



36° Stormo Virtuale

DCS: FLAMING CLIFFS 3

F-15C

Guida comprensiva

INDICE

1. Premessa.....	4
2. Introduzione.....	4
2.1 Dati tecnici.....	5
2.2 Tipologie di Missioni.....	5
3. Il Radar: AN/APG 63.....	6
3.1 AN/APG 63: descrizione.....	7
4. Armamento.....	9
4.1 M61A1 “Vulcan”.....	9
4.2 AIM-7M “Sparrow”.....	10
4.3 AIM-9M “Sidewinder”.....	11
4.4 AIM-120B/C “Slammer”.....	12
5. Strumentazione.....	14
5.1 Multi Purpose Colour Display (MPCD).....	15
5.2 Anemometro e indicatore di velocità rispetto al suono.....	16
5.3 Indicatore dell'angolo di attacco.....	16
5.4 Accelerometro.....	16
5.5 Attitude and Direction Indicator (ADI).....	17
5.6 Altimetro barometrico.....	17
5.7 Indicatore Velocità Verticale (VVI).....	17
5.8 Indicatore del regime di rotazione dei motori.....	18
5.9 Temperatura dei gas all'ingresso della turbina.....	18
5.10 Indicatori del flusso del carburante.....	18
5.11 Indicatori di posizione degli ugelli di scarico.....	18
5.12 Indicatore del livello di carburante.....	19
5.13 Horizontal Situation Indicator (HSI).....	19
6. Modalità Operative HUD/VSD.....	21
6.1 Simbologia base dell'HUD.....	21
6.2 Navigazione (NAV)	22
6.3 Atterraggio strumentale (ILSN).....	23
6.4 Beyond Visual Range – RWS (Range While Scan).....	24
6.5 Beyond Visual Range – STT (Single Target Track).....	26
6.6 Beyond Visual Range – TWS (Track While Scan).....	30
6.7 Beyond Visual Range - Operazioni in presenza di ECM	31
6.8 Close Air Combat – Vertical Scan (VS).....	32
6.9 Close Air Combat – Boresight (BORE).....	33
6.10 Close Air Combat – Gun Auto Acquisition (GUN).....	33
6.11 Close Air Combat – AIM-9 CAGED/UNCAGED.....	34
6.12 Close Air Combat – AIM-7 FLOOD.....	35
6.13 Close Air Combat – AIM-120 VISUAL.....	36
7. TEWS: Avvisatore di Scoperta Radar ed ECM.....	37
7.1 RWR AN/ALR-56C.....	37
7.2 TEWS scope: funzionamento.....	38
7.3 TEWS scope: simbologia.....	39

7.4 TEWS scope: elenco dei simboli.....	40
7.5 Minacce terra-aria in funzione del raggio operativo.....	42
Ringraziamenti.....	43



1. Premessa

Questo documento contiene le informazioni e le nozioni necessarie per poter conoscere ed imparare a pilotare il caccia F-15C disponibile nel simulatore Flaming Cliffs 3.

In questa guida sono riportate dettagliate descrizioni dei sistemi di bordo, dei sistemi d'arma ed ovviamente del velivolo; i dati in esso contenuti, come ad esempio le prestazioni dei missili, fanno principalmente riferimento ai valori osservati durante i test effettuati sul simulatore FC3, questa scelta è stata dettata dalla volontà di fornire all'allievo pilota gli stessi valori che saranno poi riscontrati in volo.

L'allievo pilota che intende conseguire l'abilitazione LCR sul velivolo F-15C, troverà in questo documento un valido e semplice supporto.

2. Introduzione

L'F-15 "Eagle" nasce dall'esigenza di contrastare il caccia russo MiG-25 "Foxbat" capace di raggiungere una velocità massima di circa Mach 3.

La filosofia di progettazione adottata per l'Eagle, è stata quella di sviluppare un caccia senza compromessi facendo tesoro della lezione appresa in Vietnam con l'F-4 Phantom II, che nonostante avesse un notevole vantaggio tecnologico sulle sue controparti russe, Mig-17 e Mig-21, faticava ad averne la meglio.

Il primo volo dell'F-15 risale al 1972, il velivolo entrò in servizio operativo quattro anni più tardi, nel 1976 con la versione F-15A; nel 1980 è introdotta la versione F-15C, dotata di un'avionica più efficiente, maggiore capacità di carico bellico ed autonomia.

Dalla sua entrata in servizio l'F-15 ha ridefinito lo standard di base al quale fanno riferimento tutti i caccia occidentali, solo all'alba del Ventunesimo secolo ha dovuto cedere il passo al modernissimo F-22 "Raptor".

Attualmente l'Eagle, in diverse versioni, compone la spina dorsale della difesa aerea degli Stati Uniti, dell'Arabia Saudita, della Korea del Sud, dello Stato d'Israele e del Giappone.

2.1 Dati tecnici

◆ Dimensioni e Pesì

Lunghezza: 19.43 m

Altezza: 5.63 m

Apertura alare: 13.05 m

Superficie alare: 56.5 m²

Peso a vuoto: 12790 kg (28197 lbs)

Peso (configurazione aria aria tipica): 21600 kg (47679 lbs)

Peso massimo: 30845 kg (68000 lbs)

Carico carburante: 6103 kg (13455 lbs)

◆ Prestazioni

Tangenza operativa: 18300 m (60000 ft)

Velocità massima a livello del mare (pulito): 1540 km/h (830 kts)

Velocità massima a livello del mare (carico aria aria tipico): 1350 km/h (730 kts)

Velocità massima in quota (pulito): 2430 km/h (1310 kts)

Velocità massima in quota (carico aria aria tipico): 1930 km/h (1040 kts)

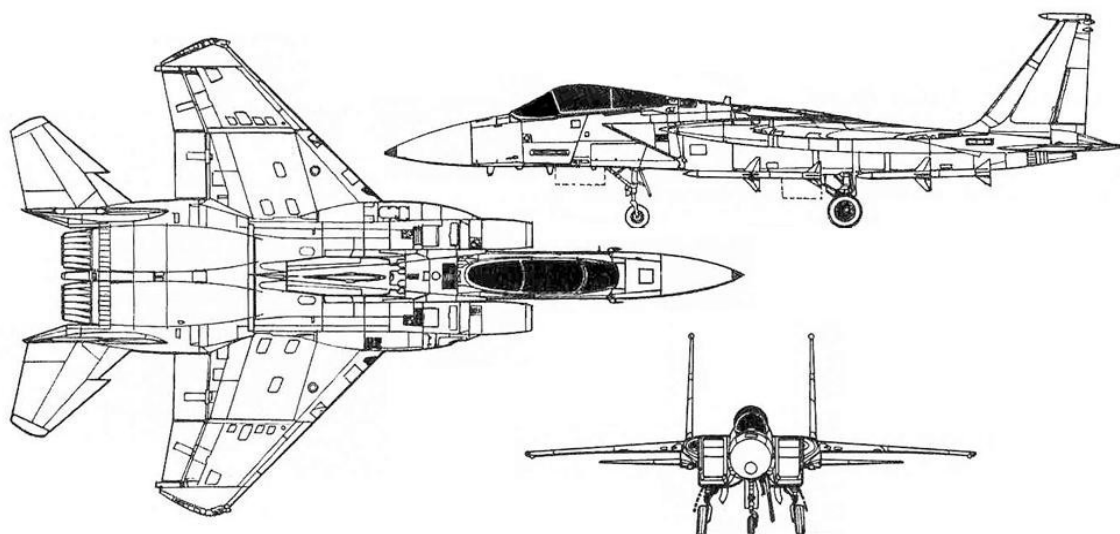
Velocità di decollo: 220 km/h (120 kts)

Velocità di atterraggio: 234 km/h (126 kts)

Carico g massimo: 9

Raggio operativo (configurazione aria aria tipica): 1170 km (625 nmi)

Raggio di trasferimento: 3170 km (1710 nmi)



2.2 Tipologie di Missioni

L'F-15C è nato per svolgere qualsiasi tipo di missione da superiorità aerea, qui di seguito una breve descrizione dei task di missione aria-aria:

◆ COMBAT AIR PATROL

Pattugliamento in uno spazio aereo definito, con lo scopo di fornire copertura aerea. L'obiettivo è assicurare la superiorità aerea garantendo ai velivoli amici la possibilità di agire in uno spazio sicuro.

◆ **ESCORT**

Scorta di aerei amici non in grado di difendersi in modo adeguato dall'attacco di velivoli nemici.

◆ **FIGHTER SWEEP**

Pattugliamento aereo particolarmente aggressivo effettuato in territorio nemico con lo scopo principale di ingaggiare un combattimento con caccia nemici o mezzi nemici importanti (come gli AWACS) prima che formazioni da attacco amiche penetrino nello spazio aereo nemico.

◆ **POINT INTERCEPT**

Intercettazione di velivoli nemici o non identificati sotto la guida del controllo di terra.

L'F15C si può definire un caccia da superiorità aerea puro, non possiede nessuna capacità aria-terra.

3. Il Radar: AN/APG 63

L'unico sistema di rilevamento installato sull'F-15C è il potente radar AN/APG-63.

Il radar è entrato a far parte della definizione di caccia ogni-tempo sin dalla Seconda Guerra Mondiale. Grazie alla capacità delle onde radio di penetrare ostacoli come nuvole e nebbia, questo sensore fornisce al caccia la capacità di individuare bersagli in volo e puntarci contro l'armamento, di giorno o di notte, indipendentemente dalle condizioni meteo che possono degradare il rilevamento visivo.

Il radar è in grado di individuare bersagli a distanze molto elevate, rendendolo un elemento insostituibile nel combattimento BVR, le limitazioni del suo funzionamento sono uno dei principali elementi che condizionano le tattiche di combattimento.

Il radar opera concentrando le onde radio in un fascio ristretto, trasmettendolo nello spazio e poi ricevendo il segnale che viene riflesso dal bersaglio, i moderni radar, come quello impiegato sull'F-15C sono di tipo doppler: per l'individuazione del bersaglio si basano sull'analisi della componente radiale della velocità del bersaglio.

I radar doppler hanno migliori capacità di inseguimento dei bersagli in volo a bassa quota (look down), riuscendo a filtrare il ritorno RADAR del terreno; inoltre sono in grado di misurare con precisione la velocità del bersaglio, l'unico neo, non sono in grado di rilevare bersagli a bassa quota con componente radiale della velocità nulla, come, ad esempio, bersagli che volano perpendicolarmente rispetto alla nostra direzione (Flanking).

Per massimizzare le capacità di rilevamento dei bersagli i radar doppler impiegano diverse frequenze di ripetizione degli impulsi (PRF): frequenze di ripetizione elevate (HI) sono indicate per il rilevamento di bersagli in avvicinamento (Hot) mentre frequenze di ripetizione più basse (MED) consentono una migliore individuazione di bersagli in allontanamento (Cold); il RADAR dell'F-15C alterna automaticamente tra queste due impostazioni, è comunque possibile variare manualmente le frequenze di ripetizione degli impulsi per ottimizzare la ricerca.

Quando in modalità di ricerca (RWS) il radar opera su aree di scansione con ampiezza massima di 120°; in modalità di tracciamento (STT) il radar concentra un ristretto fascio sul bersaglio, mentre in modalità (TWS) esso combina la ricerca col tracciamento (TWS), con un'ampiezza di scansione di 60° in tale modalità il radar può tracciare bersagli multipli impiegando metodi predittivi per approssimare la posizione dei bersagli tra una scansione e la successiva, i bersagli che eseguono rapide manovre cambiando la loro quota o la loro direzione possono interrompere momentaneamente la propria individuazione.

3.1 AN/APG 63: descrizione

Elenchiamo di seguito le principali caratteristiche del RADAR AN/APG 63:

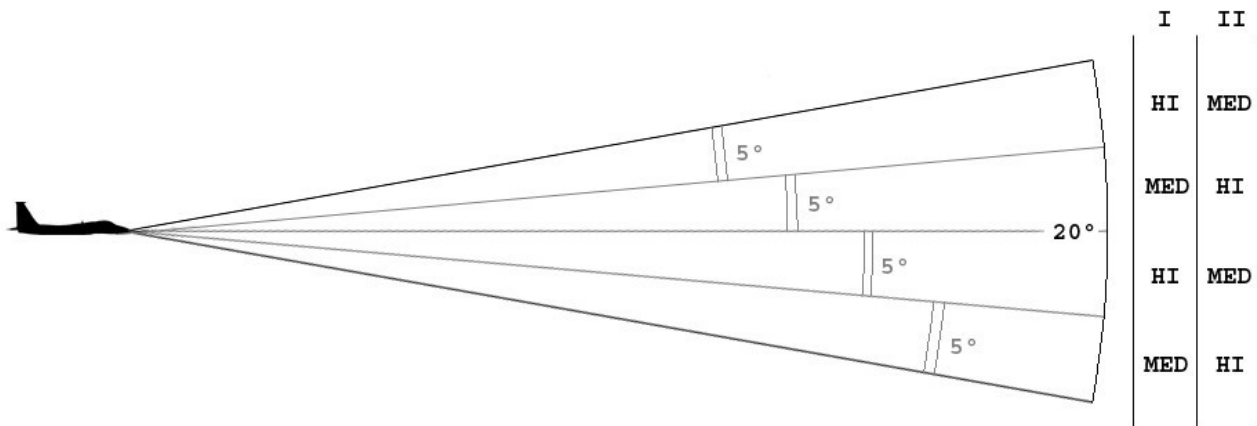
- Azimuth cono di scansione: 60°/120° Azimuth massimo (gimbal limit): ±120°
- Elevazione cono di scansione: 20° Elevazione massima (gimbal limit): ±60°
- Distanza media di individuazione in quota (emisfero frontale): 100 km (54 nmi)
- Distanza media di individuazione in quota (emisfero posteriore): 40 km (22 nmi)
- Numero massimo di bersagli in modalità di ricerca: 10
- Numero massimo di bersagli in modalità TWS: 4

Per come sono costruiti, i RADAR utilizzati sui caccia (quelli presenti in Flaming Cliffs quantomeno) finché l'antenna è ferma hanno un campo "visivo" formato da un cono il cui vertice avrà un'ampiezza di pochi gradi (2 o 3 solitamente).

Data l'ampiezza esigua di tale cono è semplice comprendere la necessità di ruotare l'antenna in alto e in basso (antenna elevation), a destra e a sinistra (antenna azimuth) in maniera da coprire una porzione di spazio maggiore; tale spazio avrà anch'esso forma conica (se ne intuisce il motivo pensando al movimento che farà l'antenna) e prende il nome di cono di scansione.

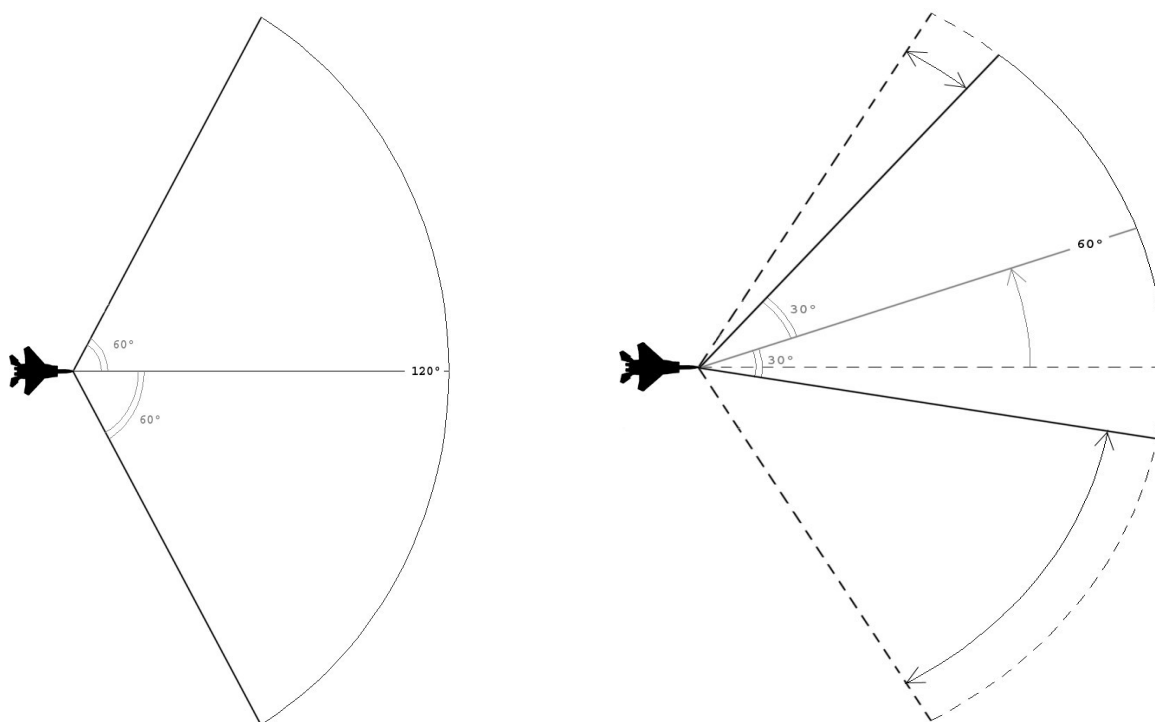
Il modo in cui viene perlustrato il cono di scansione è di fondamentale importanza perché spiega il motivo per il quale ciò che noi andremo a vedere sul display del RADAR (meglio noto come RADAR scope) sarà l'insieme di tante piccole parti di spazio osservate indipendentemente (e con impulsi di diverso tipo) e la necessità di regolare il pattern di scansione (la maniera con cui l'antenna del RADAR si muove per effettuare la ricerca) in maniera adeguata alla situazione che intendiamo affrontare.

Di default il RADAR eseguirà una scansione un'elevazione centrata con l'asse dell'aereo (10° sopra all'asse e 10° sotto per un totale di 20°) divisa in quattro barre da 5° ciascuna, alternando la frequenza di ripetizione tra alto (HI) e medio (MED), per essere sicuri di individuare un bersaglio compreso nel cono di scansione l'antenna dovrà dare otto spazzate orizzontali per via del movimento verticale della stessa e dell'alternarsi della frequenza di ripetizione.



L'azimuth dello sweep (spazzata) dell'antenna sarà di 120° in modalità di ricerca RWS standard e 60° in TWS; e' comunque possibile ridurre lo sweep manualmente, una volta ridotto è possibile spostare a destra o a sinistra i limiti dell'azimuth stesso (ad esempio se vogliamo andare a scansionare solo la metà sinistra del emisfero anteriore all'aereo).

L'ampiezza della scansione in termini di elevazione è invece fissa: è tuttavia possibile regolare i limiti di elevazione dell'antenna (il che equivale ad impostare un offset sull'angolo di elevazione dell'antenna ad esempio effettuare una scansione da 10° a 30° sotto all'asse dell'aereo).

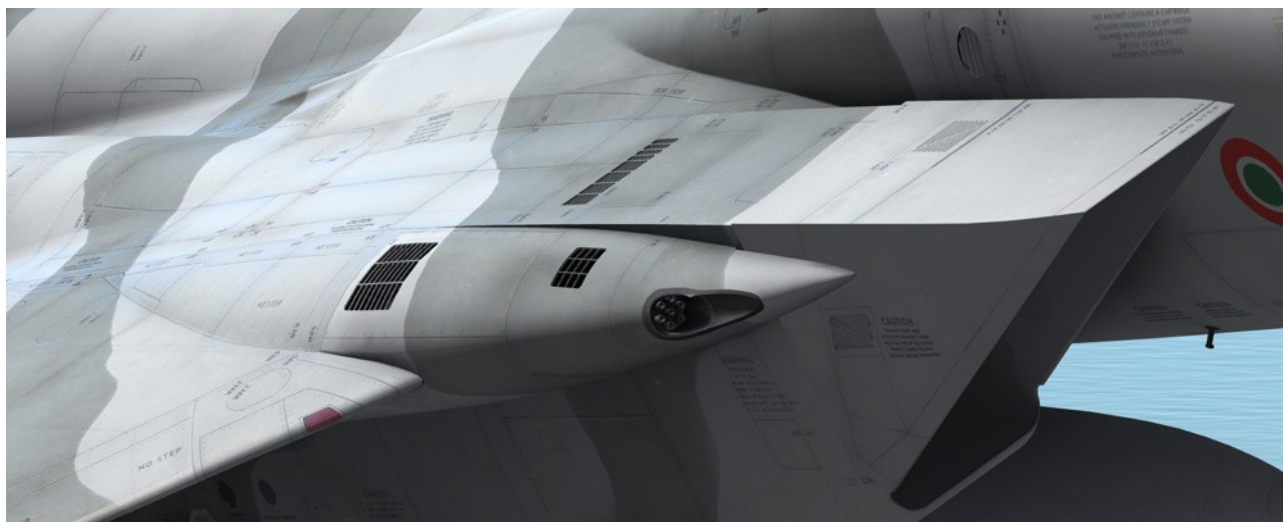


Nell'immagine di sinistra riportate di sopra vediamo la configurazione del cono di scansione nella sua massima ampiezza, ovvero 120° (disponibile solo in modalità RWS), mentre in quella di destra il cono è ridotto a 60° e ruotato arbitrariamente (per la precisione di 50° verso sinistra); le linee tratteggiate mostrano i limiti di rotazione del cono.

4. Armamento

Per completare questo sguardo introduttivo alle caratteristiche e modi d'impiego dell'aereo diamo una rapida descrizione dei sistemi d'arma disponibili.

4.1 M61A1 “Vulcan”



L'M61A1 Vulcan è l'unica arma interna dell'F-15C, il Vulcan è dotato di sei canne rotanti ed è stato introdotto per la prima volta nell'indimenticabile F-104 “Starfighter”, esso fu uno dei punti fermi della genesi dell'F-15 dopo la negativa esperienza in Vietnam dell'F-4 “Phantom” sprovvisto di cannone.

Le caratteristiche principali del Vulcan sono le seguenti:

- Sei canne da 20 mm
- Rateo di fuoco di 6000 colpi al minuto
- Dotazione (per l'F-15C) di 900 colpi

Sull'F-15C il Vulcan è supportato da superbe modalità di puntamento RADAR e dalla presenza di un HUD su cui viene rappresentata in tempo reale la soluzione di tiro contro il bersaglio designato.

Oltre all'utilità nel combattimento manovrato il Vulcan è un'arma molto valida quando associato a manovre di “boom'n'zoom” nell'attacco di bersagli di grandi dimensioni.

4.2 AIM-7M “Sparrow”



Tra i missili in dotazione all'F-15C l'AIM-7M è quello più datato, le sue origini risalgono agli anni '50 e fino ai primi anni '90 lo Sparrow è stato il missile a medio raggio standard per tutte le forze aeree statunitensi e per molte delle forze NATO.

La versione AIM-7M ha poco a che spartire con gli originari modelli della metà degli anni '50; entrato in servizio nel 1982, ha accompagnato l'evoluzione da F-15A, precedentemente equipaggiato di AIM-7F, ad F-15C equipaggiato appunto con l'AIM-7M.

Le caratteristiche principali del missile sono:

- Peso di 230 kg
- Lunghezza di 3.66 m
- Diametro di 0.20 m
- Testata esplosiva equivalente a 39 kg di TNT
- Guida RADAR semiattiva
- Carico G massimo di 20 g
- Velocità massima: 2711 km/h o 1464 kts (lancio da 12000 ft a 500 kts)
- Gittata massima di 55,5 km o 30 nmi
- Gittata utile di 28 km o 15nmi

Per via della guida semiattiva il bersaglio deve essere inseguito in modalità **STT** per tutta la durata del tempo di volo del missile.

In alternativa è possibile utilizzare, a brevi distanze, la modalità **FLOOD**.

La gittata massima di 30 nmi è raggiungibile a quote di 40000 piedi; lanciando da quote superiori è possibile incrementare ulteriormente la gittata ma il rischio è quello di superare la durata della batteria del missile.

Sebbene ormai superato, per molti aspetti, da armi più recenti, l'AIM-7M resta un'arma piuttosto affidabile e prevedibile proprio per la guida RADAR semiattiva che in qualche modo lo penalizza.

Il compito di mantenere agganciato il bersaglio sul RADAR è quindi in mano al pilota, che spesso, pur con qualche rischio, può fare meglio dei moderni missili a guida RADAR attiva.

Per il medesimo motivo, e per la possibilità di interrompere il tracciamento in qualsiasi momento, l'AIM-7M rimane l'arma più indicata per l'utilizzo in situazioni complesse dove esiste il rischio di fuoco amico.

La testata di generose dimensioni garantisce inoltre la distruzione di bersagli anche di considerevoli dimensioni.

4.3 AIM-9M “Sidewinder”



Dal momento della sua entrata in servizio nel 1954, con la versione AIM-9A il Sidewinder ha trovato impiego in ogni conflitto che ha visto in campo le forze aeree NATO.

Fino all'entrata in servizio degli eccezionali R-73 russi, l'AIM-9 è stato il riferimento per svariate famiglie di missili a corto raggio.

La versione con cui è equipaggiato l'F-15C è la versione AIM-9M ed è caratterizzata come segue:

- Peso di 85.5 kg
- Lunghezza di 2.87 m
- Diametro di 0.12 m
- Testata esplosiva equivalente a 10 kg di TNT
- Guida infrarossa
- Carico G massimo di 22 g
- Velocità massima di mach 2.5
- Velocità massima: 3100 km/h o 1674 kts (lancio da 12000 ft a 500 kts)
- Gittata massima di 8,3 km o 4.5 nmi
- Gittata utile fortemente influenzata dall'aspect del bandit: 2,8 Km+ o 1.5 nmi+

Dalla versione AIM-9L, il Sidewinder ha introdotto la rivoluzionaria capacità di lancio all aspect, che, di fatto, ha stravolto completamente il combattimento a corto raggio.

I missili a guida infrarossa sfruttano il calore prodotto dai motori jet per il puntamento, prima dell'introduzione degli AIM-9L, solo un lancio in coda al bersaglio avrebbe garantito l'acquisizione del medesimo da parte del missile mentre con i missili “all aspect” è possibile lanciare al bersaglio da qualsiasi posizione, sebbene la capacità di inseguimento in qualche modo ne risenta.

Entrato in servizio nel 1983, l'AIM-9M inizia ora ad essere un missile vecchio e con capacità sempre più limitate nei combattimenti per questo motivo è essenziale lanciarlo il più possibile vicino alla posizione ideale di lancio, in modo da sfruttare al massimo le capacità del missile.

4.4 AIM-120B/C “Slammer”



Un F-15C armato con AIM-120B e AIM-120C

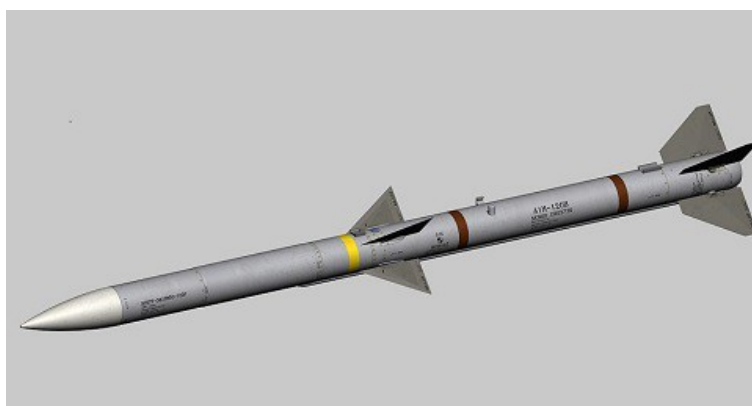
Per supplire alle limitazioni dell'AIM-7, nella metà degli anni '80, l'USAF avviò il programma AMRAAM, acronimo di Advanced Medium Range Air to Air Missile.

I requisiti del programma erano di prestazioni essenzialmente equivalenti a quelle dello Sparrow più una guida terminale indipendente che consentisse l'impiego di più missili per volta. Il risultato di questa specifica è stato l'AIM-120A, entrato in servizio nel 1991.

L'AIM-120 è particolarmente valido quando accoppiato al TWS, fornendo una modalità d'attacco che riduce il preavviso del bersaglio nei confronti del lancio e sempre grazie all'utilizzo del TWS è possibile effettuare attacchi contro bersagli multipli, assegnando ad ogni bersaglio un missile.

Le caratteristiche principali sono le seguenti:

- Peso di 157 kg
- Lunghezza di 3.65 m
- Diametro di 0.18 m
- Testata esplosiva equivalente a 22 kg di TNT
- Guida RADAR attiva
- Carico G massimo di 22 g



AIM-120B:

E' la seconda versione, prodotta dal 1994 al 1996, presenta diversi miglioramenti. La sezione di guida è la WGU-41/B, che introduce un modulo EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) per la riprogrammazione del software ed un nuovo processore digitale che rende il missile più preciso. Usa giroscopi laser al posto degli elettromeccanici.

- Velocità massima: 2711 km/h o 1464 kts (lancio da 12000 ft a 500 kts)
- Gittata massima di 46,3 km o 25 nmi
- Gittata utile di 27,8 km o 15 nmi



AIM-120C:

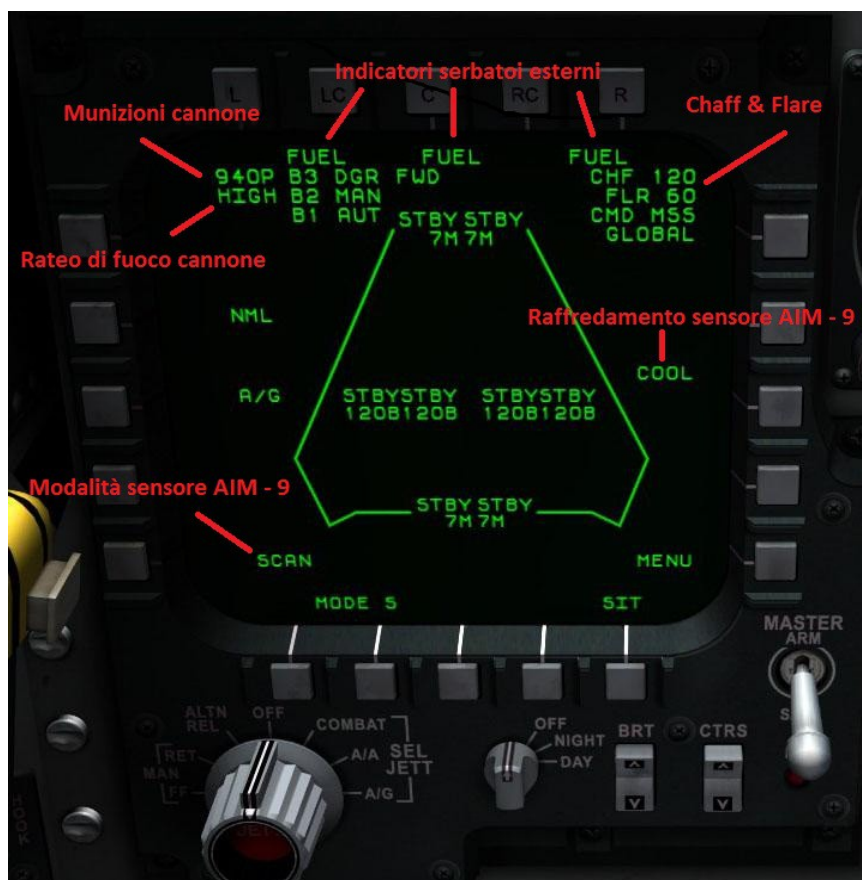
Con un programma definito AMRAAM P3I (Pre-Planned Product Improvement) sono iniziate le migliorie progressive.

L'obiettivo è un aumento del raggio d'azione, della letalità e miglioramenti ai sistemi di sicurezza.

La fase 1 è iniziata nel 1996 col modello **AIM-120C**. Per facilitare il trasporto nelle stive dell'F-22, questa versione, presenta delle alette accorciate a soli 45 cm. Le capacità di manovra non calano, perché sono stati modificati i valori di deviazione dei comandi. Il sistema di guida è il nuovo WGU-44/B con notevoli miglioramenti al software. Migliorati i sistemi di sicurezza, anche contro l'impatto di schegge e proiettili.

- Velocità massima: 3900 km/h o 2106 kts (lancio da 12000 ft a 500 kts)
- Gittata massima di 50 km o 27 nmi
- Gittata utile di o 31,5 km o 17 nmi

5.1 Multi Purpose Colour Display (MPCD)



L'MPCD mostra lo stato corrente delle armi, delle contromisure e dei serbatoi ausiliari.

La parte superiore del display è dedicata ai serbatoi esterni, se montati appare la dicitura **"FUEL"**, nel caso in cui essi non siano montati viene visualizzata la dicitura **"PYLON"**.

Sul lato sinistro del display sono mostrate le informazioni circa lo stato del cannone: **"HIGH"** indica che il rateo di fuoco è settato a 6000 colpi al minuto, **"LOW"** a 4000, il numero mostrato al di sotto indica la quantità di munizioni residue.

In basso a sinistra la scritta **"SCAN"** indica la modalità in cui sta operando il sensore dell'AIM-9 (un rettangolo indica la modalità uncaged).

Sul lato destro del display sono indicati le quantità rimanenti di chaff e flares, rispettivamente alle voci **"CHF"** e **"FLR"**, a bordo dell'aereo possono essere caricati fino a 120 chaff e 60 flares.

Nella parte centrale del display è rappresentato lo stato delle armi caricate: l'aereo dispone di otto stazioni di carico, quattro sotto la fusoliera e due sotto ognuna delle ali:

- Selezionando un MRM (missile a medio raggio), la stazione associata verrà indicata come **"RDY"** e tutte le altre stazioni MRM come **"STBY"**.
- Selezionando un SRM (missile a corto raggio) la stazione associata verrà indicata come **"RDY"** e tutte le altre stazioni SRM come **"STBY"**.

I nomi dei missili sono abbreviati come segue:

- AIM-7M Sparrow – MRM – 7M
- AIM-9M Sidewinder – SRM – 9M
- AIM-120B/C Slammer – MRM – 120B/120C

5.2 Anemometro e indicatore di velocità rispetto al suono



Questo indicatore è posto a destra dell'MPCD, in esso è visualizzata la velocità indicata rispetto all'aria (IAS) e il numero di Mach.

La scala graduata esterna non è lineare e va dai 50 ai 1000 Kts.

La scala interna indica la velocità rispetto al suono entro i limiti massimi di altitudine e velocità, l'indicazione della velocità rispetto al suono parte da una velocità minima all'aria di 200 nodi.

5.3 Indicatore dell'angolo di attacco



L'indicatore dell'angolo d'attacco è posizionato sotto all'anemometro.

Su questo strumento è indicato il valore corrente dell'angolo d'attacco, limiti tra 0° e 45°.

5.4 Accelerometro



L'accelerometro indica il carico G corrente a cui è sottoposto l'aereo.

Sulla scala graduata sono poste indicazioni allo zero, al massimo carico G positivo ammissibile e al massimo carico G negativo ammissibile (valori operativi).

5.5 Attitude and Direction Indicator (ADI)



L'ADI è anche noto come orizzonte artificiale.

La sfera centrale mostra l'assetto del nostro aereo, rappresentato dalla W fissa, rispetto all'orizzonte.

La scala del pitch è graduata ogni 5°, quella del bank ogni 10°. Sul lato sinistro e sul lato inferiore dello strumento, due scale graduate mostrano rispettivamente lo scostamento verticale e orizzontale rispettivamente rispetto al piano di volo.

Al di sotto dello strumento è presente il viro – sbandometro, quando la pallina non è al centro è necessario applicare timone nella direzione di scostamento della pallina per acquisire l'assetto ideale, da qui il famoso detto dei piloti “piede scaccia pallina”.

5.6 Altimetro barometrico



L'altimetro barometrico mostra la quota in piedi (ft) riferita alla pressione al suolo riportata al livello del mare (QNH), la scala circolare è graduata con una risoluzione di 20 piedi; l'indicazione numerica da indicazioni fino alla quota di 100000 piedi con risoluzione di 100 piedi.

5.7 Indicatore Velocità Verticale (VVI)



L'indicatore di velocità verticale indica la velocità con cui si effettua una variazione di quota, rappresentata con una scala in migliaia di piedi al minuto. Quando la lancetta si muove verso l'alto, l'aereo sta salendo, al contrario, quando si muove verso il basso, l'aereo sta scendendo; quando la lancetta indica lo 0 la quota rimane costante.

5.8 Indicatore del regime di rotazione dei motori



I regimi di rotazione dei motori destro e sinistro sono mostrati rispettivamente nell'indicatore di sinistra e in quello di destra. Il regime di rotazione dei motori è indicato in percentuale, un funzionamento corretto dei motori mostra al massimo un valore di rotazione del 96%.

5.9 Temperatura dei gas all'ingresso della turbina



I due strumenti (sinistro-destro) mostrano la temperatura dei gas in uscita dalla camera di combustione e in ingresso nella turbina. La scala è in centinaia di gradi (1 X 100 °C).

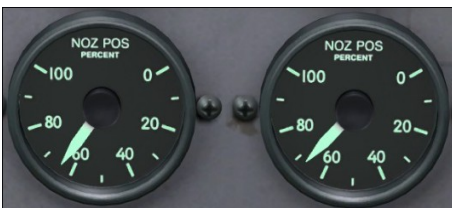
5.10 Indicatori del flusso del carburante



Mostrano il flusso di carburante per ciascuno dei due motori, l'unità di misura è:
pnd per hour (pounds / ora).

Nota: 1 pound = 1 libbra = 0,453 Kg

5.11 Indicatori di posizione degli ugelli di scarico



Questi indicatori sono posti nell'angolo in basso a destra del pannello di strumentazione, mostrano la percentuale di apertura degli ugelli di scarico.

5.12 Indicatore del livello di carburante



Mostra la quantità di carburante imbarcata sul velivolo (in libbre) e si compone di:

1. Indicatore analogico che mostra il livello totale di carburante dei serbatoi interni con scala 1 X 1000 LBS.
2. Indicatore che mostra la quantità totale di carburante imbarcata nei serbatoi interni ed esterni.
3. Due indicatori che permettono il monitoraggio dei serbatoi tramite lo switch (4), i livelli dei serbatoi singoli vengono mostrati nell'indicatore LEFT.
4. Switch di monitoraggio dei diversi serbatoi:
 BIT – test degli indicatori
 FEED – serbatoi interni di alimentazioni dei motori
 INTL WING – serbatoi alari interni
 TANK 1 – serbatoio interno di fusoliera
 EXT WING – taniche alari esterne
 EXT CTR – tanica centrale esterna
 CONF TANK – serbatoi esterni CFT (non implementati)

5.13 Horizontal Situation Indicator (HSI)

L'F-15C modellato in FC3 non è dotato di sistemi di navigazione particolarmente moderni.

Per orientarsi durante la navigazione e il combattimento lo strumento a disposizione del pilota è l'HSI, acronimo di Horizontal Situation Indicator.

Prenderemo ora in esame l'aspetto dell'HSI e le sue funzionalità sia durante la navigazione che durante le fasi di approccio ed atterraggio.

L'HSI mostra il nostro aereo visto dall'alto sovrapposto ad una bussola.

La direzione dell'aereo viene sempre indicata dalla tacca posta nella parte superiore dello strumento.



1. Distanza, in miglia nautiche, dal waypoint selezionato.
2. Course per il waypoint selezionato.
3. Ago del bearing/heading per il waypoint selezionato.
4. Ago del course per il waypoint selezionato.
5. Course deviation indicator.
6. Scala del course deviation indicator (5° ogni punto).
7. Heading attuale del velivolo.

L'ago più esterno sulla bussola (3) indica sia il bearing che l'heading per il waypoint selezionato. Il bearing è rappresentato semplicemente dalla rotazione dell'ago rispetto alla tacca che indica l'heading del nostro aereo.

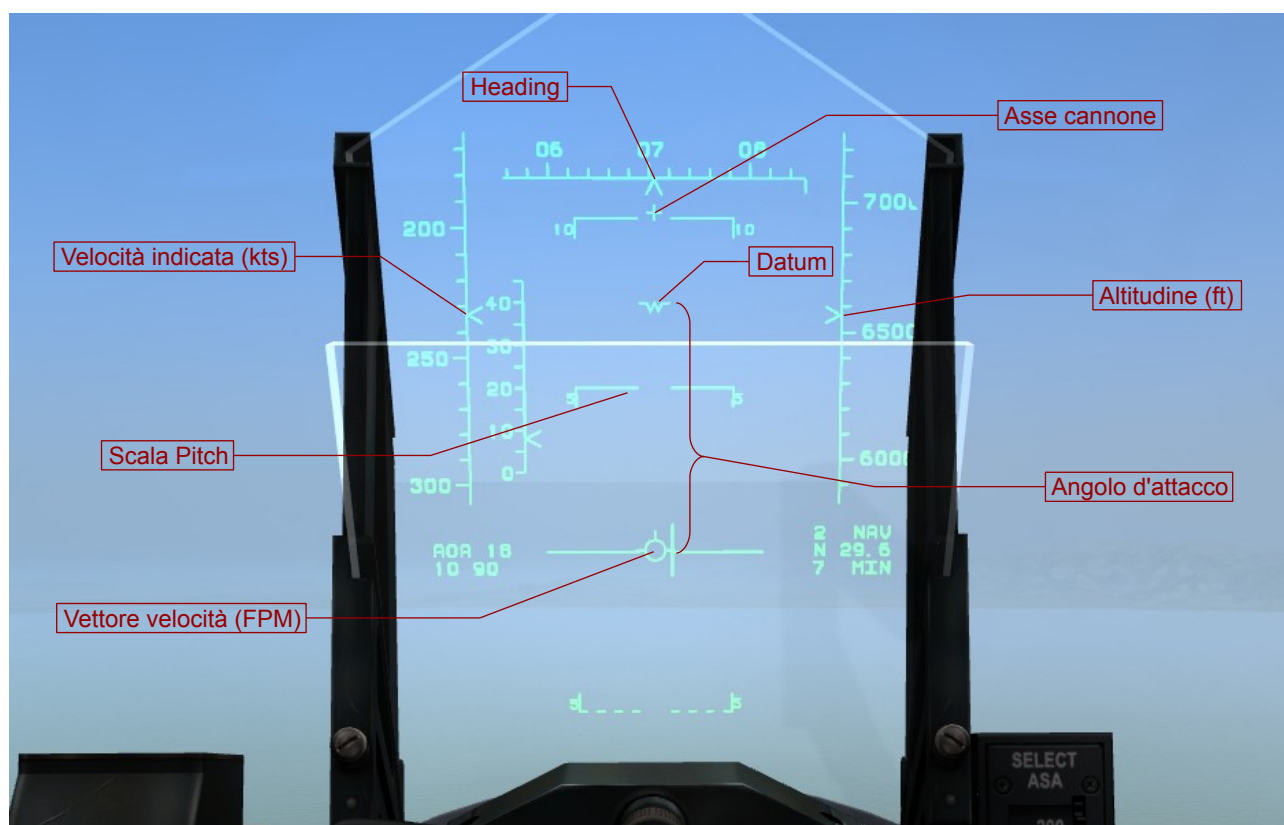
Diversamente, l'heading viene letto sulla bussola, al di sotto della punta dell'ago (3).

Nell'immagine sopra l'heading attuale del velivolo è 230° (7), l'heading per il WP è 308°, mentre il bearing relativo è 78°; il WP dista 17 Nm.

6. Modalità Operative HUD/VSD

Il funzionamento dell'HUD e del VSD è spesso connesso e varia a seconda delle modalità, tratteremo quindi secondo questa logica il funzionamento di questi due strumenti.

6.1 Simbologia base dell'HUD



Al centro dell'HUD è presente il Datum a forma di W che rappresenta l'asse longitudinale dell'aereo. Attorno al Datum si muove la Scala del Pitch (graduata ogni 5°) indicando contemporaneamente beccheggio (pitch), rollio (roll) e imbardata (yaw) correnti.

Il Vettore Velocità è rappresentato sull'HUD dal Flight Path Marker (FPM) il quale mostra la direzione verso cui l'aereo si sta muovendo.

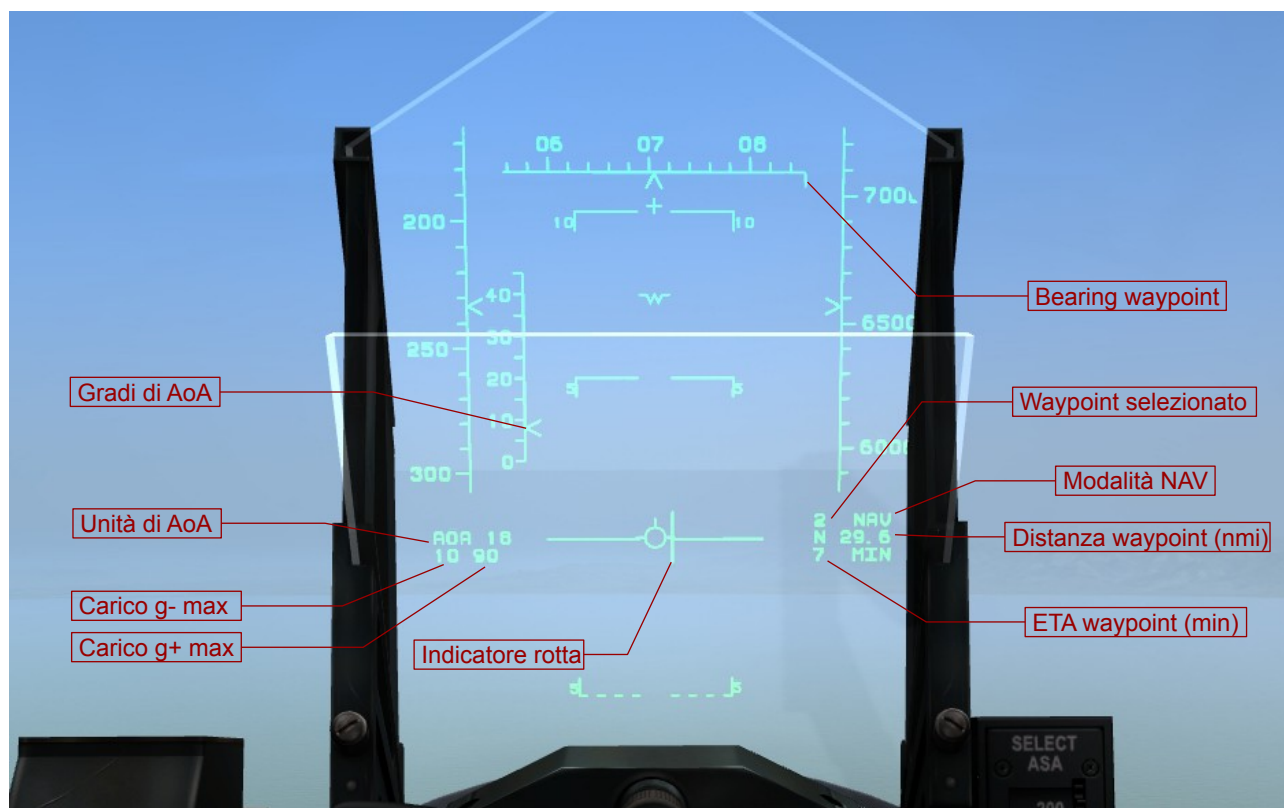
L'Angolo d'Attacco (AoA) può essere valutato misurando lo scostamento tra il Datum e il Flight Path Marker.

Sul lato superiore dell'HUD è presente una bussola a nastro che indica l'heading in decine di gradi, l'heading corrente è indicato dal cursore posto al centro della scala graduata.

Sul lato sinistro dell'HUD si trova la scala della velocità indicata rispetto all'aria (IAS) misurata in nodi (kts). Il cursore posto al centro indica la velocità corrente.

Sul lato destro dell'HUD è presente la scala dell'altitudine barometrica misurata in piedi (ft) e indicata tramite il cursore posto al centro.

6.2 Navigazione (NAV)

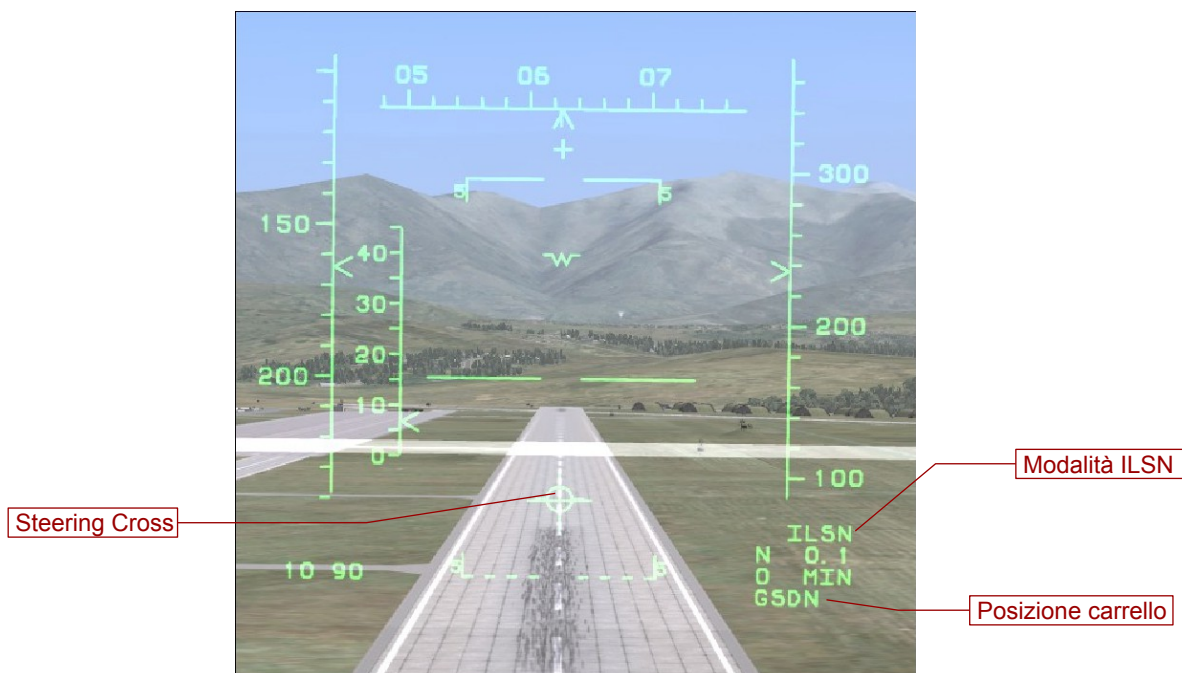


Nell'angolo in basso a destra dell'HUD sono indicati la modalità di navigazione e il waypoint correntemente selezionati; la distanza dal waypoint è indicata in miglia nautiche e il tempo di arrivo stimato (ETA) è indicato in minuti.

In alto, sulla scala dell'heading, un trattino verticale indica il bearing del waypoint selezionato. Per dirigersi direttamente sul waypoint è sufficiente allineare il trattino con il cursore dell'heading.

La barra verticale di fianco al FPM è l'indicatore di rotta: questo simbolo indica la posizione angolare della rotta prevista dal piano di volo. Per seguire con precisione il piano di volo è sufficiente allineare il Flight Path Marker (FPM) con l'indicatore di rotta.

6.3 Atterraggio strumentale (ILSN)



Nell'angolo in basso a destra dell'HUD vengono mostrati la modalità di atterraggio, la distanza, il tempo di arrivo stimato (ETA) e la posizione corrente del carrello (**GSUP** carrello sollevato, **GSDN** carrello abbassato e bloccato)

Al centro dell'HUD, sovrapposto all'FPM, è presente lo Steering Cross formato da una barra verticale e una orizzontale. L'allineamento dello Steering Cross con il FPM come indicato in figura indica la corretta posizione nel sentiero di planata.

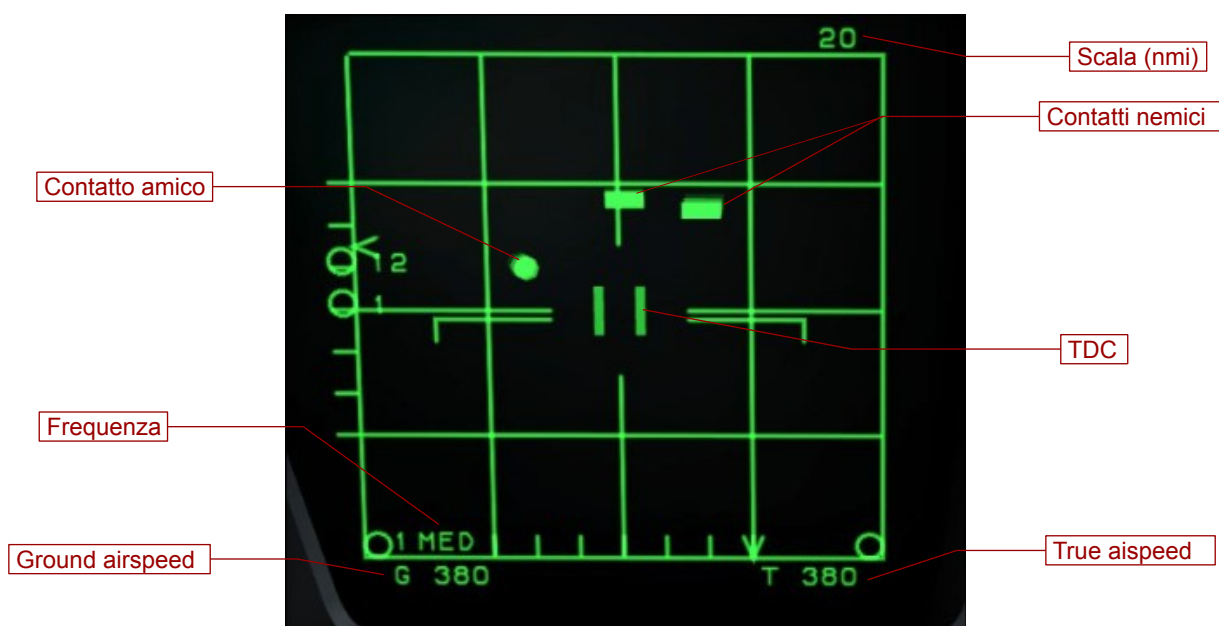


Durante l'atterraggio strumentale assistito con ILS (Instrument Landing System) le informazioni sulla discesa vengono mostrate anche sull'ADI: la barra gialla verticale (Localizer) indica lo scostamento rispetto all'asse longitudinale della pista, la barra gialla orizzontale (Glide Path) indica lo scostamento rispetto al sentiero di planata.

L'ago del Bearing sull'HSI mostra la direzione da mantenere per raggiungere la testata della pista selezionata mentre l'ago del Course rappresenta la direzione dell'asse della pista.

6.4 Beyond Visual Range – RWS (Range While Scan)

La Range While Scan è la principale modalità di funzionamento del RADAR. Il VSD mostra una vista dall'alto dei contatti rilevati davanti al nostro aereo, rilevando fino a 16 contatti: i contatti nemici sono mostrati come trattini, quelli amici come pallini. Quando viene utilizzata la modalità **RWS**, l'HUD, a seconda dell'arma selezionata, mostra la simbologia delle modalità **AIM-9 CAGE/UNCAGE**, **FLOOD** o **VISUAL**.



Nell'angolo in alto a sinistra è indicata la scala del display che può variare in 10, 20, 40, 80 e 160 miglia nautiche.

L'elevazione dell'area di scansione del RADAR è indicata dai due cerchietti sul lato sinistro del VSD.

I valori della ground speed e true airspeed sono indicati nella porzione inferiore del VSD, rispettivamente a fianco delle indicazioni "G" e "T".

Nell'angolo in basso è indicata la barra di scansione corrente e la frequenza di ripetizione degli impulsi in uso.

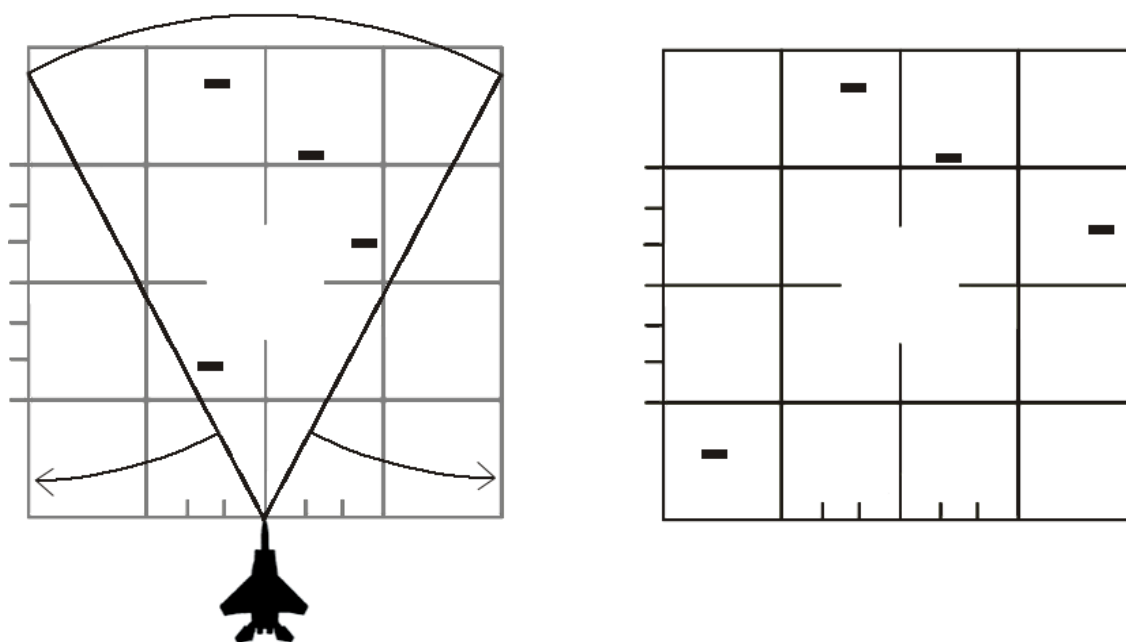
Sempre sul margine inferiore sono presenti due cerchietti che delimitano l'azimuth di scansione dell'antenna.

Con gli appositi comandi è possibile spostare il target designator cursor (TDC) ed una volta posizionato sopra ad un bersaglio ci consente di inseguirlo passando alla modalità Single Target Track (**STT**).

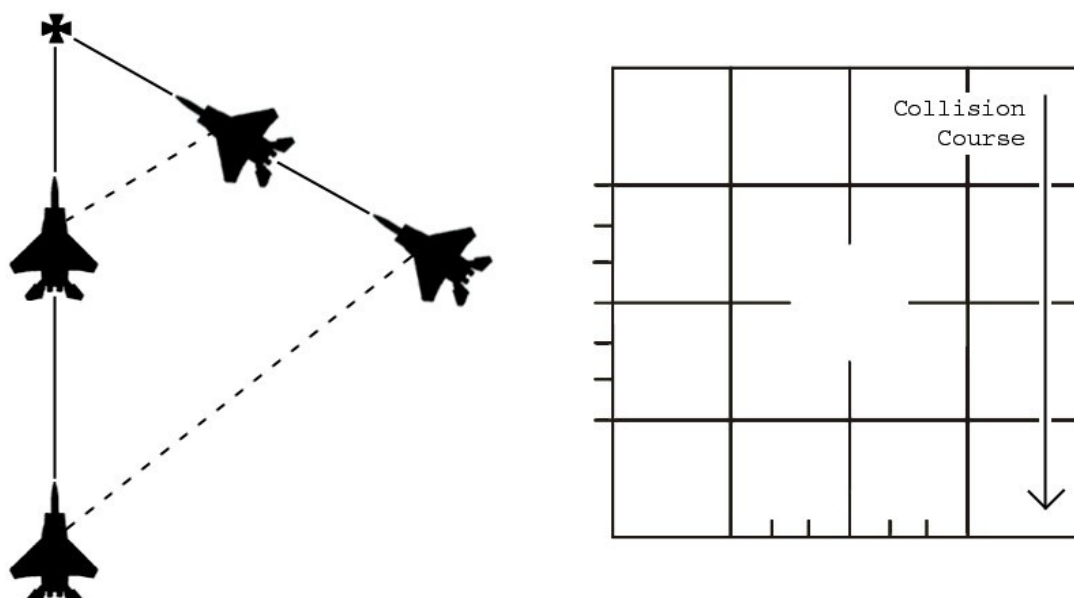
Sul display è inoltre presente la rappresentazione dell'orizzonte come ausilio al mantenimento dell'assetto desiderato durante l'utilizzo del RADAR.

Il RADAR effettua una scansione di forma conica (la cui sezione è triangolare) mentre il display ha forma quadrata: questa rappresentazione è chiamata BScope.

In questo modo, il muso del nostro aereo (dove di fatto è montato il RADAR) non sta nel punto centrale del lato più in basso del VSD, bensì in tutto il lato, l'immagine che segue da un esempio:



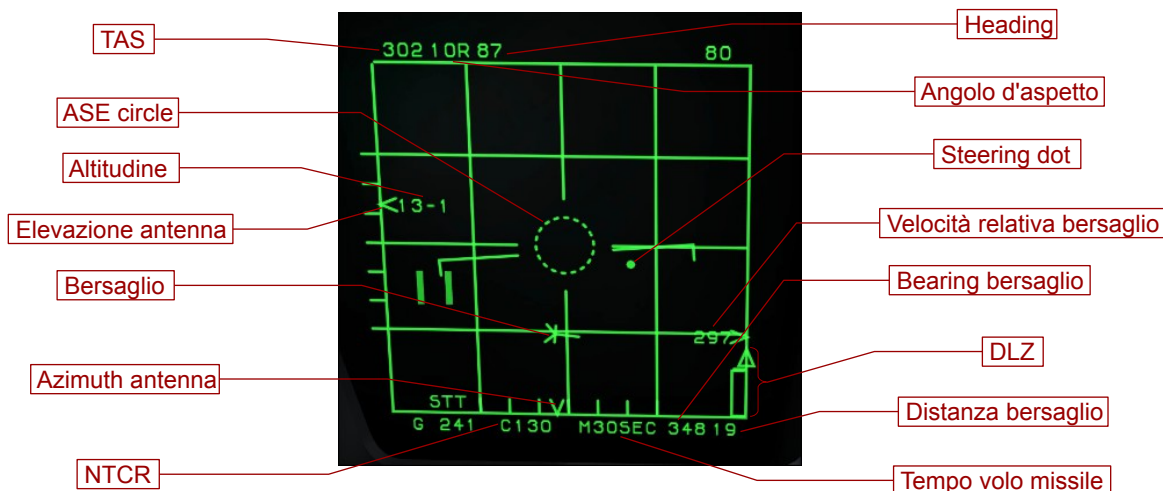
I margini destro e sinistro della proiezione sul piano orizzontale del cono di scansione prendono il nome di “gimbal limit”. La figura sottostante presenta la schematizzazione dell’avvicinamento ad un bersaglio che viene mantenuto in gimbal limit:



Muovendo il TDC in verticale (cambiando cioè la distanza a cui è posto dal nostro aereo) notiamo anche una variazione dei limiti di scansione in termini di elevazione. **Questo è dovuto al fatto che i limiti di elevazione sono** espressi come quota rispetto al livello del mare e fanno riferimento **alla distanza a cui è posto il TDC**.

Dato che abbiamo a che fare con un cono di scansione più avviciniamo il TDC alla posizione del nostro aereo, più i limiti di scansione si restringeranno convergendo verso la quota del nostro aereo, al contrario allontanando il TDC i limiti di scansione diventeranno più ampi (I limiti di scansione in termini di quota riportata sul VSD sono compresi tra 0 e 60 angeli).

6.5 Beyond Visual Range – STT (Single Target Track)



Dopo aver agganciato un bersaglio in modalità **RWS**, il RADAR commuta automaticamente in modalità **STT**. Sul VSD compariranno informazioni aggiuntive sul bersaglio agganciato ma il RADAR smetterà di effettuare la ricerca di altri bersagli.

Il bersaglio è rappresentato in modo da renderne graficamente l'orientamento. Sul lato inferiore del VSD sono indicati la ground speed, la traccia NCTR, il tempo di volo del missile stimato, il bearing del bersaglio e la sua distanza.

Il sistema Non Cooperative Target Recognition (NCTR) tenta di identificare i bersagli in base alla traccia RADAR di ritorno: questo avviene solo per bersagli con bearing relativo al muso inferiore a 45° e a distanze inferiori di 25 miglia nautiche. Sul margine inferiore del VSD scorre il cursore dell'azimuth dell'antenna che si sposta per seguire il bersaglio.

Sul lato superiore del VSD sono indicati TAS, angolo di aspetto, e heading del bersaglio. Per l'angolo di aspetto il simbolo “**T**” sta per coda (tail), “**H**” sta per muso (head) mentre le posizioni intermedie vengono indicate con numeri da 1 a 17 più il lato, “**L**” (left) e “**R**” (right).

Sul lato sinistro viene indicata la quota del bersaglio e il cursore dell'elevazione dell'antenna che si sposta per seguire il bersaglio. Al centro del VSD compare l'ASE (Allowable Steering Error) circle e lo steering dot; lo steering dot indica la direzione ottimale verso cui il missile va lanciato per posizionarsi in lead pursuit sul bersaglio. L'ASE circle determina lo scostamento massimo rispetto a questa direzione ottimale; se lo steering dot è al di fuori dell'ASE circle i parametri di lancio non sono soddisfatti.

Sul lato destro del VSD compare la velocità relativa del bersaglio (positiva se in avvicinamento e negativa se in allontanamento) e l'indicazione della zona di lancio dinamico (Dynamic Launch Zone – DLZ) relativa all'arma selezionata.

L'indicazione della DLZ è costituita da tre tacche sulla scala della distanza. Con riferimento alla figura e procedendo dall'alto in basso si ha:

- Range Max – **Rmax**: distanza massima di lancio per un bersaglio non in manovra.
- Range Turn and Run – **Rtr**: distanza massima di lancio contro un bersaglio in fuga.
- Range Min – **Rmin**: distanza minima di lancio.

La zona tra Rtr e Rmin, in cui le tacche sono congiunte a formare un rettangolo, prende anche il nome di No Escape Zone (NEZ), cioè in cui il missile ha sempre l'energia (cioè velocità) necessaria per colpire il bersaglio.

Questo descrive in maniera estremamente riassuntiva il concetto di DLZ: per via dell'importanza di

queste informazioni raccomandiamo di approfondire il significato delle distanze R_{max} , R_{tr} e R_{min} .

La DLZ relativa a un bersaglio per una determinata arma dipende dalla nostra quota e velocità, la quota e velocità del bersaglio, dall'angolo di aspetto e dall'angolo dalla coda. In ogni caso, la DLZ informa su quale sarà il comportamento del missile che sta per essere lanciato ma non deve essere l'unico punto di riferimento per decidere quando sparare: ovviamente entrano in gioco considerazioni tattiche per le quali conoscere la DLZ del missile è solo una premessa.

La punta della freccia rappresenta la R_{max} in funzione dell'aspect del bersaglio.

Quando viene attivata la modalità STT, anche l'aspetto dell'HUD cambia in modo da favorire l'avvistamento del bersaglio e l'impiego dell'armamento, in parte ripetendo le informazioni presentate sul VSD. Quando l'arma selezionata è il cannone, l'HUD si presenta come segue:



Sul lato destro dell'HUD, a fianco della scala dell'altitudine, compare una scala da 0 a 10 miglia nautiche su cui viene indicata la **distanza del bersaglio**.

Attorno al bersaglio agganciato compare la **Target Designator Box**. Se il mirino viene posto all'interno del TDB questa scompare per facilitare la collimazione.

Il mirino **Gun Director Sight** (GDS) mostra il punto in cui i proiettili intersecano la traiettoria del bersaglio. Ovviamente, per colpire il bersaglio, il mirino va messo esattamente sopra al bersaglio: l'anticipo sul tiro è calcolato automaticamente.

Il cerchio inscritto nel mirino GDS indica a sua volta la distanza al bersaglio: ogni tacca sul mirino equivale a 1000 piedi. Più la distanza si riduce, più il cerchio collassa in senso antiorario. Al di fuori del mirino è posto anche un punto ad indicare il tempo utile di volo dei proiettili: per avere una probabilità adeguata di colpire il bersaglio bisogna sparare quando il cerchio della distanza è al di sotto dell'indicazione del punto.

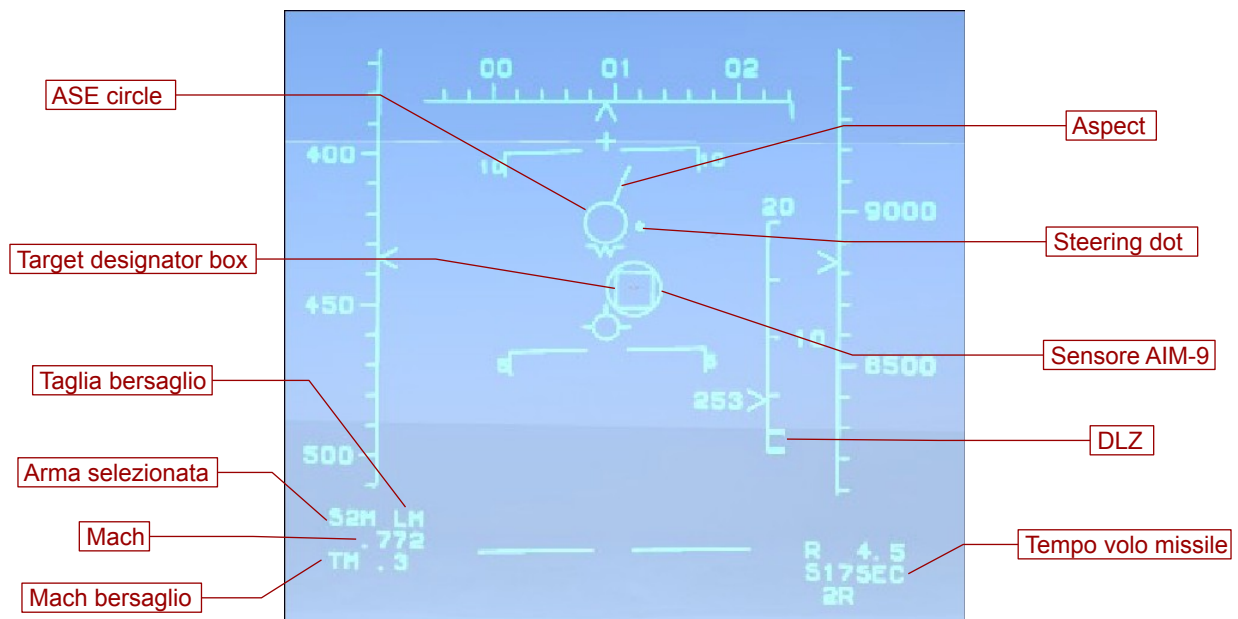
Nell'angolo in basso a destra dell'HUD viene mostrata un'indicazione numerica della **distanza del bersaglio**, a fianco del simbolo "R" (range).

Al di sotto di tale indicazione è presente l'indicazione **dell'angolo di aspetto**.

L'angolo di aspetto viene indicato anche graficamente dall'orientazione di un trattino posto al centro del mirino GDS (non indicato in figura ma comunque visibile).

Nell'angolo in basso a sinistra dell'HUD sono indicati le **munizioni residue, il carico G e il numero di Mach del bersaglio**.

Di seguito è invece mostrato come si presenta l'HUD congiuntamente all'utilizzo dei missili AIM-9 a corto raggio in presenza dell'aggancio **STT**.

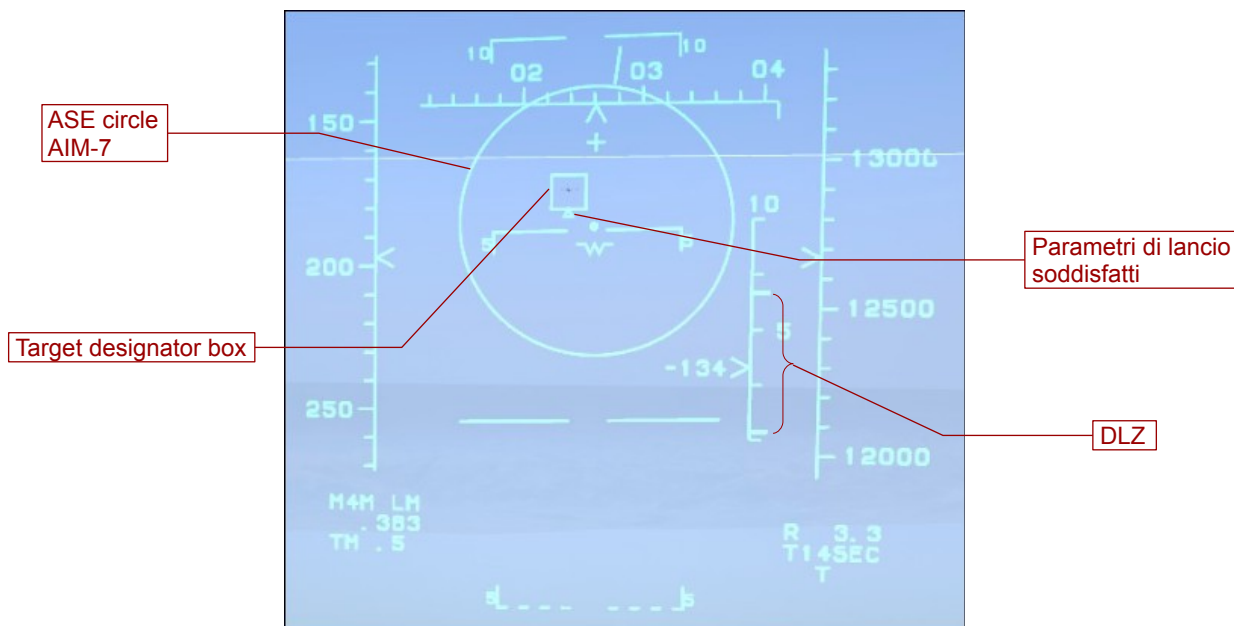


Nell'angolo in basso a sinistra dell'HUD vengono mostrati la **codifica dell'arma selezionata**, la **taglia del bersaglio** (L = large) e **il tipo di arma selezionata**, **il numero di Mach del nostro aereo** e **il numero di Mach del bersaglio**.

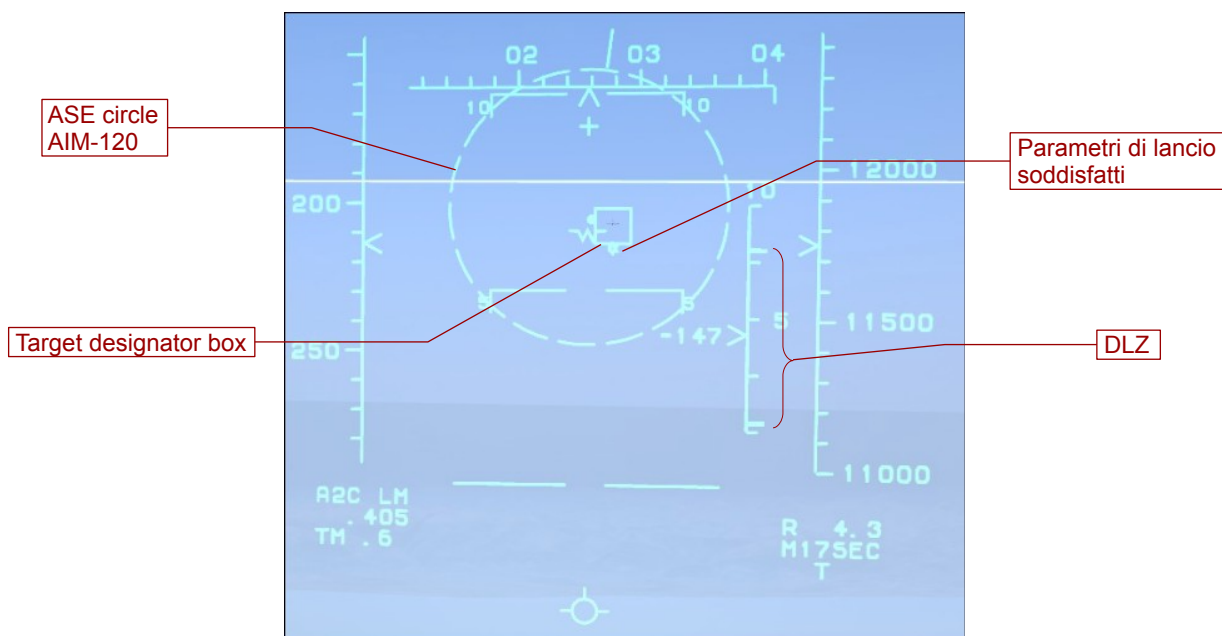
Come sul VSD, al centro dell'HUD compaiono l'ASE circle e lo steering dot., aggiuntivamente, sull'ASE circle un trattino mostra visivamente l'angolo di aspetto del bersaglio.

Sia al di sopra che al di sotto dei 12000 piedi di distanza compare sul lato destro dell'HUD la rappresentazione della DLZ.

Quando l'arma selezionata è un missile a medio raggio la visualizzazione dell'HUD in modalità **STT** cambia come segue:



Quando i parametri di lancio dell'AIM-7 sono soddisfatti, al di sotto della TDB compare un piccolo triangolo. Nell'angolo in basso a destra viene indicato il tempo stimato all'intercettazione del bersaglio da parte del missile preceduto dalla lettera T e, dopo aver effettuato il lancio, il timer che indica il tempo all'impatto dell'ultimo missile lanciato.



Per distinguere immediatamente i due missili a medio raggio, l'ASE circle dell'AIM-120 è tratteggiato, mentre quello dell'AIM-7 è continuo; quando i parametri di lancio sono soddisfatti, il simbolo sotto alla TDB è una stella e non un triangolo. Nell'angolo in basso a destra viene visualizzato il tempo entro il quale il missile diverrà autonomo (pitbull) preceduto dalla lettera M, che successivamente viene sostituito dal timer T che indica il tempo all'impatto.

6.6 Beyond Visual Range – TWS (Track While Scan)

La modalità TWS combina le informazioni che ci verrebbero fornite dalle modalità RWS e STT, consentendoci di avere informazioni dettagliate (distanza, bearing, quota e direzione) sui contatti visualizzati continuando la scansione in cerca di altri contatti.

L'azimuth del cono di scansione viene ridotto a 60° e viene centrato sul TDC o, se viene designato un contatto, sul PTD.

L'aspetto del VSD in modalità **TWS** è simile a quello della modalità RWS, ma mostra più informazioni: le tracce dei contatti vengono rappresentate in semitrasparenza, una linea sulla traccia ne indica l'heading corrente e un numero al di sopra indica quota in angeli.

Designando un bersaglio non avviene la commutazione immediata in modalità **STT**, ma il radar designerà il contatto selezionato come Primary Designated Target (PDT) e continuerà la scansione.

La simbologia del PDT è la medesima della modalità **STT** quindi sul VSD compaiono le consuete informazioni riguardanti il contatto.

Selezionando altri bersagli si andranno a designare i Secondary Designated Targets (SDT) evidenziati sul VSD come dei rettangoli vuoti e un numero crescente ne indica l'ordine di designazione (fino a 4).

Selezionando una seconda volta uno dei Designated Targets il radar commuta immediatamente in **STT**.



La modalità **TWS** consente l'ingaggio di bersagli multipli tramite i missili AIM-120 a ricerca radar attiva (non è possibile utilizzare altri tipi di missile). Designato il PDT e i SDT sarà possibile lanciare un missile in sequenza per ogni bersaglio in ordine di designazione.

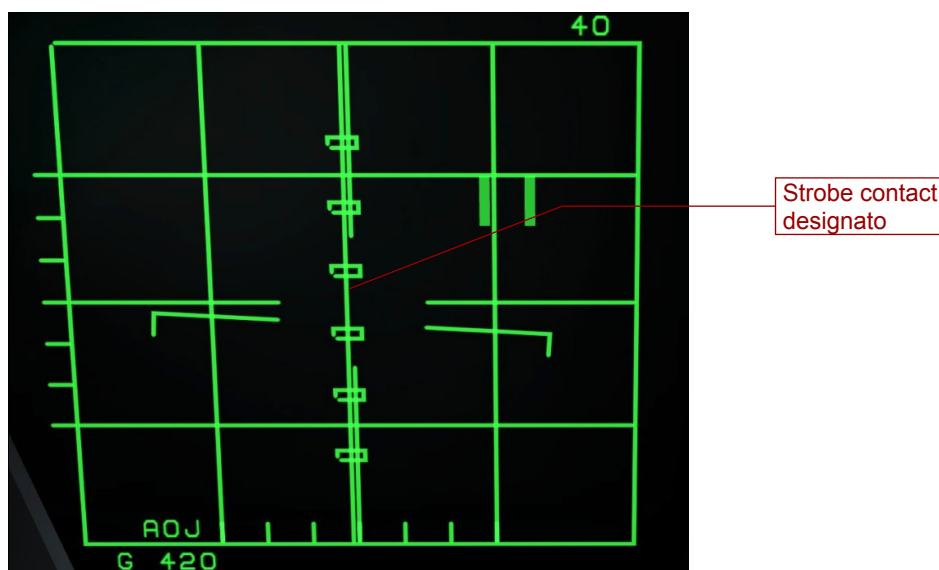
Anche dopo il lancio, le informazioni visualizzate riguarderanno il PDT.

Effettuare il lancio di un AIM-120 in TWS ha il grande vantaggio di non allertare il bersaglio del lancio fin quando il missile non entra in pitbull, ma ha lo svantaggio di soffrire la presenza di contromisure e i movimenti repentini dei contatti.

6.7 Beyond Visual Range - Operazioni in presenza di ECM

Quando il RADAR rileva un contatto con emettitore di contromisure elettromagnetiche attivo è in grado di determinare la direzione da cui tale disturbo proviene (bearing del contatto) ma non la distanza, nè tanto meno la quota e l'heading.

Questo contatto, detto Strobe Contact, viene rappresentato sul VSD come una serie di sei rettangoli vuoti posti in verticale nella direzione da cui proviene il disturbo. Gli Strobe Contact possono venire rilevati nelle modalità **RWS** e **TWS**, e una volta designati il radar commuta in Home On Jam (**HOJ**).



L'inseguimento in modalità **HOJ** porta il VSD in una configurazione simile a quella della modalità **STT** a meno di tutte le informazioni sul contatto, ma la maniera con cui il contatto viene inseguito è molto differente: il radar non illumina realmente il bersaglio ma sfrutta l'energia dall'emettitore di disturbo per determinare il bearing del contatto.

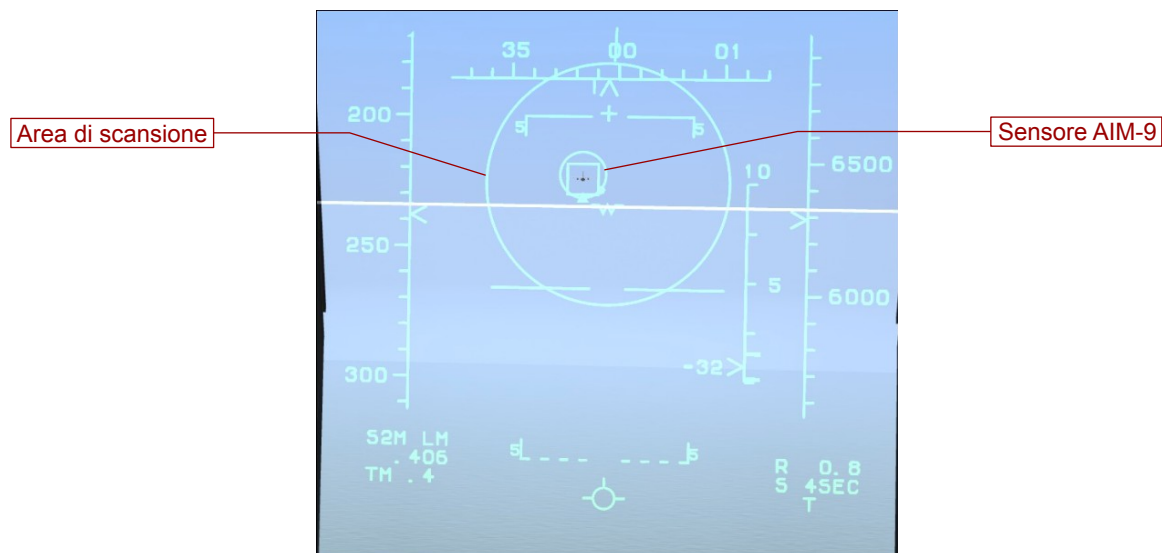
In questo modo il bersaglio non si accorgerà di essere inseguito e il suo RWR indicherà solo la presenza di un active e non di uno spike (il RADAR deve comunque rimanere acceso). Una volta sufficientemente vicini al bersaglio (circa 15-23 miglia nautiche) il RADAR "bucherà" le contromisure e sarà in grado di acquisire il bersaglio in modalità **STT** effettuando il cosiddetto "burn through".

Sia l'AIM-120 che l'AIM-7 possono essere lanciati in modalità **HOJ** consentendo di ingaggiare il bersaglio senza allertarlo. L'AIM-120 procederà in **HOJ** (inseguendo l'emettitore del disturbo) fino a quando il suo RADAR non riuscirà ad effettuare il burn-through sul bersaglio, entrando in pitbull. L'AIM-7 invece, essendo un missile SARH, procederà in **HOJ** su una traiettoria pure pursuit fino al bersaglio.

L'ingaggio è completamente furtivo ma le probabilità di colpire un bersaglio con l'AIM-7 senza effettuare il burn-through sono estremamente basse.

6.9 Close Air Combat – Boresight (BORE)

La modalità Boresight (**BORE**) ha un funzionamento simile alla Vertical Scan, ma l'area di scansione è limitata a uno stretto cono davanti al muso dell'aereo. L'acquisizione avviene ponendo il contatto visivo del bersaglio entro il reticolo sull'HUD che rappresenta l'area di scansione del RADAR.

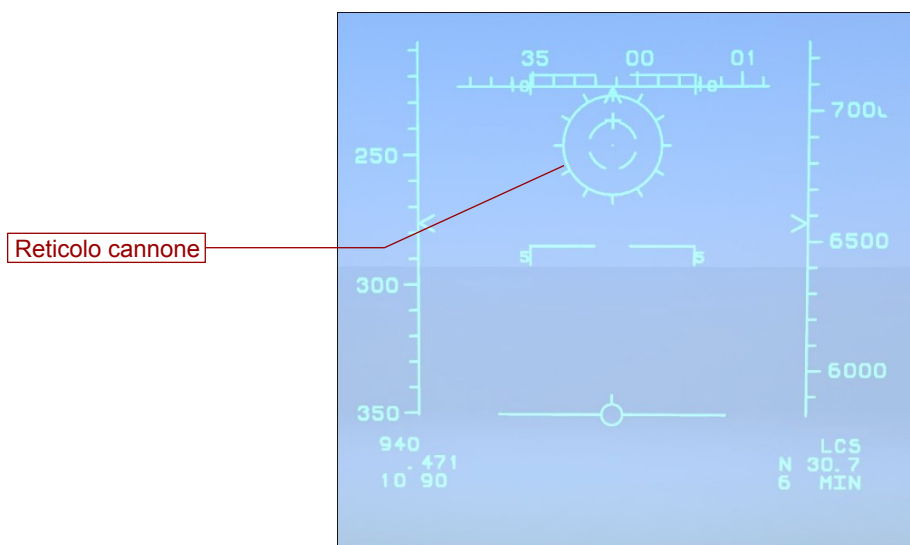


La rappresentazione sull'HUD cambia a seconda del missile selezionato esattamente come in modalità **STT**: l'AIM-7 avrà un reticolo a linea continua e l'AIM-120 un reticolo a linea tratteggiata.

6.10 Close Air Combat – Gun Auto Acquisition (GUN)

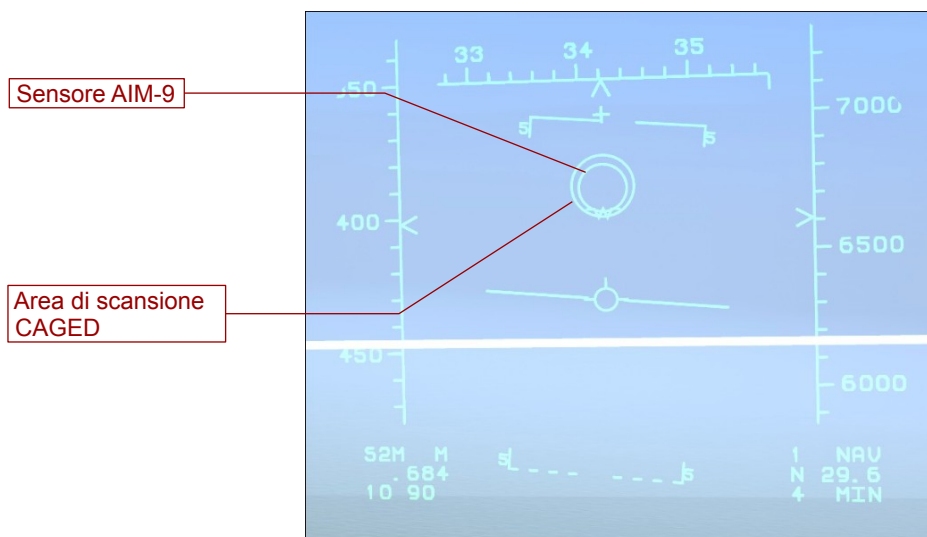
La modalità Gun Auto Acquisition (**GUN**) è pensata espressamente per il combattimento a corto raggio col cannoncino M61 Vulcan da 20 mm. La zona di scansione del RADAR è centrata sul reticolo fisso del cannoncino e si estende per 60° orizzontalmente e 20° verticalmente, con una distanza massima di acquisizione di 10 nm.

Appena il bersaglio viene individuato avviene la transizione in modalità **STT**.

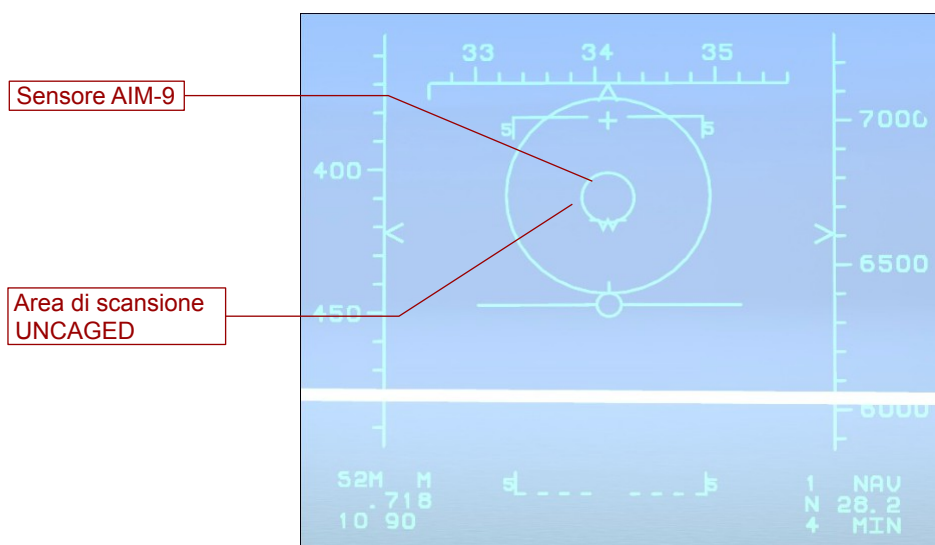


6.11 Close Air Combat – AIM-9 CAGED/UNCAGED

Per l'uso degli AIM-9 svincolato dal RADAR, l'HUD presenta informazioni aggiuntive utili solo per l'impiego di questo missile. Dopo il lancio l'AIM-9 è completamente indipendente dall'aereo che lo ha lanciato, viene detto per questo “lancia e dimentica”.



Il sensore dell'AIM-9 può operare in modalità caged (legato) e uncaged (slegato). Quando in modalità caged, il sensore resta centrato sull'asse del missile e non segue il bersaglio al di fuori di questa posizione anche se agganciato. Per agganciare il bersaglio è sufficiente porlo entro il reticolo del missile. Questa modalità di funzionamento è utile per colpire uno specifico bersaglio in una formazione stretta.

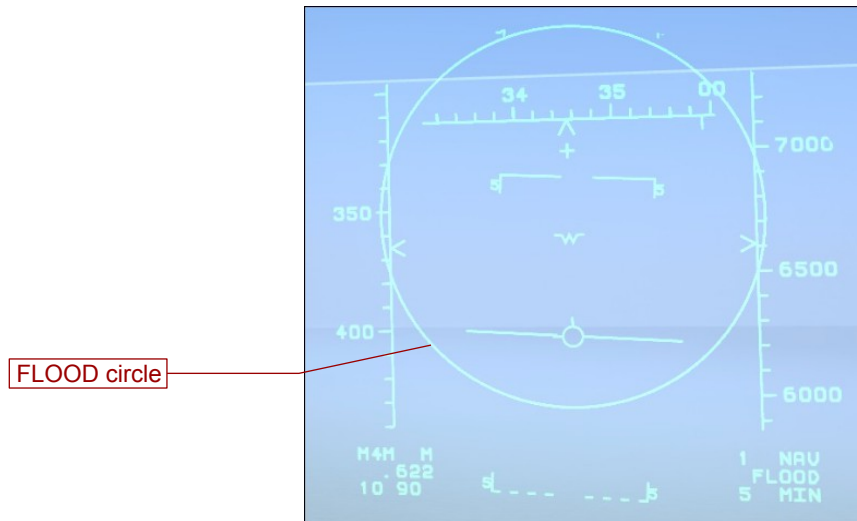


Quando in modalità uncaged il sensore può muoversi entro i limiti del proprio campo visivo: il cerchio piccolo rappresenta il sensore mentre quello più grande il campo visivo del sensore. Quando un bersaglio viene agganciato, il cerchio più grande scompare, quello piccolo si sposta sul bersaglio e continua a seguirlo entro i limiti del campo visivo del sensore.

In entrambi i casi, il pilota è avvertito dell'aggancio dal cicalino del missile che assume un tono alto.

9.12 Close Air Combat – AIM-7 FLOOD

A distanze inferiori alle 10 miglia nautiche l'AIM-7 può essere utilizzato in modalità **FLOOD**.



La modalità **FLOOD** è utilizzata principalmente nel combattimento ravvicinato quando non è possibile stabilire il contatto RADAR. In questa modalità sull'HUD compare un cerchio che rappresenta la zona in cui il RADAR emette energia: nessun contatto viene realmente agganciato e il missile che si lancia si dirige sul bersaglio con la maggiore segnatura RADAR seguendone l'eco. Per puntare il missile, il contatto visivo del bersaglio va posto entro il FLOOD circle: non appena il bersaglio è entro le 10 miglia nautiche, i parametri di lancio sono soddisfatti.

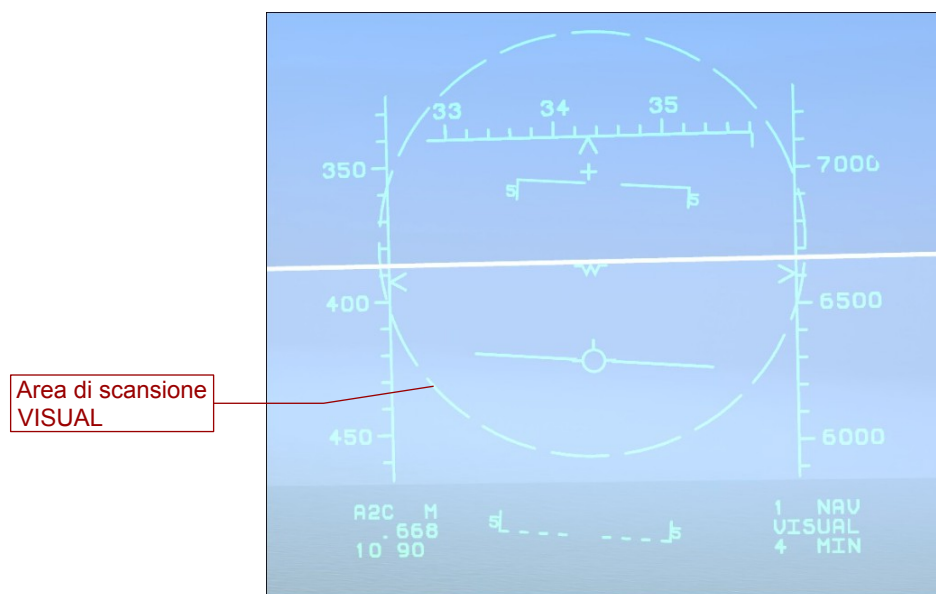
Se il bersaglio esce dal reticolo di puntamento (FLOOD circle) il missile perderà il contatto RADAR.



6.13 Close Air Combat – AIM-120 VISUAL

L'AIM-120 può essere utilizzato in maniera simile all'AIM-9 utilizzando il sensore del missile invece del RADAR interno dell'aereo.

Sebbene l'AIM-120 sia un missile a guida RADAR, esso è, più precisamente, un missile a guida RADAR attiva, cioè in grado di inseguire il suo bersaglio in maniera autonoma entro una certa distanza. Chiaramente, a differenza dell'AIM-9 l'utilizzo di un RADAR allerta il bersaglio della sua presenza.



In modo simile alla modalità FLOOD dell'AIM-7 il contatto va posto entro il reticolo che rappresenta il campo visivo del missile prima del lancio.

Una volta lanciato, l'AIM-120 inizia autonomamente la ricerca di un bersaglio: si dirigerà verso il bersaglio più vicino e con maggiore RCS entro il suo cono di scansione.

L'aereo lanciatore può disimpegnarsi, mentre il bersaglio verrà avvisato del missile in pitbull.

7. TEWS: Avvisatore di Scoperta Radar ed ECM

Il AN/ALQ-135 TEWS (Tactical Electronic Warfare Suite) comprende i sistemi di guerra elettronica e rilevamento delle minacce in dotazione all'F-15C.

Il TEWS provvede sia all'emissione di contromisure elettroniche attive (ECM) che a rilevare le contromisure e le minacce esterne.

7.1 RWR AN/ALR-56C

L'avvisatore di scoperta RADAR (RADAR Warning Receiver – RWR) è uno strumento che consente di captare i segnali RADAR che rimbalzano sul nostro aereo. Tale dispositivo è inoltre in grado di stabilire il tipo di emettitore a cui appartiene il segnale captato e di distinguere tra un segnale di ricerca, di tracciamento o il lancio di un missile a guida RADAR. Le informazioni circa i segnali captati vengono riportate tramite segnali acustici e indicazioni sul display apposito (TEWS scope).

In uno scenario in cui, grazie all'utilizzo di sistemi di scoperta e puntamento RADAR molto evoluti, il combattimento si è esteso al di fuori della portata visiva (BVR) l'RWR è l'unico strumento passivo che può fornire informazioni sulle minacce presenti.

L' AN/ALR-56C di cui è dotato l'F-15C è caratterizzato come segue:

- Rilevamento continuo dei segnali
Azimuth: $\pm 180^\circ$ Elevazione: $\pm 45^\circ$
- Fino a 16 contatti contemporaneamente rappresentati
- Tempo di storia di 7 secondi.

Il dispositivo è inoltre dotato di due modalità di funzionamento:

- **ALL** – Identificazione di tutti i segnali captati
- **LOCK** – Identificazione dei soli segnali di tracciamento.

Segnali sonori:

La rappresentazione principale delle informazioni dell'RWR avviene sul TEWS scope a cui sono associati dei segnali sonori molto utili poiché una volta uditi richiamano immediatamente l'attenzione sul display. I segnali sonori sono più immediati da comprendere mentre il display, ovviamente, da informazioni più dettagliate.

Quando è rilevato un nuovo segnale viene riprodotto una sola volta un suono dal tono molto alto.

Se il segnale rilevato si mantiene attivo in modalità di ricerca, a ogni rilevamento dello stesso viene riprodotto un breve bip. Se il segnale passa dalla ricerca al tracciamento, il bip diventa continuo.

Se viene rilevato il lancio di un missile, viene riprodotto un suono dal tono basso che verrà ripetuto ogni quindici secondi fino alla scomparsa della minaccia.

7.2 TEWS scope: funzionamento

L'attivazione delle contromisure elettroniche attive (ECM) e la rappresentazione dei segnali ricevuti dall'RWR avviene su di uno schermo circolare chiamato TEWS scope. La croce al centro rappresenta il nostro aereo e i pallini sul bordo indicano il bearing espresso in ore (suddivisioni di 30°). Quando si attivano le ECM la croce al centro lampeggia per indicare il corretto funzionamento.



Il TEWS scope usa la seguente logica per identificare la minaccia primaria e una serie di minacce secondarie in ordine decrescente:

- La minaccia è un missile ARH o un emettitore di onda continua per il puntamento di missili SARH
- La minaccia sta trasmettendo in modalità tracciamento
- La minaccia è un RADAR aerotrasportato
- La minaccia è una RADAR a lungo raggio
- La minaccia è un RADAR a medio raggio
- La minaccia è un RADAR a corto raggio
- La minaccia è un RADAR di scoperta rapida (Early Warning)
- La minaccia è un AWACS
- Il segnale della minaccia è alla massima intensità

Per rappresentare visivamente queste informazioni il TEWS usa un codice di due caratteri (lettere o numeri) per ogni trasmettitore individuato in modo da renderne riconoscibile il tipo, accompagnato da una serie di simboli che ora prenderemo in esame.

Logica di funzionamento: il codice 29 sta ad indicare i RADAR di tipo N-001 o N-019 utilizzati sui velivoli delle famiglie Fulcrum e Flanker.

7.3 TEWS scope: simbologia

RADAR terrestre. Compare solamente il codice alfanumerico corrispondente alla minaccia.

29

RADAR aerotrasportato. I RADAR di questo tipo sono denotati dal simbolo [^] sopra al codice alfanumerico.

Un esempio semplice ed esplicativo per chiarire il concetto è il seguente:

*se siete illuminati da un Mig-23 sul TEWS scope apparirà il numero **23** con sopra il simbolo [^], che significa appunto “radar aviotrasportato”; mentre se siete illuminati da uno ZSU-23 AAA, meglio conosciuta come Shilka, quindi un radar terrestre, apparirà sul TEWS scope solo il numero **23** senza alcun simbolo.*

29

Il semicerchio posto sopra il codice alfanumerico indica una nuova minaccia. Viene sempre posto sopra l'ultima minaccia identificata.

29

Il diamante attorno al codice indica la minaccia primaria.

29

Il cerchio lampeggiante attorno al codice (qui accompagnato anche dal diamante) indica il lancio di un missile da parte della minaccia.

M

La lettera M con il cerchio lampeggiante (solitamente accompagnata anche dal diamante) indica la presenza di un missile ARH.

Come già avrete notato i vari simboli possono essere combinati. Ad esempio, il simbolo di una nuova minaccia (semicerchio superiore) e il lancio di un missile (cerchio lampeggiante) formano un cerchio con la metà inferiore lampeggiante.

7.4 TEWS scope: elenco dei simboli

Di seguito sono riportati tutti i codici utilizzati dal TEWS scope con i relativi RADAR associati.

Radar navali	
Piattaforma	Simbolo TEWS
Admiral Kuznetsov	SW
Albatros Grisha	HP
Molniya	PS
Moskva	T2
Neutrashimy	TP
Rezky	TP
Carl Vinson	48
Oliver H. Perry	49
Ticonderoga	AE

Radar aerotrasportati	
Piattaforma	Simbolo TEWS
A-50	50
MiG-23	23
MiG-25	25
MiG-29	29
MiG-31	31
Su-27	29
Su-30	30
Su-33	29
Su-34	34
E-2C	E2
E-3A	E3
F-4E	F4
F-5E	F5
F-14A	14
F-15C	15
F-16	16
F/A-18	18
Mirage 2000-5	M2

Radar basati a terra	
Piattaforma	Simbolo TEWS
1L13 EWR	EW
2S6 Tunguska	S6
56G-6 EWR	EW
Buk search radar	SD
Buk 9A310M1 launcher	11
Dog Ear radar	DE
Kub, search and track radar	06
Osa 9A33, launcher	08
S-300PS 40B6MD, search radar	CS
S-300PS 40B6M, track radar	10
S-300PS 64H64, search radar	BB
Tor 9A331	15
ZSU-23-4 Shilka	23
Hawk search radar	HA
Patriot search and track radar	PT
Roland ADS	RO
Roland radar	GR
Gepard	GP
Vulcan	VU

7.5 Minacce terra-aria in funzione del raggio operativo

Una semplice classificazione delle minacce terra aria per valutarne rapidamente la pericolosità può essere fatta dividendo tali minacce a seconda della portata dei missili impiegati.

Con SR si intende Search Radar, con TR Track Radar, con STR Search and Track Radar, con LN Launcher.

Corto raggio	
Piattaforma	Simbolo TEWS
2S6 Tunguska	S6
Shilka	23
Vulcan	VU
Gepard	GP
Roland RADAR	GR
Roland ADS	RO
Admiral Kuznetsov	SW
Tor	15
Osa	8
Albatros	HP
Rezky, Neutrashimy	TP
Molniya	PS
Medio raggio	
Piattaforma	Simbolo TEWS
Buk SR	SD
Buk LN	11
Kub STR	06
Hawk	HA
Lungo raggio	
Piattaforma	Simbolo TEWS
Carl Vinson	48
Oliver H. Perry	49
Ticonderoga	AE
Moskva	T2
S300 SR	BB
S300 SR	CS
S300 TR	10
Patriot STR	PT



Ringraziamenti

Documento originale by 53° Stormo Virtuale

36STV Format Designer : =36=Pigon

Revisione e Adattamento ed ampliamento : =36=Eircog =36=Karma

Systems Testers : =36=Denny