

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์ TOR

1. ชื่อครุภัณฑ์ เครื่องมือตรวจสอบรอยร้าวแบบไม่ทำลาย เพื่อการตรวจสอบโครงสร้างอากาศยาน และระบบราง
2. จำนวนที่ต้องการ 1 เครื่อง
3. รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบหาจุดบกพร่องในแนวเชื่อมและรอยร้าวในชิ้นงานโลหะ ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง Phased Array Ultrasonic Testing สามารถช่วยในการตรวจหาตำแหน่งและขนาดสิ่งบกพร่องรูปแบบต่างๆ ภายในชิ้นงานวัสดุจำพวกโลหะและอโลหะ เพื่อตรวจสอบคุณภาพในงานผลิต งานประกอบ งานบำรุงรักษาและงานประเมินสภาพหลังการใช้งานของอุปกรณ์เครื่องจักร โดยใช้หลักการวัดความเร็วของการเคลื่อนที่ของคลื่นความถี่สูง ซึ่งแสดงผลการตรวจสอบบนจอแสดงผลเป็นแบบ ระยะทาง-ความแรงของสัญญาณ (A-SCAN, B-SCAN, C-SCAN, S-SCAN, TOFD, TFM) พร้อมทั้งแสดงผลเป็นระบบดิจิทัล (Digital) ลักษณะของเครื่องมือเหมาะสำหรับใช้งานในอาคารหรือภาคสนาม มีความแม่นยำและเที่ยงตรงในการวัดขนาดสูง และสามารถเก็บข้อมูลการตรวจสอบในหน่วยความจำของเครื่องได้

### 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

#### 4.1 คุณลักษณะเฉพาะของเครื่องตรวจสอบ

- 4.1.1 เป็นเครื่องตรวจสอบแบบเฟสอะเรย์ (Phased Array)
- 4.1.2 ตรวจหารอยบกพร่องด้วยวิธี Total focusing Method (TFM)
- 4.1.3 สามารถตรวจสอบได้ทั้งแบบ Phased Array และ Ultrasonic.
- 4.1.4 ตัวเครื่องมีขนาด กว้าง x สูง x หนา ไม่ต่ำกว่า 335x220x126 มิลลิเมตร
- 4.1.5 น้ำหนักตัวเครื่องไม่รวมแบตเตอรี่ ไม่เกิน 6 กิโลกรัม
- 4.1.6 ตัวเครื่องสามารถเก็บข้อมูล(Onboard Storage) แบบ SSD ได้ไม่น้อยกว่า 1 TB และบันทึกข้อมูลภายนอกเครื่องด้วย USB drive ได้สูงสุด 25 GB
- 4.1.7 มีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล เป็นแบบ SDHC™ และ SDXC™ หรือแบบ USB
- 4.1.8 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ มี 1 ช่องสำหรับเฟสอะเรย์ 2 ช่องสำหรับอัลตราโซนิก
- 4.1.9 สามารถแบ่งกลุ่มได้ไม่น้อยกว่า 8 กลุ่ม
- 4.1.10 ตัวเครื่องออกแบบตามมาตรฐาน ISO18563-1 หรือ ISO 22232-1
- 4.1.11 มีจอภาพระบบสัมผัส (Touchscreen) ขนาดหน้าจอไม่ต่ำกว่า 10.4 นิ้ว
- 4.1.12 มีแบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออน (lithium-ion battery) 2 ก้อน ใช้งานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- 4.1.13 มีช่องต่อพอร์ตรับและส่งออกข้อมูล แบบ USB 3.0, HDMI, SDHC หรือดีกว่า
- 4.1.14 สามารถเชื่อมต่อเอ็นโค้ดเดอร์ (Encoders) ได้พร้อมกัน 2 ตัว
- 4.1.15 มีการรับส่งข้อมูลแบบดิจิทัล รับข้อมูลดิจิทัล 6 ช่อง TTL และส่งข้อมูลดิจิทัล 5 ช่อง TTL
- 4.1.16 ตัวเครื่องสามารถรองรับการปรับความถี่ (Frequency) ของหัวตรวจสอบได้สูงสุดถึง 100 MHz
- 4.1.17 สามารถบันทึกข้อมูลการตรวจวัด (A-Scan Data Points) สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 16,384 ค่า

- 4.1.18 สามารถสร้างสัญญาณ แบบเต็มคลื่น (Full wave) ครึ่งคลื่น+(Half wave +) และครึ่งคลื่น – (Half wave -)
- 4.1.19 การกรองสัญญาณ สามารถเลือกแบบ Low-pass, Band-pass, High-pass และ Averaging
- 4.1.20 ช่วง TCG PA: 40 dB per step of 0.1 dB, UT: 100 dB per step of 0.1 dB
- 4.1.21 ความลาดชันสูงสุด TCG PA: 40 dB/10ns, UT: 40 dB/10ns
- 4.1.22 ตัวเครื่องสามารถปรับรูปแบบพัลส์ (Pulse Shape) เป็นแบบ Bipolar square pulse และ Negative square pulse
- 4.1.23 ตัวเครื่องสามารถปรับความถี่ (Pulse Width) ได้ตั้งแต่ 30 ns ถึง 1,000 ns แบบเฟสอะเรย์ และ 30 ns ถึง 1,000 ns แบบอัลตราโซนิก ที่ความสามารถในการแยกแยะ 2.5 ns
- 4.1.24 สามารถปรับความแรงของสัญญาณ (Gain) ได้ตั้งแต่ 0 - 80 dB แบบเฟสอะเรย์ (PA) และ 0 -120 dB แบบอัลตราโซนิก (UT)
- 4.1.25 สามารถปรับย่านความถี่ (Receiver bandwidth) ตั้งแต่ 0.2 -26.5 MHz แบบเฟสอะเรย์ (PA) และ 0.25 – 28.5 MHz แบบอัลตราโซนิก (UT)
- 4.1.26 สามารถเลือกชนิดการทดสอบ (Scan Type) ได้ทั้งแบบ Single, Linear, Sectorial, Compound และ TFM ได้
- 4.1.27 สามารถส่งสัญญาณจากหัวตรวจสอบได้สูงสุด 64 Elements
- 4.1.28 จำนวน Focal Laws ทำได้สูงสุด 1,024
- 4.1.29 รูปแบบคลื่น Pulse echo : L-L, TT and TT-TT Self-Tandem: TT-T, LL-L, TL-T, TT-L, TTT-TT, and TL-L
- 4.1.30 ตัวเครื่องสามารถทำการทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 4 กลุ่มต่อครั้ง (4 Simultaneous TFM Groups)
- 4.1.31 Aperture สูงสุดที่รับได้ 128 element.
- 4.1.32 ความละเอียดของภาพ (Image Resolution) ไม่น้อยกว่า 1024 x 1024
- 4.1.33 สภาพการใช้งานสามารถทนฝุ่นและน้ำได้ตามมาตรฐาน IP 65 หรือดีกว่า
- 4.1.34 ตัวเครื่องผ่านการรับรองมาตรฐาน Shockproof Rating MIL-STD-810G หรือเทียบเท่า
- 4.1.35 ตัวเครื่องสามารถทำงานที่อุณหภูมิช่วง -10 องศาเซลเซียส ถึง 45 องศาเซลเซียส

#### 4.2 มีอุปกรณ์ประกอบการทำงาน ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- |   |             |
|---|-------------|
| 4.2.1 หัวตรวจสอบ 4 MHz Dual Linear Array, 32 Element              | จำนวน 1 อัน |
| 4.2.2 หัวตรวจสอบ 10 MHz Linear Array, 32 Element                  | จำนวน 1 อัน |
| 4.2.3 หัวตรวจสอบ 5 MHz Linear Array, 64 Element                   | จำนวน 1 อัน |
| 4.2.4 หัวตรวจสอบ 2.25 MHz Linear Array, 32 Element                | จำนวน 1 อัน |
| 4.2.5 หัวตรวจสอบ 7.5 MHz Concave Focused Array, 16 Element        | จำนวน 1 อัน |
| 4.2.6 ลิ้ม Wedge for Dual Phased Array probe A26                  | จำนวน 1 อัน |
| 4.2.7 ลิ้ม Wedge for Angle Beam Phased Array probe A10, 0 degree  | จำนวน 1 อัน |
| 4.2.8 ลิ้ม Wedge for Angle Beam Phased Array probe A10, 55 degree | จำนวน 1 อัน |

4.2.9 ตัวเชื่อมต่อ 2 หัวโพรบ (Y adaptor)	จำนวน 1 อัน
4.2.10 เอ็นโค้ดเดอร์ (Mini encoder) สายยาว 2.5 เมตร	จำนวน 1 อัน
4.2.11 แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion battery)	จำนวน 1 อัน
4.2.12 เครื่องชาร์จแบตเตอรี่	จำนวน 1 อัน
4.2.13 ลิ้มปรับองศา Phased Array probe A32, 0 degree	จำนวน 1 อัน
4.2.14 ลิ้มปรับองศา Phased Array probe A32, 55 degree	จำนวน 1 อัน
4.2.15 ลิ้มปรับองศา Phased Array probe A15, 60 degree	จำนวน 1 อัน
4.2.16 ลิ้มปรับองศา Phased Array probe A15-AOD, 60 degree	จำนวน 1 อัน
4.2.17 หัวตรวจสอบมุม UT 2.25 MHz ขนาด $\varnothing$ 0.5 นิ้ว	จำนวน 1 อัน
4.2.18 หัวตรวจสอบมุม UT 5 MHz ขนาด $\varnothing$ 0.5 นิ้ว	จำนวน 1 อัน
4.2.19 หัวตรวจสอบมุม UT 10 MHz ขนาด $\varnothing$ 0.5 นิ้ว	จำนวน 1 อัน
4.2.20 ลิ้ม UT ปรับมุม 45 องศา ขนาด $\varnothing$ 0.5 นิ้ว	จำนวน 1 อัน
4.2.21 ลิ้ม UT ปรับมุม 60 องศา ขนาด $\varnothing$ 0.5 นิ้ว	จำนวน 1 อัน
4.2.22 ลิ้ม UT ปรับมุม 70 องศา ขนาด $\varnothing$ 0.5 นิ้ว	จำนวน 1 อัน
2.2.23 สายส่งสัญญาณ LEMO to Microdot. ความยาว 1.2 เมตร	จำนวน 1 อัน

## 5. รายละเอียดอื่นๆ

- 5.1 ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต หรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อการบริการหลังการขาย
- 5.2 ตัวเครื่องทดสอบจะต้องเป็นเครื่องทดสอบใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตที่มีได้เกิดจากการดัดแปลงแก้ไขเพื่อการเฉพาะกิจ โดยมีเอกสารการสอบเทียบเครื่องทดสอบจากโรงงานผู้ผลิตรับรอง
- 5.3 หลังการส่งมอบต้องมีการฝึกอบรม ให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง จำนวนไม่น้อยกว่า 5 วัน
- 5.4 คู่มือการใช้งาน (Manual) อย่างน้อยภาษาอังกฤษ 1 เล่ม

## 6. ผู้เสนอราคาต้องแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัย กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคา โดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้จะต้องทำเครื่องหมายหรือส่วนข้อกำหนดลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน

7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาการสั่งซื้อ
8. ระยะเวลาประกัน 1 ปี

9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่ 39 หมู่ 1  
ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธุ์พงษ์ คงพันธุ์)  
ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด  
(นายสมควร แวดดี)  
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจักษ์ อ่างบุญตา)  
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

ลงชื่อ.....หัวหน้าหน่วยงาน  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดร.สรพงษ์ ภาสุปรีย์)  
ตำแหน่ง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์