การทำงานของระบบ AIP ในเรือดำน้ำ

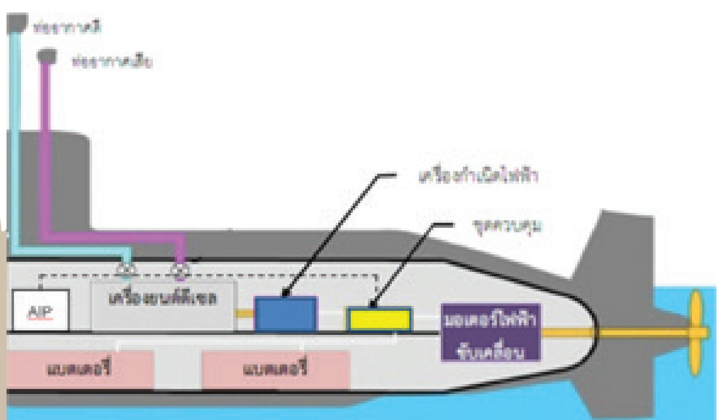
นาวาโท กิตติภูมิ ภูมิโคกรักษ์

ตามที่กองทัพเรือได้ลงนาม ในการจัดหาเรือดำน้ำชั้น S26T แบบรัฐบาลต่อรัฐบาลจากสาธารณรัฐประชาชนจีนไป เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2560 นั้นซึ่งจากข้อมูลที่เผยแพร่ในสื่อต่าง ๆ จะพบว่าเรือดำน้ำลำนี้มีการติดตั้งระบบ AIP หรือ ระบบขับเคลื่อนแบบไม่พึ่งพาอากาศภายนอก (Air Independent Propulsion) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการปฏิบัติงานใต้น้ำให้แก่เรือดำน้ำ บทความนี้จะได้นำเสนอให้ผู้ที่สนใจได้รับทราบข้อมูลการทำงานของเทคโนโลยีดังกล่าวว่ามีหลักการทำงานอย่างไรเมื่อติดตั้งในเรือดำน้ำดีเซล - ไฟฟ้า(Diesel - electric submarine หรือ conventional submarine)

นอกเหนือจากเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ซึ่งจัดเป็นระบบขับเคลื่อนที่ไม่อาศัยอากาศจากภายนอกแล้วในปัจจุบันเรือดำน้ำดีเซล - ไฟฟ้าสมัยใหม่มีระบบขับเคลื่อนที่อาศัยพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานหลักในการนำไปใช้ขับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อ ขับเพลาใบจักรและทำการประจุไฟฟ้าให้แก่แบตเตอรี่โดยอาศัยชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยเครื่องยนต์ดีเซล(Diesel engine)และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) ดังภาพประกอบ 1 ซึ่งต้องใช้ออกซิเจน จากอากาศปริมาณมากในการสันดาปของเครื่องยนต์ อย่างไรก็ตามในระหว่างปฏิบัติการใต้น้ำ เรือดำน้ำจะไม่สามารถนำอากาศจากภายนอกมาใช้ได้ แตกต่างจากระบบขับเคลื่อนของเรือผิวน้ำที่สามารถใช้อากาศจากภายนอกได้อย่างอิสระจึงเป็นที่มาของการพัฒนาระบบขับเคลื่อนแบบ AIP ซึ่งไม่มีใช้งานในเรือผิวน้ำขึ้นมา

ชนิดของระบบ AIP

ระบบขับเคลื่อนหลักของเรือดำน้ำในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ตามเทคโนโลยีแหล่งพลังงานที่ใช้ใน ระบบขับเคลื่อนได้แก่เรือดำน้ำที่ขับเคลื่อน ด้วยพลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear powered submarines) และเรือดำน้ำที่ขับเคลื่อนด้วยระบบดีเซล -ไฟฟ้า (Diesel - electric submarines หรือ conventional submarines) โดยเรือดำน้ำดีเซล - ไฟฟ้า หากจะแบ่งประเภทย่อยลงไปตามระบบขับเคลื่อนก็สามารถแบ่งออกได้เป็นแบบมีระบบ AIP และไม่มีระบบ AIP ระบบ AIP เป็นระบบที่สามารถผลิตพลังงานได้โดยไม่ต้องอาศัยอากาศภายนอกตัวเรือ โดยพลังงานที่ผลิตได้จะนำไปจ่ายให้กับระบบขับเคลื่อนและระบบอื่นๆ ในเรือดำน้ำ โดยปกติจะถูกออกแบบมาเป็นระบบเสริมให้กับระบบขับเคลื่อนปกติของเรือดำน้ำ ทำให้เรือดำน้ำสามารถปฏิบัติการใต้น้ำได้นานขึ้น โดยไม่ต้องนำเรือขึ้นสู่ผิวน้ำหรือทำการชักท่อดูดอากาศขึ้นเหนือผิวน้ำ (snorkel) ซึ่งจะช่วยลดการถูกตรวจจับได้



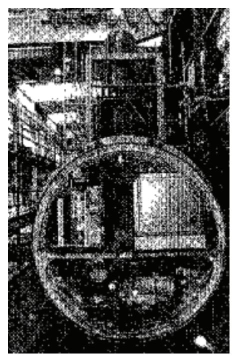
ภาพประกอบ 1 ระบบขับเคลื่อนเรือดำน้ำดีเซล - ไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบ AIP

หากไม่นับรวมระบบขับเคลื่อนพลังงานนิวเคลียร์ซึ่งจัดเป็นระบบขับเคลื่อนที่ไม่อาศัยอากาศจากภายนอกเช่นกัน โดยการอาศัยปฏิกิริยานิวเคลียร ลูกโซ่จากเตาปฏิกรณ์ปรมาณูในการสร้างความร้อนส่งไป ขับระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำ แต่ด้วยความเหมาะสมในด้านเทคโนโลยีการสร้าง และการใช้งานทำให้นิยมพัฒนามาใช้เป็นระบบขับเคลื่อนหลัก ของเรือดำน้ำดังได้กล่าวมาแล้วขั้นต้น ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีระบบ AIP ที่ได้รับการติดตั้ง หรือถูกออกแบบสำหรับใช้งานจริงในเรือดำน้ำดีเซล-ไฟฟ้าทางทหาร รวม 4 ชนิดด้วยกัน ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 ทั้งนี้ผู้ที่สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมรายละเอียดของระบบ AIP แต่ละแบบได้จากเอกสารอ้างอิงท้ายบทความนี้

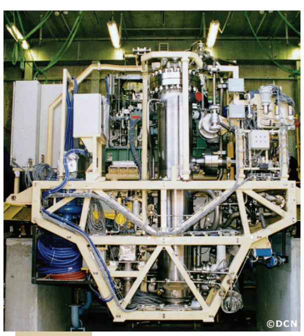
ตารางที่ 1 ชนิดของระบบ AIP

ระบบ AIP	ลักษณะเฉพาะ	เชื้อเพลิง
Stirling engine	เครื่องยนต์สันดาปภายนอกที่ปล่อยแก๊สเสียกำลังดันต่ำจากการเผาไหม้ (ภาพประกอบ 2.1)	- น้ำมันดีเซล - ออกซิเจน
Closed-cycle diesel (CCD)	เครื่องยนต์ดีเซลที่มีการนำแก๊สเสียกลับมาใช้ใหม่ โดยแยกคาร์บอนไดออกไซด์ออกแล้วขับออกนอกตัวเรือและเพิ่มเติมออกซิเจนที่ถูกใช้ไป (ภาพประกอบ 2.2)	- น้ำมันดีเซล - ออกซิเจน
Closed-cycle turbines หรือ MESMA	ระบบเครื่องกังหันที่มีการนำแก๊สเสียกลับมาใช้ใหม่โดยผ่านกระบวนการลักษณะเดียวกับ Closed - cycle diesel (ภาพประกอบ 2.3)	- น้ำมันดีเซล - ออกซิเจน
Fuel cells	อาศัยหลักการย้อนกลับของการแยกน้ำด้วยไฟฟ้าเป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนผ่านเยื่อ permeable membrane ได้กระแสไฟฟ้าเป็นผลผลิต (ภาพประกอบ 2.4)	- ออกซิเจน - ไฮโดรเจน

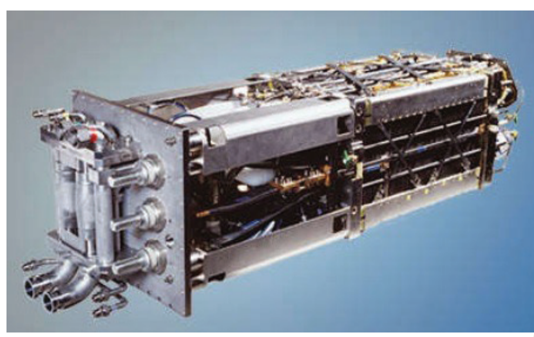
2.1 เครื่องยนต์ Stirling engine (www.saab.com)



2.2 ระบบ CCD ในเรือดำน้ำ Ex–U-1 [7]



2.3 ระบบ MESMA (www.naval - group.com)



2.4 ระบบ Fuel cells
(www.thyssenkrupp - marinesystems.com)

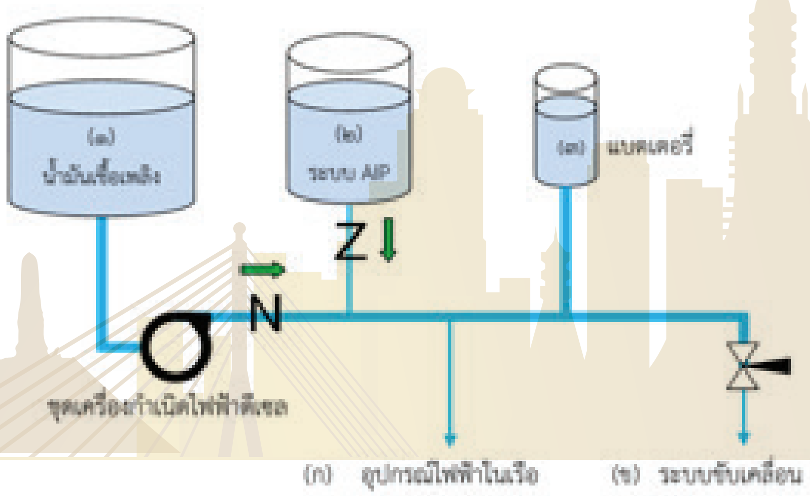
ภาพประกอบ 2 ประเภทของระบบ AIP ในปัจจุบัน

ISSN 0857-4766

หลักการทำงาน

หลักการทำงานของระบบขับเคลื่อนในเรือดำน้ำดีเซล - ไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบ AIP สามารถเปรียบได้กับระบบท่อทางจ่ายน้ำจากถังน้ำที่มีขนาดไม่เท่ากัน 3 ใบ ดังภาพประกอบ 3

จากภาพประกอบ 3 เราสามารถเลือกจ่ายน้ำจากถังเก็บน้ำใบใดใบหนึ่งให้ไหลไปตามท่อและออกไปยังปลายทางที่ปลายท่อ (ก) และปลายท่อ (ข) ได้ โดยถัง (1) มีขนาดใหญ่ที่สุด และถัง (3) มีขนาดเล็กที่สุด ทั้งนี้ถัง (1)เป็นถังเดียวที่ต้องเดินปั๊มน้ำเพื่อจ่ายน้ำให้กับระบบขณะที่ถัง (2) และ (3) สามารถจ่ายน้ำได้โดยตรง นอกจากนี้ ถัง (1) และ (2) มีลิ้นกันกลับทำให้น้ำไม่สามารถไหลย้อนกลับเข้าไปในถังดังกล่าวได้ ขณะที่ถัง (3) ไม่มีทำให้น้ำสามารถไหลเข้าไปเติมถังใบนี้ได้เสมอ



ภาพประกอบ 3 แบบจำลองระบบขับเคลื่อนเรือดำน้ำดีเซล - ไฟฟ้า

สำหรับท่อจ่ายน้ำจากถังต่างๆนั้นมีขนาดแตกต่างกันโดยท่อจากถัง (1) และ (3) มีขนาดใหญ่กว่าท่อจากถัง (2) ทำให้น้ำที่ไหลออกจากถัง (1) และ (3) มีอัตราการไหลที่มากกว่าท่อจากถัง (2) ด้วย

ส่วนปลายท่อ (ก) มีขนาดเล็กกว่าปลายท่อ (ข)แต่ปลายท่อ (ก)ถูกเปิดไว้ให้น้ำไหลออกตลอดเวลาด้วยอัตราการไหลที่ค่อนข้างคงที่ขณะที่ปลายท่อ (ข) มีลิ้นน้ำที่สามารถปรับแต่งอัตราการไหลออกของน้ำให้มากหรือน้อยได้ตามต้องการ

เมื่อเปรียบเทียบระบบการจ่ายน้ำข้างต้นกับระบบขับเคลื่อนในเรือดำน้ำดีเซล - ไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบ AIP แล้วจะพบว่า ไฟฟ้าที่ถูกผลิตและใช้ในเรือก็คือน้ำที่ไหลในระบบท่อทางในภาพประกอบ 3 นั่นเอง โดยถังน้ำทั้ง ๓ ใบเปรียบได้กับแหล่งพลังงานในเรือดำน้ำ ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงที่บรรทุกไปกับเรือหรือ ถัง (1) ซึ่งถูกแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ปริมาณมากที่สุด ผ่านการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ประกอบด้วย เครื่องยนต์ดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือปั๊มน้ำในระบบจ่ายน้ำข้างต้น ส่วนถัง (2) ก็คือระบบ AIP ซึ่งรวมถึงระบบเชื้อเพลิงที่ใช้ด้วย และถัง (3)เป็นแบตเตอรี่ที่ทำหน้าที่เก็บและจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ ในเรือ ทั้งนี้พลังงานไฟฟ้าที่สามารถจ่ายให้กับเรือดำน้ำจากแหล่งพลังงานทั้งสามนั้นมีปริมาณแตกต่างกันดังแสดงให้เห็นด้วยขนาดความจุของถังที่ลดหลั่นกันไป

ลิ้นกันกลับในท่อจากถัง (1) และ (2) สื่อให้เห็นว่าน้ำที่ไหลในท่อทางจะไม่สามารถไหลย้อนกลับไปเติมถังเหล่านั้นได้ นั่นหมายความว่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะถูกใช้และหมดไปในที่สุดจนกว่าจะได้รับการเติมเชื้อเพลิงใหม่ ยกเว้นถัง (3) หรือแบตเตอรี่ ซึ่งน้ำสามารถไหลเข้าไปเติมน้ำในถังได้ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการที่เราสามารถชาร์ตประจุไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่สำหรับใช้งานต่อไปได้นั่นเอง

ปลายท่อ (ก) เปรียบได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในเรือดำน้ำ เช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่างระบบทำความร้อน/ความเย็นอุปกรณ์ตรวจจับและระบบอาวุธ เป็นต้น ส่วนปลายท่อ (ข) ก็คือ มอเตอร์ขับเพลาใบจักร ซึ่งมีความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง ไปตามลักษณะของภาระงานในการขับเคลื่อนเรือดำน้ำ หรือเทียบได้กับอัตราการไหลออกของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปตามการปรับแต่งลิ้นน้ำนั่นเอง

พลังงาน (energy) และกำลัง (power)

ความเร็วและระยะเวลาในการขับเคลื่อนเรือดำน้ำขึ้นอยู่กับพลังงาน และ กำลัง ของระบบขับเคลื่อน ซึ่งแสดงเปรียบเทียบให้เห็นในรูปของปริมาณน้ำในถังและอัตราการไหลของน้ำในท่อที่มีขนาดต่างกันในภาพประกอบ 3 ซึ่งต่อจากนี้จะได้อธิบายถึงความแตกต่างระหว่าง พลังงาน และ กำลัง เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น

พลังงาน

หมายถึง ปริมาณงานที่ระบบ ๆ หนึ่ง สามารถทำได้ มีหน่วยวัดเป็นจูลส์ (Joules) หรือ วัตต์ - ชั่วโมง (Watt – hour)เทียบได้กับปริมาณน้ำที่บรรจุไว้ในถังแต่ละใบ ขณะที่ กำลัง หมายถึง อัตราปริมาณงานที่ระบบทำได้ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ มีหน่วยวัดเป็นจูลส์ต่อวินาที (Joules/second) หรือ วัตต์ (Watt) เปรียบได้กับอัตราการไหลของน้ำในท่อนั่นเอง

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบแหล่งพลังงานในเรือดำน้ำ

ระบบ	ลักษณะเฉพาะ	พลังงาน	กำลัง
แบตเตอรี่	เก็บพลังงานในปริมาณที่สามารถจ่ายพลังงานให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในเรือได้ รวมถึงสามารถจ่ายกำลังให้กับระบบขับเคลื่อนที่ความเร็วสูงสุดได้แต่ด้วยเวลาที่จำกัดเพียงไม่กี่ชั่วโมง	น้อยที่สุด	มาก (แต่ใช้ได้ระยะสั้นๆ)
ระบบ AIP	ผลิตพลังงานได้ปริมาณมากกว่าแบตเตอรี่ แต่มีอัตราการจ่ายพลังงานน้อยกว่า ทำให้สามารถผลิตพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าในเรือได้เป็นเวลานานหลายสัปดาห์ แต่ให้กำลังน้อยกว่า	ปานกลาง (ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง)	น้อย
ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	เป็นแหล่งพลังงานขนาดใหญ่ที่สุดของเรือดำน้ำ สามารถจ่ายพลังงานให้อุปกรณ์ไฟฟ้าในเรือ ระบบขับเคลื่อน และชาร์ตแบตเตอรี่ โดยเครื่องยนต์ดีเซลขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและอากาศในการสันดาปภายใน	มากที่สุด (ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง)	มากที่สุด (แต่ต้องอาศัยอากาศภายนอก)

หากเราลดอัตราการไหลที่ปลายท่อ (ข) จะพบว่า จะมีปริมาณน้ำในถังต่างๆ เหลือให้เราใช้ได้นานขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากเราเปิดลิ้นน้ำเต็มที่ ไม่นานน้ำในถังก็จะหมดไปอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับพลังงานที่ผลิตได้หรือเก็บได้ หากเราใช้พลังงานในอัตราน้อยๆ หรือกำลังน้อยๆ ก็จะทำให้เรามีพลังงานเหลือไว้ใช้มากขึ้น หรือหากเราใช้กำลังเต็มที่ เช่น หากเรือดำน้ำแล่นด้วยความเร็วสูงสุด เราก็จะมีพลังงานไว้ใช้ได้ในเวลาที่จำกัด ซึ่งเมื่อดูจากขนาดของถังและท่อจ่ายน้ำแล้ว จะสามารถเปรียบเทียบพลังงานและกำลังที่แต่ละแหล่งพลังงานสามารถจ่ายให้กับระบบขับเคลื่อนได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

สัดส่วนพลังงานจากทั้งสามแหล่งจากเรือดำน้ำดีเซลไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบ AIPเป็นข้อมูลที่มักจะไม่นำมาเปิดเผยเนื่องจากจะสามารถนำไปคำนวณประมาณการระยะเวลาและระยะทางในการปฏิบัติการของเรือดำน้ำได้อย่างไรก็ตามข้อมูลที่มีการเผยแพร่ของเรือดำน้ำชุดหนึ่งนั้นสัดส่วนพลังงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า: ระบบ AIP: แบตเตอรี่ มีค่าประมาณ 100 : 10 : 1 หมายความว่าหากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถผลิตพลังงานได้ 100 MW-H ระบบ AIP และระบบแบตเตอรี่จะให้พลังงานได้ 10 MW-H และ 1 MW-H ตามลำดับ

กรมอู่ทหารเรือ
ISSN 0857-4766

เทคโนโลยี AIP ในอนาคต

ระบบ AIP เป็นเทคโนโลยี ที่เพิ่มขีดความสามารถของ เรือดำน้ำดีเซล - ไฟฟ้าให้เหนือกว่า เรือดำน้ำดีเซลไฟฟ้าทั่วไป จึงถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยประเทศเจ้าของเทคโนโลยีเองเช่น เยอรมนี สวีเดนและฝรั่งเศส เป็นต้น ประเทศอื่นๆ จึงพยายามพัฒนาเทคโนโลยีอื่นๆ ขึ้นมาเพื่อให้มีเทคโนโลยีที่สามารถพึ่งพาตนเองได้แม้กระทั่งสหรัฐอเมริกาเองซึ่ง มีแต่เรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ ประจำการปัจจุบันยังมีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าแบบ fuel cell ไว้ในฐานทัพเรือดำน้ำเพื่อประโยชน์ ในการศึกษาวิจัยอีกด้วย นอกจากนี้อีกระบบหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาคู่ขนานมากับระบบ AIP ก็คือ ระบบแบตเตอรี่ แบบลิเธียมไอออน (Lithium-ion battery หรือ LIB) ซึ่งเดิมเป็นเทคโนโลยี ที่มีมูลค่าสูง และมีคำถามเกี่ยวกับ ความปลอดภัยในการใช้งาน แต่ปัจจุบันคงจะถึงจุดคุ้มค่า และมีความปลอดภัยเพียงพอสำหรับ ในการนำมาใช้ทางทหารแล้ว ญี่ปุ่นจึงได้นำ LIB ไปติดตั้งแทนระบบ Stirling engine ในเรือดำน้ำชุดล่าสุดของญี่ปุ่นชั้น Soryu Class (ภาพประกอบ 4)แสดงให้เห็นว่า AIP อาจจะไม่ใช่คำตอบสุดท้ายสำหรับการเพิ่มระยะเวลาการปฏิบัติการใต้น้ำให้แก่เรือดำน้ำดีเซล-ไฟฟ้าอีกต่อไป

ภาพประกอบ 4 เรือดำน้ำชั้น Soryu Class (www.janes.com)

สรุป

ระบบ AIP ในระบบขับเคลื่อนของเรือดำน้ำดีเซล-ไฟฟ้าที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ช่วยทำให้เรือดำน้ำสามารถปฏิบัติการใต้น้ำได้เป็นระยะเวลานานขึ้นกว่าแบตเตอรี่หลายเท่าตัว โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้ความเร็วต่ำๆ อาจเพิ่มจากไม่กี่วันเป็นหลายสัปดาห์ แต่ด้วยข้อจำกัดทางเทคโนโลยีทำให้ลำพังระบบ AIP เองไม่สามารถจ่ายกำลังได้มากพอที่จะทำให้ระบบขับเคลื่อนแล่นด้วยความเร็วสูงสุดได้ นอกจากนี้ ไม่ว่าจะเป็นระบบ AIP ชนิดใดก็ตาม ต่างก็จำเป็นต้องบรรทุกเชื้อเพลิงชนิดใดชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะออกซิเจน ซึ่งรูปแบบและปริมาณการจัดเก็บออกซิเจนในเรือดำน้ำดีเซล -ไฟฟ้ายังคงเป็นปัจจัยจำกัดการใช้งานระบบ AIP ในระบบขับเคลื่อนของเรือดำน้ำดีเซล-ไฟฟ้า แม้ในกรณีของ fuel cell ที่ไม่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง แต่ก็จำเป็นต้องบรรทุกไฮโดรเจนเพื่อใช้ในการทำปฏิกิริยาเช่นเดียวกัน ดังนั้นระบบ AIP เองจึงช่วยเพิ่มระยะเวลาในการปฏิบัติการใต้น้ำให้กับเรือดำน้ำดีเซล – ไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี โดยมีเงื่อนไขและข้อจำกัดทางเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อการปฏิบัติการของเรือดำน้ำที่ต้องยอมรับ

นอกจากนี้เทคโนโลยีแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจนถึงขั้นถูกนำไปใช้ทดแทนระบบ AIP แล้วดังนั้นจึงควรติดตามการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ควบคู่ไปกับเทคโนโลยีระบบ AIP ในการพิจารณาระบบขับเคลื่อนเรือดำน้ำดีเซล-ไฟฟ้าในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษณ์ ศรีสัมฤทธิ์, นาวาเอก. ระบบขับเคลื่อนแบบไม่ใช้อากาศภายนอก (AIP) ของเรือดำน้ำ. บทความประกอบการเรียนหลักสูตรป้องกันราชอาณาจักร, วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร. 2558.

[2] ชลัมพ์ โสมาภา, นาวาเอก. การใช้เทคโนโลยีเครื่องยนต์สเตอร์ลิงกับระบบ AIP ในเรือดำน้ำ. วารสารกรมอู่ทหารเรือ. ประจำปี 2559.

[3] ยุทธภูมิ ศรีสุข, นาวาโท. แบตเตอรี่เรือดำน้ำและระบบช่วยในการทำงานของแบตเตอรี่เรือดำน้ำ.วารสารกรมอู่ทหารเรือ.ประจำปี 2559.

[4] Patton, James. AIP for Dummies. The submarine review. July 2006. The Naval Submarine League. USA. pp 89 – 95.

[5] Kosuke Takahashi. Japan to equip future Soryu-class submarines with lithium-ion batteries. IHS Jane’s Defence Weekly. http://www.janes.com/article/68275/japan-to-equip-future-soryu-class-submarines-with-lithium-ion-batteries.

[6] Whitman, Edward. Air-independent propulsion, AIP Technology Creates a New Undersea Threat. http://www.public.navy.mil

[7] Zimmerman, Stan. Submarine technology for the 21st century. 2nd edition. Trafford. Canada. 2000.

ISSN 0857-4766

การซ่อมทำฉุกเฉินท่อสูบน้ำทิ้ง เรือหลวงจักรีนฤเบศร ด้วยการเชื่อมใต้น้ำ

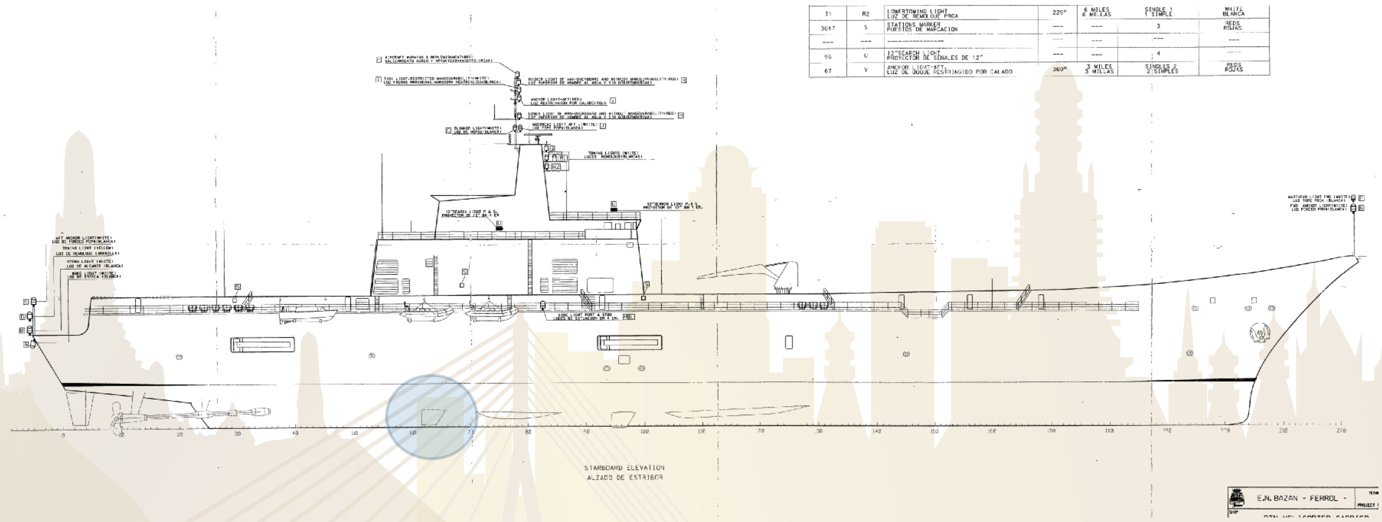
นาวาเอก อรรถสิทธิ์ พงษ์เกษตร์กรรม์

อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช | กรมสรรพาวุธทหารเรือ | กรมโรงงาน ฐานทัพเรือสัตหีบ | เรือหลวงจักรีนฤเบศร

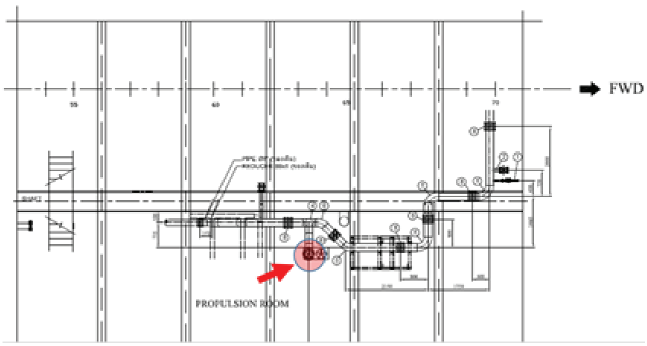
1. ความเป็นมา

ท่อสูบน้ำทิ้ง เรือหลวงจักรีนฤเบศร ขนาด 8 นิ้วและ Check Valve ที่ต่อเข้ากับระบบท่อสูบน้ำทิ้งชำรุด ทำให้การสูบน้ำท้องเรือทิ้งไม่สามารถดำเนินการได้ อรม.อร. ได้จัดทำแบบการซ่อมทำท่อสูบน้ำทิ้ง ขนาด 8 นิ้ว เป็นท่อ CuNi ทั้งนี้การซ่อมทำท่อจำเป็นต้องทำการอุดท่อทางออกของท่อสูบน้ำทิ้ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในประมาณ 280 มม. หนา 10 มม.
บริเวณระหว่างกงที่ 63– 64 อยู่ลึกจากเส้นแนวน้ำ ประมาณ 6 เมตร

อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ (อรม.อร.) กรมสรรพาวุธทหารเรือ (สพ.ทร.) กรมโรงงาน ฐานทัพเรือสัตหีบ (กรง.ฐท.สส.) และ กองเรือบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ ได้ประชุมหาแนวทางการอุดท่อสูบน้ำท้องเรือได้ 2 วิธี คือ การทำลูกอุด (Plug) ยางตามมาตรฐาน NAVSEA หรือเชื่อมอุดท่อด้วยแผ่นเหล็ก การอุดท่อโดยใช้ลูกอุดยางต้องทำการทำแบบหล่อยาง (MOLD) ซึ่งต้องใช้ระยะเวลานาน ที่ประชุมได้เลือกวิธีการซ่อมทำโดยวิธีการเชื่อมปิดท่อแทนการอุดด้วยลูกอุดยาง



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งที่ต้องการซ่อมทำบริเวณด้านกราบขวา ลึก 6 เมตร จากเส้นแนวน้ำ



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งทางเดินท่อสูบน้ำท้องเรือ และตำแหน่งที่จะทำการเชื่อมอุด

2. วิธีการอุดท่อแบบต่าง ๆ

การอุดท่อจากภายนอกเรือ สามารถดำเนินการได้หลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบของท่อทาง จะเป็นแบบ วงกลม หรือ สี่เหลี่ยม ก็สามารถสร้างอุปกรณ์ปิดทางเข้าน้ำที่อยู่บริเวณต่ำกว่าเส้นแนวน้ำได้ การอุดท่อด้วยลูกอุด (Plug) มีวิธีการทำตามมาตรฐาน Navsea ดังนี้

2.1 การใช้ลูกอุด (Plug)

การอุดท่อโดยใช้ลูกอุดเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วที่สุดโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องดำเนินการเตรียมลูกอุดไว้ตามมาตรฐาน เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินสามารถนำไปดำเนินการซ่อมทำได้อย่างรวดเร็ว ลูกอุดที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมี 2 แบบดังนี้

2.1.1 ลูกอุดไม้ (Wooden damage control plug, DC Plug)

การอุดไม้เป็นวิธีการพื้นฐานในการอุดท่อที่ชำรุดมีข้อควรระวังคือผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของลูกอุดหลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเรียบร้อย ขนาดลูกอุดดูได้จากภาพที่ 1

ISSN 0857-4766

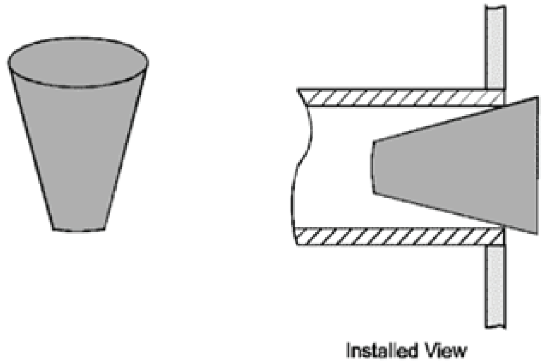


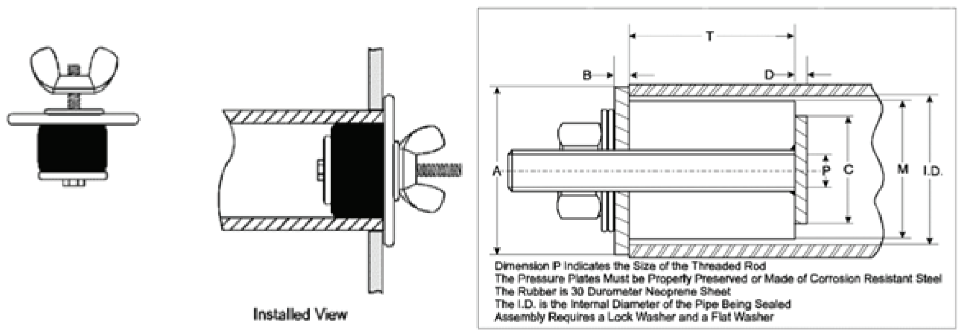
Table 16-5. Plug Size vs. Minimum and Maximum Opening Diameter.

Plug Size (max. dia. x min. dia. x length)	Minimum Opening Diameter	Maximum Opening Diameter
1" x 0" x 3"	1/2"	3/4"
2" x 0" x 4"	3/4"	1-1/2"
3" x 0" x 8"	5/8"	2-3/8"
5" x 1" x 10"	1-7/8"	4"
7" x 3" x 10"	3-1/2"	6-1/4"
8" x 4" x 10"	4-1/2"	7"
10" x 7" x 12"	7-1/4"	9-1/2"

รูปที่ 3 แสดงตำแหน่ง การอุดด้วยลูกอุดไม้ และตารางแสดงขนาดของลูกอุดไม้

2.1.2 ลูกอุดยาง (Mechanical expandable plugs)

การปิดท่อโดยการใช้ลูกอุดยาง เป็นการเพิ่มพื้นที่สัมผัสของยางเข้ากับภายในท่อโดยการกวดสกรู วิธีการอุดด้วยลูดอุดยางจึงมีประสิทธิภาพดีกว่าการอุดด้วยลูกอุดไม้ วัสดุที่ใช้ทำลูกอุดเป็น Neoprene ความแข็งไม่เกิน 30 Shore A ขนาดมาตรฐานของลูกอุดยางดูได้จากรูปที่ 4 และตารางที่ 1



รูปที่ 4 แสดงรูปแบบการอุดด้วยลูกอุดยาง

ตารางที่ 1 แสดงขนาดของอุปกรณ์ลูกอุดยาง

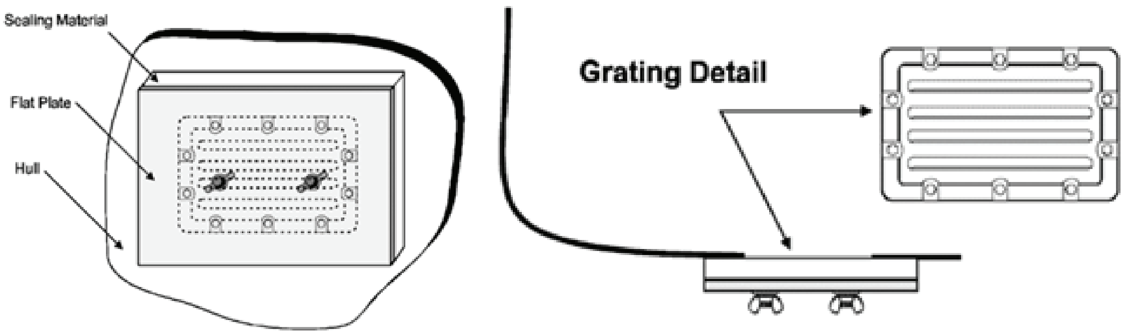
Nominal Plug Size	Ship's Pipe Schedule	ID	M Dim	P Dim	T Dim	A Dim	B Dim	C Dim	D Dim
1/2	schd 40	0.622	19/32	13/64	5/8	27/32	16 ga	3/8	16 ga
	schd 80	0.546	17/32	13/64	5/8	27/32	16 ga	9/32	16 ga
3/4	schd 40	0.824	25/32	1/4	1	1-1/32	16 ga	9/16	16 ga
	schd 80	0.742	23/32	1/4	1	1-1/32	16 ga	1/2	16 ga
1	schd 40	1.049	1-1/32	1/4	1	1-5/16	16 ga	25/32	16 ga
	schd 80	0.957	15/16	1/4	1	1-5/16	16 ga	11/16	16 ga
1-1/4	schd 40	1.38	1-11/32	1/4	1	1-21/32	16 ga	1-1/8	16 ga
	schd 80	1.278	1-1/4	1/4	1	1-21/32	16 ga	1	16 ga
1-1/2	schd 40	1.61	1-19/32	7/16	1	1-29/32	16 ga	1-11/32	16 ga
	schd 80	1.5	1-15/32	7/16	1	1-29/32	16 ga	1-1/4	16 ga
2	schd 40	2.067	2-1/32	7/16	1	2-3/8	16 ga	1-13/16	16 ga
	schd 80	1.939	1-29/32	7/16	1	2-3/8	16 ga	1-11/16	16 ga
2-1/2	schd 40	2.469	2-7/16	7/16	1	2-7/8	16 ga	2-7/32	16 ga
	schd 80	2.323	2-9/32	7/16	1	2-7/8	16 ga	2-1/16	16 ga
3	schd 40	3.068	3-1/32	7/16	1	3-1/2	16 ga	2-13/16	16 ga
	schd 80	2.9	2-7/8	7/16	1	3-1/2	16 ga	2-5/8	16 ga
4	schd 40	4.026	4	7/16	1	4-1/2	16 ga	3-3/4	16 ga
	schd 80	3.826	3-25/32	7/16	1	4-1/2	16 ga	3-9/16	16 ga
5	schd 40	5.047	5	1/2	1	5-9/16	12 ga	4-25/32	12 ga
	schd 80	4.813	4-25/32	1/2	1	5-9/16	12 ga	4-9/16	12 ga
6	schd 40	6.065	6-1/16	1/2	1	6-5/8	12 ga	5-13/16	12 ga
	schd 80	5.761	5-23/32	1/2	1	6-5/8	12 ga	5-1/2	12 ga

2.2 การปิดท่อด้วย Patch

Sea chest ที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมไม่สามารถใช้ลูกอุดได้ต้องทำการปิดท่อด้วยวิธีการสร้าง Patch ซึ่งมีรูปแบบการทำดังนี้

2.2.1 Flat Patch

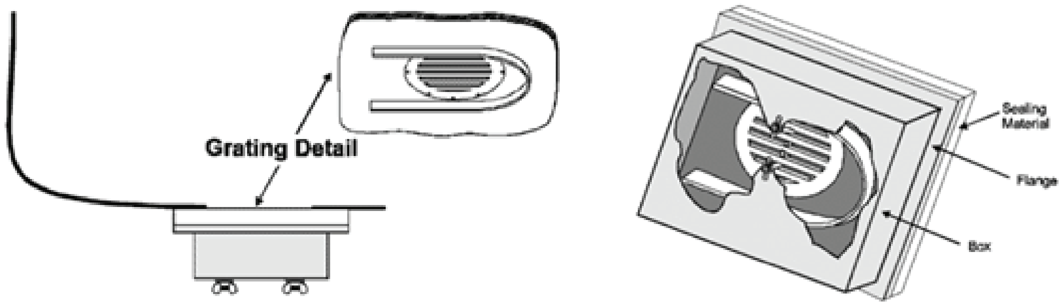
Flat Patch ประกอบด้วย Flat Plate ที่ทำจากโลหะหรือไม้ และซีลที่ทำจากยาง รูปที่ 5 ซ้าย แสดงการประกอบ Flat Patch เข้ากับโครงสร้างเรือ Flat Plate สามารถเสริมโครงสร้างให้แข็งแรงมากขึ้นได้ตามรูปที่ 5 ขวา



รูปที่ 5 แสดงลักษณะของ Flate Patch

2.2.2 Box Patch

Sea chest ที่มีขนาดใหญ่ การใช้ Flat patch ไม่สามารถผนึกน้ำได้เนื่องจาก Flat plate จะเกิดการบิดงอเมื่อออกแรงกด ทำให้การกดทับบนแผ่นซีลไม่กระจายทำให้ไม่สามารถผนึกน้ำได้ ดังนั้น Sea chest ที่มีขนาดใหญ่ จำเป็นต้องทำกล่อง (Box) เสริมครอบ Flat Patch ตัวกล่องสามารถเสริมความแข็งและออกแบบให้การกระจายแรงกดได้ดีกว่าแบบ Flat Patch ชุด Box patch ประกอบด้วยตัวกล่อง (Box) Flange และซีลวัสดุที่ใช้ทำเหมือนกับ Flat patch

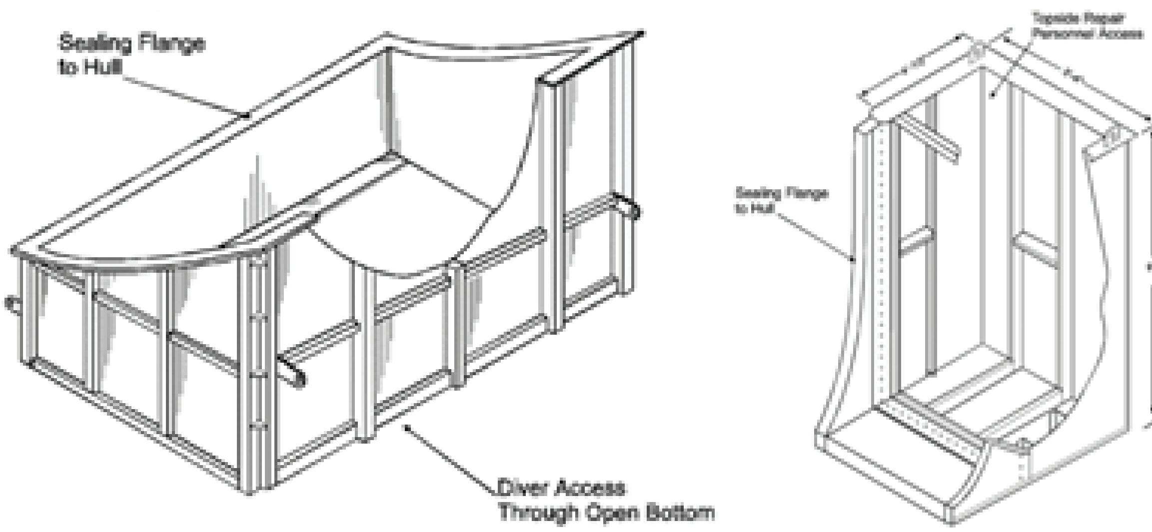


รูปที่ 6 แสดงลักษณะ Box patch

2.2.3 Dry Chambers

เรือที่เปลือกเรือชำรุดเสียหายขนาดใหญ่ ไม่สามารถเข้าอู่เพื่อเข้ารับการซ่อมทำได้ เปลือกเรือสามารถซ่อมทำได้โดยการสร้าง Dry Chambers ซึ่งมีแบบเปิดและปิดตามรูปที่7 ทั้งนี้ต้องทำการออกแบบให้พอดีกับรูปทรงเรือเพื่อให้สามารถผนึกน้ำได้

ISSN 0857-4766

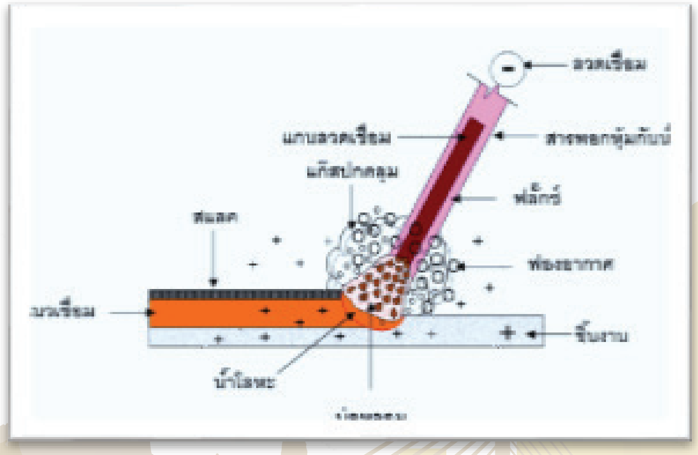


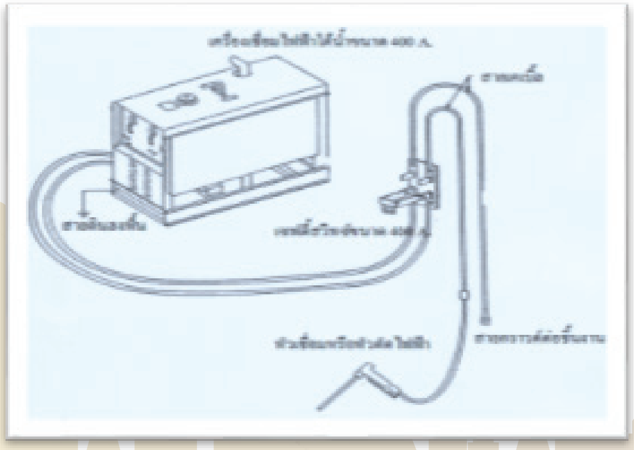
รูปที่ 7 แสดงการผนึกน้ำแบบ Dry Chambers

3. กระบวนการเชื่อมใต้น้ำ (Welding Procedure For Underwater Weld)

กระบวนการเชื่อมใต้น้ำด้วยไฟฟ้า (Shield Metal Arc Weld) มีกระบวนการเชื่อมที่คล้ายกับการเชื่อมบนบกทุกประการ จะแตกต่างกันที่สภาพแวดล้อมในการเชื่อมใต้น้ำ จะมีน้ำและกระแสไฟฟ้ารอบตัวผู้เชื่อมและมีอันตรายมากกว่าการเชื่อมบนบก ในการเชื่อมใต้น้ำด้วยไฟฟ้า การเชื่อมในน้ำทะเลจะมีอันตรายมากกว่าการเชื่อมในน้ำจืด เนื่องจากในน้ำทะเลจะมีธาตุต่าง ๆ มากกว่าในน้ำจืด จึงเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้ามาสู่ตัวผู้เชื่อมได้ง่ายกว่าน้ำจืด ฉะนั้นการกำหนดขั้วของกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยจะต่อขั้วบวกที่ชิ้นงานและ ขั้วลบที่ลวดเชื่อม การเชื่อมใต้น้ำใช้วิธีการเชื่อมแบบลวดเชื่อมไฟฟ้า โดยลวดเชื่อมจะมีสารเคลือบป้องกันฟลั๊กซ์สัมผัสน้ำกระบวนการเชื่อมทำตามมาตรฐาน AWS D3.6 M Specification for Underwater welding
โดยมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

กระบวนการเชื่อม	SMAW(Shield Metal Arc Welding)
ลวดเชื่อม	Braco 1/8” E7014
วัสดุฝาปิด	LLOYD’S Grade A
วัสดุตัวเรือ	LLOYD’S Grade A
กระแส	130-145 A
แรงดัน	25-35 VDC
แนวเชื่อม	Fillet Weld
ท่าเชื่อม	ท่าตั้ง, ท่าเหนือศรีษะ





รูปที่ 8 แสดงลักษณะการเชื่อม และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมใต้น้ำ

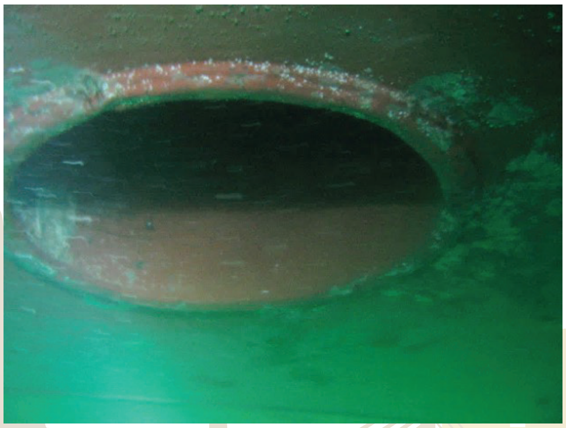
4. การเชื่อมท่อสูบน้ำท้องเรือ

การเชื่อมท่อสูบน้ำท้องเรือเริ่มจากการสำรวจบริเวณที่จะทำการเชื่อม เพื่อสร้างชิ้นงานเชื่อม ทำความสะอาด จัดเตรียมพื้นที่การเชื่อม ทำการเชื่อมชิ้นงาน ตรวจสอบและทดสอบหลังการเชื่อม ขั้นตอน ดังกล่าวนี้ มีการประชุมเพื่อแบ่งมอบหน้าที่ในการทำงานของหน่วยต่าง ๆ ซึ่งจะกล่าวในลำดับต่อไป

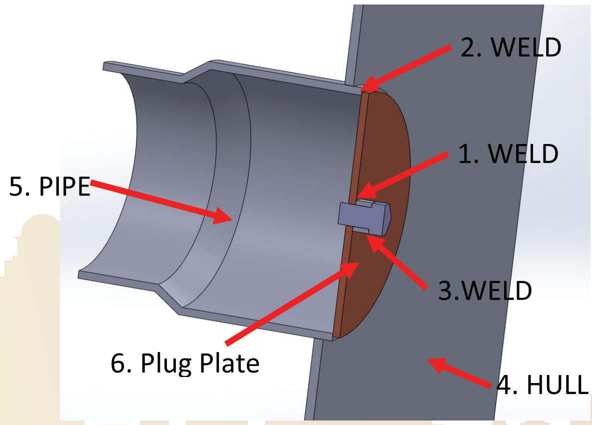
4.1 การสำรวจและสร้างชิ้นงานเชื่อม

การสำรวจตำแหน่งที่จะเชื่อม โดยนักประดาน้ำของกรมสรรพาวุธทหารเรือ ลงดำสำรวจ บริเวณที่จะทำการเชื่อม วัดขนาดท่อ วางแผนการทำนั่งร้านใต้น้ำ แผนกออกแบบ กองแผนและประมาณการช่าง อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช ออกแบบชิ้นงานเชื่อม และสร้างชิ้นงานเชื่อม

ISSN 0857-4766



รูปที่ 9 ประดาน้ำดำสำรวจบริเวณที่จะเชื่อม



รูปที่ 10 แสดงแบบชิ้นงานเชื่อมและลำดับขั้นตอนการเชื่อม

4.2 ความปลอดภัยและการเชื่อมชิ้นงาน

4.2.1 ความปลอดภัย

การเชื่อมชิ้นงานต้องกระทำภายใต้กฎความปลอดภัยในการเชื่อมใต้น้ำและกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานใต้น้ำ โดยข้อกำหนดดูได้จากคู่มือการตัดและเชื่อมใต้น้ำด้วยไฟฟ้า กรมโรงงาน ฐานทัพเรือสัตหีบ และคู่มือการปฏิบัติงานใต้น้ำกรมสรรพาวุธทหารเรือ ซึ่งขอสรุปที่สำคัญดังนี้ เครื่องเชื่อมต้องต่อสายดินไว้เสมอ และตั้งเครื่องเชื่อมไว้บนที่แห้งสนิทหรือบนฉนวนตรวจสอบการต่อสายเชื่อมและสายกราวน์ชิ้นงานทุกครั้ง ก่อนปฏิบัติงาน ฉนวนสายเคเบิลที่อยู่ใต้น้ำต้องอยู่ในสภาพดี สายเคเบิลต้องอิสระ ไม่พาดผ่านกันและกัน ต้องแน่ใจว่าสาย Power Supply ห่างจากสายเคเบิลที่ใช้เชื่อม ควรแขวนสายเคเบิลไว้เหนือพื้นขณะที่เดินกระแสไฟ ผู้เชื่อมต้องไม่ยืนอยู่ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ หัวเชื่อมต้องอยู่ในสภาพดีและตรวจสอบก่อนใช้งาน หัวจับลวดเชื่อม หัวตัด สายเคเบิล สายออกซิเจน ต้องไม่สัมผัสน้ำมันหรือไขจารบี และในวันที่ทำการเชื่อมต้องจัดเจ้าหน้าที่เวชศาสตร์ใต้น้ำ พร้อมรถพยาบาลฉุกเฉินให้พร้อม และประสานงานห้องปรับแรงดัน แผนกเวชศาสตร์ใต้น้ำ โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ กรมแพทย์ทหารเรือ ให้เตรียมพร้อมรอรับหากเกิดเหตุฉุกเฉิน

4.2.2 การเชื่อมชิ้นงาน

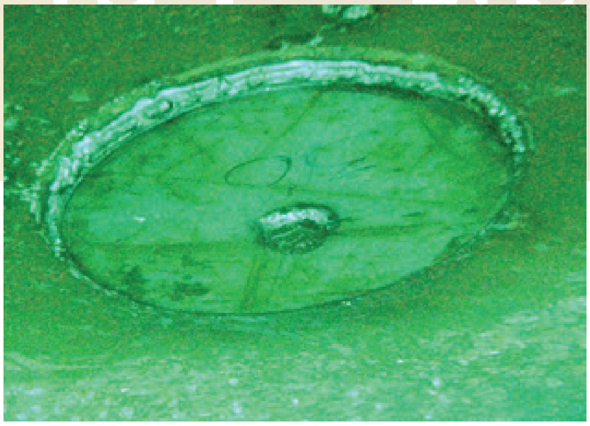
การเชื่อมชิ้นงาน เริ่มจากการทำนั่งร้านใต้น้ำเพื่อให้มี ที่ยึดเกาะที่มั่นคงเนื่องจาก เมื่ออยู่ใต้น้ำนักประดาน้ำจะอยู่ในสภาพเกือบไร้น้ำหนัก และกระแสน้ำอาจพัดพานักประดาน้ำออกไปจากตำแหน่งเชื่อมได้ จากนั้นทำการประกอบชิ้นงานเชื่อม (Fit up) เข้าตำแหน่งและเชื่อมเกาะ (Tack weld) ปรับแต่งกระแสแรงดัน ให้ได้ตามกระบวนการเชื่อม ทำการเชื่อมตามลำดับที่แสดงในรูปที่ 10 โดยปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย

รูปที่ 11 การประกอบชิ้นงานเชื่อม

รูปที่ 12 ช่างเชื่อมกำลังเชื่อมแผ่นปิดท่อ

4.3 การตรวจสอบและทดสอบหลังการเชื่อม

หลังจากการเชื่อม ทีมประดาน้ำอีกชุดเข้าดำเนินการถ่ายภาพแนวเชื่อม เพื่อให้กองควบคุมคุณภาพประเมินผลการตรวจสอบและ ร.ล.จักรีนฤเบศร ทำการเดินปั๊มไฟร์เมน เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นให้ประดาน้ำ ลงสำรวจแนวเชื่อมอีกครั้ง ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่าชิ้นงานเชื่อมอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ ทั้งก่อนและหลังทำการเดินไฟร์เมนปั๊ม ตามรูป



รูปที่ 13 สภาพท่อสูบน้ำท้องเรือเมื่อเชื่อมเสร็จเรียบร้อย

การอุดท่อทางใต้น้ำ มีวิธีการดำเนินการหลายวิธี การตัดสินใจเลือกวิธีใดนั้นต้องกระทำภายใต้หลักวิศวกรรมและความปลอดภัย การอุดท่อโดยใช้ลูกอุดไม้นั้นเป็นวิธีแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างรวดเร็วแต่มีความเสี่ยงที่ชิ้นงานจะหลุดออกจากท่อได้ง่ายที่สุด การใช้ลูกอุดยางจะสามารถผนึกน้ำได้ดีกว่าลูกอุดไม้ทั้งลูกอุดยางและลูกอุดไม้ ไม่นิยมใช้กับท่อทาง ที่มีขนาดใหญ่มาก และหน่วยซ่อมควรทำชิ้นงานลูกอุด ขนาดต่าง ๆ ตามมาตรฐานไว้ใช้ในอุดท่อในกรณีฉุกเฉิน ทำนองเดียวกัน การอุด Sea chest จะมีความยุ่งยากกว่าและต้องทำชิ้นงานให้พอดีกับรูปทรงของเรือ ส่วนการทำ Dry Chamber นั้น ยังไม่เคยสร้างในอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช มาก่อน ส่วนใหญ่ หากเกิดความเสียหายขนาดใหญ่แล้ว จะนำเรือเข้าซ่อมทำที่อู่แห้ง ดังเช่น เรือหลวงนราธิวาส ที่ชนหินโสโครก

การเชื่อมอุดท่อเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการป้องกันน้ำทะเลเข้าสู่ตัวเรือ แต่มีค่าใช้จ่ายในการทำสูงที่สุดต้องใช้บุคลากรหลายฝ่าย เพื่อดำเนินการซ่อมทำและในการซ่อมทำครั้งนี้มีหน่วยงานที่ร่วมมือกันทำ ได้แก่ อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมสรรพาวุธทหารเรือ กรมโรงงาน ฐานทัพเรือสัตหีบ และ เรือหลวงจักรีนฤเบศร การตัดสินใจเชื่อมอุดในครั้งนั้นเนื่องมาจาก เรือหลวงจักรีนฤเบศร มีภารกิจในการเดินทางไปต่างประเทศ การใช้ลูกอุดนั้นไม่ปลอดภัย คณะทำงานได้ตัดสินใจร่วมกันดำเนินการเชื่อมอุด และประสบความสำเร็จในที่สุด เมื่อเรือเข้ารับการซ่อมทำที่อู่แห้ง ก็ได้ดำเนินการซ่อมท่อทางและเปิดฝาท่อสูบน้ำทิ้งเป็นที่เรียบร้อย

ISSN 0857-4766

เอกสารอ้างอิง
1. S0300-BB-MAN-010 U.S Navy Underwater Cutting & Welding Manual 1 June 2002
2. S0600-AA-PRO-160 Underwater Ship Husbandry Manual Chapter 16 Cofferdams NOVEMBER 2011
3. เอกสารวิจัย โครงการวิจัยพัฒนาลวดเชื่อมและตัดโลหะใต้น้ำด้วยไฟฟ้าแบบราชนาวีไทย สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหารกองทัพเรือ กรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกลาโหม 1 ตุลาคม 2556

เทคโนโลยี Ultrawideband กับ การพัฒนายุทโธปกรณ์กองทัพเรือ

นาวาเอก สมศักดิ์ แท่นทอง
หัวหน้าแผนกโรงงานไฟฟ้า กองโรงงาน
อู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ

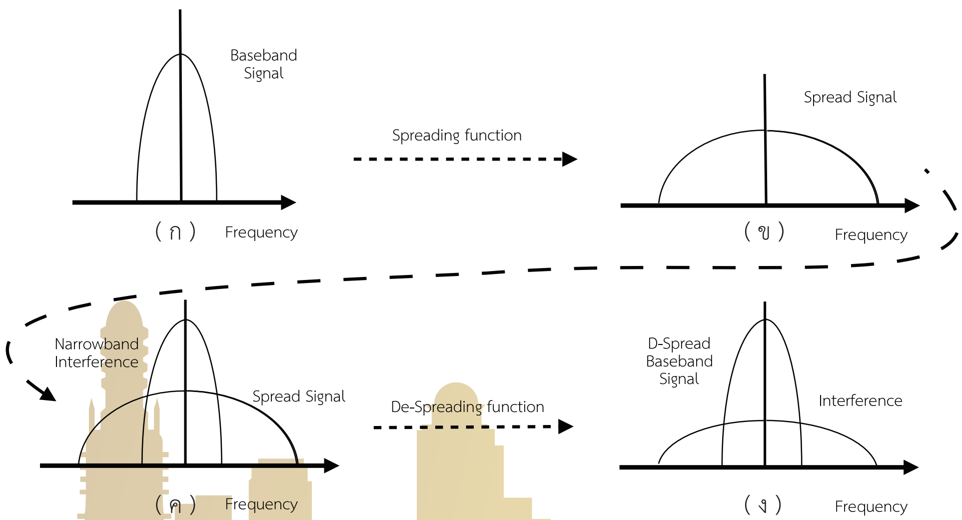
กล่าวนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายได้เข้ามามีบทบาทในการสื่อสารมากขึ้นเนื่องจากความสะดวกสบายในการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์และสายอากาศ รับ-ส่งสัญญาณ และได้มีการพัฒนาให้สามารถรองรับอัตราการรับ-ส่งข้อมูลในปริมาณมากๆ และได้หลายช่องทางในเวลาเดียวกัน รวมทั้งในระบบปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลางและระบบอากาศยานไร้คนขับ ที่มีความต้องการในการ รับ-ส่งข้อมูลในลักษณะ Real-Time หรือ Near Real-Time ในปริมาณมากๆ เพื่อช่วยในการอำนวยการรบและเป็นข้อมูล ข้อเท็จจริงที่สามารถนำมาประกอบข้อตกลงใจที่สำคัญในการปฏิบิตการทางทหาร ให้เกิดการประสานสอดคล้องและประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากความต้องการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างหน่วยรบและหน่วยบัญชาการที่มีความรวดเร็วในปริมาณมากยิ่งขึ้น และความหลากหลายช่องทางแล้วความเชื่อถือได้ ความปลอดภัยก็เป็นอีกปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายที่ใช้ในระบบปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลางและระบบอากาศยานไร้คนขับ รวมทั้งภารกิจในการซ่อมทำและสร้างเรือของกรมอู่ทหาเรือการปฏิบัติงานของช่างที่ต้องอาศัยทักษะและเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อให้การซ่อมทำเรือมีประสิทธิภาพสูงสุดและปลอดภัยมากที่สุด เช่น เครื่องตรวจสอบแนวเชื่อมแผ่นเหล็กตัวเรือด้วยรังสี (Radiographic Testing) ที่ใช้หลักการของเครื่องกำเนิดรังสีเอ็กซ์รังสีแกมม่าสร้างภาพของส่วนประกอบลงบนฟิล์มถ่ายภาพ การใช้งานเครื่องดังกล่าว ต้องมีมาตรฐานความปลอดภัยที่เข้มงวดและพื้นที่ขนาดใหญ่รอบๆ บริเวณที่ทำการตรวจสอบต้องถูกปิดก่อนเริ่มทำการตรวจสอบ ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้กองทัพเรือบรรลุภารกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางทหารจึงเป็นส่วนที่สำคัญในการพัฒนากองทัพให้ทันสมัย และสามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาระบบสื่อสารให้สามารถรองรับการใช้งานในลักษณะดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

เทคโนโลยี Ultra Wideband (UWB) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้การสื่อสารส่งคลื่นสัญญาณที่เป็นคลื่นวิทยุแบบอิมพัลส์ที่มีช่วงความกว้างของพัลส์หรือคาบเวลาที่สั้นมากทำให้พลังงานของสัญญาณถูกกระจายอยู่ในช่วงแถบความถี่ที่กว้างมาก โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 3.1–10.6 กิกะเฮิร์ต (GHz) ด้วยความจุช่องสัญญาณที่มากเป็นคุณลักษณะเด่นและเป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลให้สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ในปริมาณมากๆ และถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการสื่อสารข้อมูลมัลติมีเดียความเร็วสูงผ่านช่องสื่อสารแบบไร้สายด้วยความเร็วสูงเกินกว่า 100 Mbps ทำให้ยากต่อการถูกตรวจจับ มีความสามารถในการนำมาใช้ในการวัดความแตกต่างของระยะทางได้อย่างแม่นยำ เครื่องรับ-ส่งมีความซับซ้อนต่ำ การนำเทคโนโลยี UWB มาใช้ประโยชน์ในงานด้านอื่นๆ ได้แก่ เครื่องมือตรวจจับเรดาร์ Ground Penetrating Radar (GPR) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในงานด้านวิศวกรรมธรณีฟิสิกส์ โดยการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves) และรับสัญญาณสะท้อนกลับเพื่อแปรผลทดสอบในการตรวจสอบสภาพใต้พื้นดิน และแสดงภาพวัตถุที่ฝังอยู่ใต้พื้นดินได้อย่างรวดเร็ว อุปกรณ์ดังกล่าวมีการผลิตโดยบริษัท NIITEK ประเทศสหรัฐอเมริกา ระบบที่มีการนำเอาเทคโนโลยี UWB มาใช้ประโยชน์โดยบริษัท ACRARTEX คือระบบบอกตำบลบนพื้นผิวโลกและเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือฉุกเฉิน (Personal Locator Beacons (PLB) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กกระทัดรัด มีขีดความสามารถในการใช้ติดตาม (Tracking) เพิ่มการรักษาความปลอดภัยและสามารถนำไปใช้ในเขตพื้นที่ที่ไม่มีสัญญาณโทรศัพท์ สามารถติดตั้งไว้กับรถยนต์หรือยานพาหนะเพื่อเป็นอุปกรณ์แสดงตำบลที่ที่ต้องการความแม่นยำสูง จากเทคโนโลยี UWB ดังกล่าว สามารถถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบแนวเชื่อมแผ่นเหล็กตัวเรือร่วมกับเทคโนโลยี UWB Radar, Phased array ultrasonic และ Terahertz imaging ที่ได้มีการศึกษาและนำมาใช้งานในเครื่องตรวจสอบแนวเชื่อมแผ่นเหล็กตัวเรือดำน้ำ (Special Hull Treatment (SHT) Inspection) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาตัวเรือดำน้ำและได้มาตรฐานความปลอดภัยในการใช้งาน การที่จะนำเอาเทคโนโลยี UWB มาประยุกต์ใช้งานทั้งในระบบเครือข่ายเป็นศูนย์กลาง ระบบอากาศยานไร้คนขับ และเครื่องตรวจสอบแนวเชื่อมแผ่นเหล็กตัวเรือ จำเป็นต้องอาศัยหลักการ ทฤษฎี และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับระบบดังต่อไปนี้

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยี Ultra wideband

ตามทฤษฎีของ (Pozar, D.M., 2000) เทคโนโลยี UWB (spread spectrum) หรือเทคโนโลยีการแผ่กระจายสเปกตรัม เป็นเทคโนโลยีที่ทำการกระจายสเปกตรัมความถี่ของสัญญาณข้อมูลเบสแบนด์เดิมที่ใช้ย่านความถี่แบบแคบ (Narrow band) ให้เกิดการกว้างขยายออกมากขึ้น ย่านความถี่ที่ถูกใช้งานจะมีการกระจายแบนด์วิดท์ความถี่มากกว่าปกติเกินกว่าแบนด์วิดท์ที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการส่งข้อมูลเพื่อลดการรบกวนกันของแต่ละสัญญาณแล้วส่งออกไปยังเครื่องรับปลายทาง เทคโนโลยีนี้เกิดขึ้นครั้งแรกในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยใช้ในด้านการทหารเนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถป้องกันการดักฟัง (interception) และการส่งสัญญาณกวนกัน (jamming) ได้ ต่อมามีการนำเทคโนโลยี UWB ไปใช้ในด้านการค้ามากขึ้นเทคโนโลยี UWB มีข้อได้เปรียบกว่าการมอดูเลตสัญญาณทางแอมพลิจูดและทางความถี่นั่นคือสามารถลดหรือการจัดการแทรกสอดของสัญญาณที่ส่งในย่านความถี่เดียวกันได้สัญญาณที่ถูกส่งโดยใช้เทคโนโลยี UWB มีลักษณะคล้ายสัญญาณรบกวนนั่นคือมีการผสมของสัญญาณหลายความถี่ (ย่านความถี่กว้าง) จึงยากต่อการถูกดักฟังทำให้การสื่อสารคลื่นวิทยุมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นดังแสดงในรูปที่1



รูปที่ 1 การทำงานของเทคโนโลยี UWB

ISSN 0857-4766

จากรูปที่ 1(ก) สัญญาณข้อมูลเบสแบนด์เดิมใช้ย่านความถี่แบบแคบ (Narrow band) ถูกทำให้ย่านความถี่เกิดการกระจายออกหรือการสเปรดดิ้ง (spreading) แล้วส่งออกไปยังปลายทางรูปที่ 1(ข) ระหว่างทางหากมีสัญญาณที่มีความถี่แบนด์แคบย่านใกล้เคียงกับสัญญาณข้อมูลเบสแบนด์เดิมเข้ามาแทรกสอดสัญญาณที่ถูกส่งออกไป (narrowband interference) ดังแสดงในรูปที่ 1 (ค) ทางด้านรับสัญญาณข้อมูลไม่เกิดความเสียหายเนื่องจากสัญญาณ UWB ทางด้านรับถูกทำให้ความถี่สัญญาณแคบลงเป็นสัญญาณเบสแบนด์ตามเดิมหรือเรียกว่าการทำดีสเปรดดิ้ง (despreading) กำลังสัญญาณถูกถ่ายโอนให้อยู่ในช่วงความถี่แบนด์แคบแทนระดับความเข้มของสัญญาณตลอดย่านความถี่เบสแบนด์สูงมากจึงสามารถทนต่อสัญญาณแทรกสอดได้ซึ่งการดีสเปรดดิ้งทำให้สัญญาณแทรกสอดมีย่านความถี่แผ่กว้างออกแทนระดับกำลังสัญญาณถูกกระจายไปตามความถี่ย่านต่าง ๆ ทำให้ระดับความเข้มของสัญญาณตลอดย่านความถี่แทรกสอดลดต่ำลงจึงไม่สามารถรบกวนสัญญาณเบสแบนด์ได้

ลักษณะของช่องสัญญาณ UWB

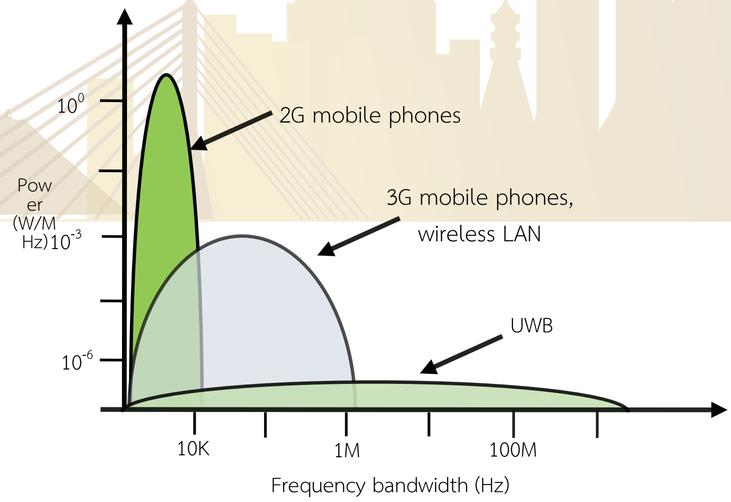
เทคโนโลยี UWB เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายรูปแบบใหม่ที่ได้รับการสนับสนุนจากกลุ่มพันธมิตร MBOA (MultiBand OFDM Alliance) ที่ได้เริ่มก่อตั้งเมื่อเดือนมิถุนายน 2003 และปัจจุบันมีสมาชิกมากกว่า 50 ราย นำโดย Texas Instruments (TI), Intel, Samsung Electronics, Mitsubishi Electric, Philips, Nokia, Sony, Infineon Technologies เป็นต้น โดยเทคโนโลยีดังกล่าวจะแตกต่างจากเทคโนโลยีไร้สายที่มีอยู่ในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็น Wi-Fi หรือ Bluetooth ที่เป็นการส่งผ่านคลื่นวิทยุความถี่แคบ ขณะที่ UWB จะเป็นการส่งผ่านข้อมูลแบบพัลซ (Pulse) สั้นๆ ผ่านคลื่นวิทยุความถี่กว้าง ทำให้สามารถถ่ายโอนข้อมูลจำนวนมากได้ในระยะทางสั้นๆ แต่กลับใช้พลังงานในระดับต่ำเพียง 0.0001 มิลลิวัตต์ต่อเมกะเฮิรตซ์ นอกเหนือจากคุณสมบัติข้างต้นแล้ว UWB ยังได้รับการวางตำแหน่งในฐานะเทคโนโลยีที่สามารถใช้ประสิทธิภาพของคลื่นความถี่ได้คุ้มค่าที่สุด โดย FCC (Federal Communications Commission) หรือคณะกรรมการบริหารความถี่ของสหรัฐอเมริกาตั้งความหวังไว้ว่า UWB จะเข้ามาช่วยลดปัญหาความขาดแคลนของช่องสัญญาณที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต เนื่องจากการแบ่งสรรช่วงความถี่ในปัจจุบัน จะมีการกำหนดความถี่คลื่นสูงสุดและต่ำสุดและจะต้องมีคลื่นความถี่อีกช่วงหนึ่งซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนป้องกันไม่ให้คลื่นในแต่ละย่านความถี่รบกวนซึ่งกันและกัน ปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้ทุกครั้งที่มีการจัดย่านความถี่ใหม่ก็จะมีช่วงความถี่ที่ต้องสูญเสียไปมากขึ้นด้วย เทคโนโลยี UWB เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ได้รับความสนใจมาก เพราะมีแถบกว้างมากมีแบนด์วิดท์กว้างถึง 7.5GHz ซึ่งอยู่ในช่วงความถี่ระหว่าง 3.1 GHz ถึง 10.6 GHz และใช้กำลังงานต่ำ บนมาตรฐาน IEEE802.15.3a หรือ WPAN

หลักการทำงานของเทคโนโลยี UWB

เทคโนโลยี UWB ได้รับการกำหนดให้อยู่ในมาตรฐาน IEEE 802.15.3a โดยมีย่านความถี่ที่ถูกกำหนดโดย Federal Communications Commission (FCC) อยู่ที่ 3.1 - 10.6GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่เดียวกันกับการสื่อสารผ่านดาวเทียม หากเราเปรียบเทียบ UWB กับเทคโนโลยีอย่าง Wi-Fi หรือ Bluetooth แล้วก็จะพบว่า UWB มีประสิทธิภาพเหนือกว่า เทคโนโลยีดังกล่าวทั้งด้านความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล, การใช้พลังงานที่ต่ำ รวมถึงความสามารถในการรับส่งข้อมูลทะลุทะลวงผ่านสิ่งกีดขวางได้ดีกว่าเทคโนโลยีอื่นๆ โดย UWB จะมีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลสูงสุดถึง 480 Mbps ที่ระยะทางประมาณ 2 เมตร และความเร็ว 110 Mbps ที่ระยะทาง ประมาณ 10 เมตร ขณะที่ Wi-Fi สามารถรับส่งข้อมูลสูงสุดที่ 54Mbps และหากเปรียบเทียบกับ Bluetooth ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยมสำหรับเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคลในปัจจุบัน UWB จะให้ความสามารถในการรับส่งข้อมูลสูงกว่า Bluetooth ถึง 100 เท่า ซึ่งด้วยความเร็วในระดับดังกล่าว UWB จึงเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ประเภทโฮมเอนเตอร์เทนต์เมนท์ภายในบ้าน สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการค้นหาวัตถุที่ซ่อนอยู่ในอาคาร โดยมีข้อดีในการอ่านตำแหน่งของวัตถุด้วยความแม่นยำในระดับเซนติเมตร ซึ่งถือว่าสูงมากเมื่อเทียบกับเทคโนโลยี GPS ที่ให้ความแม่นยำเพียงแค่หน่วยเมตรเท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นเครื่องเรดาห์ตรวจสอบใต้ผิวดินรวมไปถึงความสามารถในการใช้งานตรวจสอบแนวเชื่อมแผ่นเหล็กตัวเรือ

แนวโน้มและการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี Ultra wideband

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว และเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทอย่างมากในการพัฒนาประเทศและชีวิตความเป็นอยู่ในปัจจุบัน เช่น การติดต่อสื่อสารทางไกลทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ การประชุมผ่านทางไกล การเรียนการสอนผ่านทางไกล การติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยงาน ระหว่างหน่วยรบและกองบัญชาการ การติดต่อสื่อสารส่วนบุคคล การติดต่อสื่อสารระยะสั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น โครงข่ายภายในสำนักงาน และโครงข่ายภายในบ้านพักอาศัย เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายเหล่านี้ล้วนแล้วมีความต้องการความเร็วสูงมากในการส่งผ่านข้อมูล ดังนั้นเพื่อให้ได้ตามความต้องของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งความกว้างของแถบความถี่ และความจุของช่องสัญญาณ จึงเป็นประเด็นการพัฒนาเข้าไปสู่เทคโนโลยี 4G, 5G WiMediaและ WiMAX ในอนาคตอันใกล้นี้ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างสมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพสูงสุด UWB มีความกว้างของแบนด์วิดท์ 7.5 GHz ในช่วงความถี่ระหว่าง 3.1 GHz ถึง 10.6 GHz และใช้กำลังงานต่ำ บนมาตรฐาน IEEE802.15.3a หรือ WPAN เมื่อเทียบกับเทคโนโลยี 2G 3Gดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 เปรียบเทียบสเปกตรัมระหว่างแถบกว้างยิ่งและแถบความถี่อื่นๆ

เทคโนโลยีแถบกว้างจึงเหมาะสมสำหรับการนำไปพัฒนาระบบไร้สายแบบแถบกว้างทั้งในปัจจุบันและอนาคต สามารถประยุกต์ใช้ในระบบสื่อสารต่างๆ ได้มากมาย ซึ่งเทคโนโลยีแถบกว้างนี้เป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนามาจากระบบเรดาร์ที่ใช้ในด้านทางการทหาร รวมทั้งสามารถออกแบบมาใช้งานในระบบการตรวจสอบแนวเชื่อมแผ่นเหล็กตัวเรือในงานอุตสหกรรมการต่อเรือได้เป็นอย่างดี จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีแถบกว้างนี้มีการรับส่งข้อมูลด้วยสัญญาณพัลส์ที่แคบมากเป็น ns ซึ่งพัลส์ที่มีช่วงเวลาแคบๆ จะมีสเปกตรัมที่กว้างมาก จึงทำให้เทคโนโลยีแถบกว้างนี้มีราคาถูกลง เนื่องจากอุปกรณ์ภาครับและภาคการรับส่งสัญญาณแบบอิมพัลส์ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ขนาดเล็ก ทำให้ใช้กำลังงานต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีการสื่อสารแบบแถบแคบที่ใช้กันอยู่ อีกประการหนึ่งสัญญาณแบบแถบกว้างยิ่งจะมีสัดส่วนของแบนวิดท์ในการส่งมากกว่าหรือเท่ากับ 20% ของแถบความถี่กลาง หรือมีการใช้แถบความถี่มากกว่าหรือเท่ากับ 500MHz ซึ่งจะเห็นว่ามีสัดส่วนมากกว่าแถบความถี่ของระบบการสื่อสารไร้สายที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมาก ซึ่งอยู่บนสัดส่วนแบนด์วิดท์ ของสัญญาณ ซึ่งสามารถกำหนดได้ดังนี้

$$B_f = \frac{BW}{f_c} = 2\frac{f_H - f_L}{f_H + f_L}$$

ซึ่ง f_H คือความถี่สูงสุดและ f_L คือความถี่ต่ำสุดของแถบความถี่ที่ใช้งานในระบบแถบกว้างยิ่ง

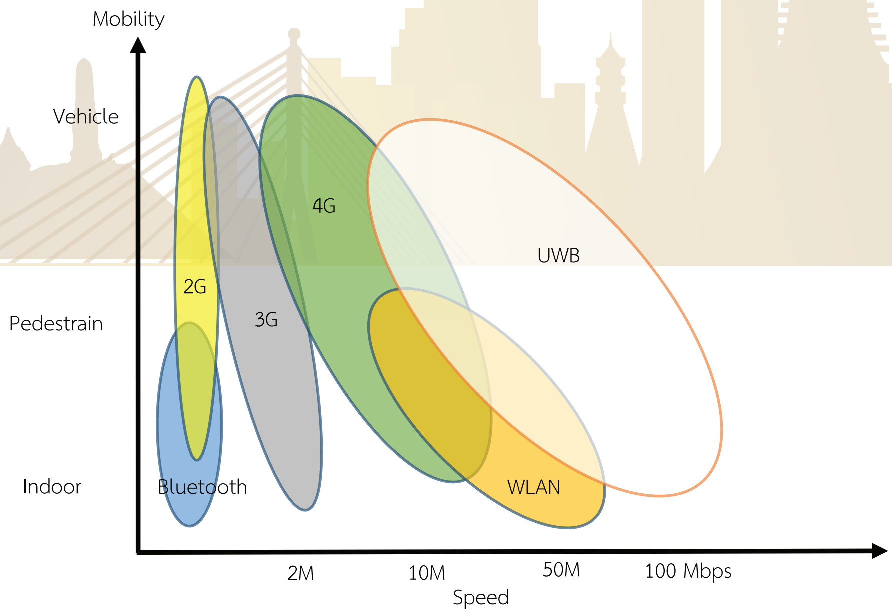
การเปรียบเทียบความจุของช่องสัญญาณหรืออัตราข้อมูลต่อบิตระหว่างเทคโนโลยีอื่นๆ กับ UWB แสดงในรูปที่ 3 ซึ่งขนาดความจุที่มากของเทคโนโลยีแบบแถบกว้างสามารถพิจารณาได้จากทฤษฎีของ Hartley-Shannon ดังสมการ

$$C_c = BW \log_2(1 + SNR)$$

เมื่อ C_c คือค่าความจุช่องสัญญาณสูงสุด

BW คือแบนด์วิดท์

SNR คืออัตราส่วนสัญญาณกำลังงานต่อสัญญาณรบกวนกำลังงาน



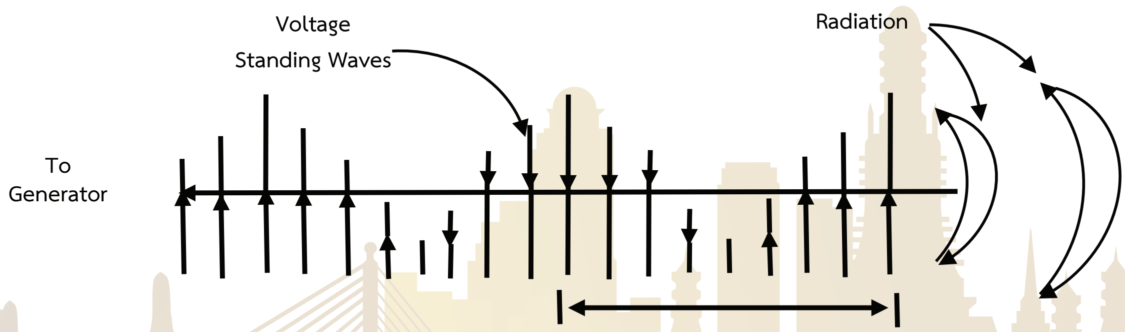
รูปที่ 3 เปรียบเทียบอัตราข้อมูลต่อบิตและระยะทางระหว่างแถบกว้างยิ่งและแถบความถี่อื่นๆ

สายอากาศ (Antenna)

สายอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับสัญญาณวิทยุโดยใช้ต่อกับปลายสายส่งของเอาท์พุทเครื่องส่งเปลี่ยนสัญญาณเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแล้วแพร่กระจายคลื่นไปในอากาศและทางด้านเครื่องรับสายอากาศจะรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นความถี่วิทยุป้อนเข้าเครื่องรับสายอากาศจึงเป็นเสมือนตัวเชื่อมระหว่างเครื่องส่งกับเครื่องรับสายอากาศมีมากมายหลายชนิดอาจจะเป็นแบบเล็กๆประกอบด้วยสายพันรอบแกนเฟอร์ไรท์ 2-3 รอบ, หรือแบบจานพาราโบลิคขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เมตร, หรือแบบแถววางบนพื้นที่เป็นตารางกิโลเมตร ฯลฯ การติดตั้งสายอากาศสามารถติดตั้งตามที่ต่าง ๆ เช่น บนปีกหรือตัวเครื่องบินบนดาวเทียมบนเรือบนรถบนยอดภูเขาบนบ้านบนตึก ฯลฯ ไม่ว่าสายอากาศจะมีขนาดรูปร่างน้ำหนักตำแหน่งติดตั้งแตกต่างกันอย่างไร หลักการเบื้องต้นของสายอากาศก็ยังคงเหมือนกันและทำหน้าที่รับหรือส่งสัญญาณเช่นเดียวกัน โดยจะกล่าวถึงสายอากาศขั้นพื้นฐานโดยทั่ว ๆ ไปคุณสมบัติต่าง ๆ ตลอดจนสายอากาศหลาย ๆ แบบที่มีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน เมื่อมีการป้อนสัญญาณเข้าไปในสายส่งวงจรเปิดสัญญาณจะเดินทางไปถึงปลายและเกิดการสะท้อนกลับอันเนื่องจากการ Mismatch ผลรวมของสัญญาณที่เดินทางไปข้างหน้ากับสัญญาณที่สะท้อนกลับทำให้เกิดคลื่นนิ่ง (Standing wave) บนสายดังแสดงในรูปที่ 4 สัญญาณที่สะท้อนกลับจะไม่เท่ากับสัญญาณที่ป้อนเข้าทั้งหมด ทั้งนี้เพราะมีพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าส่วนหนึ่งหลุดออกไปจากระบบที่ปลายสายและถูกแพร่กระจายออกไปพลังงานที่หลุดออกไปในรูปของการแพร่กระจาย

ที่ปลายสายนี้จะมีปริมาณน้อยมาก เนื่องด้วยสาเหตุสองประการคือ

1. เนื่องจากปลายเปิดดังนั้นภาระของสายก็คือพื้นที่บริเวณปลายสายจึงเท่ากับไม่แมทช์การถ่ายเทกำลังงานสู่ภาระจึงมีน้อยมาก
2. การแพร่กระจายจากปลายข้างหนึ่งจะมีขั้วตรงกันข้ามกับการแพร่กระจายจากปลายอีกข้างหนึ่งและด้วยเหตุที่สายทั้งสองอยู่ใกล้กันระยะห่างน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับความยาวคลื่นจึงเกิดการหักล้างกันซึ่งก็เป็นเหตุผลเดียวกันที่ว่าทำไมสายส่งแบบคู่ขนานที่ใช้สำหรับความถี่ต่ำจึงไม่มีการแพร่กระจาย



รูปที่ 4 การแพร่กระจายจากสายส่ง

ผลการวิจัยงานในเรื่องที่เกี่ยวกับสายอากาศในระบบ UWB

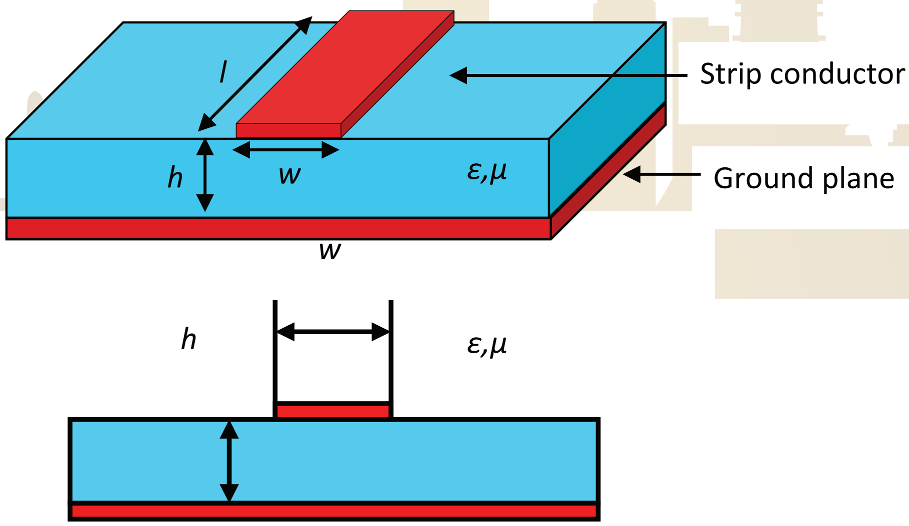
การออกแบบสายอากาศให้สามารถใช้งานย่านความถี่ UWB ที่มีแถบแบนด์วิดท์ที่กว้าง มีจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้และเข้าใจในเทคนิคของการเพิ่มแบนด์วิดธ์และการทำความสมดุลความต้านทานให้กับสายส่งสัญญาณ ซึ่งสามารถนำมาใช้ออกแบบโครงสร้างสายอากาศแบบแบนราบ โดยโครงสร้างดังกล่าวได้มีการนำเสนอโดยนักออกแบบและนักวิจัยหลายคนโดยมีวิธีการที่ใช้การปรับปรุงแบนด์วิดธ์ด้วยการทำความสมดุลความต้านทานของสายอากาศในระบบ UWB ด้วยโครงสร้างที่ได้รับการออกแบบที่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่มีการใช้หลักการในการสร้างความสมดุลความต้านทานที่เหมือนกันซึ่งได้มีการกล่าวถึงใน (Wee Kian et al., 2009, Weiwen et al., 2009, Yao et al., 2009, Yeung et al., 2009, Yuan Dan et al., 2009, Qi et al., 2010, Thomas and Sreenivasan, 2010, William and Nakkeeran, 2010) รายละเอียดผลงานวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวกับสายอากาศในระบบ UWB ตามผนวก ก ในการเพิ่มประสิทธิภาพของแบนด์วิดธ์ด้วยรูปแบบโครงสร้างพิเศษที่ใช้ในระบบ wideband ได้รับการเสนอโดย (Gholipour et al., 2009) จากการวิเคราะห์โครงสร้างสายอากาศดังกล่าวในระบบ wideband ที่เป็นลักษณะขั้วดอกทิวลิป สายอากาศมีลักษณะรูปร่างกลมด้วยระนาบกราวด์แบนราบโดยมีบางส่วนที่โค้งมน แสดงให้เห็นว่าสายอากาศชนิดนี้มี VSWR ที่ดีมาก รวมทั้งโครงสร้างแบบ Metamaterial ตามรูปทรงครึ่งวงกลมได้รับการเสนอโดย (Nashaat et al., 2009)

เพื่อเป็นการเพิ่มแบนด์วิดธ์ของสายอากาศ สายอากาศแบบ Vivaldi ได้ถูกนำเสนอเพื่อใช้งาน UWB ในพื้นที่ระยะใกล้สนามด้วยการถ่ายภาพเรดาร์ โดยโครงสร้าง Vivaldi มีลักษณะการสร้างความสมดุลความต้านทานของสายอากาศที่ดีซึ่งได้มีการศึกษาและพัฒนาโดย (Alkhalifeh et al., 2012) แต่โครงสร้างชนิดนี้มีความซับซ้อนและค่อนข้างมีความยุ่งยากในศึกษาและวิเคราะห์ในขณะที่การออกแบบสายอากาศแบบแบนราบในระบบ UWB สำหรับการตรวจสอบมะเร็งเต้านมในทางการแพทย์ส่วนใหญ่ใช้เทคนิค Resistive loading เพื่อให้บรรลุความสมดุลความต้านทานของสายอากาศ (Azenui and Yang, 2006, Sill and Fear, 2005) สายอากาศแบบแบนราบมีข้อได้เปรียบกว่าสายอากาศชนิดอื่นๆ ในด้านของโครงสร้างที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน มีความแข็งแรงง่ายต่อการออกแบบและผลิตด้วยวัสดุที่มีคุณภาพ รวมทั้งมีค่าใช้จ่ายน้อย เป็นสายอากาศที่เหมาะสำหรับอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่และแบบพกพา ในการศึกษานี้สายอากาศแบบแบนราบที่ใช้กับระบบ UWB ได้มีการออกแบบ โดยใช้โปรแกรมการคำนวณการจำลองเทคโนโลยี Computational Studio Technology (CST) และ Matlab ในการออกแบบให้มีความสมดุลความต้านทานและเพิ่มประสิทธิภาพการแผ่พลังงานของสายอากาศ โดยการวิเคราะห์ ออกแบบสายอากาศ และแนวทางการนำมาใช้ร่วมกับเทคโนโลยี UWB จะนำเสนอต่อไป

ISSN 0857-4766

วิเคราะห์แนวทางการนำ UWB มาใช้กับเครื่องมือตรวจสอบแนวเชื่อมแผ่นเหล็กตัวเรือ

คุณลักษณะของสายอากาศที่มีความเหมาะสมในการใช้งานกับเครื่องมือตรวจสอบแนวเชื่อมแผ่นเหล็กตัวเรือจะต้องมีค่าความต้านทานที่มีความสมดุลกับสายสัญญาณและอุปกรณ์เครื่องรับ-ส่ง คือ 50 โอห์ม โดยโครงสร้างพื้นฐานที่จะนำมาคำนวณเพื่อให้บรรลุการทำความสมดุลความต้านทานของสายอากาศ 50 โอห์ม คือโครงสร้าง Microstrip line โดยที่ความกว้างของเส้นไมโครสตริปจะต้องมีระยะ 1.02 มิลลิเมตร ค่านี้สามารถคำนวณได้จากการวิเคราะห์ไมโครสตริปสายส่งโดยจะได้จากการคำนวณตามสมการ Microstrip line โดยโครงสร้างหลัก (Substrate) จะใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่เรียกว่า Dielectric substrate โดยจะเป็นฐานรองรับวัสดุนำไฟฟ้าที่เป็นสายอากาศ และ Microstrip line และด้านหลังจะเป็นวัสดุนำไฟฟ้าที่เรียกว่า Ground plane ซึ่งจะเป็นวัสดุประเภทเดียวกันกับสายอากาศ สายอากาศดังกล่าวจะสามารถแผ่พลังงานด้วยความถี่ในช่วงคลื่นไมโครเวฟ (GHz) ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 รูปโครงสร้างพื้นฐาน Microstrip line

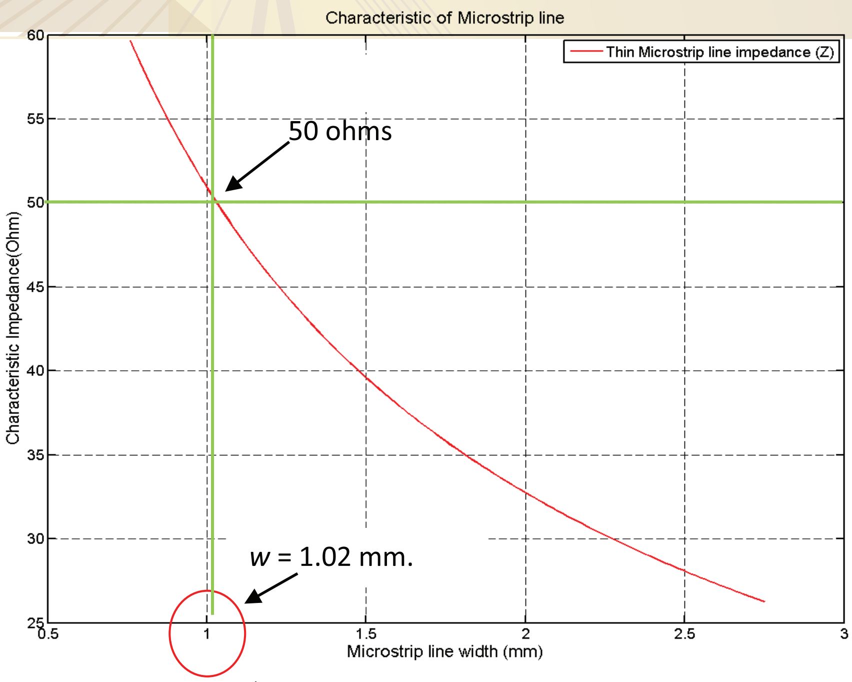
สายอากาศ Microstrip line อยู่ในกลุ่มของสายอากาศที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในลักษณะเส้นคู่ขนาน สายอากาศประเภทนี้จะใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากโครงสร้างไม่มีความซับซ้อน มีความง่ายต่อการออกแบบและผลิต มีขนาดเล็กเหมาะสำหรับติดตั้งเป็นอุปกรณ์พกพา สายอากาศประเภทนี้มีส่วนประกอบเป็น 3 ชั้น ชั้นที่ 1 และ 3 คือ Ground plane และ Antenna ใช้วัสดุทองแดงที่มีความหนาต่ำสุด 0.25 มิลลิเมตร ชั้นที่ 2 คือ Dielecctric substrate มีความหนา 0.75 มิลลิเมตร สายอากาศไมโครสตริปประกอบด้วยพื้นระนาบเดียวและตัวนำแถบเปิดแยกจากกันโดยพื้นผิวอิเล็กทริกตามที่แสดงในรูปที่ 5

โดยโครงสร้างจะสามารถสร้างผ่านกระบวนการโฟโตลิโทรกราฟฟิคที่ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีขนาดและประเภทวัสดุของ Microstrip line ตามตารางที่ 1

Microstrip line	ขนาด (มม.)
W	1.02
H	0.75
ε_r	4.90ฟารัด/ม.
ความต้านทานสายอากาศ	50โอห์ม

ตารางที่ 1 ขนาดและประเภทวัสดุของ Microstrip line

ตารางข้างต้นแสดงขนาดโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการที่ได้กล่าวมาแล้ว ด้วยโปรแกรม Matlab และสามารถแสดงให้เห็นค่าต่าง ๆ ที่คำนวณได้ในรูปที่ 6

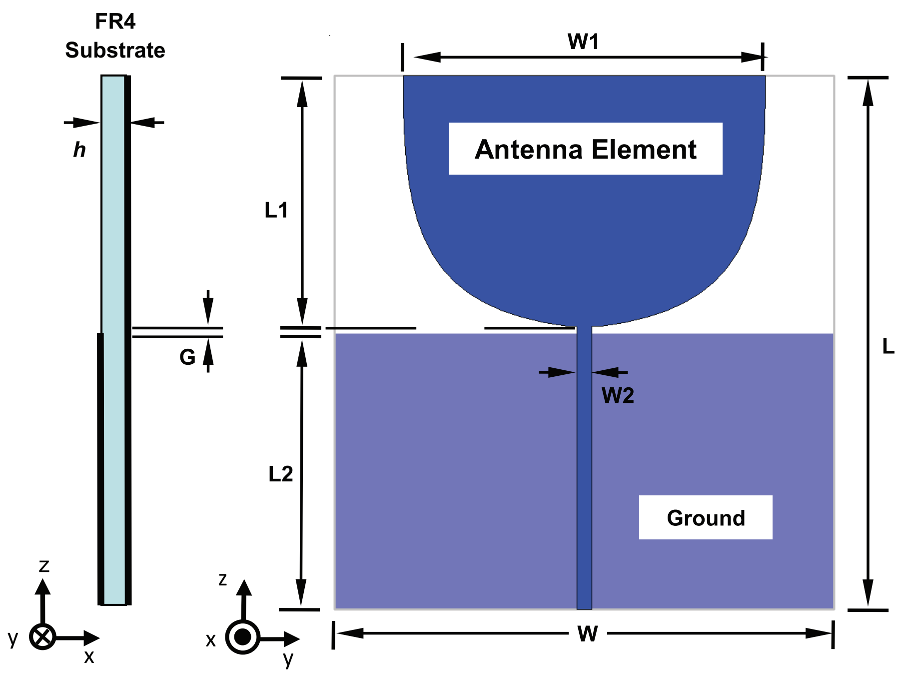


รูปที่ 6 ความต้านทานสายอากาศของ Microstrip line

วิเคราะห์เทคนิคและกระบวนการสร้างแบบจำลอง

สายอากาศ Microstrip line ได้ถูกนำมาออกแบบให้มีโครงสร้างและขนาดดังแสดงในรูปที่ 5 โดยมีรายละเอียดตามที่แสดงในตาราง โดยที่ค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้ถูกคำนวณโดยใช้หลักการของการสร้างความสมดุลของความต้านทานโดย (Jafari et al., 2007) การวิเคราะห์รูปแบบการแผ่พลังงานที่เกิดจากสายอากาศนี้เริ่มต้นจากจะเชื่อมต่อกับสาย Coaxial cable เข้ากับเส้น ไมโครสตริปไลน์ขนาด 50 โอห์มที่มีความสมดุลกับเครื่องส่งและสายเคเบิล และถูกแผ่พลังงานเข้าสู่ Antenna Element ที่มีลักษณะเป็น U shape มีความโค้งมนจากปลายสายไมโครสตริปค่อยๆขยายกว้างมากขึ้นเพื่อทำให้ค่าความต้านทานของ Antenna Element เปลี่ยนแปลงและมีความสมดุลกับค่าความต้านทานของสุญญากาศในช่วงความถี่กว้างตั้งแต่ 3.1 ถึง 10.6 กิกะเฮิร์ท

การคำนวณหาความกว้างของไมโครสตริปที่มีความสัมพันธ์กับความหนาและค่า Dielectric constant ของวัสดุที่เป็นตัวนำทองแดง ได้จากการใช้โปรแกรม Matlab เพื่อช่วยในการสร้างความสมดุลของความต้านทานให้สอดคล้องกับความต้านทานของสาย Coaxial cable ที่จะนำมาเชื่อมต่อเข้ากับ Microstrip Line โครงสร้าง Ground plane เป็นแบบ Partial ground plane โดยมีขนาด L2 X W =17.37X 34 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 7 โครงสร้างหลักตรงกลางคือฉนวน FR4substrate เพื่อรองรับโครงสร้างตัวนำที่เป็น Antenna Element และ Ground plane ทั้งสองด้าน โดยมีความหนาเท่ากับ0.75 มิลลิเมตร จากการใช้โปรแกรม CST และ Matlab ออกแบบโครงสร้างดังกล่าว ทำให้สามารถคำนวณหาแบนด์วิทที่สายอากาศนี้จะสามารถใช้งานได้ครองคลุม แบนด์วิท 9.0 กิกกะเฮิร์ท ตั้งแต่ 2.50 ถึง 11.50 กิกกะเฮิร์ท ซึ่งครอบคลุมย่านความถี่ UWB3.1 ถึง 10.6 กิกกะเฮิร์ท



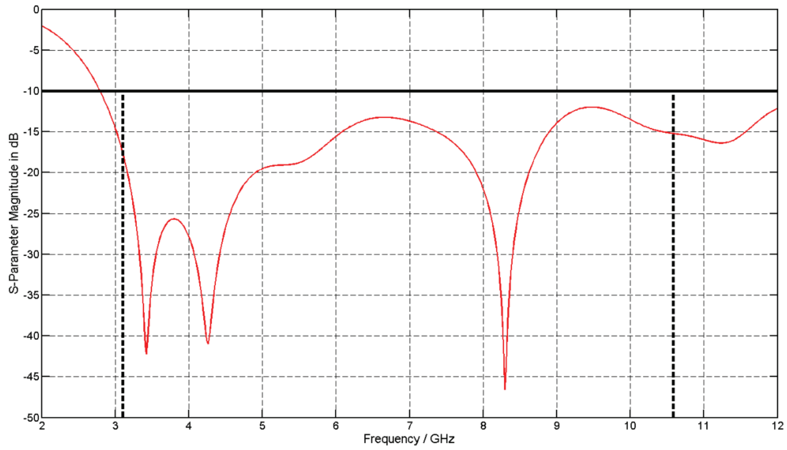
รูปที่ 7 โครงสร้างสายอากาศ Microstrip line antenn

Patch antenna parameter	ขนาด (มม.)
G	0.52
H	0.75
L	36.99
W	34.00
W1	24.65
W2	1.02
L1	19.10
L2	17.37
Microstrip thickness	0.07
Substrate	FR4

ตารางที่ 2 ขนาดและประเภทวัสดุโครงสร้างของสายอากาศ

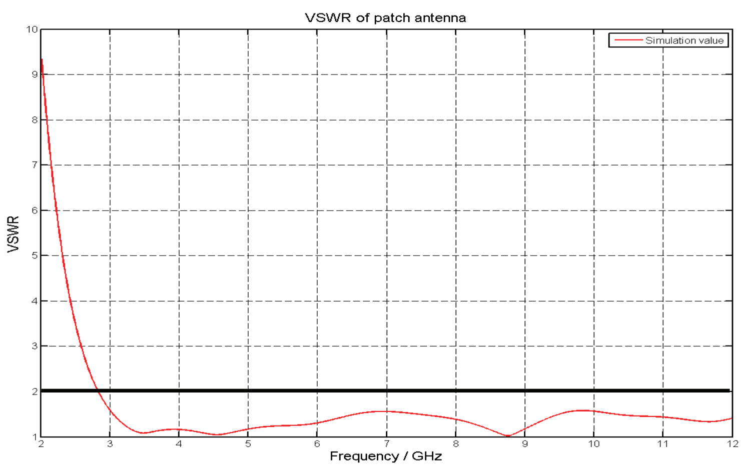
วิเคราะห์เทคนิควิธีการในการประเมินผลตามแบบจำลอง

การใช้เทคนิค Optimization and parameter sweep จากโปรแกรม CST ในการวิเคราะห์และประเมินผลการทดลองตามแบบจำลอง ทำให้สามารถคำนวณหา S parameters ของแบบจำลองได้อย่างแม่นยำ โดยที่ผลของการทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการทดสอบแบบจำลองให้สามารถใช้งานได้ในย่านความถี่กว้าง ตั้งแต่ 3.1 ถึง 10.6 กิกกะเฮิร์ท ด้วยการแสดงค่าของ Refection coefficient (S_{11}) ตามรูปที่ 8



รูปที่ 8 Refection coefficient (S_{11}) ของแบบจำลอง

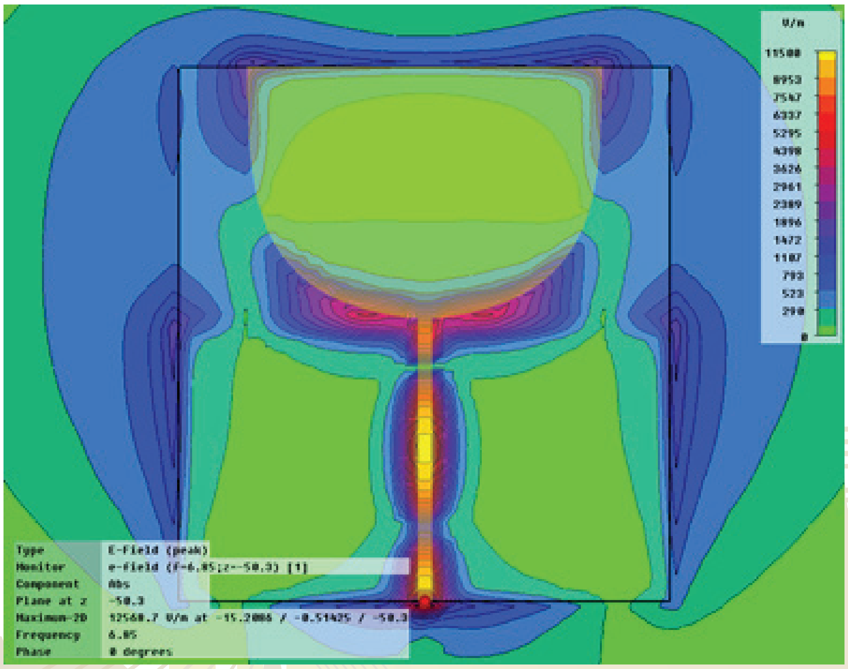
จากรูปที่ 8 แสดงค่าของ Reflection coefficient (S_{11}) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้ทราบว่าการใช้งานย่านความถี่ของสายอากาศตามแบบจำลองนั้น มีค่าการสูญเสียพลังงานในแต่ละช่วงความถี่มากน้อยเพียงใด โดยสามารถสังเกตได้จากรูปที่ 8 เส้นสีแดงเป็นการพล็อตค่าการสูญเสียพลังงานในแบบจำลองโดยที่มีค่าการสูญเสียพลังงานที่ต่ำมากที่สุดอยู่ที่ ความถี่ 3.34.2 และ 8.3 กิกะเฮิร์ท โดยการกำหนดให้ค่าการสูญเสียพลังงานที่ต่ำกว่า -10 dB เป็นค่าการสูญเสียพลังงานที่น้อยที่สุดที่สามารถยอมรับได้ ดังนั้นตามรูป จะเห็นว่าค่าการสูญเสียพลังงานที่ต่ำกว่า -10 dB จะอยู่ในช่วงความถี่ 2.8 ถึง 12 กิกะเฮิร์ท



รูปที่ 9 Voltage standing wave ration (VSWR)

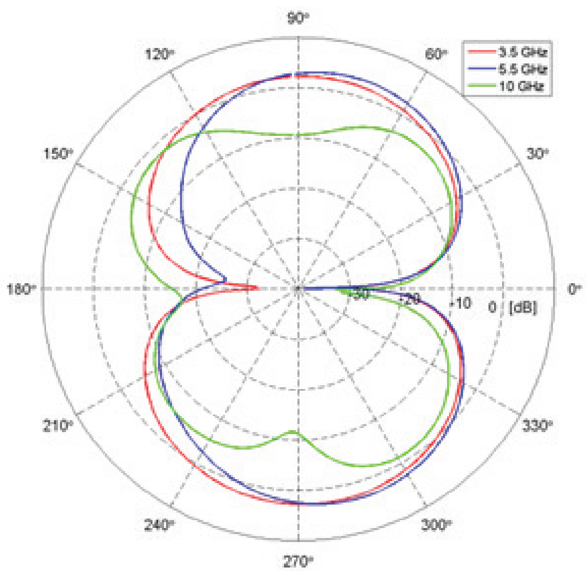
ซึ่งครอบคลุมย่านความถี่ UWB ตัวแปรที่ต้องมีการพิจารณาร่วมด้วยคือ ค่า Voltage standing wave ratio (VSWR) เป็นตัวแปรที่มีการกำหนดไว้เป็นค่ามากที่สุดคือ 2 จากรูปที่ 9 สามารถสรุปได้ว่า ค่า VSWR ของสายอากาศตามแบบจำลองมีขนาดต่ำกว่า 2 ตั้งแต่ความถี่ 2.8 ถึง 12 กิกะเฮิร์ทซึ่งครอบคลุมย่านความถี่ UWB

ISSN 0857-4766

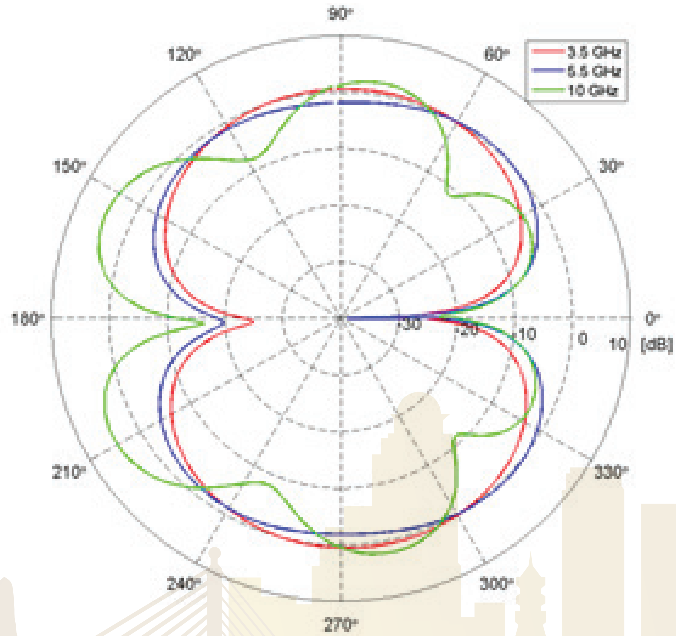


รูปที่ 10 Current distributions of UWB patch antenna

จากผลการวิเคราะห์และประเมินผลตามแบบจำลองที่กำหนดขึ้น ทำให้สามารถกำหนดโครงสร้างของสายอากาศ โดยมีขนาดและประเภทของวัสดุตามตารางแสดงขนาดและประเภทวัสดุโครงสร้างของสายอากาศ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้เป็นสายอากาศในระบบ UWB โดยการเชื่อมต่อระหว่างสายอากาศ Microstrip line antenna กับ สาย Coaxial cable ด้วย SMA connector ที่มีความต้านทาน 50 โอห์ม เพื่อรักษาความสมดุลของความต้านทานในระบบ โดยที่ผลของกระแสของการแผ่พลังงานคลื่นตามสายอากาศจะไหลจากจุดเชื่อมต่อกับสายสัญญาณไปตามเส้น Microstrip line เข้าสู่ U shape antenna ที่มีลักษณะโค้งมนตามลักษณะที่มีการคำนวณและออกแบบ เพื่อทำให้คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกจากสายอากาศไปสู่อากาศรอบๆ ด้วยความคงที่และต่อเนื่อง ดังแสดงในรูป 10



รูปที่ 11 รูปแบบการแผ่พลังงานคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ 3.55.5
และ 10 กิกะเฮิร์ท ในระนาบ Y-Z



รูปที่ 12 รูปแบบการแผ่พลังงานคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ 3.55.5
และ 10 กิกะเฮิร์ท ในระนาบ X-Z

รูปที่ 11 และ 12 แสดงรูปแบบการแผ่พลังงานคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า บนระนาบ E-plane และ H-plane ตามลำดับ ที่ความถี่ 3.55.5 และ 10 กิกะเฮิร์ท โดยลักษณะของทั้งสองระนาบแสดงให้เห็นว่า การแผ่พลังงานคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของสายอากาศตามแบบจำลองมีลักษณะคล้ายกับสายอากาศแบบไดโพล ที่สามารถแผ่พลังงานได้ครอบคลุมรอบทิศทางของสายอากาศ ซึ่งจะทำให้มีความเหมาะสมในการใช้งานของสายอากาศที่สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ครอบคลุมรอบทิศทาง

จากผลของการการออกแบบและคำนวณค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามโครงสร้างตามแบบจำลองค่า Electric constant ของวัสดุ รวมทั้งการวิเคราะห์ผลของการสร้างแบบจำลองสายอากาศ ซึ่งได้กำหนดวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ที่มีความชื้นสูง และทนทานต่อการกัดกร่อนที่อาจจะเกิดขึ้นจากไอน้ำเค็มในทะเล และการใช้เทคนิค Optimization and parameter sweep ในการคำนวณหาค่าที่ดีที่สุด ทำให้ได้โครงสร้างที่มีความแข็งแรง ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการสร้าง สามารถแพร่คลื่นได้ตามหลักการ และมีความสูญเสียของพลังงานที่ต่ำ โครงสร้างมีขนาดเล็กกะทัดรัด และสามารถติดตั้งไว้กับพื้นผิวต่างๆได้ เช่น บริเวณพื้นผิวของอากาศยานไร้คนขับ หรือบริเวณพื้นผิวของหมวกเหล็กของทหารราบในพื้นที่การรบ เพื่อใช้เป็นสายอากาศรับ-ส่งสัญญาณในช่วงความถี่กว้างจากเทคโนโลยี UWB ในการติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยปฏิบัติการ และฐานปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถติดตั้งในเครื่องมือตรวจสอบแนวเชื่อมแผ่นเหล็กตัวเรือได้เป็นอย่างดี

ISSN 0857-4766

สรุป

จากการวิเคราะห์ผลจากการออกแบบสายอากาศที่มีคุณลักษณะที่สามารถใช้งานในย่านความถี่กว้างตั้งแต่ 3.1 ถึง 10.6 กิกะเฮิร์ท ทำให้เราสามารถนำมาใช้กับสายสัญญาณที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันด้วยความสมดุลต้านทานที่ 50 โอห์ม รวมทั้งเครื่องรับ-ส่ง ที่สามารถผลิตสัญญาณความถี่กว้างในระบบ UWB ส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่สายส่งสัญญาณและสายอากาศที่ได้รับการออกแบบและวิเคราะห์มาเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลที่ต้องการรับ-ส่ง สามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องมือและสายอากาศดังกล่าว ในการรับ-ส่งด้วยข้อมูลในปริมาณมาก ๆ ได้หลายๆช่องทาง ยากต่อการถูกรบกวน มีความปลอดภัยในการส่งผ่านข้อมูลที่สำคัญเพื่อนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจของผู้บังคับบัญชาในระบบปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง ระบบอากาศยานไร้คนขับ และเครื่องมือตรวจสอบแนวเชื่อมเหล็กตัวเรือ

เอกสารอ้างอิง

Daniel L. Winterscheidt, “Improved Inspection Techniques for Submarine Pressure Hulls will Save Construction Costs”, Q2711 Inspection Under SHT Phase I, Navy Matalworking Center, 2016

Daniels, David J. Ground penetrating radar. John Wiley & Sons, Inc., 2005.

Vitebskiy, Stanislav, et al. "Ultra-wideband, short-pulse ground-penetrating radar: Simulation and measurement." IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 35.3 (1997): 762-772.

Ditchburn, R. J., S. K. Burke, and C. M. Scala. "NDT of welds: state of the art." Ndt & e International 29.2 (1996): 111-117.

Farrell, S. P., L. W. MacGregor, and J. F. Porter."Stress analysis on Canadian naval platforms using a portable miniature X-ray diffractometer." Powder Diffraction 25.2 (2010): 119-124.

ALKHALIFEH, K., SARKIS, R. & CRAEYE, C. Design of a novel 3D circular Vivaldi antennas array for Ultra-wideband near-field radar imaging. Antennas and Propagation (EUCAP), 20126th European Conference on, 26-30 March 20122012. 898-901.

AZENUI, N. C. & YANG, H. Y. D. Miniaturized printed circuit board antennas for ultra-wide band applications. Antennas and Propagation Society International Symposium 2006, IEEE, 9-14 July 20062006. 1639-1642.

GHOLIPOUR, A., ASKARPOUR, A. N. & FARAJI-DANA, R. A simple design approach for planar UWB antennas. Microwave Conference, 2009. APMC 2009. Asia Pacific, 7-10 Dec. 20092009. 1973-1976.

JAFARI, H. M., DEEN, M. J., HRANILOVIC, S. & NIKOLOVA, N. K. 2007. A Study of Ultrawideband Antennas for Near-Field Imaging. Antennas and Propagation, IEEE Transactions on,55, 1184-1188.

QI, W., RONGHONG, J. & JUNPING, G. 2010. A Single-Layer Ultrawideband Microstrip Antenna. Antennas and Propagation, IEEE Transactions on,58, 211-214.

THOMAS, K. G. & SREENIVASAN, M. 2010. A Simple Ultrawideband Planar Rectangular Printed Antenna With Band Dispensation. Antennas and Propagation, IEEE Transactions on,58, 27-34.

WEE KIAN, T., ZHI NING, C., XIANMING, Q. & SEE, T. 2009. A Planar UWB Diversity Antenna. Antennas and Propagation, IEEE Transactions on,57, 3467-3473.

YAO, Y., CHEN, W., HUANG, B., FENG, Z. & ZHANG, Z. 2009. Analysis and Design of Tapered Slot Antenna for Ultra-Wideband Applications. Tsinghua Science & Technology,14, 1-6.

YEUNG, S. H., MAN, K. F. & CHAN, W. S. Design of optimized circular sectors for Ultra-wideband patch antenna. Antennas and Propagation Society International Symposium, 2009. APSURSI '09. IEEE, 1-5 June 20092009. 1-4.

การปฏิบัติงานที่เป็นเลิศ (Best Practice) ของกรมอู่ทหารเรือ

นาวาเอก บุญร่วม ดาราย
หัวหน้าแผนกวิจัย กองวิจัยและพัฒนา
กรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

การจัดการความรู้ เป็นเครื่องมือการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพที่จะทำให้หน่วยงานสามารถเป็นศูนย์รวมองค์ความรู้ สนับสนุนการปฏิบัติงานของกองทัพเรือ ในการสร้างผลผลิตให้เกิดประสิทธิผลและมีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังเป็นเครื่องมือในการยกระดับการปฏิบัติงานของกองทัพเรือให้เป็นไปตามกรอบพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐ สู่เป็นองค์การขีดสมรรถนะสูง และเป็นกองทัพเรือที่มีการปฏิบัติงานอย่างมืออาชีพ (Professional Navy) ทั้งนี้คณะอนุกรรมการการจัดการความรู้ของกองทัพเรือ ได้จัดทำแผนการจัดการความรู้ของกองทัพเรือ ประจำปีงบประมาณ 2560 ที่เป็นไปตามกระบวนการการจัดการความรู้และกระบวนการบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับแผนแม่บทการจัดการความรู้ของกองทัพเรือ พ.ศ.2547–2560 แผนกลยุทธ์การบริหารทรัพยากรบุคคล พ.ศ.2558-2567 และนโยบายกองทัพเรือ ประจำปีงบประมาณ 2560 ด้านการบริหารจัดการ

คณะอนุกรรมการการจัดการความรู้ของกองทัพเรือ ได้นำนโยบายกองทัพเรือ ประจำปี งบประมาณ 2560 ด้านการบริหารการจัดการ **“การพัฒนาระบบบริหารจัดการกองทัพเรือ ให้มีมาตรฐานระดับสากล และมุ่งสู่ความเป็นเลิศ”** ซึ่งเป้าหมายคือ หน่วยต่าง ๆ ของกองทัพเรือมีการจัดการความรู้ด้วยวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice : BP) มาใช้ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ปรับปรุงกระบวนการทำงานและเป็นไปแผนการจัดการความรู้ของกองทัพเรือ เพื่อผลักดันการนำองค์ความรู้ มาใช้ในการปรับปรุงการทำงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อต้องการให้กองทัพเรือมีการปฏิบัติอย่างมืออาชีพ (Professional Navy) ในปี พ.ศ.2567

คณะอนุกรรมการการจัดการความรู้ของกรมอู่ทหารเรือ ได้จัดทำแผนปฏิบัติงานการจัดการความรู้ (Action Plan) กรมอู่ทหารเรือ ประจำปี งบประมาณ 2560 ซึ่งสอดคล้องกับแผนแม่บทการจัดการความรู้ของกรมอู่ทหารเรือ ประจำปี 2557–2560 และแผนการจัดการความรู้ของกองทัพเรือประจำปี งบประมาณ 2560 โดยมีกิจกรรมที่สำคัญกำหนดไว้ในแผนปฏิบัติงานการจัดการความรู้ของกรมอู่ทหารเรือ คือ

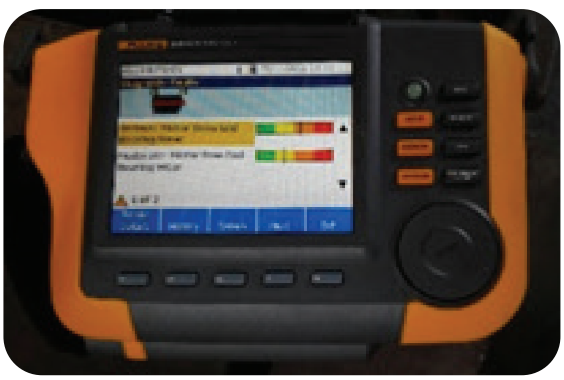
1. ทบทวน ปรับปรุง และติดตามความสำเร็จของ Best Practice ในปีที่ผ่านมา
2. หน่วยต่าง ๆ ภายในกรมอู่ทหารเรือ จัดทำ Best Practice ทุกแผนก ทุกโรงงาน
3. หน่วยขึ้นตรง กรมอู่ทหารเรือ และหน่วยขึ้นตรง กองบังคับการ กรมอู่ทหารเรือ คัดเลือก Best Practice เพื่อเสนอขอรับรางวัลการจัดการความรู้ (KM) ในกรมอู่ทหารเรือ

แนวทางการปฏิบัติงานที่เป็นเลิศ (Best Practice) ในการปฏิบัติงานตามภารกิจหน้าที่ในระดับแผนก/โรงงานตามโครงการ 1 แผนก 1 โรงงาน 1 ชุมชน 1 องค์ความรู้ ที่ได้รับรางวัลการจัดการความรู้ของกรมอู่ทหารเรือ จำนวน 6 เรื่องตามลำดับ ดังนี้

1. การประกอบบอลแบริ่งเพื่อลดปัญหาการชำรุดเสียหาย
2. การแก้ไขปัญหาเพลามอเตอร์เครื่องสูบน้ำดับเพลิง ชุด เรือหลวงหัวหิน
3. การซ่อมทำตัวเรือไม้ใต้แนวน้ำโดยไม่ใช้หมัน–ชัน
4. การหมายตำแหน่งเจาะท่อน้ำออกข้างเรือ
5. เทคนิคการประกอบโครงสร้างเรือ
6. การสร้างเครื่องทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ No Load

การประกอบบอลแบริ่งเพื่อลดปัญหาการชำรุดเสียหาย

หน่วยเจ้าของผลงาน : โรงงานซ่อมเครื่องไฟฟ้าและชุบโลหะ กองโรงงานไฟฟ้า อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ

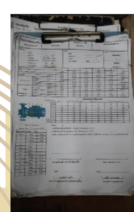


วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้เกิดความเสียหายของบอลแบริ่งให้น้อยที่สุด ในการประกอบเข้ากับโรเตอร์ (เพลา) ของมอเตอร์ชนิดต่าง ๆ
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิของมอเตอร์ให้สูงขึ้น
3. เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานลง

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ลดความเสียหายของบอลแบริ่งในขณะสวมใส่
2. ประสิทธิของมอเตอร์สูงขึ้น ลดอาการบอลแบริ่งติด เป็นต้น
3. ลดระยะเวลาในการทำงานลง
4. ลดความเสียหายของบอลแบริ่งในการถอดได้



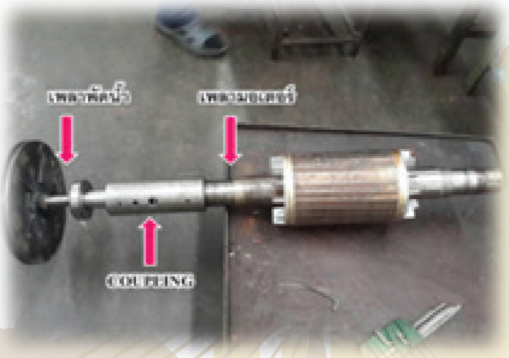
ISSN 0857-4766

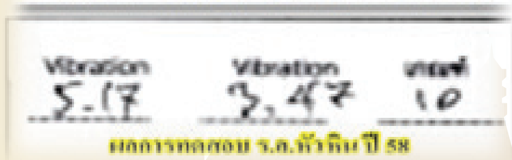
การแก้ไขปัญหาเพลามอเตอร์เครื่องสูบน้ำดับเพลิงชุด เรือหลวงหัวหิน

หน่วยเจ้าของผลงาน : โรงงานปรับซ่อมเครื่องไอน้ำ กองโรงงานเครื่องกล อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ

วัตถุประสงค์

เพื่อลดความเสียหายของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงชุด เรือหลวงหัวหิน ที่จะเกิดขึ้น รวมถึงลดระยะเวลาในการซ่อมทำ เพื่อให้การปฏิบัติภารกิจของเรือชุดดังกล่าวเป็นไปอย่างต่อเนื่อง





ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ลดการชำรุดของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงของเรือชุด ร.ล.หัวหิน ในลักษณะชำรุดฉุกเฉิน (Emergency Break down) ทำให้เรือมีความพร้อมสามารถปฏิบัติภารกิจได้ตลอดช่วงเวลาที่เรือออกปฏิบัติราชการก่อนเข้ารับการซ่อมทำตามวงรอบ
2. ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมทำทั้งค่าอะไหล่และค่าแรงงาน
3. ลดระยะเวลาในการซ่อมทำ เพราะการซ่อมทำจะเป็นไปตามระยะเวลาที่วางแผนไว้ล่วงหน้า
4. เกิดองค์ความรู้อยู่คู่กับองค์กรหรือหน่วยงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาในการซ่อมทำต่อไปในอนาคต

การซ่อมทำตัวเรือไม้ใต้แนวน้ำโดยไม่ใช้หมัน-ชัน

หน่วยเจ้าผลของงาน : โรงงานช่างต่อเรือใยแก้ว แผนกโรงงานเบ็ดเตล็ด กองโรงงาน อู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อแก้ปัญหาการชำรุดของแนวไม้เปลือกเรือก่อนถึงกำหนดการนำเรือเข้าซ่อมทำตามแผน
2. เพื่อเป็นการปรับปรุงการซ่อมทำตัวเรือใต้แนวน้ำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น
3. เพื่อให้มีระบบการจัดการความรู้ในส่วนผู้ปฏิบัติงานไม่ให้สูญหายไป
4. เพื่อรวบรวมข้อมูลเป็นองค์ความรู้ประจำหน่วยงาน

ISSN 0857-4766

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. เกิดการพัฒนาการซ่อมทำตัวเรือใต้แนวน้ำให้มีคุณภาพดีขึ้น
2. ประหยัดงบประมาณในการซ่อมทำเรือ และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้เรือให้ยาวนานขึ้น ซึ่งได้มีการบันทึกในการซ่อมทำเรือ ขส.ทร.1128 ซึ่งเป็นเรือเวรด่วนทางธุรการ ซึ่งเข้ารับการซ่อมทำจนแล้วเสร็จ เมื่อเดือน กรกฎาคม พ.ศ.2554 จนปลายปี พ.ศ.2556 ได้เข้ารับการซ่อมทำอีกครั้ง จากการตรวจสอบสภาพตัวเรือ ไม่มีการชำรุดของแนวหมัน ไม่มีน้ำซึมเข้าท้องเรือ สามารถใช้ราชการได้ดี และมาเข้ารับการซ่อมทำตามวงรอบ เพื่อทาสีตัวเรือใต้แนวน้ำเท่านั้น
3. เป็นองค์ความรู้ประจำหน่วย ที่มีประโยชน์และมีการพัฒนา
4. เป็นการพัฒนาบุคลากรให้มีทักษะและความคิดต่อยอดเพื่อการซ่อมทำเรือในอนาคต
5. กำลังพลมีความปลอดภัยในการปฏิบัติงานมากขึ้นเพราะชันเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

การหมายตำแหน่งเจาะท่อน้ำออกข้างเรือ

หน่วยเจ้าของงาน : โรงงานช่างท่อ กองโรงงานเรือเหล็ก อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้การหมายตำแหน่งเจาะท่อน้ำออกข้างตัวเรือได้ถูกต้อง
2. เพื่อให้การทำงานสะดวก รวดเร็ว และ ถูกต้องตามตำแหน่ง

วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ

โรงงานช่างท่อ กองโรงงานเรือเหล็ก อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ ได้ช่วยกันระดมความคิดที่จะแก้ปัญหานี้ จึงได้สร้างเครื่องมือขึ้นมา เพื่อแก้ปัญหานี้ โดยตั้งชื่อว่า “เครื่องมือพิเศษสำหรับการหมายตำแหน่งเจาะท่อน้ำออกข้างเรือ”

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ทำให้สามารถหาตำแหน่งเจาะท่อน้ำออกข้างเรือได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ
2. ทำให้การทำงานสะดวกรวดเร็ว ประหยัดเวลาในการทำงาน
3. ช่วยลดปริมาณการใช้แก๊สอะเซทิลีนและออกซิเจนในการตัดเจาะหาตำแหน่ง
4. ช่วยลดปริมาณลวดเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อม
5. ช่วยประหยัดแรงงานในการหาตำแหน่ง

ISSN 0857-4766

เทคนิคการประกอบโครงสร้างเรือ

หน่วยเจ้าของผลงาน : โรงงานเรือเหล็ก กองโรงงานเรือเหล็ก อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ

วัตถุประสงค์

เพื่อให้สามารถประกอบชิ้นงานในการซ่อมหรือสร้างเรือได้โดยง่าย ลดเวลาในการทำงานที่ซับซ้อน ทำให้ปลอดภัยในการทำงาน ชิ้นงานไม่เปลี่ยนคุณภาพทางเชิงกล

ประโยชน์ที่จะได้รับ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของหน่วย ดังนี้

1. ประหยัดเวลาในการทำงาน เนื่องจากการใช้งานสะดวก สามารถทำงานได้ปริมาณมากกว่า
2. ลดทรัพยากร และค่าใช้จ่ายด้านการจัดหาหินเจียร ลวดเชื่อมเนื่องจากเครื่องมือใหม่ ไม่จำเป็นต้องเชื่อมเกาะ จึงลดปริมาณการใช้ลวดเชื่อม และไม่ต้องใช้หินเจียรในการปรับแต่งชิ้นงานอีกด้วย
3. ชิ้นงานอยู่ในสภาพสมบูรณ์กว่าเพราะไม่มีรอยเชื่อมของประตูจีน
4. ปลอดภัยมากขึ้นเพราะลดจำนวนงาน Hot work จากการเชื่อม Tact ประตูจีน

การสร้างเครื่องทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ No Load

หน่วยเจ้าของผลงาน : โรงงานซ่อมเครื่องไฟฟ้า กองโรงงานไฟฟ้า อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในส่วนต่างๆ หลังจากการซ่อมทำหรือเปลี่ยนอะไหล่บนโรงงาน
2. เพื่อตรวจสอบค่าทางไฟฟ้า ค่าทางกล หลังการซ่อมทำ หรือเปลี่ยนอะไหล่
3. เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือในการซ่อมทำที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพสูงขึ้น
4. เพื่อให้หน่วยงานที่ขอรับการซ่อมทำ เกิดความพึงพอใจในการซ่อมทำ
5. เพื่อไม่ให้เสียเวลาและเสียงบประมาณเพิ่ม ในการนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่นำไปติดตั้งภายในเรือ กลับมาแก้ไข


ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. เกิดการเรียนรู้และทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ในการซ่อมทำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้า
2. สร้างเสริมทักษะ ความชำนาญ ในงานซ่อมทำเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการซ่อมทำที่สูงขึ้น
3. ศึกษาระบบการทำงาน ขั้นตอนการซ่อมทำ อย่างถูกต้องตามมาตรฐาน
4. เจ้าหน้าที่ได้เรียนรู้จากทดสอบทดลองจริง มีกระบวนคิดอย่างสร้างสรรค์ เกิดการแก้ไขอย่างเป็นระบบ
5. เกิดความพึงพอใจ และการยอมรับกับเจ้าของงานหรือผู้ที่ได้รับบริการ
6. ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ประหยัดเวลาและงบประมาณในการซ่อมทำหรือแก้ไข


ISSN 0857-4766

เอกสารอ้างอิง

1. เอกสารการดำเนินการจัดทำวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) เรื่อง การประกอบบอลแบริ่งเพื่อลดปัญหาการชำรุดเสียหาย โรงงานซ่อมเครื่องไฟฟ้าและชุบโลหะ กองโรงงานไฟฟ้า อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ พ.ศ.2560

2. เอกสารการดำเนินการจัดทำวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) เรื่อง การแก้ไขปัญหาเพลามอเตอร์เครื่องสูบน้ำดับเพลิงชุด ร.ล.หัวหิน โรงงานปรับซ่อมเครื่องไอน้ำ กองโรงงานเครื่องกล อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ พ.ศ.2560

3. เอกสารการดำเนินการจัดทำวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) เรื่อง การซ่อมทำตัวเรือไม้ใต้แนวน้ำโดยไม่ใช้หมัน-ชัน โรงงานช่างต่อเรือใยแก้ว แผนกโรงงานเบ็ดเตล็ด กองโรงงาน อู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ พ.ศ.2560

4. เอกสารการดำเนินการจัดทำวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) เรื่อง การหมายตำแหน่งเจาะท่อน้ำออกข้างเรือ โรงงานช่างท่อ กองโรงงานเรือเหล็ก อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ พ.ศ.2560

5. เอกสารการดำเนินการจัดทำวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) เรื่อง เทคนิคการประกอบโครงสร้างเรือ โรงงานเรือเหล็ก กองโรงงานเรือเหล็ก อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ พ.ศ.2560

6. เอกสารการดำเนินการจัดทำวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) เรื่อง การสร้างเครื่องทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ No Load โรงงานซ่อมเครื่องไฟฟ้า กองโรงงานไฟฟ้า อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ พ.ศ.2560