

ing. A. R. Mollema

majoor van de Koninklijke luchtmacht

Vechten met elektronen

Enkele jaren geleden verscheen in dit tijdschrift een artikel van de hand van twee collega's van de Koninklijke landmacht over Elektronische oorlogvoering (EOV) (MS 154(1985)(11)509). De „verzuchting” in het begin van dat artikel, als zou de EOV wellicht een „speeltuim voor specialisten” zijn, wordt veel gehoord. EOV, kennis van de grondbeginselen, inzicht in de praktische mogelijkheden en onmogelijkheden, het is zeker (nog) geen gemeengoed binnen de Nederlandse krijgsmacht. De oorzaken van dit onbekend zijn met EOV zijn duidelijk. In de eerste plaats doordat de EOV zich op het grensgebied van operaties en techniek/technologie bevindt, hetgeen een niet zomaar voor de hand liggende combinatie van kennis, ervaring en interesse vereist. Daardoor heeft de EOV het imago gekregen te worden bedreven door een schaars soort specialisten. Verder wordt de EOV omgeven door een waas van geheimzinnigheid. Soms is dat terecht (*need to know*), maar vaker is het slechts een „excuus” zich maar niet te veel met de EOV bezig te houden. Ten slotte kan de onbekendheid van de EOV een kwestie van „bedrijfscultuur” zijn. De schrijvers van vernoemd artikel gaven als hun mening dat de Koninklijke marine en de Koninklijke luchtmacht „van nature” meer vertrouwd zijn met EOV dan de Koninklijke landmacht. Het laatste is wellicht historisch te verklaren, maar de KL is druk doende dit „tekort” in te lopen, zowel op het gebied van kennis als capaciteiten. Indien het echter waar is dat o.a. de KLu reeds langer vertrouwd is met de EOV, dan lijkt de tijd zeker gekomen de stand van zaken bij de KLu eens te inventariseren.

Historie

De geschiedenis van de EOV bij de KLu is vele jaren geleden begonnen op het gebied van de trai-

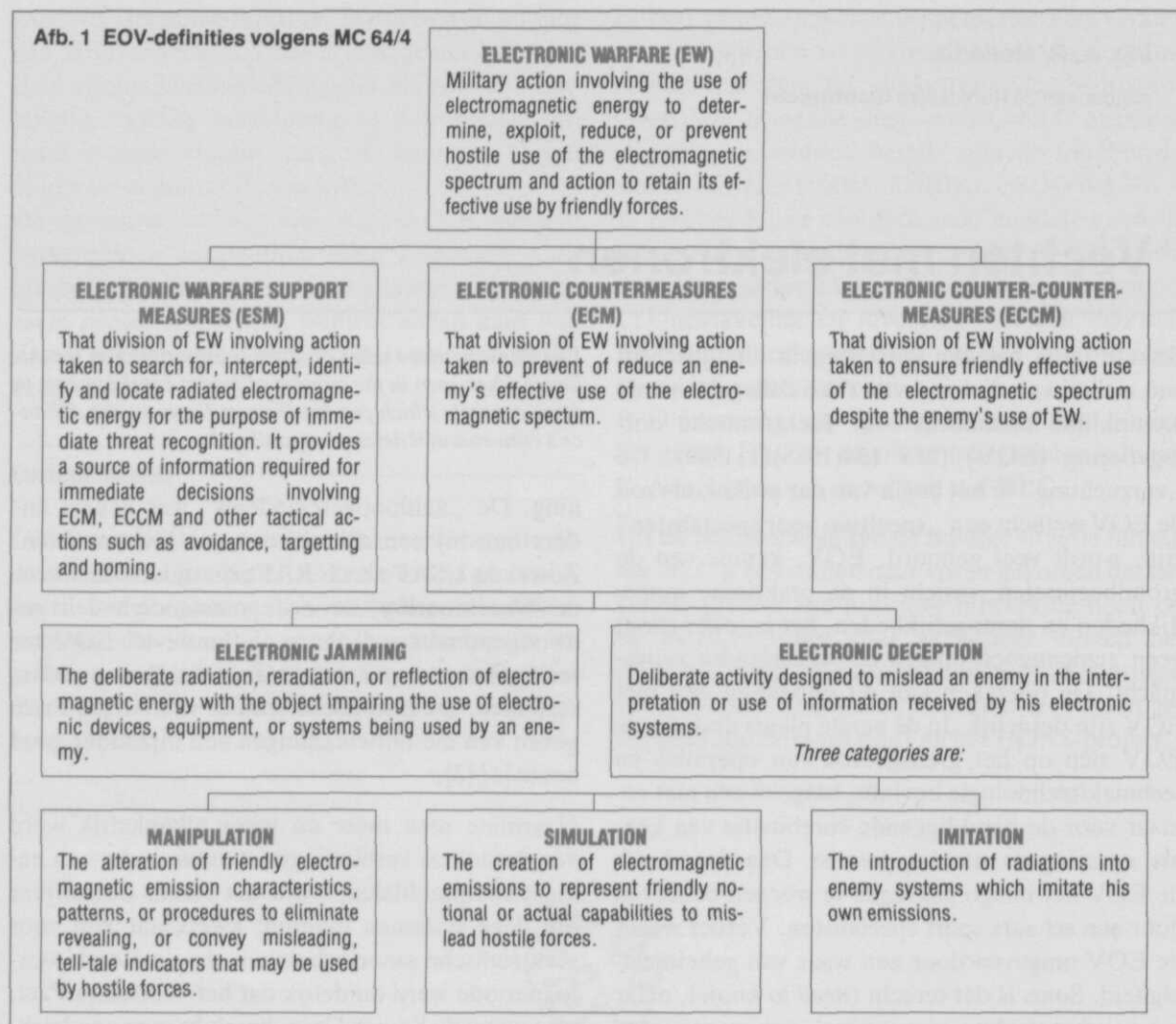
*Electronic warfare takes on greater importance to the Alliance when seen in the context of recent developments in arms control, which put far sharper focus on the Alliance's conventional defence capability.**

ning. De „aanloopgeschiedenis” was geheel anders dan bij een aantal verwante luchtmachten. Zowel de USAF als de RAF zijn tijdens de Tweede Wereldoorlog, door de omstandigheden gedwongen, zeer snel in de „offensieve” EOV terechtgekomen: o.a. het storen van Duitse radar-systemen. De historische studies van Alfred Price geven van die ontwikkelingen een bijzonder goed beeld [1] [2].

Naarmate men meer en meer afhankelijk werd van draadloze verbindingssystemen, radars en navigatiehulpmiddelen, werd het steeds duidelijker dat deze systemen inherent kwetsbaar zijn voor elektronische stoortechnieken. In de Koude-oorlogperiode werd duidelijk dat het Warschau-Pact, met name de Sovjet-Unie, beschikt over een hechte doctrine en over de middelen om daarmee Radio Electronic Combat (REC) te bedrijven. Het storen van Westerse radiostations is algemeen bekend en ook operaties waarbij gebruik werd gemaakt van *chaff* (strookjes geleidend materiaal, „afgestemd” op radarfrequenties, teneinde radars te storen), zijn niet ongemerkt voorbijgegaan (o.a. Tsjecho-Slowakije, 1968). Geleidelijk ontstond er ook een meer „actieve” storingsdreiging. Radioverbindingen, navigatiehulpmiddelen en radars konden elektronisch worden gestoord en zelfs misleid. Deze dreiging leidde tot een trainingsbehoefte. Het KLu EOV-Instructieteam ontstond. Hierdoor konden met name gebruikers van VHF- en UHF-radioapparatuur en de radaroperators van Command-and-control-, alsmede verkeersleidings- en wapensysteemradars worden geoefend

* Lord Carrington tijdens het 2e NAVO EW-symposium, in juni 1987.

Afb. 1 EOv-definities volgens MC 64/4



in de effecten van *Electronic counter measures* (ECM) op hun systemen. Op die wijze leerde men te werken met *Electronic counter-counter measures* (ECCM).

Rond het begin van de jaren '60 werd steeds duidelijker dat wapensystemen voor doelopsporing en vooral doel volgen meer en meer gebruik maakten van radartechnieken. Met name de USAF werd in Vietnam geconfronteerd met raket- en kanonsystemen met radargeleiding. De Amerikanen ontwikkelden al snel radarwaarschuwingsystemen en ECM-systemen ter bescherming van hun vliegtuigen. Daaromheen ontstond uiteraard een uitgebreid netwerk aan inlichtingsystemen, *Electronic intelligence* (Elint) en *Electronic support measures* (ESM).

Voor de ontwikkelingsgeschiedenis van de EOv bij de KLu is met name het aspect van de zelfbe-

scherming van de tactische vliegtuigen van belang geweest. Een definitieve „aanmoediging” ging uit van de dramatische gebeurtenissen tijdens de Jom-Kippoeroorlog in 1973. Vele (elektronisch) onbeschermden Israëlische vliegtuigen werden door Egyptische grond-lucht geleide-wapensystemen neergehaald. Het is dan ook niet toevallig dat in het midden van de jaren '70 de EOv bij de KLu een geweldige groei doormaakte. Voor de F-104G Starfighter en de NF-5 werden relatief eenvoudige EOv-systemen verworven. Parallel hieraan werden specialisten opgeleid en er kwam een EOv-organisatie tot stand. De aanschaffing van de F-16 leidde ertoe dat de KLu voor het eerst over een vliegtuig beschikte dat als het ware van een „volledig en hoogwaardig pakket” aan EOv-middelen was voorzien.

Geleidelijk aan is de EOv een integraal onderdeel gaan uitmaken van de nationale *Integrated combat*

training (ICT)-oefeningen en internationale oefeningen als RED FLAG (MS 152(1983)(7)325). Maar ook bij kleinschaliger oefeningen maakt de EOV steeds deel uit van planning, uitvoering en analyse. Algemeen is het besef gegroeid dat EOV in termen van verhoging van de eigen overlevingskans en dus missie-effectiviteit als „force multiplier” kan werken.

Begrippen

In het voorgaande zijn al enkele typische EOV-begrippen ter sprake gekomen. Om àl te grote verwarring te voorkomen is het zinvol een aantal kernbegrippen uit de EOV nader toe te lichten. Er heerst in de wereld van de EOV nogal wat spraakverwarring rond de begripsdefinities. De terminologie is van land tot land verschillend en vaak ook per krijgsmachtdeel. In de NAVO zijn diverse begrippen wel gedefinieerd, doch ook dan blijken interpretatieverschillen mogelijk. Voor het doel van dit artikel is het voldoende de „traditionele” indeling in ESM, ECM en ECCM aan te houden.

Afb. 1 geeft de definities en de onderlinge verbanden, zoals beschreven in MC 64/4.

De voor de KLu-wapensystemen relevantste aspecten spelen zich, zoals eerder reeds terloops aangegeven, voornamelijk af op het gebied van de ECM en de ECCM. Nader gespecificeerd bedoelen wij dan met ECM zoals de KLu die toepast allerlei vormen van meer of minder „intelligente”, passieve en actieve elektronische tegenmaatregelen. Dat zijn dus de maatregelen die d.m.v. actieve en passieve stoortechnieken tot doel hebben de tegenstander het vrije gebruik van het elektromagnetische spectrum te ontzeggen. Dat geldt zowel voor het radio- en radar- als het (elektro)optische-frequentiegebied. Bij de term ECCM moet primair worden gedacht aan middelen, technieken en procedures die tot doel hebben het vijandelijke gebruik van ECM onmogelijk en/of inefficiënt te maken. In de praktijk moet dan worden gedacht aan technieken in radar- en communicatieapparatuur en verder aan alle procedures die de gebruiker in staat moeten stellen de middelen ondanks storing toch te kunnen gebruiken. Bij de beschrijving van de hoofdcategorieën systemen zal een en ander worden toegelicht.

Radarsystemen

Vele (militaire) radarsystemen beschikken reeds jarenlang over tal van technische voorzieningen (elektronische „trucs”) die in staat zijn de effecten van stoor- en misleidingstechnieken te reduceren. Dat zijn in principe aan de systemen inherente technieken. Het aantal technische mogelijkheden is zeer groot. Men kan denken aan rondzoek-, doelopsporings- en doelvolgradars. Het geleidingssysteem van een met radar bestuurd geleidewapensysteem, radarantennes, frequenties, golfvormen, data-processing en systeemcircuits; deze kunnen alle met ECCM-voorzieningen worden uitgerust. Een standaardwerk op het gebied van ECM en ECCM [3] geeft een opsomming van meer dan 200 ECCM-technieken. Door de radaroperators van verkeersleidingsradars, CRC's, geleidewapensystemen, vliegtuigradars enz. regelmatig te confronteren met trainingsmiddelen zoals die waarover het KLu EOV-Instructieteam beschikt, dan wel door gebruik te maken van de bij de verschillende systemen behorende synthetische simulatoren, is het mogelijk de radaroperators en gebruikers te laten oefenen onder (gesimuleerde) EOV-condities.

Ook de door de operator te nemen acties als reactie op toegepaste ECM kunnen onder de categorie ECCM worden begrepen. De „technische” ECCM's kunnen slechts in bepaalde mate bijdragen tot de probleemoplossing. Bij moderne systemen is er een duidelijke trend om de operator zoveel mogelijk werk uit handen te nemen, en wel om snelle operationele beslissingen te kunnen nemen door veel onnodig menselijk hand- en denkwerk te vervangen door voorgeprogrammeerde „intelligente” reacties van het (deels) autonome systeem. Dat geldt ook op het gebied van de ECCM's. Door middel van moderne processing- en analysetechnieken is het mogelijk snel bepaalde vormen van ECM te onderkennen, te rubriceren en eventueel automatisch daarop te reageren. De operator kan daarbij geheel buitenspel zijn gebleven en krijgt ten hoogste een indicatie dat er „iets aan de hand” was.

De keerzijde van de medaille is de paradoxale situatie dat, indien het systeem „het niet aankan” of zelfs een bepaalde vorm van ECM niet onderkent, het ingrijpen van de operator en/of de sys-

teemtechnicus noodzakelijk blijft, maar dat e.e.a. zich op een veel hoger kennis- en ervaringsniveau zal afspelen dan in het verleden het geval was. De systemen worden complexer en gebruikers die de systemen werkelijk tot in de (EOV)finesses beheersen worden schaars. Met andere woorden: EOV-systeemtraining, synthetisch, maar vooral ook met „echte” ECM, is belangrijker dan ooit. Voor de KLu voorziet het EOV-Instructieteam voor een belangrijk deel in deze „live ECM/ECCM”-training op o.a. radargebied. Over enige tijd zal dit team over nieuwe, aan de huidige situatie aangepaste, apparatuur beschikken.

Communicatiemiddelen

Ten aanzien van het gebruik van communicatiemiddelen kunnen in principe dezelfde opmerkingen worden gemaakt als bij de radarsystemen. Hier geldt met name dat het gebruik van draadloze-communicatiemiddelen principieel tot het absolute minimum moet worden beperkt. Verbindingen kunnen namelijk worden gestoord, maar vooral ook afgeluisterd. Voor een deel is het af luisteren te bemoeilijken door speciale procedures en door technische ingrepen (vercijfering, frequentie, „hopping”, „burst”-berichten, enz.), maar juist ook weer bij het toepassen van procedures vervult de gebruiker van de radioverbinding een cruciale rol. Keer op keer blijkt dat training hierbij een absolute „must” is. Ook op radiogebied verzorgt het EOV-Instructieteam training (HF, VHF, UHF). Voorts kent de KLu twee monitor teams, behorend tot de Eerste Luchtmachtverbindingsgroep (1 LVG), die voortdurend controleren of de juiste verbindingsmiddelen en procedures worden toegepast.

Vliegtuigen

EOV-systemen voor vliegtuigen zijn reeds tientallen jaren in gebruik. De behoefte aan dergelijke systemen ontstond vooral tijdens de Vietnamoorlog toen Amerikaanse vliegtuigen meer en meer werden bedreigd door met radar geleide luchtafweersystemen. Radarwaarschuwingsontvangers, zelfbeschermings-ECM's en aangepaste tactieken werden snel ontwikkeld en ingevoerd. Toch veroorzaakte dat nog geen „doorbraak” op dit gebied

bij de meeste andere Westerse luchtmachten. Met name naar aanleiding van de gevolgen van de Jom-Kippoeroorlog in 1973, toen de Israëliëse luchtmacht aanvankelijk grote verliezen leed, werd ook bij de KLu besloten tot snelle invoering van zelfbeschermings-EOV-apparatuur voor tactische vliegtuigen. Het werd duidelijk dat zonder zelfbeschermingscapaciteit de overlevingskans t.o.v. radar- en infraroodgeleide wapens onaanvaardbaar klein begon te worden. Een en ander resulteerde in het midden van de jaren '70 in de aanschaffing van AN/ALQ-126-systemen voor F-104G-vliegtuigen. Het betrof een eerste generatie ECM-systeem, in gebruik bij de US Navy, dat in staat was de radars van een aantal doelvolgsystemen te storen en misleiden. Omstreeks dezelfde tijd werden voor de NF-5 een BF-2 radarwaarschuwingsontvanger van Franse makelij en twee *chaff*- en *flare*-dispensers van het type AN/ALE-40 aangeschaft, als afweer tegen radar en infraroodwapens.

Bij de aanschaffing van de F-16 werd voor het eerst uitgegaan van een volledige „EW suite”, bestaande uit *chaff*- en *flare*-dispensers (AN/ALE-40), een radarwaarschuwingsontvanger (AN/ALR-69) en een radarstoorzender (AN/ALQ-131). Het zal om voor de hand liggende redenen duidelijk zijn dat het uitgesloten is hier een uitgebreid exposé te geven over de systeemcapaciteiten van de bij de KLu in gebruik zijnde vliegtuig-EOV-systemen. Niettemin is het mogelijk op grond van ongeclassificeerde gegevens enigszins toe te lichten hoe de respectieve systemen bijdragen tot de nagestreefde vergroting van de overlevingskans en daarmee tot vergroting van de kans dat de gehele missie succesvol wordt uitgevoerd.

Radarwaarschuwingsontvanger

Het eerste systeem waarover een tactisch vliegtuig dient te beschikken is een radarwaarschuwingsontvanger (RWR). Een RWR heeft de functie de vlieger via een audio- en/of visuele presentatie te informeren over de aanwezigheid van radars in de (nabije) omgeving van het vliegtuig. Moderne systemen zoals de AN/ALR-69 geven de vlieger informatie over het type systeem, veelal in alfa-numerieke presentatie op een kleine beeldbuis. Behalve het type van de dreiging worden de richting



Afb. 3 Het AN/ALQ-131-systeem onder een F-16

en vaak de (relatieve) afstand, alsmede de status (zoeken, volgen enz.) weergegeven (afb. 2).

RWR's ontlenen hun gegevens aan het meten van parameters van systemen, zoals pulsherhalingsfrequentie, pulsbreedte, RF-frequentie, de aan- of afwezigheid van stuurcommando's, enz. De wijze waarop moderne RWR's werken berust meestal op een „bibliotheek" van parametrische radargegevens, opgeslagen in de zg. *Emitter identification data* (EID). De door de antennes opgevangen signalen worden met deze opgeslagen gegevens vergeleken, waarna — zodra er sprake is van een door het systeem „herkend" signaal — typepresentatie volgt. Het systeem kan dusdanig worden geprogrammeerd dat v.w.b. de presentatie prioriteiten worden gesteld. Op grond van de uiteindelijke presentatie van symbool en audiotonen kan de vlieger tactische beslissingen nemen t.a.v. het activeren van ECM, manoeuvreren, enz.

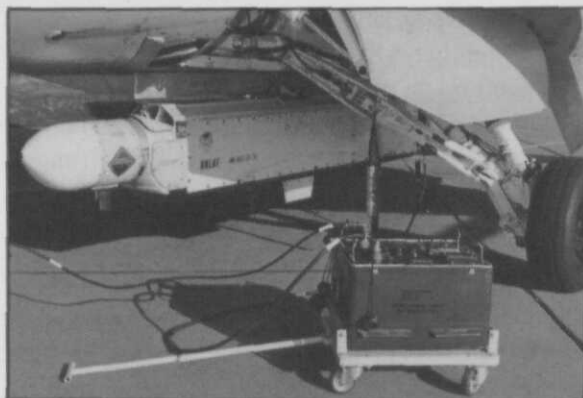
ECM-systemen

De tweede categorie EOY-systemen waarover een tactisch vliegtuig dient te beschikken zijn radarstoor- en/of misleidings-ECM. Deze categorie wordt ook wel eens „actieve" ECM genoemd.

Afb. 2 Display van het AN/ALR-69-systeem



Afb. 4 Het AN/ALQ-131 ECM-systeem kan door middel van een „memory loader verifier" (MLV) worden geheerprogrammeerd



Het gaat hier om elektronische systemen die in staat zijn radarsignalen op te vangen, te analyseren en daarna, al dan niet via manipulaties, weer energie uit te zenden op zodanige wijze dat de bedreigende radar het opereren onmogelijk wordt gemaakt resp. bemoeilijkt. Bij het gebruik van ECM ter bescherming van vliegtuigen zijn twee wederzijds aanvullende concepties te onderscheiden. Actieve ECM kan worden ingezet ter ondersteuning van tactische operaties. Daartoe kan worden gedacht aan storing op afstand, de zg. *Stand-off jamming* (SOJ), en begeleidende storing, zg. *Escort jamming* (ESJ). Er zijn verscheidene varianten te bedenken. Het doel van deze soort storing is het ondersteunen van o.a. (grote) formaties vliegtuigen. Daarvoor zijn speciaal uitgeruste vliegtuigen nodig, zoals de EF-111 Raven en de EA-6B Prowler.

Voorts dient elk (tactisch) vliegtuig over een zelfbeschermings-ECM-systeem te beschikken. Het doel van deze vorm van actieve ECM is, zoals de typering reeds aanduidt, uitsluitend het beschermen van het eigen platform. Deze ECM-vorm wordt bij de KLu toegepast. Het systeem kan bestaan uit een in het vliegtuig geïntegreerd systeem (zoals bij de F-104G met het AN/ALQ-126-systeem het geval was), of uit een extern mee te dragen gondel, een zg. „ECM-pod" zoals met de AN/ALQ-131 voor de F-16 het geval is (afb. 3 en 4). Over de voor- en nadelen van intern of ex-

tern is veel geschreven en nagedacht. In het algemeen is een intern systeem te prefereren omdat dan geen wapenophangpunt verloren gaat. Het nadeel is echter dat bij een intern systeem de integratie in het vliegtuig (zeker als er in de oorspronkelijke conceptie geen rekening met inbouw is gehouden) zeer complex kan zijn. Onder andere om deze reden en om niet te veel tijd te verliezen werd voor de Nederlandse F-16 gekozen voor een ECM-pod, het AN/ALQ-131-systeem. Daarenboven heeft bij de aanschaf van de F-16 steeds gegolden dat zoveel mogelijk „commonality” met de andere F-16-partners, en zeker de USAF, moest worden nagestreefd. In navolging van USAF is dan ook voor de AN/ALQ-131 gekozen.

De capaciteiten van de generatie systemen als de AN/ALQ-131 berusten in het algemeen op de volgende eigenschappen.

- „Klassieke” ruisstoring, al dan niet voorzien van bepaalde modulaties.
- „Repeater”-technieken, waardoor de gereflecteerde radarpuls in tijd kan worden gemanipuleerd.
- „Transponder”-technieken, technieken die veel lijken op de voorgaande.

In de open literatuur zijn deze technieken algemeen bekend. Ruisstoring, in principe bedoeld om de ontvangergevoeligheid van een radar te beïnvloeden, heeft in principe tot gevolg dat de afstands-informatie wordt beïnvloed. Deze storingsvorm kan worden voorzien van allerlei modulaties, vaak gerelateerd aan radar „scan”- en andere doelvolgkarakteristieken, alle tot doel hebbend de radarafstands- en hoek-informatie te beïnvloeden. De „repeater”- en „transponder”-technieken berusten in principe op het heruitzenden van ontvangen radarenergie, en wel op zodanige wijze dat het „echte” gereflecteerde signaal wordt „gemaskeerd”, waarna in de tijd met deze kunstmatig geproduceerde puls wordt gemanipuleerd. Een en ander kan leiden tot het veranderen van o.a. afstands-informatie. Technisch is het mogelijk misleiding in afstand, hoek en snelheid toe te passen.

Het moge duidelijk zijn dat hier in slechts enkele woorden wordt weergegeven wat in werkelijkheid zeer ingewikkelde interactieve processen zijn. Dat, om deze technieken toepasbaar te maken, over zeer hoogwaardige technologie moet worden

beschikt behoeft geen betoog. Zeer veel onderzoeksgelden worden geïnvesteerd om steeds nieuwe ECM-technieken te ontwikkelen, te testen en te implementeren. Als separaat systeem is het ECM-systeem dan ook een van de kostbaarste subsystemen van de huidige tactische vliegtuigen.

Chaff- en flare-systemen

Een andere categorie van ECM, soms „passieve” ECM genoemd, zijn de systemen die *chaff* en/of *flares* kunnen uitstoten, middelen die op zichzelf passief zijn. Chaff (ook Window of Düppel genoemd) is reeds zeer lang bekend. Zowel de Engelsen, Amerikanen als de Duitsers gebruikten het tijdens de Tweede Wereldoorlog. Chaff bestaat uit grote hoeveelheden reflecterend materiaal, in principe uit dipolen die resonant zijn op tevoren bepaalde radarfrequenties. Deze dipolen hebben de eigenschap radarenergie optimaal te reflecteren. Indien deze dipolen in grote hoeveelheden worden gebruikt ontstaan daardoor sterk radar-reflecterende „wolken”, in de vorm van lange corridors, „tapijten” of juist als „spookdoelen”.

De eerstgenoemde toepassing vereist speciale middelen om deze zg. „bulk chaff” op zijn plaats te brengen. Meestal geschiedt dat d.m.v. speciale gondels onder een vliegtuig, waarin tijdens de vlucht de chaff op de gewenste dipoolen kan worden gesneden en afgeworpen. Deze toepassing moet worden gezien als ondersteunend voor tactische operaties; ze is enigszins te vergelijken met de eerdergenoemde *Stand-off-jamming*.

De tweede wijze van chaffgebruik is uitsluitend voor zelfbescherming bedoeld. Het AN/ALE-40-systeem waarover de F-16 en de NF-5 beschikken is een dergelijk systeem (afb. 5). De vlieger kan op een knop drukken waardoor een of meer bundels chaff worden uitgestoten. De bedoeling is dat in de onmiddellijke omgeving van het vliegtuig een „wolk” ontstaat met een radarreflecterend oppervlak dat vergelijkbaar is met het vliegtuig zelf. Door de uitstootparameters correct te kiezen is het mogelijk de doelvolgradar de chaffwolk te laten volgen in plaats van het vliegtuig. Daardoor kan de vlieger een „break-lock” veroorzaken.

Verwant aan het gebruik van chaff is het uitwerpen van *flares*. Dat zijn fakkels, die eveneens, in het

geval van de F-16 en de NF-5, door het AN/ALE-40-systeem worden uitgestoten. Daarbij wordt getracht de infraroodsignatuur van het vliegtuig, met name van de uitlaat, na te bootsen. De flares vallen van het vliegtuig weg, waardoor een wapen dat op het infrarood-doelvolgprincipe berust, van zijn doel kan worden afgeleid.

Het is duidelijk dat elk van de bovenomschreven ECM's, zowel op radar- als op infraroodgebied, op zichzelf weer uitnodigt tot het ontwikkelen van ECCM's. Dat is bijna een cyclisch proces en het eind ervan is voorshands niet in zicht.

Kosteneffectiviteit

Uit het bovenstaande moge blijken dat in het jongste decennium vooral aandacht is besteed aan zelfbeschermingsmaatregelen t.b.v. jachtvliegtuigen. Zeker in termen van bestede gelden is dat het geval. Uit een artikel van Satter, Breeschoten en Droste over een lange-termijnvisie op jachtvliegtuigen bij de KLu (*MS 155*(1986)(15)), blijkt zeer duidelijk dat de KLu nu en in de toekomst zal moeten zijn uitgerust met relatief eenvoudige, zg. „swing-role“-vliegtuigen, die zich in het door de schrijvers gedefinieerde „middlespectrum“ bevinden. De F-16 A/B behoort tot die categorie.

Zeer gespecialiseerde (in dit geval EOV-) vliegtuigen, zoals de EF-111 Raven, zullen door de KLu vanwege de zeer hoge kosten niet kunnen worden aangeschaft. Dan blijft dus over in ieder geval de eigen vliegtuigen te voorzien van adequate zelfbeschermingsmiddelen. Dat is overigens ook een reeds lang bestaande NAVO-eis. Niettemin zal het zelfbeschermings„pakket“ qua kosten



Afb. 5 AN/ALE-40 chaff- en flare-dispensersysteem; links flare-dispenser met flare-cartridge, rechts chaff-dispenser met chaff-cartridge

in een zekere verhouding moeten staan tot de kosten van het te beschermen vliegtuig, het aantal in oorlogstijd te genereren sorties, enz. Kosteneffectiviteit blijkt in dit opzicht echter zeer moeilijk te definiëren en te bepalen. Uiteraard wordt uitgegaan van een verhoging van de overlevingskans door het gebruik van (zelfbeschermings)EOV.

Het aantal conflicten waarin dit soort EOV-middelen op enige schaal is toegepast is betrekkelijk gering (Vietnam, Jom Kippoer, Falklands). De trend is overigens wel zeer duidelijk: geen „situational awareness“ (RWR) en geen zelfbeschermings-ECM betekent dat de kans op overleven zeer negatief wordt beïnvloed. Anderzijds zijn de kosten van zelfbeschermingssystemen, met name van het ECM-deel, zeer hoog, en wel met name vanwege de zeer hoogwaardige technologie van dergelijke systemen.

Er is veel gedaan aan theoretische studies. Daartoe zijn allerlei modellen uitgewerkt, met name ook modellen die zijn aangepast aan de omstandigheden van de Central Region, zowel qua terrein- als dreigingsaspecten; zulks vooral omdat de genoemde conflicten waarin EOV voor vliegtuigen een zo belangrijke rol speelde, niet zomaar toepasbaar zijn voor Westeuropese omstandigheden. Een groot nadeel van theoretische studies blijft het feit dat veelal vooronderstellingen moeten worden gedaan die niet op ervaring (kunnen) berusten. Deze „best guesses“ vormen vaak de zwakste schakel in de simulatiestudies. Een andere manier is het als het ware extrapoleren van feitelijke gegevens van recente conflicten. Een dergelijke poging is gedaan door Romano Fiore in het tijdschrift *Military Technology* ((1982)(7)109), waarin, op basis van gegevens van de Jom-Kippoeroorlog, de schrijver tot de volgende benadering komt. Afhankelijk van de mate van „sophistication“ van een bepaald type jachtvliegtuig is het mogelijk een „theoretische beschikbaarheid“ te berekenen. Aan de hand daarvan toont schr. aan dat voor de categorie vliegtuigen waartoe o.a. de F-16 behoort (middlespectrum) een kosteneffectieve reductie van „kill“-kansen kan worden gerealiseerd indien tussen 10 à 20% van de basisplatformprijs aan EOV-zelfbeschermingssystemen wordt besteed. Deze situatie wordt in het geval van de F-16 in redelijke mate benaderd. ▷

Toekomstige ontwikkelingen

Zoals reeds gesteld is het in een „open” tijdschrift als dit niet mogelijk gedetailleerde gegevens te verstrekken over de huidige concrete systeemcapaciteiten van (radar)ECCMs, RWR's en ECM-systemen, noch over lopende verbeteringsprogramma's. Eén ding is wel duidelijk, nl. dat de systemen die merendeels zijn aangeschaft met „growth potential” dit potentieel zeker nodig zullen hebben. Met name op het gebied van ontvanger- en processingtechnieken is het einde nog lang niet in zicht. Een groot voordeel van bijna alle moderne systemen is dat zij met software programmeerbaar zijn en bovendien modulair van opbouw. Voorts gaat een aantal technologische ontwikkelingen door. Gezocht zal worden naar verkleining van detectiekansen door o.a. het radarreflecterend oppervlak van bv. een vliegtuig te verkleinen, de zg. „stealth”-technologie (MS 158(1989)(5)237). Ook is er een duidelijke trend

naar het zoeken van goedkopere ondersteunende ECM, bv. door gebruik te maken van *Remotely piloted vehicles* (RPV) of „drones” met een ECM-pakket aan boord. Verder het ontwikkelen van de zg. „hard kill”-systemen, met name t.b.v. *Suppression of enemy air defences* (SEAD), een taak die ook zeer wel door RPV's en/of drones kan worden uitgevoerd. Ten slotte zijn er ontwikkelingen gaande die een veel uitgebreider gebruik van het elektromagnetische spectrum mogelijk maken. Hogere (radar)frequentiegebieden, „directed energy”-wapens, zoals laserwapens enz., zijn in ontwikkeling. Dat zal dan weer uitmonden in de ontwikkeling van bijbehorende ECM's en ECCM's.

Al lijkt het er soms op dat EOVS nog steeds een „speeltuim voor specialisten” is, toch is dat in de praktijk nauwelijks juist. Het is duidelijk dat er nog maar weinig categorieën militair personeel bestaan die „om de EOVS heen kunnen”. Het belang van EOVS zal alleen nog maar toenemen.

Literatuur

1. A. Price — *Instruments of darkness*. New York (1978).
2. A. Price — *The history of US electronic warfare*. Westford Ma. (1984).
3. L. B. van Brunt — *Applied ECM*, dln 1 en 2. Dunn Loring Va. (1982).



JUBILEUM

Op 6 mei 1990 zal het 125 jaar geleden zijn dat de Koninklijke Vereniging ter Beoefening van de Krijgswetenschap werd opgericht. Ter gelegenheid daarvan zal op 12 oktober 1990 een themadag worden gehouden met als onderwerp

Westeuropese veiligheid na 1992

Aanbevolen wordt deze datum reeds nu in uw agenda vast te leggen.