

**รายละเอียดครุภัณฑ์ชุดฝึกจำลองระบบ TCAS**  
**แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ชุด**  
**ราคา 13,300,000 บาท (สิบสามล้านสามแสนบาทถ้วน)**

**1. คุณสมบัติทั่วไป**

ชุดฝึกจำลองระบบ TCAS (Traffic Collision Avoidance System) เป็นชุดฝึกที่สามารถจำลองการทำงานของระบบหลีกเลี่ยงการชนของเครื่องบิน โดยสามารถจำลองการทำงานเพื่อทดสอบการทำงานตามขั้นตอน และทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติ โดยประกอบด้วย:

- 1.1 ทรานสปอนเดอร์โหมด S (Mode S Transponder)
- 1.2 ตัวควบคุมสำหรับทรานสปอนเดอร์โหมด S (Control Unit for M-S Transponder)
- 1.3 คอมพิวเตอร์สำหรับ TCAS (TCAS Computer)
- 1.4 ตัวแสดงผล TCAS (TCAS Indicator)
- 1.5 ตัวควบคุมสำหรับ TCAS (Control Unit for TCAS)
- 1.6 สายอากาศแบบทิศทางของ TCAS (TCAS Directional Antenna)
- 1.7 เครื่องกำเนิดสัญญาณและจำลองสัญญาณของ TCAS (TCAS Signal Simulator/Generator)
- 1.8 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply Unit)
- 1.9 คอมพิวเตอร์ควบคุมระบบและจำลองความผิดพลาด (System Control and fault Simulation Computer)
- 1.10 จอภาพคอมพิวเตอร์แบบ Touch Screen (Touch Screen Computer Monitor)
- 1.11 แผงหน้าปัดสำหรับการควบคุมและแสดงผล (Control and Monitoring Front Panel)
- 1.12 ออสซิลโลสโคปแบบมัลติแชนแนล (Multi-Channels Oscilloscope)
- 1.13 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)
- 1.14 ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ (Function Generator)
- 2.15 รายละเอียดอื่นๆ
- 1.16 อุปกรณ์ประกอบห้องที่ติดตั้งครุภัณฑ์
- 1.17 รายละเอียดทางเทคนิคอื่นๆ

**2. คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค**

ชุดฝึกจำลองระบบ TCAS ต้องมีคอมพิวเตอร์ฝังตัวอยู่ภายในที่สามารถจำลองการทำงานของระบบหลีกเลี่ยงการชนกันของเครื่องบินแบบอัตโนมัติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

**2.1 ทรานสปอนเดอร์โหมด S (Mode S Transponder)**

- 2.1.1 สามารถทำงานบนพื้นฐานของโหมด A, C และ โหมด S
- 2.1.2 สามารถควบคุมการทำงานโดยผ่าน CTL-92E หรือ ARINC 429

Detail  
 2/10/25  
 17-20  
 25/10/25

- 2.1.3 สามารถทำงานร่วมกับ TCAS II
- 2.1.4 กำลังงานเอาต์พุตมีค่า 250-625 วัตต์
- 2.1.5 มีมาตรฐานตาม FAA TSO: TSO-C112, Class 2A
- 2.1.6 ความถี่ IF ของ Receiver มีค่าเท่ากับ 60 MHz
- 2.1.7 ค่าของ Receiver Sensitivity เท่ากับ  $-77 \text{ dBm} \pm 3 \text{ dBm}$

## 2.2 ตัวควบคุมสำหรับทรานสปอนเดอร์โหมด S (Control Unit for M-S Transponder)

- 2.2.1 แสดงผลการควบคุมทรานสปอนเดอร์แบบดิจิทัล
- 2.2.2 สามารถทำงานแบบ Active and preset frequency display
- 2.2.3 รองรับมาตรฐาน TSO: C37c, C34d, C36d, C38e, C40b, C66b, C41c, C74e
- 2.2.4 มีมาตรฐานของ RTCA Document: DO-160A
- 2.2.5 สามารถทำงานที่อุณหภูมิ  $-30$  ถึง  $70$  องศาเซลเซียส
- 2.2.6 สามารถรองรับการทำงานที่ระดับความสูงสูงสุดได้ถึง  $35,000$  ฟุต
- 2.2.7 แหล่งจ่ายแรงดันที่ใช้งานเท่ากับ  $27 \text{ V dc}$  ที่กระแส  $0.25 \text{ A}$
- 2.2.8 ชนิดของการแสดงผลเป็นแบบ Gas discharge
- 2.2.9 การควบคุมความสว่างเป็นแบบ Automatic หรือ External Potentiometer
- 2.2.10 มีมาตรฐานสัญญาณทางไฟฟ้าแบบ EIA RS-422A
- 2.2.11 รูปแบบการเชื่อมต่ออินพุตและเอาต์พุตแบบ Commercial Standard Digital Bus (CSDB)

## 2.3 คอมพิวเตอร์สำหรับ TCAS (TCAS Computer)

- 2.3.1 รองรับการทำงานกับ TCAS Receiver และ Transceiver
- 2.3.2 มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อคำนวณฟังก์ชันของการส่งและการรับของระบบ TCAS ที่มีอินเตอร์เฟสกับทรานสปอนเดอร์ สายอากาศ และตัวแสดงผล
- 2.3.3 มีมาตรฐาน FAA TSO: C-119a
- 2.3.4 รองรับการทำงานที่อุณหภูมิ  $-55$  to  $+70^{\circ}\text{C}$
- 2.3.5 รองรับการทำงานที่ระดับความสูง  $50,000$  ฟุต
- 2.3.6 แหล่งจ่ายแรงดันที่ใช้งานเท่ากับ  $28 \text{ Vdc} (\pm 20\%)$   $2.8 \text{ A}$ . หรือ  $155 \text{ Vac}$
- 2.3.7 กำลังส่งที่ภาคเอาต์พุตแบบ Variable และค่ากำลังส่งสูงสุดได้ถึง  $400 \text{ W}$ .
- 2.3.8 ความถี่ของการส่ง  $1030 \pm 0.01 \text{ MHz}$
- 2.3.9 มีค่า Bearing Accuracy:  $5^{\circ} \text{ RMS}$ ,  $10^{\circ} \text{ peak}$  on standard ground plane

## 2.4 ตัวแสดงผล TCAS (TCAS Indicator)

- 2.4.1 มีมาตรฐาน FAA TSO: C-8c, C113
- 2.4.2 การแสดงผลเป็นแบบ Liquid Crystal Display

2.4.3 รองรับการทำงานที่อุณหภูมิ -15 ถึง +71°C

2.4.4 รองรับการทำงานที่ระดับความสูง -1,000 ถึง +45,000 ฟุต

2.4.5 ระบบแสงสว่าง (Lighting) มีค่าแรงดัน 0 ถึง 5 Vac, 400 Hz, 5 mW max หรือ 1 mA

## 2.5 ตัวควบคุมสำหรับ TCAS (Control Unit for TCAS)

2.5.1 สามารถเชื่อมต่อกับทรานสปอนเดอร์ได้

2.5.2 สามารถทำงานในโหมด A และโหมด C

2.5.3 สามารถเพิ่มข้อมูลการควบคุม TCAS เข้ากับโหมด A และ โหมด C ได้

2.5.4 มีมาตรฐานของ TSO: C112, C119

2.5.5 มีค่า Input Power เท่ากับ 28 VDC ที่ 7 Wmax

## 2.6 สายอากาศแบบทิศทางของ TCAS (TCAS Directional Antenna)

2.6.1 สามารถกำเนิดสัญญาณ vertically polarized and omnidirectional radiation patterns

2.6.2 มีรูปทรงเป็นแบบ Flat mounting base

2.6.3 สามารถใช้งานกับ 4 Antenna Cables

## 2.7 เครื่องกำเนิดสัญญาณและจำลองสัญญาณของ TCAS (TCAS Signal Simulator/Generator)

2.7.1 สามารถใช้งานสำหรับทดสอบ Transponder ในโหมด A/C/S, 1090 MHz ADS-B และ 978 MHz UAT ได้

2.7.2 สามารถทดสอบ TCAS I และ TCAS II และ DME ได้

2.7.3 โหมด DME มีคุณสมบัติของ Signal Generator ดังนี้

- 1) มี Output Frequency โดยมีค่า Reply Frequency Range 962 ถึง 1213 MHz และมีค่า Accuracy  $\pm 10$  kHz
- 2) มี RF I/O port โดยมีค่า Range -115 ถึง -47 dBm , Resolution 1 dB, Accuracy -95 dBm ถึง -47 dBm  $\pm 1$  dB และมีค่า Accuracy -115 dBm ถึงน้อยกว่า -95 dBm:  $\pm 2$  dB
- 3) มี Reply Pulse Spacing โดยมีค่า P1 ถึง P2 เท่ากับ 12  $\mu$ s ( $\pm 100$  ns) (X Channel) @ 50% peaks และ P1 ถึง P2 เท่ากับ 30  $\mu$ s ( $\pm 100$  ns) (Y Channel) ที่ 50% peak
- 4) มี Reply Pulse Width โดยมีค่า P1 หรือ P2 เท่ากับ 3.5  $\mu$ s ( $\pm 0.5$   $\mu$ s)
- 5) มี Squitter โดยมีค่า PRF 2700 Hz , Accuracy  $\pm 2\%$  และ Distribution per ARINC 568

2.7.4 โหมดทรานสปอนเดอร์ มีคุณสมบัติดังนี้

Per  
K. K.  
K. K.  
K. K.

- 1) มีตัวกำเนิดสัญญาณ (Signal Generator) ที่มี RF Output Frequency: Interrogation Frequency 1030 MHz , Accuracy  $\pm 10$  kHz
- 2) มี ATCRBS/MODE S Interrogation Pulse Spacing โดยมีค่า :
 

Mode A:	P1 ถึง P2 2.00 $\mu$ s ( $\pm 25$ ns)
	P1 ถึง P3 8.00 $\mu$ s ( $\pm 25$ ns)
Mode C:	P1 ถึง P2 2.00 $\mu$ s ( $\pm 25$ ns)
	P1 ถึง P3 21.00 $\mu$ s ( $\pm 25$ ns)
Mode S:	P1 ถึง P2 2.00 $\mu$ s ( $\pm 25$ ns)
	P1 ถึง P6 3.50 $\mu$ s ( $\pm 25$ ns)
	P1 ถึง SPR 4.75 $\mu$ s ( $\pm 25$ ns)
	P5 ถึง SPR 0.40 $\mu$ s ( $\pm 50$ ns)

#### 2.7.5 โหมด TCAS มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) มีตัวกำเนิดสัญญาณ (Signal Generator) ที่มี Output Frequency โดยมีค่า Reply Frequency 1090 MHz , Accuracy:  $\pm 10$  kHz และ Reply Pulse Widths โดยมีค่า Mode C: All Pulses 0.45  $\mu$ s ( $\pm 50$  ns) และ Mode S: P1 through P4 0.50  $\mu$ s ( $\pm 50$  ns)
- 2) มี Percent Reply ที่มีค่า Range 0 ถึง 100% , Resolution 10% และ Accuracy  $\pm 1\%$
- 3) มี Altitude Range ที่มีค่า Range -1000 ถึง 126,000 ฟุต, Resolution Mode C: 100 ฟุต และ Resolution Mode S: 25 ฟุต

#### 2.8 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply Unit)

- 2.8.1 มีแรงดันอินพุต AC 100-240 V, 50 Hz, 500 VA
- 2.8.2 มี Power Outputs: +12 V 2 A , +5 V 2 A , +28 V 10 A

#### 2.9 คอมพิวเตอร์ควบคุมระบบและจำลองความผิดพลาด (System Control and fault Simulation Computer)

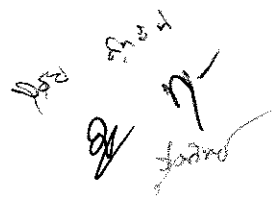
- 2.9.1 มี Power Input 100-240V, 50Hz AC, 100VA
- 2.9.2 มี Interfaces VGA/HDMI, 4x USB, RS 232
- 2.9.3 มี Operational System Linux

#### 2.10 จอภาพคอมพิวเตอร์แบบ Touch Screen (Touch Screen Computer Monitor)

- 2.10.1 Power Input: 100-240V, 50Hz AC, 50VA
- 2.10.2 Interfaces: VGA/HDMI/USB

#### 2.11 แผงหน้าปัดสำหรับการควบคุมและแสดงผล (Control and Monitoring Front Panel)

- 2.11.1 มีการติดตั้ง Control Unit for M – S- Transponder อยู่บนแผงหน้าปัด
- 2.11.2 มีการติดตั้ง TCAS Indicator อยู่บนแผงหน้าปัด



- 2.11.3 มีการติดตั้ง Control Unit for TCAS อยู่บนแผงหน้าปัด
- 2.11.4 มีการติดตั้งเครื่องกำเนิดสัญญาณและจำลองสัญญาณของ TCAS (TCAS Signal Simulator/Generator) อยู่บนแผงหน้าปัด
- 2.11.5 มีการติดตั้ง Touch Screen Computer monitor OEM อยู่บนแผงหน้าปัด
- 2.11.6 มี Control Switchs และ Buttons เพื่อควบคุมการทำงาน
- 2.11.7 มี Socket สำหรับการวัดแรงดัน และ Wave Forms ต่างๆ ได้

## 2.12 ดิจิตอลออสซิลอโคปแบบมัลติแชนแนล (Digital Multi-Channel Oscilloscope)

- 2.12.1 ออสซิลอโคปมีจำนวน Channel ไม่น้อยกว่า 2 Channels และ 1 Ext
- 2.12.2 มีแบนด์วิธเท่ากับ 100 MHz หรือมากกว่า
- 2.12.3 มีค่า Real Time Sampling Rate เท่ากับ 1GSa/s
- 2.12.4 มีอินพุทอิมพีแดนซ์เท่ากับ 1 M $\Omega$
- 2.12.5 มีค่า Vertical Sensitivity เท่ากับ 2mV-10V/div หรือดีกว่า
- 2.12.6 สามารถกรองสัญญาณแบบ Digital Filter: High pass, Low pass, Band pass, Band Stop
- 2.12.7 มีชนิดของ Trigger แบบ Edge, Pulse, Video, Slope และ Alternative
- 2.12.8 มีค่า Vertical Resolution ขนาด 8 bits
- 2.12.9 มีการใช้งาน Trigger Source แบบ CH1, CH2, Ext, Ext/5, AC Line
- 2.12.10 ค่าแรงดันอินพุทสูงสุดเท่ากับ  $\pm 400V$  (DC+AC Pk-Pk), CAT I, CAT II
- 2.12.11 จอแสดงผลมีขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว Color TFT(480\*234) LCD

## 2.13 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

- 2.13.1 สามารถวัดค่าแรงดันแบบ AC และ DC ได้
- 2.13.2 สามารถวัดค่ากระแสแบบ AC และ DC ได้
- 2.13.3 ย่านวัดแรงดันแบบ DC มีค่าเท่ากับ 500 mV, 5V, 50 V, 500 V หรือมากกว่า
- 2.13.4 ความละเอียดของแรงดันแบบ DC มีเท่ากับ 10  $\mu V$ , 100  $\mu V$ , 1mV, 10 mV, หรือดีกว่า
- 2.13.5 มีค่า Common Mode Rejection Ratio:  $\geq 100dB$  (50...60Hz  $\pm 0.5\%$ )
- 2.13.6 ย่านวัดกระแสแบบ DC มีค่าเท่ากับ 500  $\mu A$ , 5 mA, 50 mA, 500 mA, 10 A หรือมากกว่า
- 2.13.7 ความละเอียดของกระแสแบบ DC มีค่าเท่ากับ 10 nA, 100nA, 1  $\mu A$ , 10  $\mu A$ , 1 mA หรือมากกว่า
- 2.13.8 ย่านวัดแรงดันแบบ AC มีค่าเท่ากับ 500 mV, 5V, 50 V, 500 V หรือมากกว่า

Handwritten signatures and initials in the bottom right corner.

- 2.13.9 ความละเอียดของแรงดันแบบ AC มีค่าเท่ากับ 10  $\mu$ V, 100 $\mu$ V, 1mV, 10mV หรือดีกว่า
- 2.13.10 มีค่า Impedance ที่ AC mode 1 M $\Omega$  และที่ AC + DC mode 10 M $\Omega$
- 2.13.11 ย่านวัดกระแสแบบ AC มีค่าเท่ากับ 500  $\mu$ A, 5 mA, 50 mA, 500 mA, 10 A หรือมากกว่า
- 2.13.12 ความละเอียดของกระแสแบบ AC มีเท่ากับ 10 nA, 100nA, 1  $\mu$ A, 10  $\mu$ A, 1 mA หรือดีกว่า
- 2.13.13 มีค่าแรงดัน Overload Protection ในย่านการวัดความต้านทานมีค่าสูงสุดเท่ากับ 300 Vrms
- 2.13.14 แสดงผลการทำงานด้วยตัวเลขดิจิทัลแบบ  $4\frac{3}{4}$  ดิจิตหรือดีกว่า

#### 2.14 ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ (Function Generator)

- 2.14.1 มีโหมดการทำงาน Sine, Square, Triangle, Pulse; Free Running, Internal Sweep หรือ External Frequency Modulation
- 2.14.2 มีย่านความถี่ตั้งแต่ 0.05 Hz ถึง 10 MHz
- 2.14.3 การแสดงผลของความถี่เป็นแบบ 5-digits, 7-segment LED
- 2.14.4 เอาท์พุทสามารถป้องกันการ Short Circuit ได้
- 2.14.5 มีค่าอิมพีแดนซ์เท่ากับ 50 โอห์ม
- 2.14.6 มีค่า Output Voltage: 10 Vpp into 50  $\Omega$  loads; 20 Vpp (open circuit)
- 2.14.7 มีค่า Trigger Output: square wave synchronous to approx. +5 V/TTL
- 2.14.8 รองรับการทำงานที่อุณหภูมิ +5°C ถึง +40 °C

#### 2.15 รายละเอียดอื่นๆ

- 1) ชุดฝึกจำลองระบบ TCAS เป็นชุดฝึกที่รองรับมาตรฐาน EASA Part 147 (B2)
- 2) ชุดฝึกจำลองระบบ TCAS มีขนาดความกว้าง  $\times$  ลึก  $\times$  สูง ไม่นเกิน 60 cm.  $\times$  55 cm.  $\times$  120 cm.
- 3) ชุดฝึกจำลองระบบ TCAS มีอุปกรณ์จำลองสัญญาณระบบหลักเลี้ยงการชนกันของเครื่องบินและจำลองสัญญาณของ DME ที่ติดตั้งอยู่ภายในชุดฝึกโดยสามารถถอดออกมาเพื่อนำไปใช้งานภายนอกได้
- 4) มีการติดตั้งลำโพงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3.5 นิ้วที่ด้านหน้า
- 5) มีปุ่ม Circuit Breaker เพื่อควบคุมระบบไฟฟ้า และมีปุ่ม Emergency ที่ติดตั้งไว้ด้านหน้าของชุดฝึกจำลองระบบ TCAS

Handwritten signatures and initials in the bottom right corner, including the name "ณัฐพร" and other illegible marks.

- 6) มีปุ่ม ON และ OFF แยกจากกันอย่างชัดเจน เพื่อสะดวกในการปิดและเปิดเครื่องใช้งาน

## 2.16 อุปกรณ์ประกอบห้องที่ติดตั้งครุภัณฑ์

### 2.16.1 เครื่องฉายภาพและจอร์รับภาพพร้อมการติดตั้งจำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 1) มีจอภาพแบบ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 0.63 นิ้ว
- 2) มีความสว่างไม่น้อยกว่า 3,500 Lumens
- 3) ความละเอียดของการแสดงผลแบบ XGA ไม่น้อยกว่า 1024 x 768 Pixel
- 4) ค่าความคมชัดไม่น้อยกว่า 10,000:1
- 5) มีอัตราขยายภาพไม่น้อยกว่า 1 เท่า
- 6) ตัวเลนส์มีค่าทางยาวโฟกัสไม่น้อยกว่า 18.4 mm.
- 7) สามารถแสดงภาพได้ตั้งแต่ 30 ถึง 300 นิ้ว
- 8) มีฟังก์ชันหยุดภาพ ขยายภาพ และเลื่อนดูภาพได้
- 9) มีพอร์ตใช้งานแบบ USB
- 10) สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับระบบ Wireless LAN ตามมาตรฐาน IEEE802.11b/g/n
- 11) มีช่องเสียบสัญญาณดิจิทัลแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 12) มีช่องเสียบสัญญาณแอนาล็อกแบบ Component ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 13) มีช่องเสียบสัญญาณแอนาล็อกแบบ Composite ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 14) มีช่องเสียบสัญญาณเสียงแบบ RCA (L/R) ไม่น้อยกว่า 1 คู่
- 15) สามารถปิดเครื่องเองอัตโนมัติในกรณีที่ไม่มีสัญญาณเข้า
- 16) อายุการใช้งานหลอดภาพ ไม่น้อยกว่า 4,500 ชั่วโมงในโหมดปกติ
- 17) ใช้พลังงานไฟฟ้า ขนาดไม่เกิน 280 วัตต์ ในโหมดปกติ
- 18) สามารถควบคุมการทำงานผ่านรีโมทได้
- 19) ติดตั้งพอร์ตเชื่อมต่อพร้อมสายเชื่อมต่อแบบ VGA และ HDMI ของเครื่องฉายภาพที่บริเวณใกล้โต๊ะครูที่ใช้งาน และมีสวิตช์ควบคุมการจ่ายไฟให้กับเครื่องฉายภาพ โดยติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ตามตำแหน่งที่คณะกรรมการกำหนด
- 20) สามารถใช้งานกับแรงดัน 220 V ความถี่ 50 Hz ได้
- 21) ติดตั้งจอร์รับภาพชนิดแบนขนาดไม่น้อยกว่า 120 นิ้ว สัดส่วน 4:3 มีระบบสปริงคิงม้วนเก็บได้เอง
- 22) มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด


Handwritten signature and initials in the bottom right corner.

2.16.2 โต๊ะปฏิบัติงานส่วนกลาง จำนวน 4 ชุด มีรายละเอียดดังนี้ (แบบตามเอกสารแนบ)

- 1) โต๊ะต้องมีขนาดความกว้าง 100 cm. x ความยาว 200 cm. x ความสูง 75 cm.
- 2) โต๊ะมีวัสดุด้านบนเป็น ไม้เนื้อแข็งหรือ ไม้สัก ความหนาไม่น้อยกว่า 3.5 cm. เคลือบเงากันรอยขีดข่วน
- 3) โต๊ะมี 4 ขาที่มีตัวรองรับปรับระดับได้ไม่น้อยกว่า 3 cm.
- 4) โครงสร้างเป็นเหล็กกล่องขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 x 1.5 นิ้ว มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 mm. ใช้การเชื่อมเหล็กยึดโครงสร้างเข้าด้วยกัน เคลือบสีป้องกันสนิม และพ่นสีเขียวชั้นนอก
- 5) โต๊ะสามารถรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 600 กิโลกรัม

2.16.3 ระบบไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้ (แบบตามเอกสารแนบ)

- 1) ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า ประจำห้อง (Load Center) และอุปกรณ์ Circuit Breaker รองรับแรงดันไฟฟ้า 3 เฟสขนาดพิกัดไม่น้อยกว่า 32 A. จากระบบไฟฟ้า Load Center หลัก ใช้สายไฟขนาดไม่น้อยกว่า 16 sq. mm. เดินแบบร้อยท่อหรือรางเดินสายไฟยึดติดผนังหรือเพดาน
- 2) ติดตั้งระบบรางเดินสายไฟโลหะขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว ที่ผนังห้อง สูงจากพื้นไม่เกิน 90 ซม. มีเคเบิลคู่มือกราวด์แบบมีสวิตช์ในตัว จำนวน 4 ชุดในแต่ละตำแหน่งของโต๊ะปฏิบัติการ และมีเคเบิลคู่มือกราวด์แบบมีสวิตช์ในตัว จำนวน 6 ชุด ที่ผนังด้านหน้าห้อง ประกอบรวมอยู่ในรางเดินสายไฟโลหะ โดยใช้สายไฟขนาดไม่น้อยกว่า 4 sq. mm. มี Circuit Breaker แบบป้องกันไฟรั่วขนาดพิกัดไม่น้อยกว่า 15 A. แยกแต่ละวงจรไม่น้อยกว่า 8 วงจร
- 3) ติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้า โต๊ะปฏิบัติงานส่วนกลาง โดยห้อยสายจากเพดานห้อง ลงมาที่โต๊ะ โดยใช้หัวต่อ Power Plug ในการเชื่อมต่อปลายสายทั้งสองด้าน และร้อยสายไฟในท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) ใช้สายไฟ VCT ขนาดไม่น้อยกว่า 4 sq. mm. การเชื่อมต่อสายไฟระหว่างโต๊ะปฏิบัติงานกลางให้ใช้หัวต่อ Power Plug และในแต่ละโต๊ะมีเคเบิลคู่มือกราวด์แบบมีสวิตช์ในตัว จำนวน 4 ชุดไว้ในกล่องฝั่งซ่อนเคเบิลบนโต๊ะ (โดยฝั่งบ๊อบอัพรางไฟของเคเบิลให้เรียบเสมอพื้นโต๊ะ ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ) มี Circuit Breaker แบบป้องกันไฟรั่วขนาดพิกัดไม่น้อยกว่า 15 A. แยกแต่ละวงจรไม่น้อยกว่า 2 วงจร
- 4) ติดตั้งไฟแสงสว่าง ใช้โคมไฟขนาด 30 ซม. x 120 ซม. บรรจุหลอด LED ขนาดไม่น้อยกว่า 18 วัตต์ 2 หลอด พร้อมสวิตช์ จำนวน 6 ชุด และปรับ

OTZ กิดน  
  
 อภิสิทธิ์



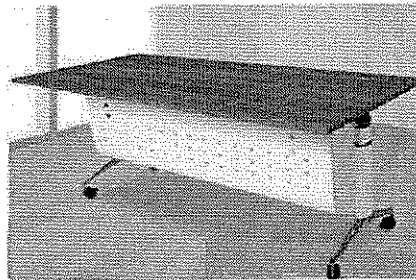
ตำแหน่งโคมไฟ เตินสายไฟและสวิตช์ ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบตาม เอกสารแนบ

- 5) ติดตั้งเซฟตี้สวิตช์ 3P/32A (ไม่มีฟิวส์) จำนวน 2 ชุด (เพื่อรองรับการติดตั้ง เครื่องปรับอากาศที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส จำนวน 2 เครื่อง) พร้อมเดิน สายไฟแบบร้อยท่อยึดติดผนังหรือเพดาน จาก Load Center ประจำห้องไป จนถึงตำแหน่งที่จะติดตั้งอุปกรณ์ปลายทาง โดยใช้สายไฟขนาดพื้นที่หน้าตัด ไม่ต่ำกว่า 4 มม.<sup>2</sup> (เบอร์ 4)
- 6) ติดตั้งพัดลมระบายอากาศแบบติดกระจกขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว จำนวน 1 ตัว พร้อมติดตั้งพัดลมระบายอากาศแบบติดผนังขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- 7) วัสดุอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้ามีมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.)
- 8) การติดตั้งทางไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

#### 2.16.4 เก้าอี้กลม จำนวน 25 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 1) เก้าอี้มีโครงสร้างเป็นโลหะเคลือบสีกันสนิม
- 2) มีที่นั่งเป็นวงกลม เป็นเบาะพองน้ำพร้อมวัสดุหุ้ม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 30 ซม.
- 3) สามารถปรับระดับความสูงด้วยระบบเกลียวได้ในช่วง 45-60 cm. ได้

#### 2.16.5 โต๊ะครู จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้ (ดังรูป)



- 1) โต๊ะครู มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 80 ซม. × ยาว 160 ซม. × สูง 75 ซม.
- 2) พื้นโต๊ะทำจากไม้ปาร์ติเกิลเคลือบผิวด้วยเมลามีนลายไม้ ทนความร้อน ทนน้ำ ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มม. ปิดขอบด้วย PVC
- 3) โครงขาเหล็กทอสีขา มีที่บังค้ำล่างและแกนเหล็กชุบโครเมียม มีล้อเลื่อนที่สามารถล้อได้

Handwritten signatures and initials in the bottom right corner.

- 4) มีเต้ารับคู่มีกราวด์แบบมีสวิตช์ในตัว จำนวน 3 ชุดประกอบรวมอยู่ในรางไฟ โลหะพร้อมสายปลั๊กเชื่อมยาวไม่น้อยกว่า 5 m. ติดตั้งอยู่ในตู้

#### 2.16.6 เก้าอี้ล้อเลื่อน จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 1) โครงสร้างเก้าอี้เป็นเหล็ก มีขนาดไม่น้อยกว่ากว้าง 50 ซม. × ลึก 50 ซม. × สูง 85 ซม. สามารถหมุนได้รอบทิศทาง และปรับระดับสูงต่ำได้ด้วยไฮดรอลิก
- 2) มีที่นั่งพองน้ำหุ้มด้วยผ้าตาข่าย และพนักพิงหลังเป็นตาข่าย และมีที่เท้าแขน
- 3) ขาเป็นแบบห้าแฉก มีล้อเลื่อน

#### 2.16.7 ม่านปรับแสงแนวตั้ง พร้อมติดตั้ง มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ติดตั้งม่านปรับแสงแนวตั้ง ในห้องปฏิบัติการด้านผนังกระจกที่แสงส่องเข้ามา ตลอดแนว
- 2) ในการติดตั้งแบ่งม่านปรับแสงออกเป็นอย่างน้อย 2 ช่วง
- 3) มีรางม่าน มีโซ่ดึงเพื่อเปิดปิดและปรับใบม่านซ้ายขวาได้
- 4) ขนาดและสีของใบม่าน ตามที่คณะกรรมการกำหนด

#### 2.16.8 เครื่องสำรองไฟฟ้า UPS ขนาด 700 VA จำนวน 2 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- 1) เป็นอุปกรณ์สำรองไฟฟ้าชนิด Line Interactive
- 2) แรงดันไฟฟ้าอินพุต 230 V
- 3) ความถี่ไฟฟ้าอินพุต 50/60 Hz +/- 3Hz
- 4) มีแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต 230 V
- 5) สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 390 วัตต์
- 6) มี Interface Port แบบ USB อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 7) มี Data Line Surge Protection แบบ RJ11 อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 8) มีระบบ Surge Protection ในระดับที่ไม่น้อยกว่า 273 Joules
- 9) มีช่องสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ IEC Socket จำนวน 1 ช่องและ Universal Socket ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 10) มีช่องสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่านระบบ Battery Backup + Surge Protection ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 11) มีแบตเตอรี่ที่ใช้งานเป็นชนิด Maintenance-free sealed lead-acid battery, leak proof
- 12) เวลาของการ Recharge แบตเตอรี่จนถึงระดับ 90% มีค่าเท่ากับ 6 ชั่วโมง
- 13) มีระบบ Alarm ด้วยการแสดงผลของ LED และ Audible Alarm
- 14) มีระบบ Automatic Voltage Regulation (AVR)
- 15) มีการรับประกันเครื่องสำรองไฟฟ้าและแบตเตอรี่ภายในไม่น้อยกว่า 1 ปี

ผู้สอน  
ผู้ช่วยสอน  
ผู้ช่วยสอน

16) มีคู่มือการใช้งาน 1 ชุด

## 2.17 รายละเอียดทางเทคนิคอื่นๆ

2.17.1 ชุดฝึกจำลองระบบ TCAS สามารถจำลองความผิดพลาดของระบบ (Fault Simulation) ที่ตำแหน่งด้านข้างของชุดฝึกได้ไม่น้อยกว่า 32 แบบ

2.17.2 การจำลองความผิดพลาดเป็นแบบการเปิดวงจร และการลัดวงจรหรือการเชื่อมต่อสัญญาณผิดพลาด

2.17.3 สามารถจำลองความผิดพลาดของระบบ Transponder และระบบ TCAS ได้โดยมีจุดทดสอบไม่น้อยกว่า 100 จุด

2.17.4 มีเอกสารคู่มือเกี่ยวกับ System Description Manual จำนวน 1 ชุด พร้อมสำเนาอีก 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 1) มีรายละเอียดของระบบ โดยทั่วไป (System Description) ซึ่งจะประกอบด้วยรูปทั้ง 4 ด้าน (ด้านหน้า ด้านข้างทั้งสองด้าน และด้านหลัง) ซึ่งมีลูกศรชี้แสดงรายละเอียด
- 2) มีรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ในแต่ละส่วน พร้อมรูปภาพประกอบแต่ละส่วน

2.17.5 มีเอกสารคู่มือเกี่ยวกับ Operation Manual จำนวน 1 ชุด พร้อมสำเนาอีก 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้


- 1) มีรูปภาพและรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในชุดฝึกจำลองการทำงานของ TCAS และมีตารางแสดงการใช้งานของฟังก์ชันต่างๆ

2.17.6 มีเอกสารคู่มือเกี่ยวกับ Technical Manual จำนวน 1 ชุด พร้อมสำเนาอีก 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 1) มีรูปภาพและรายละเอียดทางด้านเทคนิคของชุดฝึกจำลองการทำงานของ TCAS ซึ่งเน้นคุณสมบัติเฉพาะของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในระบบ
- 2) มีไดอะแกรมแสดงการเชื่อมต่อแต่ละส่วนของระบบ TCAS พร้อมอธิบายรายละเอียดการเชื่อมต่อของระบบแต่ละส่วน

2.17.7 มีเอกสารคู่มือเกี่ยวกับ Maintenance Manual จำนวน 1 ชุด พร้อมสำเนาอีก 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 1) มีรายละเอียดพร้อมรูปภาพประกอบการซ่อมบำรุงรักษาในส่วนที่สำคัญซึ่งทำให้สามารถใช้งานได้ยาวนาน หรือมีรายละเอียดการแก้ไขปัญหาในกรณีที่ระบบไม่ทำงาน

กอน  
  
 วันที่ 4  
 ก

2.17.8 มีเอกสารคู่มือเกี่ยวกับ **Worksheet Manual** จำนวน 1 ชุด พร้อมสำเนาอีก 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ใบงานการทดลองต่างๆ ไม่น้อยกว่า 30 ใบงาน แต่ละใบงานควรมีรูปประกอบในขั้นตอนการทดลองซึ่งทำให้ทดลองได้ด้วยตนเอง
- 2) ใบงานมีคำถามประกอบการทดลอง และมีการแสดงรายละเอียดของคำตอบนั้น โดยแยกเล่มเอกสารออกมาต่างหาก (สำหรับอาจารย์ผู้สอนเท่านั้น)
- 3) ใบงานต้องประกอบด้วยการทดลอง Fault Simulation จำนวน ไม่น้อยกว่า 10 ใบงาน
- 4) ใบงานการทดลองชุดนี้ทั้งหมดต้องส่งมอบในรูปแบบของไฟล์ Document และ PDF โดยใส่ CD จำนวน 2 ชุด

### 3. คุณสมบัติของบริษัทผู้ขาย

- 3.1 บริษัทผู้ขายจะต้องเป็นนิติบุคคล บริษัท ห้างร้าน ที่เป็นผู้ประกอบการจดทะเบียนภาษีมูลค่าเพิ่ม ต้องจดทะเบียนค้าขายกับฝ่ายพัสดุและลงทะเบียนระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมบัญชีกลาง
- 3.2 บริษัทผู้ขายจะต้องได้รับการแต่งตั้งให้จัดจำหน่ายชุดฝึกจำลองระบบ TCAS ตามมาตรฐานของ EASA โดยมีหนังสือแต่งตั้งจากโรงงานผู้ผลิตหรือบริษัทตัวแทนสาขาเพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย
- 3.3 บริษัทผู้ขายต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่มาพร้อมกับชุดฝึกจำลองระบบ TCAS ให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ ตามมาตรฐานของ EASA
- 3.4 มีการอบรม สาธิตและทำการทดสอบการใช้งานชุดฝึกจำลองระบบ TCAS เพื่อให้ผู้ใช้งานจำนวนไม่น้อยกว่า 5 คน มีความเข้าใจและสามารถใช้งานได้ถูกต้องตามมาตรฐานของ EASA ไม่น้อยกว่า 30 ชั่วโมง
- 3.5 บริษัทผู้ขายต้องทำการเทียบหัวข้อกำหนดรายละเอียดด้วยตารางและมีดัชนีที่บอกถึงตำแหน่งของรายละเอียดที่สอดคล้องในแต่ละหัวข้อให้ชัดเจน พร้อมทำแถบสีหรือตีกรอบในรายละเอียดที่อ้างถึงให้ชัดเจน
- 3.6 บริษัทผู้ขายจะต้องมีการตรวจสอบสภาพการใช้งานและบำรุงรักษาชุดฝึกจำลองระบบ TCAS เป็นจำนวน 2 ครั้ง หรือทุก ๆ 6 เดือนภายในระยะเวลาของการรับประกัน
- 3.7 ต้องมีการรับประกันชุดฝึกจำลองระบบ TCAS เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 3.8 มีการรับประกันอุปกรณ์ประกอบห้องที่ติดตั้งครุภัณฑ์เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

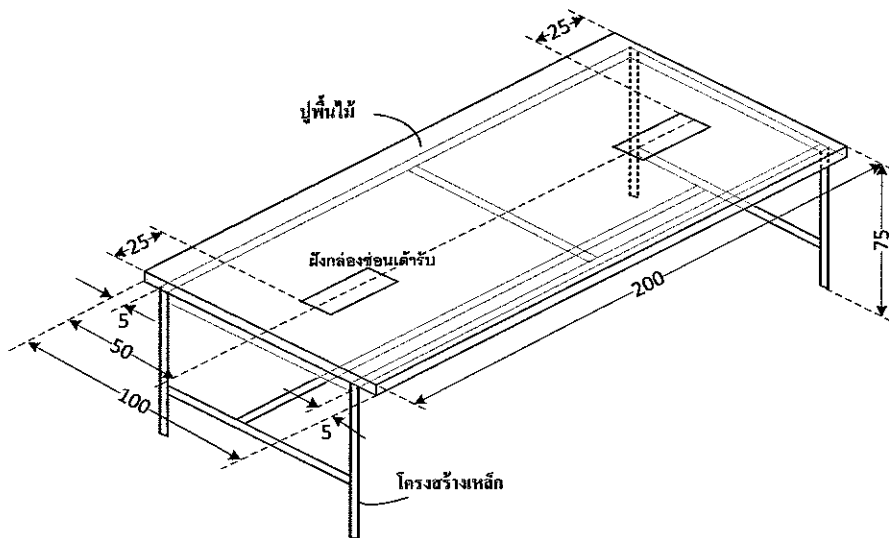
2020  
หน้า 4  
20-11-  
จ.วิษ

#### 4. เงื่อนไขอื่นๆ

- 4.1 สินค้าทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยถูกใช้งานและต้องไม่ได้ถูกดัดแปลงหรือแก้ไขโดยผู้ผลิตที่ไม่ได้รับรอง และต้องเป็นสินค้าที่ไม่มีตำหนิ
- 4.2 ชุดจำลองการทำงานของ TCAS ต้องผลิตจากประเทศที่อยู่ในเขตทวีปยุโรป (ยกเว้นอุปกรณ์ประกอบห้องที่ติดตั้งครุภัณฑ์)
- 4.3 ผู้ขายต้องจัดหาอุปกรณ์สนับสนุนการใช้งาน เช่น สายเชื่อมต่อ, Connector และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้ระบบสามารถใช้งานได้ครบถ้วน
- 4.4 หากมีความผิดพลาดใดๆ ที่เกิดขึ้นภายหลังเกี่ยวกับการเชื่อมต่อสัญญาณ และทำให้อุปกรณ์นั้นๆ ไม่สามารถใช้งานได้ ผู้เสนอสินค้าต้องทำการแก้ไขให้ใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
- 4.5 ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการจัดส่งของถึงมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- 4.6 กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ภายในระยะเวลา 120 วัน นับจากวันทำสัญญา
- 4.7 แยกราคาต่อหน่วยครุภัณฑ์ในใบส่งสินค้าเพื่อแสดงต่อคณะกรรมการตรวจรับ

วันที่ 4  
 อ. ๒๕๖๒  
 ๗๕  
 ๗๕  
 ๗๕

2.4.2 โต๊ะปฏิบัติงานส่วนกลาง (หน่วยการวัด cm.)

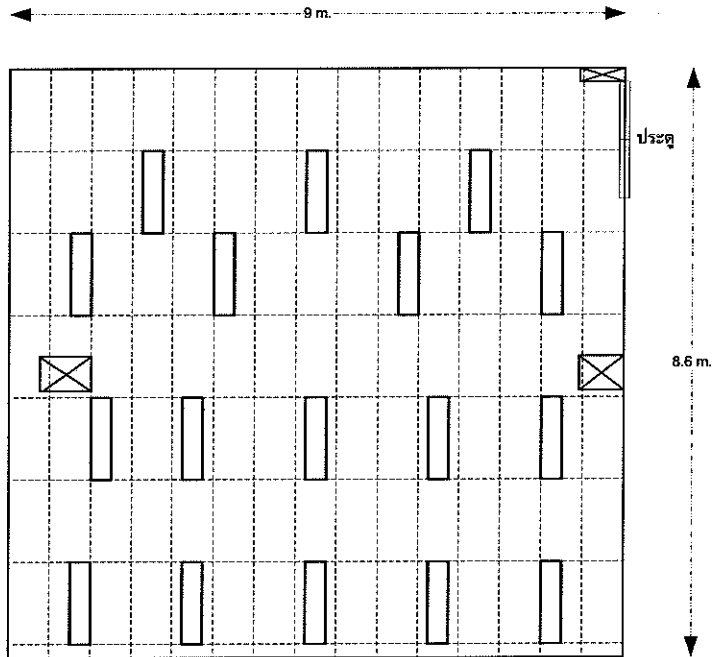


Handwritten notes in Thai:

โต๊ะปฏิบัติงาน  
โต๊ะ  
โต๊ะ  
โต๊ะ

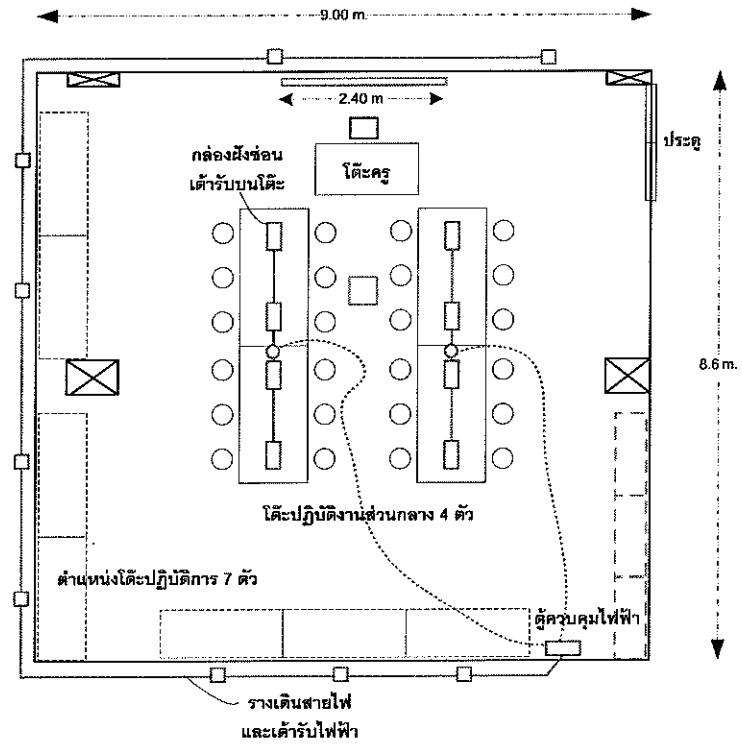
Handwritten signature or mark.

แผนผังการวางตำแหน่งโคมไฟ  
ห้องที่ติดตั้งครุภัณฑ์ชุดฝึกจำลองระบบ TCAS



2021 2/11/21  
2/11/21  
2/11/21

แผนผังอุปกรณ์ประกอบห้องที่ติดตั้งครุภัณฑ์  
ชุดฝึกจำลองระบบ TCAS



YAC วิชา ๕  
๕/๗  
อ.วิเศษ