

หลักสูตร ๓๑๑๑ สงครามอิเล็กทรอนิกส์ (สัญญาบัตร)

(Electronic Warfare Curriculum)

กองฝึกศูนย์ยุทธการและสื่อสาร

กองการฝึก กองเรือยุทธการ

พ.ศ.๒๕๕๔

คำนำ

หลักสูตรสงครามอิเล็กทรอนิกส์ (สัญญาบัตร) ฉบับนี้ ปรับปรุงมาจากแนวทางการอบรมเดิม ที่ กร.อนุมัติให้ใช้ในรูปแบบของหลักสูตร พ.ศ.๒๕๕๐ ทั้งนี้เพื่อใช้อบรมนายทหารสัญญาบัตร นว. ชั้นยศ ร.ต. - ร.อ. ที่ปฏิบัติงานด้านสงครามอิเล็กทรอนิกส์ของเรือต่าง ๆ ในกองเรือตามประเภท

การปรับปรุงหลักสูตรขึ้นใหม่ครั้งนี้ ได้มีการเพิ่มเวลาการอบรมของหลักสูตร เนื่องจากระบบ เรดาร์และระบบสงครามอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก อีกทั้งตาม ระยะเวลาในการสอนเดิมนั้นไม่เพียงพอต่อการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจไปสู่ผู้เข้ารับการอบรมได้อย่างมี ประสิทธิภาพ เพื่อให้เพียงพอกับเนื้อหาของระบบเรดาร์และระบบสงครามอิเล็กทรอนิกส์ที่เพิ่มมากขึ้นใน ปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้กำหนดเวลาของหลักสูตรที่ปรับปรุงใหม่จากเดิม ๓ สัปดาห์ เพิ่มขึ้นอีก ๑ สัปดาห์ เป็น หลักสูตร ๔ สัปดาห์

เมื่อได้เปิดการอบรมตามหลักสูตรนี้แล้ว หากพบว่ายังมีข้อบกพร่องควรแก้ไขให้เกิดความเหมาะสม เป็นประการใด กพร.จะได้พิจารณาปรับปรุงให้หลักสูตรมีความสมบูรณ์ขึ้นในโอกาสต่อไป

กองการฝึก กองเรือยุทธการ

พฤศจิกายน ๒๕๕๔

หลักสูตร ๓๑๑๑ สงครามอิเล็กทรอนิกส์ (สัญญาณ)

(Electronic Warfare Curriculum)

กองการฝึก กองเรือยุทธการ

พ.ศ. ๒๕๕๔

๑. ความมุ่งหมายของหลักสูตร

เพื่อเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับระบบเรดาร์ และสงครามอิเล็กทรอนิกส์ให้ผู้เข้ารับการอบรมเข้าใจในหลักการและการปฏิบัติเกี่ยวกับการระบบเรดาร์และสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนสามารถวางแผน และวิเคราะห์การใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรดาร์และสงครามอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๒. คุณสมบัติของผู้เข้ารับการศึกษ

เป็นนายทหารสัญญาบัตรพรคนาวิน ชั้นยศ ร.ต. - ร.อ. ที่ปฏิบัติงานด้านสงครามอิเล็กทรอนิกส์ของเรือต่าง ๆ ในกองเรือตามประเภท

๓. ระยะเวลาในการศึกษา

๔ สัปดาห์

๔. วิธีดำเนินการศึกษา

๔.๑ ใน ๑ สัปดาห์ มีการศึกษา ๕ วัน

๔.๒ กำหนดเวลาฝึกหัดศึกษาประจำวัน

๐๖๐๐ - ๐๗๐๐ พลศึกษา

๐๙๐๐ - ๑๒๐๐ ศึกษาในห้องเรียน หรือ ฝึกปฏิบัติ

๑๓๐๐ - ๑๖๐๐ ศึกษาในห้องเรียน หรือ ฝึกปฏิบัติ

๑๖๐๐ - ๑๗๐๐ พลศึกษา หรือ ศึกษาตามลำพัง

๑๙๐๐ - ๒๐๐๐ เวลาของผู้บังคับบัญชา

๔.๓ การศึกษาในห้องเรียนและการฝึกปฏิบัติ รวมใช้เวลาประมาณ ๑๒๐ ชั่วโมง

๔.๔ กำหนดการเปิดและปิดการอบรม เป็นไปตามแผนการฝึกและศึกษาประจำปีของ กพร.

๕. การดูกิจการนอกหน่วยและการบรรยายพิเศษ

๕.๑ การดูกิจการนอกหน่วย - ดูงานระบบ ศยก. และระบบสงครามอิเล็กทรอนิกส์ของเรือตามความเหมาะสม

๕.๒ การบรรยายพิเศษ - ไม่มี

๖. คะแนนประจำตัวนักเรียน

ปฏิบัติตามระเบียบ ทร. ว่าด้วยการศึกษา พ.ศ.๒๕๓๐ หมวด ๓ และระเบียบ ยศ.ทร. ว่าด้วย คะแนนประจำตัวนักเรียน พ.ศ.๒๕๓๐

๗. การวัดผลและการประเมินผลการศึกษา

ตามระเบียบกองทัพเรือ ว่าด้วยการศึกษา พ.ศ.๒๕๓๐ และระเบียบกรมยุทธศึกษาทหารเรือ ว่าด้วยการดำเนินการศึกษาของโรงเรียน ซึ่งมีได้จัดการศึกษาเป็นภาค พ.ศ.๒๕๔๘ และพร้อมกันฉบับแก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ ๒ พ.ศ.๒๕๕๑ สำหรับวิชาที่ไม่กำหนดหน่วยกิต ให้ กพร. ประเมินผลตามความเหมาะสม

๘. เกณฑ์ตัดสินผลการสอบความรู้

ปฏิบัติตามระเบียบ ทร.ว่าด้วยการศึกษา พ.ศ.๒๕๓๐ และระเบียบ ยศ.ทร.ว่าด้วยการดำเนินการศึกษาของสถานศึกษา ซึ่งมีได้จัดการศึกษาเป็นภาค พ.ศ.๒๕๔๘ พร้อมกับฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ ๒ พ.ศ. ๒๕๕๑ สำหรับวิชาที่ไม่กำหนดหน่วยกิต ให้ ผร.ประเมินผลตามความเหมาะสม

๙. การกำหนดหน่วยกิต และกำหนดวิชาในหลักสูตร

๙.๑ การกำหนดหน่วยกิต กำหนดชั่วโมงบรรยายประมาณ ๑๖ ชั่วโมง เป็น ๑ หน่วยกิต และกำหนดชั่วโมงการปฏิบัติประมาณ ๓๒ ชั่วโมง เป็น ๑ หน่วยกิต โดยไม่นับชั่วโมงที่สอบคิดเป็นหน่วยกิต และให้เทียบเศษของชั่วโมงที่เกินหรือไม่ถึง ๑ หน่วยกิต ดังนี้

- ๙.๑.๑ การเรียนภาคทฤษฎี ๔ - ๑๑ ชั่วโมง เป็น ๐.๕ หน่วยกิต
- ๙.๑.๒ การเรียนภาคปฏิบัติ ๘ - ๒๓ ชั่วโมง เป็น ๐.๕ หน่วยกิต
- ๙.๑.๓ การฝึกภาคสนาม ๑๖ - ๔๓ ชั่วโมง เป็น ๐.๕ หน่วยกิต

๙.๒ การกำหนดวิชาในหลักสูตร ทุกวิชาในหลักสูตรเป็นวิชาหลัก มีรายชื่อวิชา จำนวนชั่วโมง และหน่วยกิต ดังนี้

หมวดวิชา	ชุดวิชา	จำนวนชั่วโมง				หน่วยกิต
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	สอบ	รวม	
หมวดวิชา ที่ ๑ ระบบเรดาร์ และ ระบบพิสจันต์ฝ่าย	- หลักการพื้นฐานของเรดาร์	๖	-	๓	๖	๐.๕
	- ส่วนประกอบและการทำงานของเรดาร์	๓	-		๓	-
	- คุณลักษณะของคลื่นเรดาร์	๓	-		๓	-
	- การแพร่คลื่นเรดาร์และคลื่นวิทยุ	๖	-		๖	๐.๕
	- สมการเรดาร์	๙	-		๙	๐.๕
	- Tracking Radar	๓	-		๓	-
	- สายอากาศเรดาร์	๓	-		๓	-
	- Detection of Radar signal in Noise	๓	-		๓	-
	- Radar Clutter	๓	-		๓	-
	- Radar Guidance of Missiles	๖	-		๖	๐.๕
	- Continuous wave และ Frequency Modulated Radar	๓	-		๓	-
	- เรดาร์ชนิดต่าง ๆ	๖	-		๖	๐.๕
	- ระบบพิสจันต์ฝ่าย	๖	-		๖	๐.๕
	- ดูกาน	-	๖		๖	-

หมวดวิชา	ชุดวิชา	จำนวนชั่วโมง				หน่วยกิต
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	สอบ	รวม	
หมวดวิชา ที่ ๒ การสงคราม อิเล็กทรอนิกส์	- คำจำกัดความและวัตถุประสงค์	๖	-	๓	๖	๐.๕
	- มาตรการสนับสนุนทางอิเล็กทรอนิกส์	๖	-		๖	๐.๕
	- มาตรการต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์	๖	-		๙	๐.๕
	- มาตรการตอบโต้การต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์	๙	-		๖	๐.๕
	- ระบบอุปกรณ์สงครามอิเล็กทรอนิกส์	๓	-		๖	-
	- หลักนิยมสงครามอิเล็กทรอนิกส์	๓	-		๓	-
	- การป้องกันการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าภายในเรือ	๓	-		๓	-
	- การใช้คลื่น IR และ LASER ในสงครามอิเล็กทรอนิกส์	๖	-		๖	๐.๕
	- คู่มือ	-	๖		๖	-
		รวม	๑๐๒		๑๒	๖

๑๐. บรรยายหลักสูตร

๑๐.๑ มีรายละเอียดตามผนวกต่อท้าย ดังนี้

๑๐.๑.๑ ระบบเรดาร์และระบบพิสูจน์ฝ่าย ผนวก ก

๑๐.๑.๒ การสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ผนวก ข

๑๐.๒ การกำหนดหมายเลขกำกับ

๑๐.๒.๑ หมายเลข ๓๑๑๑ เป็นหมายเลขหลักสูตร


๑๐.๒.๒ หมายเลขกำกับวิชา กำหนดไว้ในผนวกของวิชานั้น ๆ

๑๐.๒.๓ เลขในวงเล็บท้ายหัวข้อวิชาหรือชื่อย่อของหัวข้อวิชาในแต่ละผนวก เลขตัวแรกหมายถึงชั่วโมงสอนทางทฤษฎี และเลขหลังเครื่องหมาย / คือการปฏิบัติ

รายการผนวก

ผนวก ก วิชา ๓๑๑๑.๑ ระบบเรดาร์และระบบพิสูจน์ฝ่าย ๖๙ ชั่วโมง หน้า ๕ - ๙

ผนวก ข วิชา ๓๑๑๑.๒ การสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ๕๑ ชั่วโมง หน้า ๑๐ - ๑๔

พล.ร.ต. 
ผบ.กผร.

ผนวก ก

ชื่อวิชา ๓๑๑๑.๑ ระบบเรดาร์และระบบพิสูจน์ฝ่าย

๔ หน่วยกิต (๖๐ - ๖ - ๓)

ความมุ่งหมายทั่วไป เพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้ผู้เข้ารับการอบรมเกี่ยวกับส่วนประกอบและหลักการทำงานของเรดาร์เบื้องต้น เรดาร์ชนิดต่างๆ ระบบนำวิถีของอาวุธปล่อย พิสูจน์ฝ่าย ระบบพิสูจน์ฝ่ายเบื้องต้น และ Data Link ให้สามารถนำความรู้ความเข้าใจดังกล่าวไปใช้ในการตรวจจับ เตือนภัยล่วงหน้าและหลบหลีกจากอาวุธปล่อยนำวิถีได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

หัวข้อวิชาและขอบเขตของเนื้อหา

๑. หลักการพื้นฐานของเรดาร์ (๖/๐)

- แนะนำเรดาร์
- ประวัติความเป็นมา
- วิวัฒนาการจากอดีตจนถึงปัจจุบัน
- อธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับ Radar Block Diagram
- ย่านความถี่ต่างๆ

๒. ส่วนประกอบและการทำงานของเรดาร์ (๓/๐)

- แนะนำส่วนประกอบต่างๆ
- อธิบายหลักการทำงาน
- อธิบาย Pulse Radar Block Diagram อย่างละเอียด
- Transmitters
- Receivers
- Display
- Mixers
- Duplexers
- Wave Guide
- Amplifiers
- Standard Frequency, Coherent Oscillator (COHO), Local Oscillator (LO), Intermediate Frequency (IF), Stable Oscillator (STALO), Transmitted Frequency

๓. คุณลักษณะของคลื่นเรดาร์ (๓/๐)

- แนะนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- ย่านความถี่ต่างๆ และ คุณสมบัติ
- PRF, PRT, PRI
- การเกิดระยะกำกวม (Range ambiguities)
- Pulse Width
- ระยะตรวจจับใกล้สุดและการแยกเป้าทางระยะ
- Beam, Mainlobes และ Sidelobes
- วิธีการวัดความกว้างของ Beam และการแยกเป้าแท้จริง

- อัตราการหมุนของสายอากาศ
- Peak power, Average power, Duty Cycle
- Polarization
- คุณลักษณะของคลื่นเรดาร์ในเรดาร์แต่ละชนิด

๔. การแพร่คลื่นเรดาร์และคลื่นวิทยุ (๖/๐)

- แนะนำคลื่นเรดาร์และคลื่นวิทยุ
- Propagation over a plane reflecting surface
- การแพร่คลื่นแบบ Omni และ Directional
- Refraction, Reflection, Direct wave
- การทำนาย Refractive effect
- Interference region และ Diffraction region
- การผิดปกติของการแพร่คลื่น เช่น Elevated ducts, Evaporation ducts, Consequences of ducted propagation
- Diffraction ของคลื่นเรดาร์ และ คลื่นวิทยุ
- การสูญเสียพลังงานจากก๊าซในธรรมชาติ
- Environmental Noise
- อันตรายจากการแพร่คลื่น Microwave

๕. สมการเรดาร์ (๘/๐)

- อธิบายการทำนายระยะตรวจจذبจากสมการพื้นฐาน

$$(R_{max})^4 = \frac{P_T \cdot G \cdot A_e \cdot \sigma}{(4\pi)^2 \cdot S_{min}}$$

- อธิบายการทำนายระยะตรวจจذبจากสมการ

$$(R_{max})^4 = \frac{P_{av} \cdot G \cdot A \cdot \rho_a \cdot \sigma \cdot n \cdot E_i(n)}{(4\pi)^2 \cdot K \cdot T_0 \cdot F_n \cdot (B_n \cdot \tau) \cdot f_p \cdot \left(\frac{S_{out}}{N_{out}}\right) \cdot L_s}$$

- อธิบายการทำนายระยะตรวจจذبจากสมการ

$$(R_{max})^4 = \frac{P_T \cdot G^2 \cdot \lambda^2 \cdot \sigma}{(4\pi)^3 \cdot K \cdot T_0 \cdot B \cdot F \cdot (L_s \cdot L_A \cdot L_{GP}) \cdot \left(\frac{S}{N}\right)_{min}}$$

- ค่า dB และ ค่า dBm
- Minimum Detectable Signal
- Receiver Noise
- Probability density Functions
- Signal to Noise Ratio
- Integration of Radar Pulses

- Radar Cross Section
- Antenna Parameters
- การสูญเสียพลังงานในระบบ
- อื่นๆที่เกี่ยวข้องกับระยะการตรวจจับ

๖. Tracking Radar (๓/๐)

- ความหมายของ Tracking Radar
- Acquisition Radar, Search Radar, Continuous tracking radar, Track While Scan
- Acquisition search patterns
- หลักการทำงานของ Sequential Lobing
- หลักการทำงานของ Conical Scan
- Monopulse Tracking Radar
- Target reflection characteristics and angular accuracy.
- Tracking in range.
- ปรากฏการณ์ที่ทำให้ Tracking Radar ติดตามเป้าที่ผิดพลาด เนื่องจาก Glint, Scintillation, Frequency dependence of RCS, Tracking angular, Multipath
- Tracking with surveillance radar.

๗. สายอากาศเรดาร์ (๓/๐)

- Antenna Parameters
- Polarization
- Sidelobe radiation
- Antenna Radiation Pattern
- Aperture Distribution
- Parabolic Reflector Antennas
- Scanning Feed Reflector Antennas
- Lens Antennas
- Cosecant Squared Antenna Pattern
- Waveguide
- The Electronically Steered Phased Array Antenna in Radar.

๘. Detection of Radar signal in Noise (๓/๐)

- แนะนำการแยกสัญญาณจาก Noise
- ความหมายของ Noise
- Matched Filter receiver
- Correlation detection
- Detection Criteria
- คุณลักษณะของ Detector

- Performance of the radar operator
- Automatic detection
- Constant False Alarm Rate (CFAR) Receiver
- Information available from a radar.

๙. Radar Clutter (๓/๐)

- Surface Clutter Radar Equations
- Sea Clutter Land Clutter
- การตรวจจับเป้าใน Clutter
- อิทธิพลของสภาพอากาศต่อเรดาร์
- การตรวจจับเป้าท่ามกลางฝน
- Echoes ของสิ่งต่างๆบนท้องฟ้า เช่น นก แมลง, Clear Air Turbulence อื่นๆ

๑๐. Radar Guidance of Missiles (๖/๐)

- แนะนำอาวุธปล่อยนำวิถี
- หลักการทำงานของอาวุธปล่อยนำวิถี
- ส่วนประกอบและหลักการทำงานของ Radar Guidance of Missiles
- ข้อจำกัดของ Radar Guidance of Missiles
- อาวุธปล่อยนำวิถีของกองทัพเรือไทยและประเทศอื่นๆ

๑๑. Continuous wave และ Frequency-Modulated Radar (๓/๐)

- แนะนำ
- The Doppler Effect
- CW Radar
- Frequency-Modulated CW Radar
- การคำนวณหาระยะทางของ Frequency-Modulated CW Radar
- Airborne Doppler Navigation
- Multiple Frequency CW Radar

๑๒. เรดาร์ชนิดต่างๆ (๖/๐)

- Radar MTI
- Radar pulse doppler
- Radar LPI
- Pulse Compression
- Millimeter wave and beyond
- Bistatic Radar
- Synthetic Aperture Radar
- HF Over the horizon Radar
- Air Surveillance Radar
- Height Finder and 3D Radar

๑๓. ระบบพิสูจน์ฝ่าย (๖/๐)

- ระบบพิสูจน์ฝ่ายเบื้องต้น
- หลักการทำงานของระบบ IFF
- การใช้งานระบบ IFF

๑๔. ดูงาน (๐/๖)

- ดูงานระบบเรดาร์และระบบพิสูจน์ฝ่ายของเรือ ฟก./คว.

สรุปเวลาที่สอน


หัวข้อวิชา	จำนวนชั่วโมง			หน่วยกิต	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
	บรรยาย	ปฏิบัติ	สอบ			
- หลักการพื้นฐานของเรดาร์	๖	-		๐.๕	- สอบข้อเขียน	
- ส่วนประกอบและการทำงานของเรดาร์	๓	-		-		
- คุณลักษณะของคลื่นเรดาร์	๓	-		-		
- การแพร่คลื่นเรดาร์และคลื่นวิทยุ	๖	-		๐.๕		
- สมการเรดาร์	๙	-		๐.๕		
- Tracking Radar	๓	-		-		
- ระบบ Data Link	๓	-		-		
- สายอากาศเรดาร์	๓	-		-		
- Detection of Radar signal in Noise	๓	-	๓	-		
- Radar Clutter	๓	-		-		
- Radar Guidance of Missiles	๖	-		๐.๕		
- Continuous wave และ Frequency-Modulated Radar	๓	-		-		
- เรดาร์ชนิดต่างๆ	๖	-		๐.๕		
- ระบบพิสูจน์ฝ่าย	๖	-		๐.๕		
- การดูงาน	-	๖		-		
รวม	๖๐	๖	๓	๓		

รายชื่อแบบเรียนและเอกสารที่ใช้

- คู่มือการเรียนเรดาร์ และ ระบบพิสูจน์ฝ่าย IFF
- พื้นฐานเรดาร์ NEETS MODULE 1-18
- Skolnik, Merrill I., Radar handbook, 2 ed., New York: McGraw-Hill Inc, 1990.

ผู้จัดทำ

กองฝึกศูนย์ยุทธการและสื่อสาร กพร. และ กองพัฒนาและประเมินผลการฝึก กพร.

พล.ร.ต. 
ผบ.กพร.

ผนวก ข

ชื่อวิชา ๓๑๑๑.๒ การสงครามอิเล็กทรอนิกส์

๒.๕ หน่วยกิต (๔๒ - ๖ - ๓)

ความมุ่งหมายทั่วไป เพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้ผู้เข้ารับการอบรม เกี่ยวกับองค์ประกอบของสงครามอิเล็กทรอนิกส์ เข้าใจในหลักการ และการปฏิบัติเกี่ยวกับสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนสามารถวางแผน และวิเคราะห์การใช้ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสงครามอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้อุปกรณ์ตรวจจับของฝ่ายเรา ใช้การได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในทางตรงกันข้ามเพื่อให้อุปกรณ์ตรวจจับของฝ่ายตรงข้ามใช้การได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ

หัวข้อวิชาและขอบเขตของเนื้อหา

๑. คำจำกัดความและวัตถุประสงค์ของการทำสงครามอิเล็กทรอนิกส์ (๖/๐)

- แนะนำ
- ประวัติความเป็นมา
- บรรณสารที่เกี่ยวกับสงครามอิเล็กทรอนิกส์
- การตรวจและการรายงานทางสงครามอิเล็กทรอนิกส์
- หน้าที่ ศยก. ในการทำสงครามอิเล็กทรอนิกส์
- ความสำคัญของสงครามอิเล็กทรอนิกส์
- สงครามอิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัยและในโลกอนาคต เช่น Electromagnetic Pulse (EMP), Transient Electromagnetic Pulse Surveillance Technology (TEMPEST)

๒. มาตรการสนับสนุนทางอิเล็กทรอนิกส์ (ESM) (๖/๐)

- แนะนำ
- คำจำกัดความ
- Radar Warning Receiver
- เครื่อง ESM
- หลักการทำงาน และ ESM Block Diagram
- ค่า Sensitivity
- ระยะในการตรวจจับของ ESM
$$(R_i)^2 = \frac{P_T \cdot G_T \cdot G \cdot \lambda^2}{(4\pi)^2 \cdot S_0 \cdot L_p} F_p^2$$
- Range advantage.
- การเปรียบเทียบระบบของ ESM เช่น ระบบที่ประกอบด้วย Crystal Video, Narrowband superheterodyne, Tuned RF, Wideband superheterodyne และ Wideband superheterodyne with channelized Rx, Micro-Scan, Cellular Bragg เป็นต้น
- Filter Surface Acoustic Wave (SAW)
- วิธีการวัดค่าความถี่ของเครื่อง ESM
- วิธีการวัดค่ากำลังส่งที่มาถึงของเครื่อง ESM
- วิธีการวัดค่า Pulse Width ของเครื่อง ESM

- วิธีการวัดค่า Time of Arrival (TOA) ของเครื่อง ESM
- วิธีการวัดค่า Angle of Arrival (AOA) ของเครื่อง ESM
- omnidirectional Antenna และ Directional Antennas ของเครื่อง ESM
- คุณลักษณะของ ESM ในอุดมคติ
- คุณลักษณะของ ESM ที่จำเป็นเพียงพอที่สมควรจะได้รับการติดตั้งภายในเรือ
- วิธีการตรวจจับ LPI Radar
- การวิเคราะห์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

๓. มาตรการต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์ (ECM) (๖/๐)

- แนะนำ
- คำจำกัดความ
- การแบ่งประเภทของ ECM
- เทคนิคและวิธีการลดค่า RCS หรือ Stealth
- Chaff , Flare และ Decoy
- Anti radiation Missiles
- อธิบาย Noise Jammers
- หลักการทำงาน และ Block Diagram
- การแบ่งประเภทของ Noise Jammers
- สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการทำ Noise Jammers
- Look Through
- Burn Through
- Stand off / Stand in
- Self Protection

- สมการ Self Protection ในการทำ Noise Jammers

$$\frac{J}{S} = \frac{4\pi \cdot P_J \cdot G_J \cdot R^2}{P_T \cdot G \cdot G_P \cdot \sigma} \cdot \frac{B_R}{B_J} \cdot \frac{L_S \cdot L_A \cdot L_{GP}}{L_J \cdot L'_A \cdot L'_{GP}}$$

- สมการ Stand off ในการทำ Noise Jammers

$$\frac{J_{SO}}{S} = \frac{4\pi \cdot P_J \cdot G_J \cdot G_{RJ} \cdot R_T^4}{P_T \cdot G^2 \cdot G_P \cdot R_J^2 \cdot \sigma} \cdot \frac{B_R}{B_J} \cdot \frac{L_S \cdot L_A \cdot L_{GP}}{L_J \cdot L'_A \cdot L'_{GP}}$$

- อธิบาย Deception Jammers
- การเปรียบเทียบระหว่าง Noise Jammers และ Deception Jammers
- สมการ Deception Jammers

$$\frac{J_R}{S} = \frac{G_{DR} \cdot G_{DA} \cdot G_{DT} \cdot \lambda^2}{4\pi \cdot \sigma}$$

- ตัวอย่างของการ Jammers
- Spot noise
- Barrage noise
- Swept noise

- Gated noise
- Clic noise jamming
- Cooperative jamming
- Skirt jamming
- Jamming at the image frequency
- Range Gate Pull off
- Velocity Pull off
- Amplitude Modulation – Jog detection
- Inverse Gain
- Angle Gate Pull off
- Count down
- Cross polarization
- Cross eye
- High Duty Technique
- High Density Confusion
- Low density Confusion

๔. มาตรการตอบโต้การต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์ (ECCM) (๘/๐)

- แนะนำ
- คำจำกัดความ
- การแบ่งประเภทของ ECCM
- EMCON PLAN
- Sensitivity Time Control
- Automatic Gain Control
- Constant False Alarm Rate
- PRF Jitter / PRF Stagger
- การใช้เรดาร์ MTI ในสงครามอิเล็กทรอนิกส์
- Pulse Compression กับ สงครามอิเล็กทรอนิกส์
- Dicke Fix
- Burn Through
- การกระจายความถี่
- Frequency agility
- Jammer Strobe
- Sidelobe Blanking
- Sidelobe Canceller
- Preselective Filter
- Doppler Filtering
- Low Sidelobe Antennas

- Image frequency Filter
 - Logarithmic receiver
 - Anti range gate pull off
 - Guard gates
 - Track on JAM
 - Random Variable Scan Rate
 - การใช้ Monopulse ใน ECCM
 - การใช้ LPI Radar ใน ECCM
๕. ระบบอุปกรณ์สงครามอิเล็กทรอนิกส์ของ ทร. (๓/๐)
- ระบบสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ชุด ร.ล.รัตนโกสินทร์
 - ระบบสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ชุด ร.ล.พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก
 - ระบบสงครามอิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัยของ ทร.ไทย และ ต่างประเทศ
๖. หลักนิยมสงครามอิเล็กทรอนิกส์ของ ทร. และ Electronic Order of Battle (๓/๐)
- แนะนำ
 - การจัดหน่วยงานรับผิดชอบด้านสงครามอิเล็กทรอนิกส์
 - หลักนิยมสงครามอิเล็กทรอนิกส์สากล และ ของ ทร.ไทย
 - Electronic Order of Battle
 - การข่าวเกี่ยวกับสงครามอิเล็กทรอนิกส์
 - SIGINT, COMINT และ ELINT
 - การวางแผนในอนาคตของ ทร. ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสงครามอิเล็กทรอนิกส์
๗. การป้องกันการรบกวนกันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าภายในเรือ (EMC/EMI) (๓/๐)
- แนะนำ
 - ความหมาย
 - อธิบายถึงสาเหตุ การแก้ไข และวิธีการป้องกัน
๘. การใช้คลื่น IR และ Laser ในสงครามอิเล็กทรอนิกส์ (๖/๐)
- แนะนำ
 - ความหมายของ คลื่น IR และ Laser
 - Optical Sensor Technologies
 - ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการแพร่ คลื่น IR และ Laser
 - การแพร่คลื่นและการใช้งาน คลื่น IR และ Laser โดยทั่วไปและทางการทหาร
 - การป้องกันอาวุธปล่อยนำวิถีแบบ IR และ Laser
 - โลกแห่งอนาคตของ คลื่น IR และ Laser
๙. การดูงาน (๐/๖)
- ดูงานระบบการสงครามอิเล็กทรอนิกส์ของเรือ ฟก./คว.

สรุปเวลาที่สอน

หัวข้อวิชา	จำนวนชั่วโมง			หน่วยกิต	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
	บรรยาย	ปฏิบัติ	สอบ			
- คำจำกัดความและวัตถุประสงค์	๖	-		๐.๕	- สอบข้อเขียน	
- มาตรการสนับสนุนทางอิเล็กทรอนิกส์	๖	-		๐.๕		
- มาตรการต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์	๖	-		๐.๕		
- มาตรการตอบโต้การต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์	๙	-		๐.๕		
- ระบบอุปกรณ์สงครามอิเล็กทรอนิกส์	๓	-	๓	-		
- หลักนิยมสงครามอิเล็กทรอนิกส์ของทร. และ Electronic Order of Battle	๓	-		-		
- การป้องกันการรบกวนกันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าภายในเรือ (EMC/EMI)	๓	-		-		
- การใช้คลื่น IR และ Laser	๖	-		๐.๕		
- การดูงาน	-	๖		-		
รวม	๔๒	๖	๓	๓		

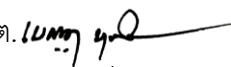
รายชื่อแบบเรียนและเอกสารที่ใช้

- คู่มือการเรียนการสอนสงครามอิเล็กทรอนิกส์ และ ระบบพิสูจน์ฝ่าย IFF
- อทร.๕๑๐๑ หลักนิยมการสงครามอิเล็กทรอนิกส์กองทัพเรือ
- อทร.๕๘๐๗ ทฤษฎีสงครามอิเล็กทรอนิกส์
- ELECTRONIC WARFARE AND RADAR SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK, 1 April 1997
NAWCWPNS TP 8347, w / Rev 2 of 1 April 1999 and later changes

ผู้จัดทำ

กองฝึกศูนย์ยุทธการและสื่อสาร กฝร. และกองพัฒนาและประเมินผลการฝึก กฝร.

.....

พล.ร.ต. 
 ผบ.กฝร.