



รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
ชุดการออกแบบวงจรรวมไมโครชิปเซมิคอนดักเตอร์
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2570

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.รายการจัดซื้อจัดจ้าง ชุดการออกแบบวงจรรวมไมโครชิปเซมิคอนดักเตอร์ จำนวน 1 ชุด

2.กำหนดรายละเอียดและคุณลักษณะของพัสดุ

2.1 คุณลักษณะทั่วไป

ชุดการออกแบบวงจรรวมไมโครชิปเซมิคอนดักเตอร์ เป็นชุดฝึกปฏิบัติการด้านการออกแบบโดยมีซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการออกแบบด้านวงจรรวม และการประยุกต์ใช้งานเซมิคอนดักเตอร์ ด้าน FPGA ที่ใช้ในการเรียนการสอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และสาขาวิชาโทรคมนาคม ประกอบด้วย

- 1) ชุดซอฟต์แวร์ สำหรับออกแบบวงจรเซมิคอนดักเตอร์ เป็นชุดฝึกปฏิบัติการที่ใช้ศึกษาหลักการทำงาน การออกแบบ และการวิเคราะห์ตรวจสอบวงจรเซมิคอนดักเตอร์ ซึ่งมีความสำคัญและเป็นส่วนแรก ในการออกแบบด้าน วงจรเซมิคอนดักเตอร์ หรือวงจรรวม หรือ ไมโครชิป
- 2) ชุดประยุกต์พื้นฐานการพัฒนาทางด้าน FPGA เป็นชุดฝึกปฏิบัติการที่ใช้ศึกษาหลักการทำงานวงจร การศึกษาต้นแบบของ วงจรรวม การศึกษาการสร้างวงจรรวม เพื่อพัฒนาไปสู่วงจรรวมขั้นสูง
- 3) ชุดประมวลผลซอฟต์แวร์และ FPGA เป็นชุดประมวลผลที่ใช้สำหรับ ชุดซอฟต์แวร์ สำหรับออกแบบวงจรเซมิคอนดักเตอร์ และชุดประยุกต์พื้นฐานการพัฒนาทางด้าน FPGA
- 4) ชุดตรวจสอบอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ เป็นชุดที่ใช้ ในการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซมิคอนดักเตอร์ อาทิเช่น diodes, field-effect transistor(FET), metal-oxide-semiconductor field effect transistor(MOSFET), insulated-gate bipolar transistor(IGBT), unijunction transistor(UJT), thyristor, diode for alternating current(DIAC) เป็นต้น

2.2 คุณลักษณะเฉพาะ

ชุดการออกแบบวงจรรวมไมโครชิปเซมิคอนดักเตอร์ ประกอบด้วย

- | | |
|--|-------------------|
| 1) ชุดซอฟต์แวร์ สำหรับออกแบบวงจรเซมิคอนดักเตอร์ | จำนวน 10 ยูสเซอร์ |
| 2) ชุดประยุกต์พื้นฐานการพัฒนาทางด้านเซมิคอนดักเตอร์ FPGA | จำนวน 10 ชุด |
| 3) ชุดตรวจสอบอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ | จำนวน 5 ชุด |
| 4) ชุดจำลองระบบการผลิตอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ | จำนวน 1 ชุด |
| 5) ชุดประมวลผลสำหรับซอฟต์แวร์ออกแบบเซมิคอนดักเตอร์ และ FPGA | จำนวน 10 ชุด |
| 6) ชุดโต้ตอบปฏิบัติการสำหรับการทดลอง FPGA และเซมิคอนดักเตอร์ | จำนวน 10 ชุด |
| 7) แก้อื้อสำหรับนั่งปฏิบัติงาน | จำนวน 20 ชุด |

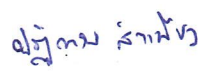
2.2.1 ชุดซอฟต์แวร์ สำหรับออกแบบวงจรเซมิคอนดักเตอร์ จำนวน 10 ยูสเซอร์ มีคุณสมบัติดังนี้

2.2.1.1 สามารถออกแบบวงจรลอจิกพื้นฐานและการจำลองรูปแบบคลื่นฟังก์ชันได้

2.2.1.2 สามารถทำการออกแบบ EDA ด้วย Vivado หรือ Quartus II ได้

2.2.1.3 สามารถทำแผนผังวงจรลอจิกพื้นฐาน หรือการควบคุมลอจิกแบบอธิบายด้วย VHDL/Verilog และอัลกอริทึม เพื่อจำลองฟังก์ชันลอจิกหรือเวลาที่ต้องใช้ได้


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริรัฐ ลิ้มมนี)
ประธานกรรมการ


(ดร.ปฐิภาน สำเนียง)
กรรมการ


(ดร.สุกวัตน์ ชัยสวัสดิ์)
กรรมการและเลขานุการ

- 2.2.1.4 การออกแบบแผนผังสามารถทำได้โดยใช้ DSCH EDA เพื่อสร้างกราฟิกเซลล์ตรรกะเชิงผสม
- 2.2.1.5 สามารถจำลองการทดสอบตารางความจริง และแปลงเป็นไฟล์ Verilog ได้
- 2.2.1.6 สามารถถ่ายโอนข้อมูลไปยังเลย์เอาต์ IC และสามารถจำลองและทดสอบลักษณะการทำงานได้
- 2.2.1.7 สามารถนำไฟล์ *.v ทำการจำลอง หรือดาวน์โหลดไปยัง FPGA เพื่อทดสอบฟังก์ชันให้ทำงานตามปกติได้
- 2.2.1.8 สามารถดาวน์โหลดข้อมูลไปยัง Microwind EDA เพื่อถ่ายโอนเค้าโครงและการจำลอง IC แบบ CMOS (pMOS/nMOS combination) ได้
- 2.2.1.9 ซอฟต์แวร์ EDA สามารถจัดการเค้าโครง CMOS ได้ตามแผนผังตรรกะ CMOS ได้

2.2.2 ชุดประยุกต์พื้นฐานการพัฒนาด้านเซมิคอนดักเตอร์ FPGA จำนวน 10 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

2.2.2.1 ส่วนของ อุปกรณ์ FPGA มีคุณลักษณะดังนี้

- 2.2.2.1.1 มีหน่วยประมวลผล FPGA Device แบบ AMD Artix XC7A35T-1CPG236C หรือดีกว่า
- 2.2.2.1.2 มีเซลล์ลอจิกขนาด 33,280, เซลล์ใน 5,200 สไลซ์ (แต่ละสไลซ์ประกอบด้วย LUT 6 อินพุต 4 ตัว, และ flip-flops 8 ตัว)
- 2.2.2.1.3 มีพอร์ต USB-JTAG สำหรับการเขียนโปรแกรมและการสื่อสาร FPGA
- 2.2.2.1.4 ตัวแปลงอนาล็อกเป็นดิจิทัล (analog-to digital) บนชิป
- 2.2.2.1.5 ความเร็วสัญญาณนาฬิกาภายใน (Internal clock speeds) ไม่น้อยกว่า 450 MHz
- 2.2.2.1.6 มีDSP slices ขนาด 90
- 2.2.2.1.7 หน่วยความจำแบบ fast block ขนาดไม่น้อยกว่า 1,800 กิโลบิต หรือดีกว่า

2.2.2.2 ส่วนของ I/O interfaces มีคุณลักษณะดังนี้

- 2.2.2.2.1 พอร์ตแบบ XPmod 4 พอร์ต, พอร์ตขยายมาตรฐาน 12 พิน 3 พอร์ต, พอร์ตสัญญาณ ADC อนะกประสงค์ 1 พอร์ต / พอร์ตขยายมาตรฐาน
- 2.2.2.2.2 จอแสดงผล 7 ส่วน ขนาด 4 หลัก
- 2.2.2.2.3 ปุ่มกดผู้ใช้งาน จำนวน 5 ปุ่ม
- 2.2.2.2.4 ไฟชนิด LED จำนวน 16 ดวง
- 2.2.2.2.5 สวิตช์สำหรับผู้ใช้ จำนวน 16 ตัว
- 2.2.2.2.6 USB HID สำหรับเมาส์ คีย์บอร์ด และ memory sticks
- 2.2.2.2.7 เอาต์พุตชนิด VGA ขนาด 2 บิต จำนวน 1 ช่อง
- 2.2.2.2.8 บริดจ์แบบ USB-UART จำนวน 1 ชุด
- 2.2.2.2.9 หน่วยความจำแฟลชแบบอนุกรม ขนาด 3 เมกะบิต หรือดีกว่า
- 2.2.2.2.10 พอร์ตชนิด USB JTAG สำหรับการเขียนโปรแกรมและการสื่อสาร FPGA

2.2.2.3 หน่วยอินพุตและสัญญาณนาฬิกา (Input and clocking unit) มีคุณลักษณะดังนี้

- 2.2.2.3.1 สวิตช์ชนิด DIP ขนาด 8 บิต จำนวน 4 ชุด
- 2.2.2.3.2 แป้นตัวเลขแบบเมทริกซ์ ขนาด 4x4
- 2.2.2.3.3 สวิตช์เข้ารหัสแบบหมุน (A/B phase)
- 2.2.2.3.4 ตัวรับแบบคู่อินฟราเรด (Infrared coupled receiver)
- 2.2.2.3.5 สามารถสัญญาณนาฬิกาที่เลือกได้คงที่ได้ไม่น้อยกว่า 10 ชุด ความถี่ 0.1Hz, 1Hz, 10Hz, 100Hz, 1KHz, 10KHz, 100KHz, 1MHz, 10MHz, 40MHz
- 2.2.2.3.6 สวิตช์แบบสลับ (toggle switch) จำนวน 1 ชุด

- 2.2.2.3.7 ปุ่มกดแบบกำหนดค่าได้ (configurable push-button) จำนวน 4 ปุ่ม
- 2.2.2.4 หน่วยเอาต์พุต (Output unit) มีคุณลักษณะดังนี้
 - 2.2.2.4.1 ไฟแบบ buffered LED ขนาด 8 บิต (สีแดง/ส้ม/เหลือง/เขียว) จำนวน 8 ชุด
 - 2.2.2.4.2 ไฟแบบ independent LED (สีแดง) จำนวน 4 ชุด
 - 2.2.2.4.3 การแสดงผลแบบ 7-segment scanning ขนาด 4 หลัก จำนวน 2 ชุด
 - 2.2.2.4.4 จอแสดงผลชนิด LCD แบบกราฟิก/อักขระ ขนาด 28x64 จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.2.4.5 จอแสดงผลชนิด LED แบบเมทริกซ์ ขนาด 8x8 (dual color)
 - 2.2.2.4.6 จอแสดงผล 16 ส่วน จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.2.4.7 ลำโพง ขนาด 8 โอห์ม, กำลังวัตต์ขนาด 0.5 วัตต์
 - 2.2.2.4.8 เครื่องส่งสัญญาณแบบเชื่อมต่อกับอินฟราเรด (Infrared coupled transmitter)
- 2.2.2.5 ชุดมอเตอร์ (Motor unit) มีคุณลักษณะดังนี้
 - 2.2.2.5.1 มอเตอร์สแต็ปขนาดแรงดันไฟฟ้า 12V/250mA
 - 2.2.2.5.2 สามารถปรับองศาการทำงาน 7.5 องศา/สแต็ป หรือดีกว่า
 - 2.2.2.5.3 วงจรขับมอเตอร์สแต็ป แบบ 4 ขั้ว แต่ละขั้วขับไม่น้อยกว่า 60V
 - 2.2.2.5.4 มีวงจรควบคุมแบบ PWM-bridged ชนิด 4 ขั้ว โดยแต่ละขั้วขับแรงดันขนาด 50V พร้อมการควบคุม แบบ forward/ reverse and dead band
- 2.2.2.6 ชุดสื่อสารและขยายชิป (Chip communication and expansion unit) มีคุณลักษณะดังนี้
 - 2.2.2.6.1 ตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก (D/A) ขนาด 8 บิต
 - 2.2.2.6.2 ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล A/D ขนาด 8 บิต
 - 2.2.2.6.3 มี EEPROM ขนาด 256 กิโลบิต (IIC interface) หรือดีกว่า
 - 2.2.2.6.4 ตัวแปลงสัญญาณ D/A แบบ dual channel serial ขนาด 12 บิต
 - 2.2.2.6.5 มีหน่วยประมวลผลแบบไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 หรือดีกว่า
 - 2.2.2.6.6 ขั้วต่อภายนอก ขนาด 20 pin
- 2.2.2.7 สามารถทำการทดลองได้ดังนี้
 - 2.2.2.7.1 การทดลอง Installing Vivado operation
 - 2.2.2.7.2 การทดลอง Basic assembler logic design and experiment
 - 2.2.2.7.3 การทดลอง 1~12 Bits up/down counter with preset & clear for counter present to LED display design and experiment
 - 2.2.2.7.4 การทดลอง Time sequencer logic design and experiment
 - 2.2.2.7.5 การทดลอง 16 Bits up/down counter for 4 dig 7 segment LED display design and experiment
 - 2.2.2.7.6 การทดลอง 5 push button for function logic control design and experiment
 - 2.2.2.7.7 การทดลอง 12 bits VGA for color bar or data bar display design and experiment
 - 2.2.2.7.8 การทดลอง USB host for mouse function and 12 bits VGA display
 - 2.2.2.7.9 การทดลอง 4 channel 12 bits serial ADC with 7 segment display for switch channel selector design and experiment
 - 2.2.2.7.10 การทดลอง 32 Mb SPI flash memory with 4 dig 7 segment or led Display
 - 2.2.2.7.11 การทดลอง 32-bit up/down counter with load, clear and enable

๒๒ ๒๖

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรัฐ ลิ้มมณี)
ประธานกรรมการ

ปลัดฯ สำนักงาน

(ดร.ปฐิภาณ สำเนียง)
กรรมการ

๑๕

(ดร.ศุภวัฒน์ ชัยสวัสดิ์)
กรรมการและเลขานุการ

- 2.2.2.7.12 การทดลอง Infrared coupled transceiver controls 8-digit decimal scanning counter
- 2.2.2.7.13 การทดลอง Rotary encoder switch detector
- 2.2.2.7.14 การทดลอง 16-segment LEDs digital display decoder
- 2.2.2.7.15 การทดลอง 8 x 8 x 2 color dots matrix graphic display control
- 2.2.2.7.16 การทดลอง 4 x 4 scanning matrix keypad control
- 2.2.2.7.17 การทดลอง 128 x 64 LCD module display control
- 2.2.2.7.18 การทดลอง ADC conversion with hexadecimal and decimal display
- 2.2.2.7.19 การทดลอง DAC conversion for precise DDS frequency generator
- 2.2.2.7.20 การทดลอง Precise DDS VCO function generator controlled by keypad
- 2.2.2.7.21 การทดลอง 8 x 8 x 8 color pixels of VGA display control
- 2.2.2.7.22 การทดลอง Interfacing with synchronous serial PS/2 keyboard
- 2.2.2.7.23 การทดลอง Step motor position controlled by keypad
- 2.2.2.7.24 การทดลอง DC motor speed controlled by keypad
- 2.2.2.7.25 การทดลอง Using vivado built in real time logic analyzer
- 2.2.2.8 อุปกรณ์ประกอบ
- | | |
|---|-------------|
| 2.2.2.8.1 มีชุด Software | จำนวน 1 ชุด |
| 2.2.2.8.2 มีคู่มือการใช้งานหรือการทดลอง | จำนวน 1 ชุด |
| 2.2.2.8.3 มีสายไฟฟ้า Power cord | จำนวน 1 ชุด |
| 2.2.2.8.4 สาย RS-232 to USB | จำนวน 1 ชุด |
| 2.2.2.8.5 สายต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |
- 2.2.2.9 ชุดอนาล็อก Overlay Learning System จำนวน 10 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
- 2.2.2.9.1 เป็นลักษณะ electronic templates ของวงจรการทำงาน
- 2.2.2.9.2 มีตัวอย่าง สัญลักษณ์ แผนผังวงจร
- 2.2.2.9.3 สามารถประกอบการทำงานภายในตัวเอง
- 2.2.2.9.4 มีรายการส่วนประกอบและขั้นตอนของแผนผังอย่างชัดเจน
- 2.2.2.9.5 สามารถทำการทดลองได้ดังนี้
- | | |
|--------------|---|
| 2.2.2.9.5.1 | การทดลอง Semiconductor silicon diodes in DC circuits |
| 2.2.2.9.5.2 | การทดลอง Light emitting diode in DC circuits |
| 2.2.2.9.5.3 | การทดลอง Silicon diodes in AC circuits : half wave rectification |
| 2.2.2.9.5.4 | การทดลอง Silicon diodes in AC circuits : full wave rectification |
| 2.2.2.9.5.5 | การทดลอง The use of a diode bridge in DC circuits |
| 2.2.2.9.5.6 | การทดลอง The use of a diode bridge in AC circuits |
| 2.2.2.9.5.7 | การทดลอง Filtering and regulation of a pulsating DC voltage |
| 2.2.2.9.5.8 | การทดลอง An experimental power supply using a "PI" filter |
| 2.2.2.9.5.9 | การทดลอง Voltage multiplying using diodes & capacitors : voltage doubling |
| 2.2.2.9.5.10 | การทดลอง DC current gain of a common emitter transistor configuration |
| 2.2.2.9.5.11 | การทดลอง The common emitter as an AC amplifying stage |


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรัฐ ลิ้มมนี)
ประธานกรรมการ


(ดร.ปฐิภาณ สำเนียง)
กรรมการ


(ดร.ศุภวัฒน์ ชัยสวัสดิ์)
กรรมการและเลขานุการ

- 2.2.2.9.5.12 การทดลอง Cascaded stages of amplification
- 2.2.2.9.5.13 การทดลอง Class a single-ended loudspeaker driven audio amplifier
- 2.2.2.9.5.14 การทดลอง The class a push-pull audio amplifier
- 2.2.2.9.5.15 การทดลอง Complementary-symmetrical push-pull output circuits
- 2.2.2.9.5.16 การทดลอง The field effect transistor: the common-source amplifier
- 2.2.2.9.5.17 การทดลอง Oscillator circuits : The zero-phase shift oscillator
- 2.2.2.9.5.18 การทดลอง Oscillator circuits : The phase-shift oscillator
- 2.2.2.9.5.19 การทดลอง Oscillator circuits : The armstrong oscillator
- 2.2.2.9.5.20 การทดลอง Oscillator circuits : The hartley oscillator
- 2.2.2.9.5.21 การทดลอง Oscillator circuits : The colpitts oscillator
- 2.2.2.9.5.22 การทดลอง Digital integrated circuits : The AND gate
- 2.2.2.9.5.23 การทดลอง Digital integrated circuits : The OR gate
- 2.2.2.9.5.24 การทดลอง Digital integrated circuits : The AND-OR function
- 2.2.2.9.5.25 การทดลอง Digital integrated circuits : The inverting gate
- 2.2.2.9.5.26 การทดลอง Digital integrated circuits : The NAND gate
- 2.2.2.9.5.27 การทดลอง Digital integrated circuits : The NOR gate
- 2.2.2.9.5.28 การทดลอง Digital integrated circuits : The full adder
- 2.2.2.9.5.29 ตัวอย่างแผนผังวงจร จำนวน 20 ชุด
- 2.2.2.10 ชุดดิจิทัล Overlay Learning System จำนวน 10 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.2.2.10.1 เป็นลักษณะ electronic templates ของวงจรการทำงาน
 - 2.2.2.10.2 มีตัวอย่าง สัญลักษณ์ แผนผังวงจร
 - 2.2.2.10.3 สามารถประกอบการทำงานภายในตัวเอง
 - 2.2.2.10.4 มีรายการส่วนประกอบและขั้นตอนของแผนผังอย่างชัดเจน
 - 2.2.2.10.5 สามารถทำการทดลองได้ดังนี้
 - 2.2.2.10.6 การทดลอง basic logic functions
 - 2.2.2.10.7 การทดลอง basic logic functions
 - 2.2.2.10.8 การทดลอง boolean algebra and simplification of logic equations
 - 2.2.2.10.9 การทดลอง Demorgan's theorem
 - 2.2.2.10.10 การทดลอง TTL NAND/NOR gates definitions and operation
 - 2.2.2.10.11 การทดลอง NAND/NOR gates definitions and operation
 - 2.2.2.10.12 การทดลอง the "exclusive-OR" and its applications
 - 2.2.2.10.13 การทดลอง full-adder and full-subtractor
 - 2.2.2.10.14 การทดลอง bistable or flip-flop(FF)
 - 2.2.2.10.15 การทดลอง binary counters and the binary number system
 - 2.2.2.10.16 การทดลอง divide-by-n counters and decade counters
 - 2.2.2.10.17 การทดลอง shift registers and ring counters
 - 2.2.2.10.18 การทดลอง pulse forming and shaping; the schmitt trigger
 - 2.2.2.10.19 การทดลอง integrated-circuit timers-the 74122, 74121, and 555
 - 2.2.2.10.20 การทดลอง decoding and encoding

- 2.2.2.10.21 การทดสอบ random-access memories (RAM) scratch pad memories
- 2.2.2.10.22 การทดสอบ the operational amplifier
- 2.2.2.10.23 การทดสอบ digital-to-analog (D/A) and analog-to-digital (A/D) conversion
- 2.2.2.10.24 การทดสอบ complementary symmetry MOS (CMOS)-principles and characteristics
- 2.2.2.10.25 การทดสอบ complementary symmetry MOS (CMOS)-TTL interface
- 2.2.2.10.26 ตัวอย่างแผนผังวงจร จำนวน 20 ชุด

2.2.3 ชุดตรวจสอบอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ จำนวน 5 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 2.2.3.1 มีหน้าจอบแบบสัมผัส ชนิดสี มีขนาดจอขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
- 2.2.3.2 สามารถวัดอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ ชนิด DIODE, FET, MOSFET, IGBT, UJT, DIAC ได้
- 2.2.3.3 มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 8 ชุด
- 2.2.3.4 สามารถวัดค่าคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้
- 2.2.3.5 สามารถส่งข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไปยังคอมพิวเตอร์ โดยผ่าน USB port
- 2.2.3.6 สามารถทำการวัดแบบ Forward sweep measurement (NPN) ได้
- 2.2.3.7 สามารถทำการวัดแบบ Reverse sweep measurement (PNP) ได้
- 2.2.3.8 สามารถทำการวัดแบบ Bidirectional sweep measurement (DIAC) ได้
- 2.2.3.9 มีย่านความถี่ในการทำงาน 200Hz หรือดีกว่า
- 2.2.3.10 สามารถตั้งค่า Horizontal sweep voltage ได้ไม่น้อยกว่า 8 ตัวเลือก
- 2.2.3.11 สามารถตั้งค่าแรงดัน Horizontal sweep voltage ย่าน 10V/20V/30V/40V/50V/100V/150V/200V ได้ หรือดีกว่า
- 2.2.3.12 มี Sweep current limit ที่ 1.0A ที่แรงดันไฟฟ้า 10V/20V/30V/40V หรือดีกว่า
- 2.2.3.13 มี Sweep current limit ที่ 200mA ที่แรงดันไฟฟ้า 50V/100V/150V/200V หรือดีกว่า
- 2.2.3.14 สามารถตั้งค่า Vertical sweep voltage ได้ไม่น้อยกว่า 8 ตัวเลือก
- 2.2.3.15 สามารถตั้งค่ากระแส 3.125mA/6.250mA/12.50mA/15.63mA/25.00mA /31.25mA/62.50mA/125.0mA ได้ หรือดีกว่า
- 2.2.3.16 สามารถตั้งค่า base current (IB) ต่อสเต็ป ได้ไม่น้อยกว่า 8 การเลือก
- 2.2.3.17 สามารถตั้งค่ากระแส $5\mu\text{A}/10\mu\text{A}/50\mu\text{A}/0.1\text{mA}/0.2\text{mA}/0.5\text{mA}/1.0\text{mA}/2.0\text{mA}$ ได้ หรือดีกว่า
- 2.2.3.18 ตั้งค่าแรงดันไฟ base voltage (VB) ต่อสเต็ป ได้ไม่น้อยกว่า 2 การเลือก
- 2.2.3.19 สามารถตั้งค่าแรงดัน base voltage (VB) 0.2V/0.7V/1.4V ได้ หรือดีกว่า
- 2.2.3.20 จอแสดงผล แบบสัมผัส (Display) ชนิดสี TFT-LCD ขนาด ไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว หรือดีกว่า
- 2.2.3.21 จอแสดงผลมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 800 x 480 พิกเซล หรือดีกว่า
- 2.2.3.22 มีอัตราการวัด Measuring sampling rate น้อยกว่า 1 วินาที หรือดีกว่า
- 2.2.3.23 มี Data points per curve ขนาด 512 หรือดีกว่า
- 2.2.3.24 สามารถแสดงค่า Trace curves ได้
- 2.2.3.25 มีโหมดการแสดงผลการวัดแบบ Single และ Double ได้
- 2.2.3.26 มี Measurement sweep mode แบบ General_LCD(one time) หรือ Output_SCOPE(continue)
- 2.2.3.27 สามารถแสดงค่า Automatically displays DC current gain (hFE) โดยอัตโนมัติ
- 2.2.3.28 รองรับการจัดเก็บข้อมูลการวัดได้ไม่น้อยกว่า 8 จำนวน

- 2.2.3.29 รองรับ Measurement sockets แบบ TO92 ได้
- 2.2.3.30 รองรับ Measurement sockets แบบ TO220 ได้
- 2.2.3.31 รองรับ Measurement sockets แบบ TO-3P/TO247 ได้
- 2.2.3.32 มีกล่องบรรจุอุปกรณ์ accessory box
- 2.2.3.33 มีจุดต่อที่สามารถวัดค่าสัญญาณร่วมกับเครื่องวัดสัญญาณแบบ analog oscilloscope ได้
- 2.2.3.34 สามารถปรับค่า SCALE และ TRACE ได้
- 2.2.3.35 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทย หรือ ภาษาอังกฤษ
- 2.2.3.36 สายสำหรับต่อวงจรหรือตรวจวัด
- 2.2.3.37 มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับทำการตรวจวัด DIODE, FET, MOSFET, IGBT, UJT, DIAC หรือมากกว่า ชนิดละไม่น้อยกว่า 3 ตัว
- 2.2.3.38 สามารถใช้กับไฟฟ้าแบบ AC 110V หรือ AC 220V, 50/60Hz ได้
- 2.2.3.39 ขนาดของชุดฝึกไม่น้อยกว่า (กว้าง x ลึก x สูง) 380 x 290 x 180 มม. $\pm 10\%$
- 2.2.3.40 มี Software ที่สามารถแสดงค่า characteristic ของอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ได้ ดังนี้
 - 2.2.3.40.1 แสดงค่า หรือ เมนู Type
 - 2.2.3.40.2 แสดงค่า หรือ เมนู Tools
 - 2.2.3.40.3 แสดงค่า หรือ เมนู Signal
 - 2.2.3.40.4 แสดงค่า หรือ เมนู Horiz Swp.
 - 2.2.3.40.5 แสดงค่า หรือ เมนู LCD
 - 2.2.3.40.6 แสดงค่า หรือ เมนู Step Gate
 - 2.2.3.40.7 แสดงค่า หรือ เมนู I Max
 - 2.2.3.40.8 แสดงค่า หรือ เมนู Start
 - 2.2.3.40.9 แสดงค่า หรือ เมนู Clear
 - 2.2.3.40.10 แสดงค่า หรือ เมนู Return
 - 2.2.3.40.11 แสดงค่า หรือ เมนู Trace
 - 2.2.3.40.12 แสดงค่า หรือ เมนู Load
 - 2.2.3.40.13 แสดงค่า หรือ เมนู Save
 - 2.2.3.40.14 แสดงค่า หรือ เมนู Flash No.
 - 2.2.3.40.15 แสดงค่า หรือ เมนู Vce
 - 2.2.3.40.16 แสดงค่า หรือ เมนู Mode
 - 2.2.3.40.17 แสดงค่า หรือ เมนู SWP
 - 2.2.3.40.18 แสดงค่า หรือ เมนู Base/Gate
 - 2.2.3.40.19 แสดงค่า หรือ เมนู Hfe
 - 2.2.3.40.20 แสดงค่า หรือ เมนู SAVE
 - 2.2.3.40.21 แสดงค่า หรือ เมนู READ
 - 2.2.3.40.22 แสดงค่า หรือ เมนู EXIT

2.2.4 ชุดจำลองระบบการผลิตอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 2.2.4.1 เป็นชุดโมเดลจำลองระบบการผลิตอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ (3D Printed Models) หรือดีกว่า
- 2.2.4.2 มีขนาด ไม่น้อยกว่า ยาว 3.4 ม. x กว้าง 2.4 ม. x สูง 0.5 ม



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภिरัฐ ลิ้มณิ)
ประธานกรรมการ



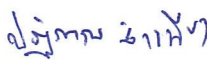
(ดร.ปฐภาน สำเนียง)
กรรมการ



(ดร.ศุภวัฒน์ ชัยสวัสดิ์)
กรรมการและเลขานุการ

- 2.2.4.3 มีโซนหรือสถานที่ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ ดังนี้
- 2.2.4.3.1 โซนหรือสถานที่ Wafer Fabrication Workshop
 - 2.2.4.3.2 โซนหรือสถานที่ Wafer Test Workshop
 - 2.2.4.3.3 โซนหรือสถานที่ Chip Packaging Workshop
 - 2.2.4.3.4 โซนหรือสถานที่ Chip Test Workshop
- 2.2.4.4 ชุดโมเดลจำลองระบบการผลิตอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ (3D Printed Models) ไม่น้อยกว่า 20 types of equipment spanning the entire chip manufacturing process.
- 2.2.4.5 ชุดโมเดลจำลองระบบการผลิตอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ (3D Printed Models)) ไม่น้อยกว่า 30 models shall be produced.
- 2.2.4.6 สามารถแสดงแบบ chip manufacturing process, ไม่น้อยกว่า 8 ส่วน ส่วน trays holding sand, ส่วน silicon rods, ส่วน polished silicon wafers, ส่วน photomasks, ส่วน wafers, ส่วน diced wafer dies, ส่วน lead frames, ส่วน finished packaged chips
- 2.2.4.7 ส่วนแสดงผลแบบ High-Definition Liquid Crystal Display ขนาดไม่น้อยกว่า 85 นิ้ว แบบ 16:9 wide screen,รองรับ 4K high-resolution visual output.
- 2.2.4.8 ส่วนของ Storage และ Control Terminal
- 2.2.4.8.1 มีชุด Built-in wireless transmission module รองรับ wireless connection ระหว่างอุปกรณ์
 - 2.2.4.8.2 มีระบบ Automatic playback contents รวมถึง equipment status และ production processes ของขบวนการผลิต พร้อม videos สาธิตการทำงานที่สอดคล้องกัน
 - 2.2.4.8.3 รองรับ dual USB และ HDMI interfaces และ high-definition video signal output และ multi-screen extension.
- 2.2.4.9 ส่วนของ Provision of Intelligent Manufacturing Teaching Materials for the Integrated Circuit Industrial Chain
- 2.2.4.9.1 ส่วนของ wafer fabrication processes;
 - 2.2.4.9.2 ส่วนของ tape-out processes;
 - 2.2.4.9.3 ส่วนของ wafer inspection processes;
 - 2.2.4.9.4 ส่วนของ chip inspection processes.
 - 2.2.4.9.5 มีข้อมูลไม่น้อยกว่า 30 learning video resources สำหรับ manufacturing processes in the IC industry
- 2.2.4.10 8. ชุด Naked-Eye 3D Equipment
- 2.2.4.10.1 แสดงผลแบบ holographic high-transmittance special glass is used as the 3D imaging
 - 2.2.4.10.2 มีโครงสร้างแบบ frame ทำจากวัสดุ high-quality steel structures.
 - 2.2.4.10.3 มีขนาด ไม่น้อยกว่า กว้าง 90 cm ยาว 90 cm สูง 90 cm
 - 2.2.4.10.4 รองรับการทำงานแบบ loading และ looping playback แบบ 3มิติ
 - 2.2.4.10.5 มีระบบเสียงแบบ high-fidelity speaker ไม่น้อยกว่า 10 watts.
 - 2.2.4.10.6 มีปุ่มหยุดการทำงานในกรณีฉุกเฉิน
- 2.2.5 ชุดประมวลผลสำหรับซอฟต์แวร์ออกแบบเซมิคอนดักเตอร์และ FPGA จำนวน 10 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
- 2.2.5.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) และ 12 แกนเสมือน (12 Threads)


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรัฐ ลิ้มมณี)
ประธานกรรมการ


(ดร.ปฐิภาน สำเนียง)
กรรมการ


(ดร.ศุภวัฒน์ ชัยสวัสดิ์)
กรรมการและเลขานุการ

- 2.2.5.2 มีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max. Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 2.0 GHz
- 2.2.5.3 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 2.2.5.4 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
- 2.2.5.5 เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
- 2.2.5.6 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาด ไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
- 2.2.5.7 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางแบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 2.2.5.8 มีหน่วยความจำหลัก (Memory) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 2.2.5.9 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard disk) ชนิด SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 GB
- 2.2.5.10 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า
- 2.2.5.11 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 2.2.5.12 มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว
- 2.2.5.13 มีระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือดีกว่า

2.2.6 ชุดโต๊ะปฏิบัติการสำหรับการทดลอง FPGA และเซมิคอนดักเตอร์ จำนวน 10 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 2.2.6.1 พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล มีความหนา 20 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 2.2.6.2 ปิดทับด้วยเมลามีนทั้งสองด้านปิดขอบโต๊ะทั้ง 4 ด้าน ด้วย PVC หนา 1 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 2.2.6.3 พื้นโต๊ะมีขนาด W 1000 มิลลิเมตร X D 800 มิลลิเมตร ความหนา 20 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 2.2.6.4 โครงสร้างขาโต๊ะเป็นเหล็กกล่องขนาด 40 x 40 มม. หนา 2 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 2.2.6.5 เคลือบสีพ็อกซีผ่านขบวนการอบความร้อน หรือดีกว่า
- 2.2.6.6 ตัวคานเป็นเหล็กกล่องขนาดเดียวกับขาโต๊ะ หรือดีกว่า
- 2.2.6.7 ลักษณะตัวคานเชื่อมยึดติดกัน พร้อมทั้งมีคานรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะตามแนวความกว้างของพื้นโต๊ะ
- 2.2.6.8 ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโต๊ะ โดยใช้สกรูยึดทั้ง 4 ด้าน หรือเชื่อมยึดติดกัน
- 2.2.6.9 ขาโต๊ะสามารถปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร
- 2.2.6.10 ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบน มีความสูง ได้ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร

2.2.7 แก้อื้อสำหรับนั่งปฏิบัติงาน จำนวน 20 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 2.2.7.1 แผ่นรองนั่งที่เป็นไม้กลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 280 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 2.2.7.2 แผ่นรองนั่งที่เป็นไม้กลม ขนาดความหนา ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 2.2.7.3 ขอบของเก้าอี้ลบบวมทั้งด้านบนและด้านล่าง หรือดีกว่า
- 2.2.7.4 สามารถปรับระดับความสูง-ต่ำได้ หรือดีกว่า
- 2.2.7.5 ขาเก้าอี้เป็นเหล็กมีความแข็งแรงทนทาน โครงเหล็กรัดขาล่าง ปลายขาสวมเป็นยางหรือดีกว่า
- 2.2.7.6 ขาเก้าอี้เป็นเหล็กกลมขนาดไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตรหรือดีกว่า
- 2.2.7.7 ขาเก้าอี้มีจำนวน 4 ขา เป็นแบบขาสุ่ม หรือดีกว่า
- 2.2.7.8 สามารถปรับความสูงได้ ไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตรหรือดีกว่า

3. ข้อกำหนดอื่นๆ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริรัฐ ลิ้มมนี)
ประธานกรรมการ


(ดร.ปฐิภาณ สำเนียง)
กรรมการ


(ดร.ศุภวัฒน์ ชัยสวัสดิ์)
กรรมการและเลขานุการ

- 3.1 เป็นชุดฝึกหรือชุดทดลองที่ผลิตจากโรงงานมาตรฐาน ตามแต่ละภูมิภาคอย่างน้อยดังต่อไปนี้คือ CE หรือ ISO9001 หรือ JIS หรือ DIN พร้อมแนบเอกสารในวันยื่นซอง ยกเว้นรายการ โตะ และเก้าอี้
- 3.2 ถ้าเป็นชุดฝึกหรือชุดทดลองที่ผลิตในประเทศไทย จะต้องได้รับมาตรฐาน มอก. และ ISO และ CE และมีหน่วยงาน มาตรฐานด้านอุตสาหกรรม รับรองพร้อมเอกสารจากหน่วยงาน พร้อมแนบเอกสารในวันยื่นซอง
- 3.3 ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ พร้อมเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่ายแนบเอกสารในวันยื่นซอง เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขายและอะไหล่ ยกเว้นรายการ คอมพิวเตอร์ โตะ และเก้าอี้
- 3.4 ผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารโรงงานผลิต หรือ Website หรือพาณัณกรรมการไปดูตัวอย่างเครื่อง เพื่อความชัดเจนและบริการหลังการขาย พร้อมแนบเอกสารในวันยื่นซอง ยกเว้นรายการ คอมพิวเตอร์ โตะ และเก้าอี้
- 3.5 ผู้เสนอราคาต้องมีคู่มือใช้งาน และการใช้และบำรุงรักษาเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ในวันส่งมอบ
- 3.6 ผู้เสนอราคาต้องเสนอราคารวมภาษีมูลค่าเพิ่มและต้องมีการรับประกันคุณภาพตามสัญญา ไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 3.7 ผู้เสนอราคา ต้องมีแผนการบริการอย่างต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่า 2 ปี หลังจากหมดระยะการรับประกันคุณภาพตามสัญญาไปแล้วโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม พร้อมแนบเอกสารในวันยื่นซอง
- 3.8 ผู้เสนอราคาได้ต้องมีการติดตั้งและสาธิตการใช้งานให้กับผู้ใช้หรือผู้เกี่ยวข้องจนสามารถใช้งานได้ถูกต้อง อย่างน้อย 2 ครั้ง (ครั้งละไม่น้อยกว่า 3 วัน) หรือมีผู้เชี่ยวชาญทำการอบรมการใช้งาน ณ โรงงานผู้ผลิตหรือหน่วยงานที่จัดซื้อ ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายผู้เสนอราคาได้จะต้องรับผิดชอบทั้งสิ้น
- 3.9 ส่งมอบที่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4. สถานที่ติดตั้ง

อาคารปฏิบัติการคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15 ตรม.

5. กำหนดส่งมอบ

ภายใน 120 วันนับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย

6. วงเงินงบประมาณ

6,780,000.00 บาท (หกล้านเจ็ดแสนแปดหมื่นบาทถ้วน)

หมายเหตุ

- สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติม และส่งข้อเสนอแนะ วิจัยรณ หรือแสดงความคิดเห็นสามารถส่งข้อคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะ วิจัยรณเกี่ยวกับร่างขอบเขตของงานนี้ได้ที่

สถานที่ติดต่อ : สำนักงานพัสดุ สำนักงานอธิการบดี

โทรศัพท์ 0-2329-8124 / 0-2329-8000 ต่อ 3102

E-mail : pasada@kmitl.ac.th เว็บไซต์ : <https://www.kmitl.ac.th/th/procurement>

- การจัดซื้อจัดจ้างครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๖๐ มีผลใช้บังคับและได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๖๐ จากสำนักงบประมาณแล้ว และกรณีทีหน่วยงานของรัฐไม่ได้รับจัดสรรงบประมาณเพื่อการจัดซื้อจัดจ้างในครั้งดังกล่าว หน่วยงานของรัฐสามารถยกเลิกการจัดซื้อจัดจ้างได้
- ผู้ที่ได้รับการคัดเลือกต้องเป็นผู้ดำเนินการตีหมายเลขทะเบียนครุภัณฑ์ และถ่ายรูปภาพครุภัณฑ์ตามที่สถาบันกำหนด หลังจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ได้ทำการตรวจรับพัสดุเรียบร้อยแล้ว และจัดส่งให้งานพัสดุ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีด้วย


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรัฐ ลิ้มมณี)
ประธานกรรมการ


(ดร.ปฏิภาณ สำเนียง)
กรรมการ


(ดร.ศุภวัฒน์ ชัยสวัสดิ์)
กรรมการและเลขานุการ