า 8 ชุด ใช้สวิตช์เลื่อนคุณภาพสูงหรือดีกว่า
- 1.2.3 มีลอจิกมอโนเตอร์ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
- 1.2.4 มีวงจรถ่ายสัญญาณพัลส์ ความถี่ 1Hz-1kHz เลือกความถี่โดยการกดสวิตช์
- 1.2.5 มีไฟแสดงค่าความถี่เอาต์พุต
- 1.2.6 มีดีเบสสวิตช์ไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 1.2.7 มีวงจรถอดรหัสเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหก
- 1.2.8 สามารถขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 1.2.9 มีแผงต่อวงจรมีจำนวนจุดต่อไม่น้อยกว่า 800 จุด
- 1.2.10 มีลอจิกโพรบ แสดงลอจิก "0", "1" และพัลส์
- 1.2.11 มีลำโพงเปียโซ อิมพีแดนซ์ไม่น้อยกว่า 32Ω
- 1.2.12 มีวงจรถับโหลดกระแสสูงไม่น้อยกว่า 4 ช่อง (4-ch. Driver) 500 mA
- 1.2.13 มีแหล่งจ่ายแรงดันอ้างอิงปรับค่าได้ 0-5 โวลต์
- 1.2.14 ใช้ไฟเลี้ยงจากอะแดปเตอร์ไฟตรง 9-12V 500mA หรือดีกว่า
- 1.2.15 มีวงจรถูกเสเตอร์ควบคุมแรงดันไฟเลี้ยงให้คงที่ +5V

2 ชุดฝึกดิจิทัลขั้นสูงแบบFPGA

2.1 รายละเอียดทั่วไป

- 2.1.1 ชุดทดลองระบบสมองกลฝังตัวมีรูปร่างที่อยู่ในชุดเดียวกัน กะทัดรัด แข็งแรง
- 2.1.2 สามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50Hz
- 2.1.3 มีส่วนประกอบของอุปกรณ์ลอจิกแบบโปรแกรมได้ (FPGA)
- 2.1.4 รองรับการใช้งานกับระบบปฏิบัติการ windows ได้
- 2.1.5 ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นตัวแทนด้าน windows embedded partner หรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนในประเทศ โดยมีเอกสารรับรอง

- 2.1.6 มีใบงานการทดลอง ไม่น้อยกว่า 10 ใบงาน
- 2.1.7 จัดฝึกอบรมการใช้งานไม่น้อยกว่า 3 วัน
- 2.1.8 มีรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

2.2 รายละเอียดเฉพาะ

- 2.2.1 หน่วยประมวลผล
 - 2.2.1.1 ความเร็วหน่วยประมวลผลไม่น้อยกว่า 650 MHz
 - 2.2.1.2 จำนวนคอร์ของหน่วยประมวลผลไม่น้อยกว่า 2 คอร์
- 2.2.2 หน่วยความจำ
 - 2.2.2.1 หน่วยความจำภายนอกไม่น้อยกว่า 256 MB
 - 2.2.2.2 ประเภทหน่วยความจำแรมแบบ DDR3 หรือดีกว่า ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 512 MB
 - 2.2.2.3 ความเร็วหน่วยความจำแรมไม่น้อยกว่า 500MHz
- 2.2.3 ตัวรับส่งสัญญาณไร้สาย
 - 2.2.3.1 มีชุดรับ-ส่งสัญญาณไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.11 b, g, n หรือดีกว่า
 - 2.2.3.2 กำลังส่งสูงสุดไม่น้อยกว่า 10dB (10mW)
- 2.2.4 พอร์ต USB
 - 2.2.4.1 สามารถอินเทอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์แบบ USB ได้
 - 2.2.4.2 มีจำนวนพอร์ต USB 2.0 สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- 2.2.5 ช่องรับสัญญาณอนาล็อก
 - 2.2.5.1 มีช่องรับสัญญาณอนาล็อกแบบ Differential จำนวน ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และแบบ Single end จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
 - 2.2.5.2 มีช่องรับสัญญาณอนาล็อกแบบ Differential และ Single end มีความละเอียดในการสุ่มสัญญาณไม่น้อยกว่า 12 บิต (Bits)
 - 2.2.5.3 มีอัตราการสุ่มสัญญาณไม่น้อยกว่า 500 kS/s
- 2.2.6 ช่องจ่ายสัญญาณอนาล็อก
 - 2.2.6.1 มีช่องสัญญาณอนาล็อกแบบ Single end จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 2.2.6.2 มีช่องสัญญาณอนาล็อกแบบ Single end มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 12 บิต (Bits)
 - 2.2.6.3 มีอัตราการสุ่มสัญญาณไม่น้อยกว่า 300 kS/s
 - 2.2.6.4 ช่องสัญญาณอนาล็อกสามารถจ่ายกระแสได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 2mA

3 ชุดฝึกวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ขั้นสูง

3.1 รายละเอียดทั่วไป

- 3.1.1 สามารถวัดค่ากระแสได้ด้วย Sensor
- 3.1.2 รองรับการใช้งานร่วมกับ NI myDAQ หรือดีกว่า
- 3.1.3 มีจอ 7 Segment สำหรับแสดงผลได้
- 3.1.4 มี Navigation Swith สำหรับการพัฒนาการควบคุมได้
- 3.1.5 สามารถทำการทดลองที่แสดงผลด้วย Dot Matrix ได้
- 3.1.6 มี Controller ชนิด Arduino MEGA2560 หรือดีกว่า
- 3.1.7 มีจอ TFT แบบสัมผัสขนาด 2.8 นิ้วหรือดีกว่า
- 3.1.8 มีอุปกรณ์เพื่อสื่อสารไร้สายย่านความถี่ 2.4 GHz หรือดีกว่า
- 3.1.9 รองรับการทำงานร่วมกับโปรแกรมจำลองการทำงานวงจร (Multisim) ได้
- 3.1.10 รองรับการทำงานร่วมกับโปรแกรม LABVIEWได้
- 3.1.11 มีใบงานการทดลองอย่างน้อย 20 ใบงาน
- 3.1.12 ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้ผลิตสินค้าหรือตัวแทนจำหน่ายหรือได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายโดยมีเอกสารมาตรฐานการผลิตรับรอง
- 3.1.13 จัดฝึกอบรมการใช้งานไม่น้อยกว่า 3 วัน
- 3.1.14 มีรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.2 รายละเอียดเฉพาะ

- 3.2.1 ชุดเครื่องมืออินเตอร์เฟซ ทำหน้าที่ได้ดังนี้
 - 3.2.1.1 อนาล็อกอินพุท (Analog Input)
 - 3.2.1.1.1 รองรับการงาน ADC แบบ 16 bit
 - 3.2.1.1.2 มีค่า MAXIMUM SAMPLING RATE 200KS/s
 - 3.2.1.1.3 มีย่าน Analog input ที่ + -10V, + - 2V หรือดีกว่า
 - 3.2.1.1.4 มีช่องสำหรับสำหรับรองรับการวิเคราะห์ Microphone
 - 3.2.2.1 อนาล็อกเอาต์พุท (Digital Input)
 - 3.2.1.2.1 มี Resolution ขนาด 16 bits หรือดีกว่า
 - 3.2.1.2.2 มี Impedance ด้าน Analog 1 Ohm
 - 3.2.1.2.3 มี Impedance ด้าน Audio 120 Ohm
 - 3.2.1.2.4 มีค่า Timing resolution ที่ 10nS หรือดีกว่า
 - 3.2.2.2 Digital I/O
 - 3.2.1.3.1 รองรับการงานทั้งแบบ Input และ Output
 - 3.2.1.3.2 รองรับค่าความต้านทาน 75 k Ohm

3.2.1.3.3 มีค่า Logic Level 5 V แบบ LVTTTL Input ,3.3V แบบ LVTTTL Output

3.2.1.3.4 สามารถทำงานได้ 8 DIO หรือดีกว่า

3.2.1.3.5 มีค่า V IHmin 2 V

3.2.1.3.6 มีค่า V IHmax 0.8 V

3.2.2.3 Voltage Measurement

3.2.1.4.1 รองรับย่านวัด DC ที่ 200mV,2V,20V,60V หรือดีกว่า

3.2.1.4.2 รองรับย่านวัด AC ที่ 200mVrms,2 Vrms, 20Vrms หรือดีกว่า

3.2.2.4 Current Measurement

3.2.1.5.1 รองรับย่านวัด DC ที่ 20mA,200mA,1A หรือดีกว่า

3.2.1.5.2 รองรับย่านวัด AC ที่ 20mArms, 200 mArms, 1Arms หรือดีกว่า

3.2.2.5 Resistance Measurement รองรับย่านวัดที่ 200,2k,20k,200k Ohm หรือดีกว่า

3.2.2.6 Diode Measurement รองรับย่านวัดที่ 2V

3.2.2.7 Power Supplies

3.2.1.8.1 มีค่า +15V Supply Output voltage

3.2.1.8.2 มีค่า -15V Supply Output voltage

3.2.1.8.3 มีค่า Maximum output current 32 mA หรือสูงกว่า

3.2.1.8.4 มีค่า Maximum load capacitance 470 uF หรือสูงกว่า

3.2.2 ชุดทดลองการใช้งานร่วมชุดเครื่องมืออินเทอร์เฟซ ทำหน้าที่ดังนี้

3.2.2.1 รองรับการใช้แรงดันไฟฟ้าเพื่อใช้งานที่ 12-24 VDC

3.2.2.2 การทดลองด้านไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.2.2.1 ใช้คอนโทรลเลอร์แบบ Arduino Mega2560 หรือดีกว่า

3.2.2.2.2 มี Flash Memory 256 KB หรือดีกว่า

3.2.2.2.3 มีหน่วยความจำในการประมวลผล 8KB หรือสูงกว่า

3.2.2.2.4 มี Analog input จำนวน 16 PIN หรือสูงกว่า

3.2.2.2.5 มี Digital I/O รองรับการใช้งานแบบ Serial, PWM, SPI, TWI, และ
EXTINTERRUPTS

3.2.2.2.6 มี Clock SPEED ที่ 16 MHz

3.2.2.3 มีการทดลองการส่งข้อมูลแบบ RS232

3.2.2.3.1 รองรับ Interface IC MAX3232CSE

3.2.2.3.2 รองรับการเชื่อมต่อแบบ DB9

3.2.2.3.3 รองรับการส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 250 Kbps

- 3.2.2.4 มีการทดลองแบบ DOT MATRIX
 - 3.2.2.4.1 รองรับการเชื่อมต่อแบบ 3 Pins
 - 3.2.2.4.2 มี LED ขนาด 8mm
 - 3.2.2.4.3 มีค่า Forward Current ที่ 20mA หรือดีกว่า
 - 3.2.2.4.4 มีค่า Forward Voltage ที่ Red 2.2V, Green 3.5V, Blue 3.5V
- 3.2.2.5 มีจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 2.8 นิ้ว Resolution 240 x 320 / 65536 color หรือ ดีกว่า
- 3.2.2.6 มีการทดลองสื่อสารไร้สาย แบบ XBee 802.15.4
 - 3.2.2.6.1 สามารถส่งข้อมูลแบบ RF ที่ 250 Kbps
 - 3.2.2.6.2 มากำหนดค่า API หรือ AT ได้
 - 3.2.2.6.3 รองรับการทำงานแบบ Direct Sequence Spread Spectrum ได้
 - 3.2.2.6.4 รองรับการทำงานแบบ 10 bit
- 3.2.2.7 รองรับเสาอากาศอย่างน้อย 2 แบบ

4. ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ขั้นสูงและสมองกลฝังตัว

4.1 รายละเอียดทั่วไป

- 4.1.1 รองรับการทำงานร่วมโปรแกรม Labview ได้
- 4.1.2 รองรับการทำงานแบบลักษณะ Embedded ได้
- 4.1.3 มีโปรแกรมสำหรับการพัฒนาการใช้งาน
- 4.1.4 รองรับการเรียนรู้และเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C/C++/Wiring
- 4.1.5 สามารถเขียนคำสั่งการทำงาน (Compiler) ลงบนชุดฝึกได้
- 4.1.6 มีกล่องเก็บอุปกรณ์อย่างดี
- 4.1.7 มีใบงานการทดลอง ไม่น้อยกว่า 10 ใบงาน
- 4.1.8 จัดฝึกอบรมการใช้งานไม่น้อยกว่า 3 วัน
- 4.1.9 มีรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี



4.2 รายละเอียดเฉพาะ

- 4.2.1 CPU เป็นขนาด 8 bit หรือสูงกว่า
- 4.2.2 มีหน่วยความจำชนิด Flash Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 16KB
- 4.2.3 มีหน่วยความจำ SRAM ขนาดไม่น้อยกว่า 1KB
- 4.2.4 มีหน่วยความจำชนิด EEPROM
- 4.2.5 รองรับการเชื่อมต่อด้วยสาย USB
- 4.2.6 ทำงานด้วยความถี่ 16MHz

- 4.2.7 มีช่องเชื่อมต่อสำหรับ Digital I/O ไม่น้อยกว่า 14 ช่อง
- 4.2.8 มีช่องเชื่อมต่อสำหรับ Analog Input ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
- 4.2.9 รองรับการจ่ายสัญญาณ PWM
- 4.2.10 มีขาสำหรับรองรับการสื่อสาร ทั้งแบบ SPI , I2C , Serial

5. ชุดปฏิบัติการสมองกลฝังตัวสำหรับการควบคุมระบบอัตโนมัติ

5.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.1.1 รองรับการทำงานหรือการควบคุมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (IoT)
- 5.1.2 สามารถควบคุมการทำงานจากระบบสมองกลฝังตัวโดยตรงได้
- 5.1.3 รองรับการงานหรือการควบคุมด้วย Smart Phone หรือมากกว่า
- 5.1.4 มีใบงานการทดลอง
- 5.1.5 จัดฝึกอบรมการใช้งานไม่น้อยกว่า 3 วัน
- 5.1.6 มีรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

5.2 รายละเอียดเฉพาะ

- 5.2.1 รองรับการควบคุมระบบลม
- 5.2.2 มีชุดหน่วยประมวลผลกลางโดยมีคุณลักษณะดังนี้
 - 5.2.2.1 มีความเร็วของ CPU ไม่น้อยกว่า 1GHz และมีสถาปัตยกรรมแบบ 64 บิต
 - 5.2.2.2 รองรับการเชื่อมต่อด้วยช่องแบบ USB
 - 5.2.2.3 มีแหล่งจ่ายไฟที่เพียงพอต่อการใช้งาน
 - 5.2.2.4 มีหน่วยความจำแบบ microSD Card หรือดีกว่า
 - 5.2.2.5 รองรับการเชื่อมต่อด้วยสัญญาณ WiFi ความถี่ 2.4GHz หรือดีกว่า
 - 5.2.2.6 มีจำนวนขาสัญญาณ GPIO ไม่น้อยกว่า 40 ขา
 - 5.2.2.7 รองรับการเชื่อมต่อด้วยสัญญาณ Bluetooth 4.0 หรือดีกว่า
- 5.2.3 มีจอแสดงผลโดยมีคุณลักษณะดังนี้มีขนาดจอแสดงผลไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
 - 5.2.3.1 สามารถเชื่อมต่อการแสดงผลผ่านช่องสัญญาณแบบ HDMI หรือดีกว่าได้
 - 5.2.3.2 สามารถเชื่อมต่อระบบสัมผัสผ่านทางช่องสัญญาณแบบ USB หรือดีกว่าได้
 - 5.2.3.3 สามารถใช้งานร่วมกับหน่วยประมวลผลกลางในข้อ 2.1 ได้
- 5.2.4 มีชุดขับเคลื่อนชิ้นงานโดยมีคุณลักษณะดังนี้
 - 5.2.4.1 มีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รองรับการงานด้วยแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 12V หรือมากกว่า
 - 5.2.4.2 ระบายความร้อนแบบสองทาง ระบายงานได้ไม่ต่ำกว่า 75 มิลลิเมตรจำนวนไม่ต่ำกว่า 1 ระบายออก

- 5.2.4.3 กระจกสับทำงานแบบสองทาง ระยะทำงานได้ไม่ต่ำกว่า 50 มิลลิเมตรจำนวนไม่ต่ำกว่า 1 กระจก
- 5.2.4.4 มีชุดสายพานลำเลียง ความยาวไม่ต่ำกว่า 30 เซนติเมตรหรือมากกว่า
- 5.2.4.5 มีระบบจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12VDC หรือดีกว่า
- 5.2.4.6 วาล์ว 5/2 ทาง ควบคุมด้วยไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ตัว
- 5.2.4.7 มีเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุเป็นชนิดแบบไม่สัมผัสหรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 5.2.4.8 มีชิ้นงานประกอบการทดลองไม่น้อยกว่า 10 ชิ้น
- 5.2.4.9 มีจุดรองรับชิ้นงาน โดยมีถาดรองรับชิ้นงาน จำนวนไม่น้อยกว่า 2 จุด
- 5.2.4.10 รองรับการจัดชิ้นงานด้วยระบบสุญญากาศหรือดีกว่า
- 5.2.4.11 มีโครงสร้างเป็นวัสดุจากอลูมิเนียมโปรไฟล์

6. เครื่องประมวลผลซอฟต์แวร์แบบตั้งโต๊ะ

6.1 รายละเอียดทั่วไป

- 6.1.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายใต้มาตรฐาน ISO หรือดีกว่า
- 6.1.2 ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ แป้นพิมพ์ เมาส์ ลำโพงและจอภาพ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน
- 6.1.3 รับประกันไม่น้อยกว่า 3 ปี

6.2 รายละเอียดเฉพาะ

- 6.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า intel core i3
โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.3 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 6.2.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3L หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB
- 6.2.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือ ดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
- 6.2.4 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 6.2.5 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า
- 6.2.6 มีจอภาพแบบ LCD หรือดีกว่า และมีขนาดไม่น้อยกว่า 18.5 นิ้ว

7 เครื่องประมวลผลซอฟต์แวร์แบบพกพา

7.1 รายละเอียดทั่วไป

- 7.1.1 มีขนาดหน้าจอไม่เกิน 14 นิ้ว
- 7.1.2 มีกระเป๋าเก็บและใช้งานอย่างดี
- 7.1.3 มีขนาดน้ำหนักน้อยกว่า 1.5 กิโลกรัม
- 7.1.4 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายใต้มาตรฐาน ISO หรือดีกว่า

- 7.1.5 ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ แบนพิมพ์ เมมโมรี่การ์ด ลำโพงและจอภาพ เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน
- 7.1.6 มีรับประกันตัวเครื่องและจอไม่น้อยกว่า 3 ปี

7.2 รายละเอียดเฉพาะ

- 7.2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า 6th generation Intel Core i7
- 7.2.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 2.6 GHz
- 7.2.3 หน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ สามารถแสดงผลภาพที่เป็น HD ได้เป็นอย่างน้อย
- 7.2.4 จอแสดงภาพ ความละเอียดไม่น้อยกว่า QHD+IPS(3200x1800)
- 7.2.5 หน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3L หรือดีกว่าและมีขนาดความจุรวมไม่น้อยกว่า 8 GB
- 7.2.6 หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิด SSD หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 256 GB
- 7.2.7 สามารถเชื่อมต่อเครือข่าย แบบไร้สาย (Wireless) ขั้นต่ำ 802.11 a/b/g/n/ac
- 7.2.8 สามารถเชื่อมต่อเครือข่าย แบบไร้สาย (Bluetooth4.0) หรือดีกว่า
- 7.2.9 มีซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ WINDOWS เวอร์ชันล่าสุดที่ถูกต้องตามกฎหมาย ติดตั้งภายในเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา

8 เครื่องวัดสัญญาณแบบอนาล็อกและดิจิทัล

8.1 รายละเอียดทั่วไป

- 8.1.1 เป็นดิจิทัลสโตเรจออกซิลโลสโคปที่ใช้วัดสัญญาณขนาด DC ถึง 200 MHz หรือดีกว่า
- 8.1.2 สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณ หรือมากกว่า
- 8.1.3 สามารถวัดสัญญาณดิจิทัลได้พร้อมกัน 16 ช่องสัญญาณ หรือดีกว่า
- 8.1.4 จอแสดงผลแบบสัมผัสขนาด ขนาด 8.4 นิ้ว หรือดีกว่า
- 8.1.5 จอภาพมีความละเอียดจอภาพ ไม่น้อยกว่า 800x480
- 8.1.6 มีฟังก์ชันการวัดค่าอัตโนมัติไม่น้อยกว่า 30 พารามิเตอร์
- 8.1.7 มีอัตราประมวลผลรูปคลื่นไม่น้อยกว่า 900,000 waveform/sec
- 8.1.8 ฟังก์ชันการจ่ายสัญญาณ (function generator) ภายในตัวเครื่อง
- 8.1.9 สามารถทำการประมวลผลและวิเคราะห์ค่า Power quality, Switching loss, Output ripple, Power Supply Rejection Ratio (PSRR)
- 8.1.10 มีฟังก์ชัน Serial Protocol Analysis ที่สามารถวิเคราะห์ CAN, LIN, I²C, SPI, RS232/UART หรือดีกว่า
- 8.1.11 มีฟังก์ชัน Educator 's training kit เพื่อใช้สร้างสัญญาณ Sine, sine with noise, phase shifted sine, sine with glitch, amplitude modulated sine wave, RF burst หรือมากกว่า
- 8.1.12 มีช่องต่อ USB 2.0 สำหรับด้านหน้าและด้านหลังเครื่องเพื่อการถ่ายโอนข้อมูล

8.1.13 ผ่านมาตรฐาน EMC Directive (2004/108/EC), CISPR 11/EN 55011

8.1.14 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยมีหนังสือรับรองยืนยันจากผู้ผลิต
เพื่อรองรับบริการหลังการขาย

8.2 รายละเอียดเฉพาะ

8.2.1 แกนตั้ง

- 8.2.1.1 ย่านการแสดงผล : 1 mV/DIV ถึง 5 V/DIV
- 8.2.1.2 ความแม่นยำ DC Vertical Gain : +/- 2% full scale
- 8.2.1.3 อินพุตอิมพีแดนซ์ : 1 Mohm และ 50 ohm
- 8.2.1.4 แรงดันป้อนเข้าสูงสุด : 300Vrms, 400Vpeak

8.2.2 แกนนอน

- 8.2.2.1 ย่านการแสดงผล : 5 ns/div ถึง 50 s/div หรือกว้างกว่า
- 8.2.2.2 โหมด : Main, zoom, roll, XY
- 8.2.2.3 Time base accuracy : ± 1.6 ppm + aging factor

8.2.3 Trigger System

- 8.2.3.1 Hold-off Time : 50 ns ถึง 10.0s หรือกว้างกว่า
- 8.2.3.2 Coupling : HF, LF, AC, DC, noise reject
- 8.2.3.3 Mode : Auto, Normal (triggered), single
- 8.2.3.4 Selection : Edge, Runt, setup and hold, Nth edge bust, Zone Trigger, RS232/UART, CAN/LIN, I²C/SPI หรือมากกว่า

8.2.4 Acquisition

- 8.2.4.1 อัตราการสุ่มค่า : 2 GSa/sec ต่อช่องสัญญาณ หรือมากกว่า
- 8.2.4.2 หน่วยความจำ : 4 Mpts หรือมากกว่า
- 8.2.4.3 โหมดความละเอียดสูง : 12 bits

8.2.5 ฟังก์ชันการวัดค่า

- 8.2.5.1 แรงดัน : peak-to-peak, maximum, minimum, amplitude, top, base, overshoot, pre-shoot, หรือมากกว่า

8.2.5.2 เวลา	: period, frequency, counter, + width, - width, burst width, duty cycle, rise time, fall time หรือมากกว่า
8.2.5.3 คณิตศาสตร์	: บวก, ลบ, คูณ, FFT, differentiate, integrate ฟังก์ชัน FFT (Fast Fourier Transform)
8.2.5.4 จำนวนจุด	: 64 K points
8.2.5.5 FFT Window	: Hanning, Flat Top, Rectangular, Blackman-Harris

9 เครื่องวัดสัญญาณอนาล็อกแบบ 2 ช่อง

9.1 รายละเอียดทั่วไป

- 9.1.1 เป็นดิจิทัลสโตเรจออกสซิลโลสโคป ที่ใช้วัดสัญญาณขนาด DC ได้ถึง 70MHz หรือดีกว่า
- 9.1.2 สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าได้พร้อมกัน 2 ช่องสัญญาณ
- 9.1.3 สามารถเก็บบันทึกค่าเซตอัพและรูปสัญญาณได้โดยผ่าน USB Flash drive
- 9.1.4 มีอัตราการสุ่มสัญญาณสูงสุดไม่น้อยกว่า 2 GSa/s หรือดีกว่า
- 9.1.5 มีหน่วยความจำสูงสุดไม่น้อยกว่า 100kpts หรือดีกว่า
- 9.1.6 มีอัตราประมวลผลรูปคลื่นไม่น้อยกว่า 50,000 waveform/sec
- 9.1.7 มีฟังก์ชันการวัดค่าไม่น้อยกว่า 23 พารามิเตอร์
- 9.1.8 จอภาพชนิด WVGA ขนาด 8.5 นิ้ว ที่มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 800x480 และสามารถแสดงระดับสีได้ 64 ระดับหรือดีกว่า
- 9.1.9 สามารถขยายแบนด์วิธ (bandwidth upgrade) ได้ในภายหลัง
- 9.1.10 ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50Hz

9.2 รายละเอียดเฉพาะ

9.2.1 Bandwidth (-3dB)	: 70MHz หรือสูงกว่า
9.2.2 Real-time Sample rate	: สูงสุด 2 GSa/s หรือดีกว่า
9.2.3 Channels	: 2
9.2.4 Memory	: 100 kpts ต่อช่องสัญญาณหรือมากกว่า
9.2.5 Vertical Resolution	: 8 Bits (12 bit High resolution)
9.2.6 Vertical Range	: 1 mV/div ถึง 5 V/div หรือกว้างกว่า
9.2.7 DC Gain Accuracy	: +3% มากกว่า 10 V/div; + 4% น้อยกว่า 10mV/div



- 9.2.8 Maximum Input Voltage : CAT I 300 Vrms, 400 Vpk หรือสูงกว่า
- 9.2.9 Time base range : 5 ns/div ถึง 50 s/div หรือกว้างกว่า
- 9.2.10 Input Impedance : 1 Mohm
- 9.2.11 Time base accuracy : 25 ppm + 5% ppm หรือดีกว่า
- 9.2.12 Acquisition modes : Normal, Averaging, Peak, High resolution หรือมากกว่า
- 9.2.13 Trigger mode : Edge, Pulse width, Video, หรือมากกว่า
- 9.2.14 Cursor type : Amplitude, เวลา, ความถี่ (FFT), manual, tracking, Binary, HEX หรือมากกว่า
- 9.2.15 Automatic measurement
 - 9.2.15.1 Voltage : Peak-to-Peak, Max, Min, Average, Amplitude, Top, Base, RMS, Overshoot, pre-shoot หรือมากกว่า
 - 9.2.15.2 Time : Frequency, Period, Width, Delay, Duty cycle, Rise time, Fall time หรือมากกว่า
- 9.2.16 Math functions : Add, Subtract, Multiply, FFT
- 9.2.17 FFT window modes : Hanning, flat top, Blackman-Harris หรือมากกว่า
- 9.2.18 FFT points : 64kpts หรือมากกว่า
- 9.2.19 Connectivity : USB 2.0

10 แหล่งจ่ายไฟ

10.1 รายละเอียดทั่วไป

- 10.1.1 ผ่านมาตรฐาน IEC61326:2002/EN61326:1997+A1:1998+A3:2003,Canada: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04, USA: ANSI/UL 61010-1:2004 หรือดีกว่า
- 10.1.2 สามารถแสดงผลการจ่ายสัญญาณไฟฟ้าเป็นตัวเลขดิจิทัลโดยสามารถแสดงได้ทั้งปริมาณ กระแสไฟฟ้าตรง และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง



10.2 รายละเอียดเฉพาะ

- 10.2.1 เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงแบบ 1 เอาต์พุต
- 10.2.2 สามารถจ่ายกำลังได้สูงสุด 90W วัตต์หรือมากกว่า
- 10.2.3 เอาต์พุต แรงดันไฟฟ้า 0-30V, กระแสไฟฟ้า 0-3A หรือดีกว่า
- 10.2.4 มีหน้าจอแสดงผลเป็นแบบ LCD หรือดีกว่า
- 10.2.5 มีความละเอียดในการเซตค่าได้ 10mV /10mA ที่หน้าเครื่อง หรือดีกว่า

- 10.2.6 มีค่า Ripple and noise สำหรับโหมด CV ที่ 12 mVp-p น้อยกว่า 1mVrms หรือดีกว่า
- 10.2.7 มีค่า Ripple and noise สำหรับโหมด CC ที่ 3 mArms หรือดีกว่า
- 10.2.8 มีค่า Programming Accuracy น้อยกว่า 0.35%+20mV หรือดีกว่า
- 10.2.9 มีค่า Over voltage protection Accuracy น้อยกว่า 0.5%+0.5 V หรือดีกว่า
- 10.2.10 ค่า Over current protection programmable range 1 A ถึง 3.3 A หรือดีกว่า
- 10.2.11 มีฟังก์ชัน Over voltage/current protection เพื่อป้องกันการเสียหายของ DUT หรือดีกว่า
- 10.2.12 มีค่า Maximum Input power 330 VA หรือดีกว่า
- 10.2.13 มีฟังก์ชัน Backlight on/off สำหรับหน้าจอ LCD หรือดีกว่า

11 เครื่องกำเนิดสัญญาณแบบ 1 ช่อง

11.1 รายละเอียดทั่วไป

- 11.1.1 เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณแบบตั้งโต๊ะชนิด 1 ช่องสัญญาณ
- 11.1.2 สามารถกำเนิดสัญญาณรูปคลื่น Sine และ Square ที่มีความถี่ของการสร้างสัญญาณได้สูงสุด 20 MHz หรือสูงกว่า

11.2 รายละเอียดเฉพาะ

- 11.2.1 มีหน่วยความจำของรูปสัญญาณที่ 1 MSa หรือมากกว่า
- 11.2.2 สามารถสร้างสัญญาณมาตรฐาน Sine, Square, Ramp, Triangle, Pulse, Gaussian Noise, Pseudorandom binary sequence, DC หรือดีกว่า
- 11.2.3 สามารถสร้างสัญญาณ Arbitrary แบบ Cardiac, exponential, Haversine, Lorentz, หรือมากกว่าได้
- 11.2.4 สามารถมอดูเลชันสัญญาณแบบ AM, FM, PM, FSK, BPSK, หรือมากกว่าได้
- 11.2.5 สามารถสร้างสัญญาณ Burst และ Sweep ได้
- 11.2.6 สัญญาณ Sine
 - 11.2.6.1 ความถี่ : 1 μ Hz ถึง 20 MHz หรือกว้างกว่า
 - 11.2.6.2 Total harmonic distortion (THD) : 0.04% หรือดีกว่า
 - 11.2.6.3 Non-harmonic spurious : น้อยกว่า -75 dB
 - 11.2.6.4 Phase noise : -115 dBc/Hz (10 kHz offset)
- 11.2.7 สัญญาณ Square
 - 11.2.7.1 ความถี่ : 1 μ Hz ถึง 20 MHz หรือกว้างกว่า
 - 11.2.7.2 Rise/Fall time : 8.4 ns หรือดีกว่า
- 11.2.8 สัญญาณ Ramp, Triangle
 - 11.2.8.1 ความถี่ : 1 μ Hz ถึง 200 kHz หรือกว้างกว่า
 - 11.2.8.2 Variable Symmetry : 0.0% to 100.0%

11.2.9 มีความละเอียดในการปรับค่าแรงดันได้ 16 บิตหรือดีกว่า

11.2.10 การปรับค่า Amplitude

11.2.10.1 ย่านการใช้งาน : 10 mVpp ถึง 10 Vpp (50Ω) หรือดีกว่า

: 20 mVpp ถึง 20 Vpp (Open Circuit)

หรือดีกว่า

11.2.11 มีช่องเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เป็นพอร์ต USB, LAN หรือมากกว่า

11.2.12 เป็นจอแสดงผลกราฟิกสี

12 โต๊ะปฏิบัติการทดลอง

12.1 รายละเอียดเฉพาะ

12.1.1 โต๊ะปฏิบัติการงานไฟฟ้า ขนาด 800 x 1800 x 800 มม. พื้นโต๊ะ(Work Top) เป็น Particle Board of Melamine Surface 2 ด้าน หนาไม่น้อยกว่า 18 มม. ขอบด้วย PVC หนา 2 มม ยึดพื้นโต๊ะเข้ากับโครงขาโต๊ะ ได้อย่างมั่นคง แข็งแรง

12.1.2 โครงขาโต๊ะเป็นแบบ 4 ขา ถอดประกอบได้ ทำด้วยเหล็กกล่องหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ขนาดกล่องประมาณ 38x38 มม. ตัวคานเป็นเหล็กกล่อง เชื่อมยึด 4 ด้าน มีคานกลางรับน้ำหนักพื้นโต๊ะ ชุดตัวคานประกอบเข้ากับขาโต๊ะอย่างแข็งแรง ที่ปลายขาโต๊ะด้านล่าง มีที่วางเท้า เพื่อเสริมความแข็งแรงป้องกันการล้มเอียงมาด้านหน้า ปลายขามีอุปกรณ์ปรับระดับ ชุดขาโต๊ะทุกชิ้นพ่นสีฝุ่นอุตสาหกรรมสามารถทนความชื้นได้เป็นอย่างดี

12.1.3 กล่องพลาสติกขึ้นรูปทรงสามเหลี่ยม ขนาด 90x90x140 มม. หน้าเอียง พร้อมติดตั้งปลั๊ก 220 V จำนวน 1 ชุด และติดตั้ง DC Switching Supply 15V 2 A จำนวน 1 ชุด ติดตั้งบนพื้นโต๊ะ

12.1.4 สายไฟสำหรับต่อระบบไฟภายนอกโต๊ะ ยาว 3 เมตร พร้อมชุดป้องกัน จำนวน 1 ชุด

13 ตู้เหล็กเก็บอุปกรณ์

13.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นครุภัณฑ์ตู้เหล็กบานเลื่อนกระจก 2 ชั้น สำหรับจัดเก็บเอกสารและอุปกรณ์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนจำนวน 8 ตู้

13.2 รายละเอียดทางเฉพาะ

13.2.1 เป็นตู้เอกสาร/อุปกรณ์ชนิดบานเลื่อนกระจก 2 ชั้น

13.2.2 เป็นตู้ที่ทำจากเหล็กขนาด (W) 876 x (D) 406 x (H) 1830 mm.

13.2.3 ตัวตู้มีชั้น 2 ชั้น ด้านบนเป็นประตูบานเลื่อนกระจก ด้านล่างเป็นประตูบานเลื่อนกระจก

13.2.4 รับประกันคุณภาพอย่างน้อย 1 ปี