กล้องระบบ EO/IR
(หรือกล้องระบบ Optic และ Thermal)

กล่าวทั่วไป

เราสามารถหาคุณลักษณะของวัตถุได้จากลักษณะการสะท้อนหรือการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุนั้น ๆ คือ “วัตถุแต่ละชนิด จะมีลักษณะการสะท้อนแสงหรือการแผ่รังสีที่เฉพาะตัวและแตกต่างกันไป ถ้าวัตถุหรือสภาพแวดล้อมเป็นคนละประเภทกัน” คุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัณฐานของวัตถุบนพื้นโลก (Spatial) การเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal)

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากการถ่ายภาพทางเครื่องบินในระดับต่ำ ที่เรียกว่า รูปถ่ายทางอากาศ (Aerial Photo) และข้อมูลที่ได้จากการบันทึกภาพจากดาวเทียมในระดับสูงกว่า เรียกว่า ภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Image) องค์ประกอบที่สำคัญของการสำรวจข้อมูลระยะไกล คือ คลื่นแสง ซึ่งเป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไม่ว่าเป็นพลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์ หรือเป็นพลังงานจาก ตัวเอง ซึ่งระบบการสำรวจข้อมูลระยะไกลโดยอาศัยพลังงานแสงธรรมชาติ เรียกว่า Passive Remote Sensing ส่วนระบบบันทึกที่มีแหล่งพลังงานที่สร้างขึ้นและส่งไปยัง วัตถุเป้าหมาย เรียกว่า Active Remote Sensing เช่น ระบบเรดาร์ เป็นต้น

Passive remote sensing เป็นระบบที่ใช้กันกว้างขวางตั้งแต่เริ่มแรกจนถึงปัจจุบัน โดยมีแหล่งพลังงานที่เกิดตามธรรมชาติ คือ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ระบบนี้จะรับและบันทึกข้อมูลได้ส่วนใหญ่ในเวลากลางวัน และมีข้อจำกัดด้านภาวะอากาศ ไม่สามารถรับข้อมูลได้ในฤดูฝน หรือเมื่อมีเมฆหมอก ฝน

Active remote sensing เป็นระบบที่แหล่งพลังงานเกิดจากการสร้างขึ้นในตัวของเครื่องมือสำรวจ เช่น ช่วงคลื่นไมโครเวฟที่สร้างในระบบเรดาร์ แล้วส่งพลังงานนั้นไปยังพื้นที่เป้าหมาย ระบบนี้สามารถทำการรับและบันทึกข้อมูล ได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา หรือ ด้านสภาวะภูมิอากาศ คือสามารถรับส่งสัญญาณได้ทั้งกลางวันและกลางคืน อีกทั้งยังสามารถทะลุผ่านกลุ่มเมฆ หมอก ฝนได้ในทุกฤดูกาล

ระบบ EO/IR (Electro–Optic/Infrared)

ระบบ Electro-Optics เป็นส่วนหนึ่งของการสงครามอิเล็กทรอนิกส์ในย่านความถี่ที่อยู่นอกเหนือคลื่นวิทยุ (Radio Frequency: RF) ซึ่งเรียกรวมว่า ย่านความถี่ Electro-Optic:EO ซึ่งเป็นทำงานของอุปกรณ์ เทคนิค และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการกระจาย และการรับการแพร่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านอินฟราเรด (Infrared: IR), แสง (Visual Light), และอัลตราไวโอเลต (Ultra violet)

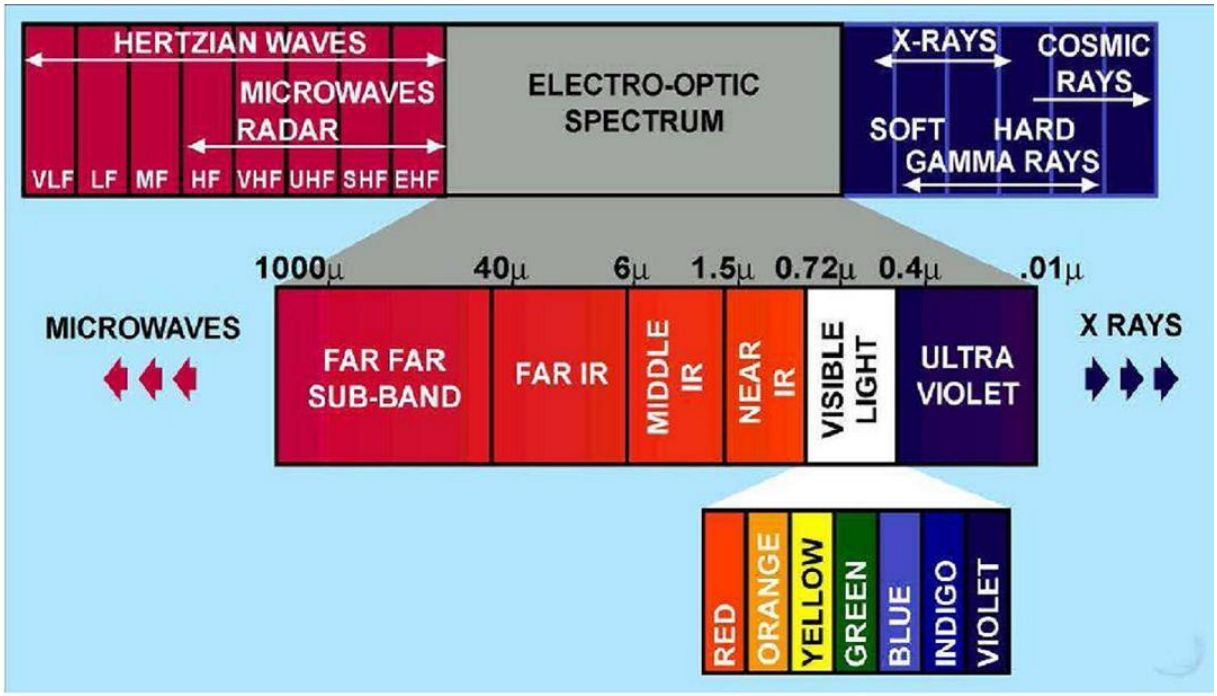
การพัฒนาระบบ EO ในทางการทหารได้มีมาอย่างต่อเนื่องเพื่อการปฏิบัติการในสภาพอากาศที่เลวร้าย และมีทัศนวิสัยไม่ดีทั้งในเวลากลางวัน และกลางคืน ทั้งในการทำงานแบบ Passive เช่น ระบบนำวิถีด้วยอินฟราเรด (IR Homing), การสร้างภาพด้วยความร้อน (Thermal Imaging: TI), และการเพิ่มความเข้มของภาพ (Image Intensification: II) เป็นต้น รวมทั้งเป็นส่วนหนึ่งในระบบการตรวจจับ (Surveillance), การลาดตระเวน (Reconnaissance), การนำทาง (Navigation), การเลือกและติดตามเป้าหมาย (Target

Acquisition and Tracking), การเล็งอาวุธ (Weapon Sights) การช่วยในการมอง (Personal Sights), การควบคุมการยิง และการนำวิถีอาวุธ (Fire Control and Weapon Guidance) สำหรับการทำงานแบบ Active เช่นระบบเลเซอร์ (LASER) ถูกพัฒนามาใช้ในอุปกรณ์การวัดระยะ(range finding), การชี้เป้า (target designation) และการนำวิถีจรวด (missile guidance) ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเพิ่มความเข้มและพลังงาน (High Energy LASER: HEL) เพื่อให้สามารถใช้เป็นอาวุธในการสกัดกั้นจรวด

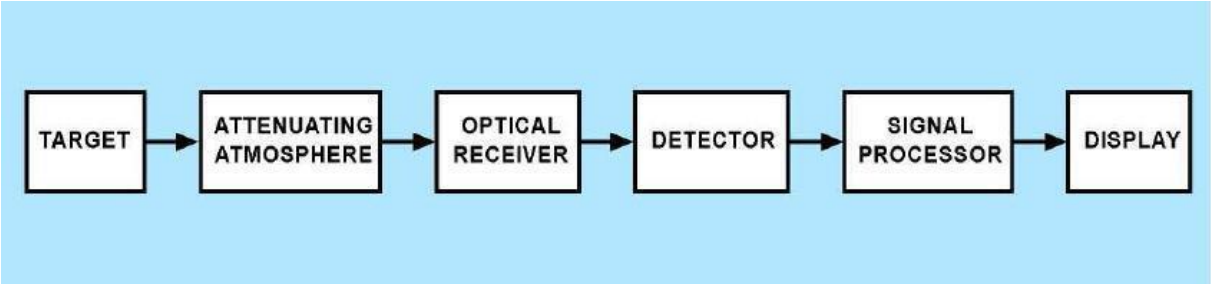
ในเวลากลางวันดวงอาทิตย์จะเป็นแหล่งผลิตพลังงานที่มีปัจจัยสำคัญในย่านความถี่แสง ทำให้พลังงานที่สะท้อนออกมาจากวัตถุต่าง ๆ เกิดเป็นภาพในการมองเห็นของมนุษย์ แต่ในเวลากลางคืนการสะท้อนของพลังงานในย่านดังกล่าวมีปริมาณน้อยทำให้เกิดข้อจำกัดในการมองเห็นของมนุษย์ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานอื่น หรือคลื่นในย่านความถี่อื่น ได้แก่ Visual light, IR หรือ UV ในการทำให้เกิดภาพแทนแสงที่มาจากดวงอาทิตย์ สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่าน Visual light ซึ่งรวมถึงย่าน near UV และ near IR ใช้ในการตรวจจับพลังงานจากแหล่งอื่นที่สะท้อนออกมาจากวัตถุ ได้แก่ ระบบโทรทัศน์ (television: TV), ระบบเพิ่มความเข้มของภาพ (Image Intensifiers: II) และการภาพถ่าย (Photography) สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่าน IR และUV เป็นการตรวจสอบพลังงานที่สร้างและแพร่กระจายออกมาตัววัตถุเอง เช่นระบบตรวจจับและติดตามแบบอินฟราเรด (Infrared Search and Track: IRST), ระบบตรวจการณ์อินฟราเรด (Forward Looking Infrared: FLIR), ระบบแจ้งเตือนการเข้าของจรวด (Missile Approach Warner: MAW) และระบบนำวิถีของจรวด

ส่วนประกอบเบื้องต้นของระบบ Electro-Optic

ระบบ Electro-Optic สามารถเปรียบเทียบการทำงานได้กับการมองเห็นของมนุษย์ ซึ่งต้องอาศัยการสะท้อนแสง หรือการเปล่งพลังงานคลื่นออกมาจากวัตถุเป้าหมาย (Target) พลังงานที่ออกมาจากวัตถุจะผ่านตัวกลาง เช่นบรรยากาศ (Atmosphere) แล้วตกลงที่เลนส์รับภาพ (Optical Receiver) เพื่อรวบรวมพลังงานไปให้ตัวตรวจจับ (Detector) และผลิตสัญญาณให้กับชุดประมวลผล (Signal Processing) ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปใช้งานในอุปกรณ์ต่าง ๆ (Output Device) เช่นการแสดงภาพ (Display) หรือการนำวิถี (Guidance) เป็นต้น



Electro – Optics Spectrum



ส่วนประกอบของระบบ Electro – Optics

ผลกระทบจากชั้นบรรยากาศ

ตามปกติแล้วการแพร่กระจายคลื่น Electro-Optic จะได้รับผลกระทบจากตัวกลาง เช่น สภาพอากาศ เช่นเดียวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ การสูญเสียจากการแพร่ (Propagation Loss) การดูดซับ (Absorption) การกระจายตัว (Scattering) การสะท้อน (Reflection) การหักเห (Refraction) และการเบี่ยงเบน (Diffraction)

การสูญเสียจากการแพร่ (Propagation Loss) เป็นการลดความเข้มของพลังงานคลื่นที่ต้องแพร่กระจายออกเป็นอัตราส่วนตรงกับรัศมีการแพร่ยกกำลังสอง (R^2)

การดูดซับ (Absorption) ในชั้นบรรยากาศมีอนุภาคเล็ก ๆ มากมาย เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่ผ่านอนุภาคเหล่านี้จะถูกซับพลังงานของคลื่นในระหว่างการเดินทาง ซึ่งจะมีผลมากกับคลื่นความถี่ย่าน IR และ UV โดยอนุภาคที่มีผลกระทบมากได้แก่ โอโซน (O_3), ออกซิเจน (O_2), คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไอน้ำ (Water Vapor) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดูดซับแบบ (Resonance -Absorption) เนื่องจากความถี่ของคลื่น Electro-Optic บางช่วงใกล้เคียงกับความถี่ธรรมชาติของอนุภาคต่าง ๆ ในอากาศ จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานของคลื่นมากกว่าปกติ

การกระจายตัว (Scattering) เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถูกส่งผ่านบรรยากาศ จะกระทบกับอนุภาคเล็ก ๆ ทำให้พลังงานส่วนหนึ่งของคลื่นเกิดการกระจายออกมา โดยปริมาณของการกระจายขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคกับความยาวคลื่น หากขนาดของอนุภาคใกล้เคียงกับความยาวคลื่น Electro-Optic จะให้เกิดการกระจายมากขึ้น โดยอนุภาคที่มีผลต่ออุปกรณ์ทางทหารมีดังนี้

อนุภาค	ผลกระทบ
หมอกแดด (Haze)	มีผลกระทบมากกับแสง มีผลกระทบเล็กน้อยกับ IR
หมอกบาง (Light Fog)	มีผลกระทบมากกับแสง มีผลกระทบบ้างกับ IR
หมอกหนา และฝน (Wet Fog and Rain)	มีผลกระทบมากทั้งแสง และ IR

การสะท้อน (Reflection) เป็นการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อตกกระทบบนผิวของวัตถุ หากเป็นพื้นผิวราบเรียบคล้ายกระจก จะเกิดเป็น Specular Reflection หากพื้นผิวของวัตถุไม่เรียบจะเกิดเป็น Diffuse Reflection หรือ Scattering

การหักเห (Refraction) เป็นการหักเหหรือเปลี่ยนทิศทางของคลื่นเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นที่ต่างกัน โดยมุมที่เปลี่ยนแปลงนั้นขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น

การเบี่ยงเบน (Diffraction) เป็นการเปลี่ยนแปลงของทิศทางของคลื่นเมื่อเดินทางผ่านช่อง หากช่องมีความกว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับความยาวคลื่น ช่องนั้นจะทำตัวเสมือนแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่

ความหมายของ Electro – Optical Sensor (Wiki) :

Electro-optical sensors are electronic detectors that convert light, or a change in light, into an electronic signal. They are used in many industrial and consumer applications, for example:

- Lamps that turn on automatically in response to darkness
- Position sensors that activate when an object interrupts a light beam
- Flash detection, to synchronize one photographic flash to another
- Photoelectric sensors that detect the distance, absence, or presence of an object

กล้อง EO/IR

จากที่กล่าวข้างต้น ทอ.มีกล้อง EO/IR ที่น่าสนใจตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ดังนี้

ปี 2520 – 2540 ได้แก่ กล้อง IR – Scanner DS 1220, IR Scanner DS–1230, IR Scanner DS–1250

ปี 2541 – 2556 ได้แก่ กล้อง IR Scanner AA 3500, กล้อง FLIR รุ่น TOPLITE II, FLIR รุ่น STAR SAFIRE III, FLIR รุ่น SHAPO (UAV), FLIR รุ่น QUAD (UAV), LOROP CA–295, กล้อง UltraCam Lp, กล้อง A3

ปี 2557 – ปัจจุบัน ได้แก่ LOROP CA–295, กล้อง UltraCam Lp, กล้อง A3, กล้อง FLIR รุ่น STAR SAFIRE III, FLIR รุ่น STAR SAFIRE 380–HD , FLIR รุ่น QUAD (UAV), FLIR รุ่น LDH (UAV), *กล้อง SAR (UAV)*,

กล้องลาดตระเวนตรวจการณ์เวลากลางวัน/กลางคืน FLIR (Forward Looking Infra-Red)

กล้อง FLIR ที่ใช้งานปัจจุบัน (ปี 2559) ของ ทอ.

กล้อง STAR SAFIRE III ติดตั้งกับ บ.จธ.2

กล้อง STAR SAFIRE III ติดตั้งกับ บ.ตฝ.20

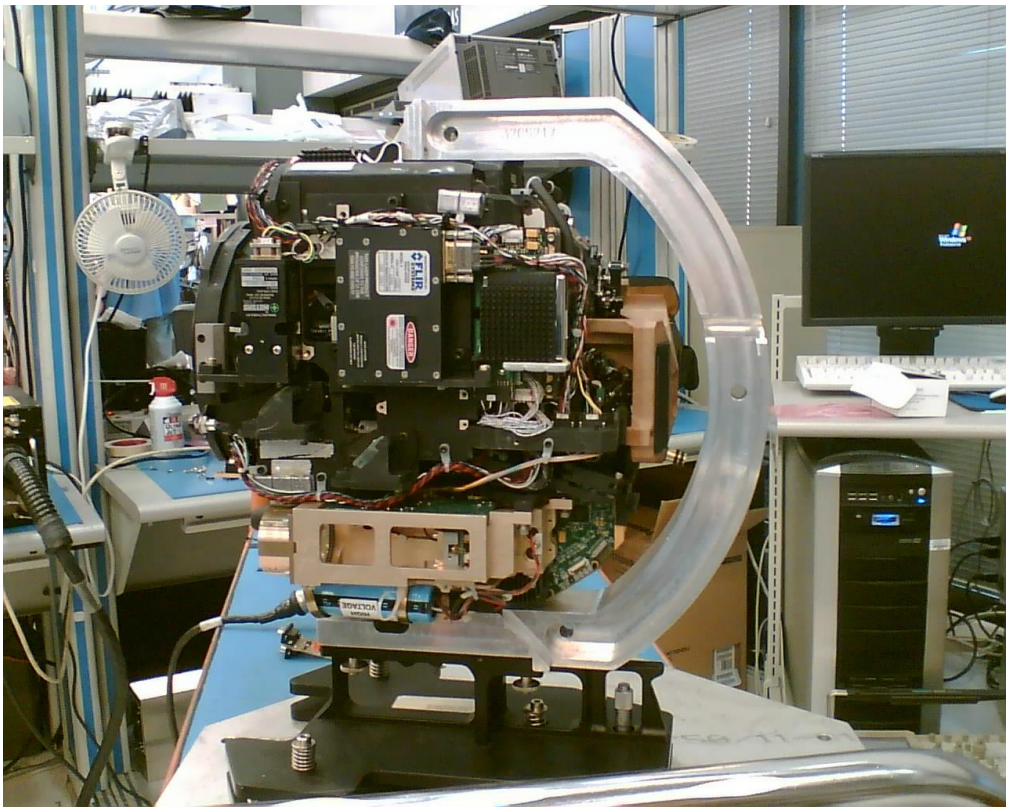
กล้อง STAR SAFIRE 380 - HD ติดตั้งกับ บ.จธ.2

กล้อง QUAD ติดตั้งกับ UAV (AERO STAR)

กล้อง LDH ติดตั้งกับ UAV (AERO STAR)

กล้อง FLIR ที่มีใช้งานปัจจุบัน

เพื่อเป็นความรู้ความเข้าใจทั่วๆ ไป ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะกล้อง FLIR รุ่น STAR SAFIRE III



ภายในกล้อง FLIR

ส่วนประกอบที่สำคัญ (LRUs : Line Replaceable Units) กล้อง FLIR รุ่น STAR SAFIRE III ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

- Stabilized Turret–FLIR Unit (TFU)
- Central Electronics Unit (CEU)
- System Control Unit (SCU)
- จอแสดงภาพ (Monitor)

TFU

CEU

SCU

Monitor

ส่วนประกอบกล้อง STAR SAFIRE III

ระบบ GPS แบบ L1/L2 Active Antenna ของกล้องเพื่อแสดงพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องบิน (Platform) และพิกัดเป้าหมาย อุปกรณ์สำคัญในระบบ GPS ที่ติดตั้งกับกล้อง STAR SAFIRE III

1. Stabilize Turret–FLIR Unit (TFU)

มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

- Turret (หรือ Gimbal)
- กล้อง (Imager)
- อุปกรณ์เลือกติดตั้งเพิ่ม (Installed Options)

Turret (หรือ Gimbal)

ประกอบด้วยแกนหมุนจำนวน 4 - 5 แกน (แกนหมุนแนวระดับ (Elevation Axis), แกนหมุนแนวราบด้านใน (Inner Azimuth Axis) และแกนหมุนแนวราบด้านนอก (Outer Azimuth Axis)) ทำหน้าที่หมุนให้ทิศทางของมุมมองภาพของกล้อง IR ให้อยู่ในแนวเส้นตรงกึ่งกลางของภาพ (ให้กล้อง IR เป็นแนวเส้นตรง LOS : Line–of–Sight) ทำมุมในแนวระดับ -120° ถึง +30° และทำมุม 360° ในแนวราบ มีแกนสำหรับติดตั้งกล้องที่มีระบบป้องกันการสั่นสะเทือน (Stabilization) อยู่ 4 – 5 แกน โดยการควบคุมบังคับทิศทางจาก SCU

กล้อง (Imager หรือ Sensor) ประกอบด้วย

Turret FLIR Unit

1. กล้อง IR (IR Imager)

ภาพจากกล้อง IR เป็นภาพจากระบบ Optics (Visible Light)) และภาพที่ได้จากการตรวจจับจากการแผ่ของพลังงานรังสีอินฟราเรดของวัตถุ ประกอบรวมกันเป็นสัญญาณภาพ ด้วยกระบวนการของระบบอินฟราเรดซึ่งประกอบด้วยระบบ IR Detector, IR Cooler, Detector Interface และ Digital Electronics แปลงเป็นสัญญาณวิดีโอมาตรฐาน (RS–170) เพื่อส่งให้ส่วน CEU นำไปใช้งาน

ในการที่จะใช้พลังงานคลื่นอินฟราเรดที่ปล่อยออกมาจากเป้าหมายให้เกิดประโยชน์ พลังงานเหล่านี้จะต้องถูกตรวจจับ และแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ได้ ตัวตรวจจับอินฟราเรด (IR Detector) เป็นวัสดุพิเศษที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานคลื่นอินฟราเรดให้เป็นพลังงานไฟฟ้าในความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน และได้รับผลกระทบได้โดยตรงกับอุณหภูมิที่ต่ำลง ตัวอย่างวัสดุที่นำมาใช้สำหรับตรวจจับพลังงาน IR ในจรวดนำวิถีด้วยความร้อน ได้แก่ Lead Sulphide (PbS), Indium Antimonide (InSb) และ Mercury cadmium telluride (HgCdTe) เป็นต้น

MATERIAL	WAVELENGTH	EXAMPLES
Uncooled Lead Sulphide	1 to 3 μ (Jet pipe) (Tail aspect only)	SA-7 Grail AA-2 Atoll AIM-9B
Cooled Lead Sulphide (77 K)	1 to 3 μ (Jet pipe – Jet plume) (Tail aspect/all aspect)	SA-13 Gopher SA-14 Gremlin Redeye
Indium Antimonide (77 K)	3 to 5 μ (Jet pipe – Jet plume) (All aspect)	AIM-9L, M Stinger ASRAAM

การหล่อความเย็น (Cooling) ให้กับตัวตรวจจับจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อระบบที่นำไปใช้เป็นอย่างยิ่ง โดยทำให้ไวต่อการตรวจจับพลังงาน IR ยิ่งขึ้น ด้วยเหตุผล ๓ ประการ คือ

1. การแพร่พลังงานในสภาพแวดล้อมอุณหภูมิปกติ (Ambient Temperature) ตัวตรวจจับจะได้รับการหันหวน (Fluctuations) จากคลื่นรบกวน (Noise) ที่มาจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดจากความร้อน

2. การหล่อเย็นสามารถลดสัญญาณรบกวนภายในระบบ (Internal System Noise)

3. เมื่ออุณหภูมิสูง เซลของตัวตรวจจับจะมีจะมีอิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นอยู่มาก ดังนั้นต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในการที่จะกระตุ้นอิเล็กตรอนที่เหลืออยู่ในการตรวจจับพลังงานอินฟราเรดของเป้าหมาย ดังนั้นทำให้ความไวต่อการตรวจจับ(Sensitivity) ต่ำ ในทางตรงกันข้าม เมื่ออุณหภูมิต่ำ อิเล็กตรอนภายในเซลของการตรวจจับจะถูกกระตุ้นน้อยกว่า ทำให้มีอิเล็กตรอนเหลืออยู่เป็นจำนวนมากไนการตรวจจับพลังงานจากเป้าหมายได้ ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลงจะทำให้ความไวต่อการตรวจจับสูงขึ้น

กล้อง FLIR ที่มีใช้งานใน ทอ.ปัจจุบันใช้วัสดุ Indium Antimonide (InSb) เป็น Detector รับช่วงคลื่นอินฟราเรดย่าน Mid–Wave (3 – 5 μm) ระบบการหล่อเย็น (Cooling) ต้องให้มีอุณหภูมิถึง 77 องศาเคลวิน (- 196 องศาเซลเซียล)

2. กล้อง CCD (Day/Night CCD Camera)

เหมาะสำหรับถ่ายภาพเวลากลางวัน (Daylight) ถึง Near IR เป็นกล้องขนาด 1–chip CCD ปรับค่า Gain ได้ 0 – 18dB ติดตั้งพร้อมกับ Lens Zoom ขนาด 18X (+12 E–Zoom) ปรับซูมเข้า – ออกต่อเนื่องได้ มีพื้นที่การมองเห็น 28 – 2.7 องศา

3. Low Light Sensor

เป็นกล้อง ขาว – ดำ เหมาะสำหรับถ่ายภาพในสภาวะที่มีแสงน้อย โดยได้ผนวกอุปกรณ์รวมเข้ากับกล้องตามข้อ ๑.๒.๒ ข้างต้น มีพื้นที่การมองเห็น 5.4 – 0.7 องศา (สัมพันธ์กับการปรับมุมมองของกล้อง IR) (ไม่มีในกล้องรุ่น STAR SAFIRE III แต่มีในรุ่น STAR SAFIRE 380–HD)

4. กล้องเฉพาะจุด (Spotter)

เป็นกล้องขนาด 3 CCD เหมาะสำหรับถ่ายภาพในเวลากลางวันแบบเจาะจงเป้าหมายเฉพาะจุดเพื่อพิสูจน์ทราบเป้าหมายตามที่ระบุหรือที่ต้องการ เลือกปรับมุมมองได้ ๓ พื้นที่มุมมอง (FOVs) (สัมพันธ์กับการปรับมุมมองของกล้อง IR) คือ MFOV, SPFOV และ UNFOV

อุปกรณ์ติดตั้งเพิ่ม (Installed Options)

กล้อง FLIR รุ่น STAR SAFIRE III ที่มีใช้ในภารกิจของ ทอ. ปัจจุบัน ได้มีการเลือกติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเข้าไปในระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กล้องฯ สามารถรองรับและครอบคลุมการปฏิบัติงานสนับสนุนภารกิจการลาดตระเวนทางอากาศให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน โดยได้เลือกติดตั้งอุปกรณ์เพิ่ม ดังนี้

แสงเลเซอร์ส่องสว่าง (Laser Illuminator)
แสงเลเซอร์กำหนดชี้จุด (Laser Pointer)
แสงเลเซอร์วัดระยะทาง (Laser Rangefinder)
ระบบควบคุมป้องกันการใช้แสงเลเซอร์ (Laser Interlock)
ระบบติดตามเป้าหมายอัตโนมัติ (Autotracker)

อันตรายจากแสงเลเซอร์ส่องสว่าง (LI : Laser Illuminator)

ในการใช้งานแสงเลเซอร์กลุ่มนี้ อาจเกิดอันตรายทั้งต่อทั้งผู้ใช้และเป้าหมาย (มนุษย์หรือสิ่งมีชีวิต หรือวัตถุ เช่น เครื่องบิน เป็นต้น) การใช้งานอย่างไม่ระมัดระวัง ไม่รอบคอบ และการขาดความรู้ความเข้าใจที่แท้จริง จึงเป็นข้อห้ามในการใช้อุปกรณ์นี้

แสงเลเซอร์ส่องสว่างขนาด 2 วัตต์ (2W Laser Illuminator)

(ลำแสงเลเซอร์ส่องสว่างขนาด 2 วัตต์ (Class 4) ทำหน้าที่เป็นไฟส่องสว่างให้กับกล้อง IR สัมพันธ์กับพื้นที่มุมมอง NFOV ของกล้อง IR เพื่อประสิทธิภาพในการค้นหาเป้าหมายตอนกลางคืน มีขนาดลำแสงแผ่กว้าง 1 x 1 องศา

แสงเลเซอร์ส่องสว่างขนาด 100 มิลลิวัตต์ (100mW Laser Illuminator)

ลำแสงเลเซอร์ส่องสว่างขนาด 100 มิลลิวัตต์ (Class 3B) ทำหน้าที่เป็นไฟส่องสว่างให้กับกล้อง IR สัมพันธ์กับพื้นที่มุมมอง NFOV ของกล้อง IR เช่นเดียวกับขนาด ๒ วัตต์ แต่มีขนาดลำแสงแผ่กว้างน้อยกว่า **เหมาะสำหรับใช้งานส่องสว่างเป้าหมายให้ผู้ใช้ Night Vision Goggle ทางภาคพื้นปฏิบัติงาน และใช้กับกล้อง CCD ย่าน Near IR ได้**

ระบบ Laser Illuminator

– ขนาด 2 วัตต์ (2W Laser Illuminator) มีติดตั้งอยู่กับเฉพาะกล้อง STAR SAFIRE III ที่ติดกับ บ.ไดมอนด์ ของ บน.4 เท่านั้น ส่วนอื่นนอกนั้นไม่มีติดตั้งอยู่

– ขนาด 100 มิลลิวัตต์ (100mW Laser Illuminator) มีติดตั้งอยู่กับเฉพาะกล้อง STAR SAFIRE III ที่ติดกับ บ.จธ.2 ของ บน.5 เท่านั้น ส่วนอื่นนอกนั้นไม่มีติดตั้งอยู่

ระบบ Laser แต่ละชนิด

1. Laser Range Finder (LRF) ใช้แสดงตำแหน่งพิกัดของเป้าหมาย และระยะทางถึงเป้าหมาย

2. Laser Pointer (LP) ใช้ชี้เป้าหมายเพ่งเล็ง เพื่อให้หน่วยภาคพื้นที่สวมใส่ Night Vision Goggle มองเห็นว่าเป้าหมายเพ่งเล็งที่ค้นหา (เลเซอร์ชี้เป้าให้หน่วยจู่โจมปฏิบัติการพิเศษ)

3. Laser Illuminator ใช้ส่องสว่างให้กล้อง Infrared (IR) ให้เห็นเป้าหมายได้เด่นชัดขึ้นในกรณีที่พื้นที่เป้าหมายพื้นที่มืดมิดในเวลากลางคืน

4. Laser Designator ใช้ชี้เป้าหมายให้สำหรับ laser–guided bombs missiles , ปืนใหญ่

5. Laser Interlock เป็นระบบการป้องกันการใช้แสงเลเซอร์ (Laser Inhibited) เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานแสงเลเซอร์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น (มีทั้ง Inhibited ทั้งในระบบ Hardware และ Software) ซึ่ง จนท.ถ่ายรูป (Operator) จะต้องทำความเข้าใจให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง

6. Autotracker เป็นระบบที่ใช้เพื่อให้ จนท.ถ่ายรูป (Operator) ทำการล๊อคและติดตามเป้าหมายที่ต้องการ ลักษณะการล๊อคและติดตามเป้าหมายส่วนใหญ่แบ่งได้ 3 แบบ คือ เป้าหมายอยู่นิ่ง (Static), เป้าหมายเคลื่อนที่ (Dynamic) และเป้าหมายเคลื่อนที่ (ช้า) (Naval) Operator จำเป็นต้องรู้ว่ากล้องถูกตั้งสถานะให้ติดตามเป้าหมายแบบใด หากแบบของเป้าหมายเปลี่ยนควรเปลี่ยนสถานะกล้องด้วยเพื่อประสิทธิภาพในการติดตามเป้าหมาย

กล้องถ่ายภาพทางดิ่งและทางเฉียง

1. กล้องถ่ายภาพนิ่งแนวดิ่งระบบดิจิตอลแบบ UltraCam Lp
2. กล้อง CA-295 High Altitude Sensor System (LOROP Dual Band)
3. กล้องถ่ายภาพความเร็วสูง High Speed Camera Q – EM

กล้องถ่ายภาพนิ่งแนวดิ่งระบบดิจิตอลแบบ UltraCam Lp

กล้อง UltraCam Lp ติดตั้งกับ บ.ตฝ.20 (DA42 MPP หรือ บ.ไดมอนด์)

ส่วนประกอบกล้อง UltraCam Lp (ภาคอากาศ)

องค์ประกอบกล้อง UltraCam Lp

ส่วนประกอบกล้อง UltraCam Lp ประกอบด้วย 3 ส่วน

1 กล้อง (Camera) ประกอบด้วย

- Sensor Unit
- Computer & Data Unit
- Data Unit
- Interface Panel

Sensor Unit Computer & Data Unit Data Unit Interface Panel

กล้อง UltraCam Lp

2. Applanix POSTrack System ประกอบด้วย

- POS AV Computer System (PCS = POS Computer ; POS : Position)
- Flight Computer System (FCS)
- Pilot Touch Display

ระบบจัดการ/ควบคุม/บันทึก ข้อมูลการถ่ายภาพ (POSTrack)

นิยามศัพท์

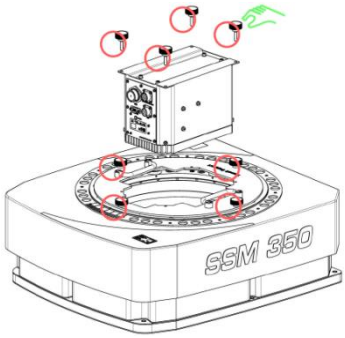
FCS = Flight management system Computer System.

PCS = POS Computer System.

POS = Position and Orientation System.

POS AV = Position and Orientation System for Airborne Vehicles.

3. Gyro Stabilized Mount SSM 350



Gyro Stabilized Mount SSM 350 Panel

กล้อง CA-295 High Altitude Sensor System (LOROP Dual Band)

กล้อง CA –295 High Altitude Sensor System (LOROP Dual Band) หรือ กล้องถ่ายรูปเฉียงระยะไกลระบบ ELECTRO – OPTICAL CA – 295 หรือกล้องถ่ายรูปเฉียงระยะไกลระบบดิจิตอล CA – 295

กล้อง CA – 295

Solid State Recorder (SSR)

INS/GPS

Solid State Recorder (SSR)

Airborne Operator Station (AOS)

Power Conditioning Unit (PCU)

CA-295 SENSOR IMAGING UNIT (SIU)

Group A Kit

ส่วนประกอบกล้อง CA - 295 ประกอบด้วย 7 ส่วนหลัก

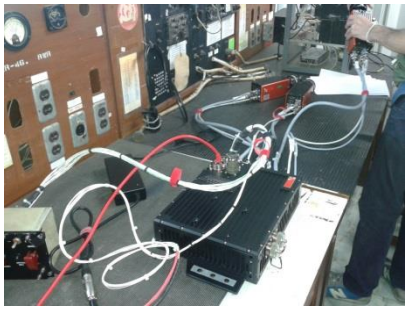
1. CA – 295 High Altitude Stabilized Imaging Unit (SIU)
2. Inertial Navigation System/Global Positioning System (INS/GPS)
3. Solid State Recorder (SSR)
4. Airborne Operator System (AOS)
5. Adaptive Reconnaissance Management System (ARMS)
6. Power Conversion Unit
7. Group A Kit

กล้องถ่ายภาพความเร็วสูง High Speed Camera (Q-EM)

กล้อง Q-EM

หน่วยความจำ

ส่วนประกอบของระบบ (บรรยายในห้องสัมมนา)



ส่วนประกอบ

การติดตั้งกล้องภายใน Camera Pod