



36° Stormo Virtuale

DCS: FLAMING CLIFFS 3

Mig-29 Fulcrum

Guida comprensiva

SOMMARIO

1. Premessa.....	4
2. Introduzione.....	4
2.1. Dati Tecnici.....	5
3. Tipologie di Missioni.....	5
4. Sisitemi di Puntamento.....	6
Radar.....	6
EOS.....	6
N-019 Radar.....	7
OEPS-29 EOS.....	7
5. Armamento.....	7
GSH-301.....	7
R-27R.....	8
R-27T.....	9
R-27ER.....	9
R-27ET.....	10
R-73.....	11
R-77.....	11
Bombe.....	12
6.Strumentazione.....	16
Anemometro e Indicatore di Velocità rispetto al Suolo.....	17
Altimetro Barometrico.....	17
Altimetro Radar.....	18
Indicatore di movimento delle Superfici Mobili.....	18
Indicatore dell'Angolo d'Attacco e Anemometro.....	19
Orizzonte Artificiale (ADI).....	19
Indicatore di Velocità Verticale.....	20
Indicatore del Regime di Rotazione dei Motori.....	20
Indicatore del Livello di Carburante.....	21
Horizontal Situation Indicator (HSI).....	21
7.Modalità Operative HUD/HDD.....	22
Navigazione (ENR).....	22
Rientro (RTN) – Atterraggio (LNDG).....	23
Modalità Beyond Visual Range – Scan (BVR SCAN).....	24
Modalità Beyond Visual Range – Track While Scan (BVR TWS).....	27
Modalità BVR TWS-2.....	28
Modalità Beyond Visual Scan – Attack(BVR ATK).....	29
Datalink Digitale.....	30
Operazioni in presena di Contromisure Elettroniche.....	31
Modalità Close Air Combat – Attack (CAC ATK).....	32
Modalità Close Air Combat – Vertical Scan (CAC VS).....	32
Modalità Close Air Combat – Boresight (CAC BORE).....	33
Modalità Close Air Combat – HMS (CAC HMTD).....	33
Modalità PHI 0 (FI0).....	34

Modalità Aria Terra (GND).....	34
Griglia Fissa (GRID).....	35
8.Horizontal Situation Indicator.....	36
Horizontal Situation Indicator.....	36
Navigazione.....	37
Approccio e Atterraggio.....	39
9.Avvisatore di Scoperta Radar.....	40
SPO-15 Berioza.....	41
Segnali Acustici.....	41
SPO-15 Berioza Display.....	42
Ringraziamenti.....	44



1. Premessa

Questa guida è intesa a sostituire tutte le precedenti riguardo il MiG-29 Fulcrum affrontando la spiegazione dei vari sistemi del velivolo come modellati in Flaming Cliffs 3, in una visione d'insieme più semplice, con meno tecnicismi e, come speriamo, più utile per chi si avvicina per la prima volta al simulatore.

2. Introduzione

Il MiG-29 nasce nei primi anni Settanta sotto forma di PFI – caccia frontale avanzato - in risposta al progetto TFX americano da cui poi derivò l'F-15 Eagle.

Il primo volo del prototipo risale al 1977 e l'entrata in servizio risale al 1983.

All'interno delle forze aeree sovietiche prima, e russe poi, il MiG-29 viene impiegato principalmente come caccia tattico di prima linea, lasciando il ruolo di intercettore a lungo raggio al Su-27.

In quest'ottica, il MiG-29 è stato progettato per poter operare da basi scarsamente preparate col compito di garantire la superiorità aerea ad un'eventuale avanzata delle divisioni motorizzate dell'esercito, andando a ricoprire il ruolo del MiG-23 e prima ancora del MiG-21. Il MiG-29 mantiene inoltre una limitata capacità di attacco al suolo mentre grazie al puntamento sul casco e alla dotazione di missili a corto raggio R-73 e alle eccezionali capacità in termini di manovrabilità e potenza è un avversario pericoloso nel combattimento ravvicinato.

Pur mantenendo le stesse limitazioni della versione MiG-29A in termini di autonomia, la versione MiG-29S integra una migliore dotazione di armamento ed è dotata di contromisure elettroniche.



2.1. Dati Tecnici

Lunghezza: 17.3 m
Altezza: 4.7 m
Apertura alare: 11.3 m
Superficie alare: 38.1 m²
Peso a vuoto: 11200 kg
Peso (configurazione aria aria tipica): 15520 kg
Peso massimo: 19700 kg
Carico carburante: 3380 kg
Tangenza operativa: 18000 m
Velocità massima a livello del mare (pulito): 1500 km/h
Velocità massima a livello del mare (carico aria aria tipico): 1320 km/h
Velocità massima in quota (pulito): 2400 km/h
Velocità massima in quota (carico aria aria tipico): 2100 km/h
Velocità di decollo: 260 km/h
Velocità di atterraggio: 240 km/h
Carico g massimo: 9
Raggio operativo (configurazione aria aria tipica): 275 km
Raggio di trasferimento: 1500 km.

3. Tipologie di Missioni

Il MiG-29 è in grado di svolgere qualsiasi tipo di missione da superiorità aerea, alcune di queste sono però limitate dal ridotto raggio operativo:

- . COMBAT AIR PATROL

Pattugliamento in uno spazio aereo prefissato allo scopo della missione e quello di fornire copertura aerea. In questo modo si assicura la superiorità aerea contro minacce aeree ed allo stesso tempo 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 che ha 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.

A fianco del ruolo di superiorità aerea il MiG-29 mantiene una limitata capacità nelle seguenti missioni di attacco al suolo tramite l'impiego di bombe e razzi non guidati:

- . STRIKE

Attacco di installazioni nemiche di alto valore quali bunker, posti di comando e porti.

- . OCA ATTACK (Offensive Counter Air)

Attacco e la distruzione dei velivoli nemici al suolo, unitamente agli aeroporti ed alle infrastrutture in cui risiedono.

Il MiG-29 è generalmente inadatto a svolgere missioni SEAD (soppressione delle difese aeree nemiche), CAS (appoggio ravvicinato) e antinave.

4. Sistemi di Puntamento

A differenza della maggior parte dei caccia che l'hanno preceduto, sia del blocco occidentale che del blocco sovietico, che disponevano solo del RADAR, il MiG-29 dispone di due sistemi di puntamento: il RADAR e l'EOS.

● Radar

Il RADAR è entrato a far parte della definizione di caccia ognitempo 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 puntarli contro l'armamento, di giorno o di notte, indipendentemente dalle condizioni meteo che possono degradare il rilevamento visivo. **Il RADAR è inoltre in grado di individuare bersagli a distanze molto elevate, rendendolo un elemento insostituibile nel combattimento BVR. Le limitazioni del funzionamento del radar 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 sul MiG-29 sono di tipo doppler: per l'individuazione del bersaglio si basano sull'analisi della componente radiale della velocità del bersaglio. I RADAR doppler consentono migliori capacità di inseguire bersagli in volo a bassa quota (lookdown), riuscendo a filtrare il ritorno radar del terreno; inoltre sono in grado di misurare con precisione la velocità del bersaglio. 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 (beaming).

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, mentre frequenze di ripetizione più basse (MED) consentono una migliore individuazione di bersagli in allontanamento; il radar può anche combinare le due frequenze alternandole (ILV), offrendo tuttavia, minore efficienza in termini di distanza di rilevamento.**

Quando in modalità di ricerca (BVR SCAN) il RADAR opera su ampie aree di scansione; in modalità di tracciamento (BVR/CAC ATK) il RADAR concentra un ristretto fascio sul bersaglio. I RADAR moderni dispongono solitamente anche di una modalità che combina la ricerca col tracciamento (BVR TWS) la quale consente di tracciare bersagli multipli; questa modalità, tuttavia, impiega metodi predittivi per approssimare la posizione dei bersagli tra una scansione e la successiva: bersagli che eseguono rapide manovre cambiando la loro quota o la loro direzione possono interrompere momentaneamente la propria individuazione.

● EOS

I motori a getto utilizzati sugli aerei emettono calore che può essere individuato. Questo fatto è stato usato sui missili per sviluppare sistemi di puntamento all'infrarosso (IR). I primi sistemi IR potevano individuare il calore emesso dal motore solo nell'emisfero posteriore, posizione da cui l'ugello del motore è bene in vista. I sistemi IR moderni, invece, sono in grado di individuare la traccia IR del bersaglio da qualsiasi posizione.

Già in passato i sistemi di ricerca e tracciamento IR (IRST) ed elettro-ottici (EOS) sono stati adottati su alcuni caccia ma un loro sviluppo efficace è apparso per la prima volta solo nella quarta generazione di caccia sovietici, di cui il MiG-29 fa parte.

A differenza dei sistemi radar, l'EOS è un sistema passivo e quindi il nemico non verrà in alcun modo allertato del tracciamento in atto:

questo fornisce al MiG-29 ottime capacità di condurre attacchi "stealth" dei quali il nemico si renderà conto solo dopo essere stato colpito.

Al contrario del RADAR, tuttavia, l'EOS dispone di un limitato raggio di impiego, fortemente dipendente dalla posizione del bersaglio e dal regime di funzionamento dei motori dello stesso. Inoltre, condizioni meteo avverse possono degradarne sensibilmente l'efficacia.

● **N-019 Radar**

Elenchiamo in modo riassuntivo le principali caratteristiche del RADAR N-019 utilizzato dal MiG-29:

- Azimuth massimo: -60°
- Elevazione massima: $-45^\circ +60^\circ$
- Distanza media di individuazione in quota (emisfero frontale): 70 km
- Distanza media di individuazione in quota (emisfero posteriore): 25 km
- Numero massimo di bersagli in modalità di ricerca: 10
- Numero massimo di bersagli in modalità di tracciamento: 2 (per la versione S, altrimenti 1)

● **OEPS-29 EOS**

Elenchiamo in modo riassuntivo le principali caratteristiche dell'EOS OEPS-29 utilizzato dal MiG-29:

- Azimuth massimo: -60°
- Elevazione massima: $-10^\circ, +60^\circ$
- Distanza massima di individuazione (emisfero frontale): 10 km
- Distanza massima di individuazione (emisfero posteriore): 30 km

5. Armamento

Per completare questo sguardo introduttivo alle caratteristiche e modi d'impiego dell'aereo diamo una rapida descrizione delle armi aria-aria più un elenco delle armi aria-terra.

● **GSH-301**

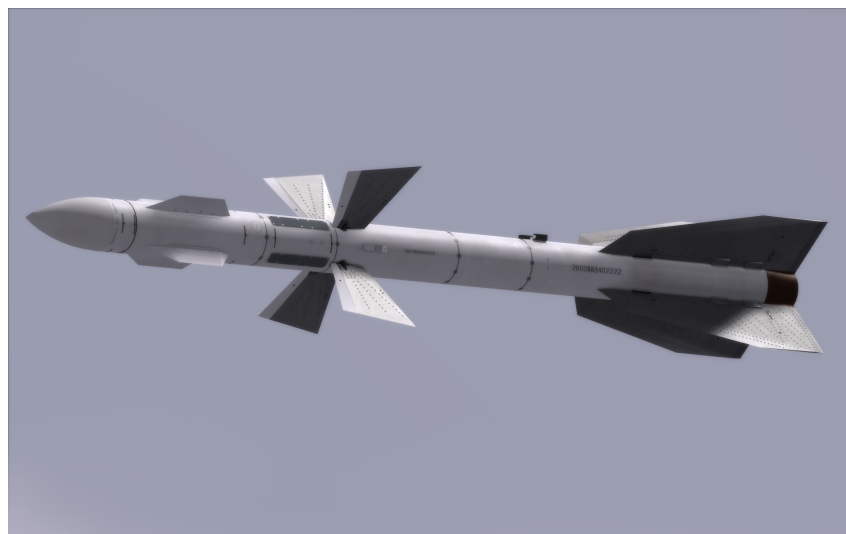


Il Gsh-301 è l'unica arma interna del MiG-29. Sebbene sui caccia russi, a differenza che su quelli americani, i cannoni non siano quasi mai scomparsi, l'esperienza del Vietnam dimostrò come in alcuni casi quest'arma sia insostituibile. L'impostazione adottata si presta particolarmente bene al combattimento manovrato, il puntamento mediante l'EOS e un telemetro laser garantiscono che la quasi totalità dei colpi andrà a segno.

Le caratteristiche principali del cannone sono:

- Una canna da 30 mm
- Rateo di fuoco di 1500 colpi al minuto
- Dotazione (per il MiG-29) di 150 colpi

● R-27R



La famiglia di missili R-27 fu pensata appositamente per l'impiego con i caccia MiG-29 e Su-27, la sua entrata in servizio coincide infatti con la comparsa di questi velivoli, tra il 1983 e il 1984.

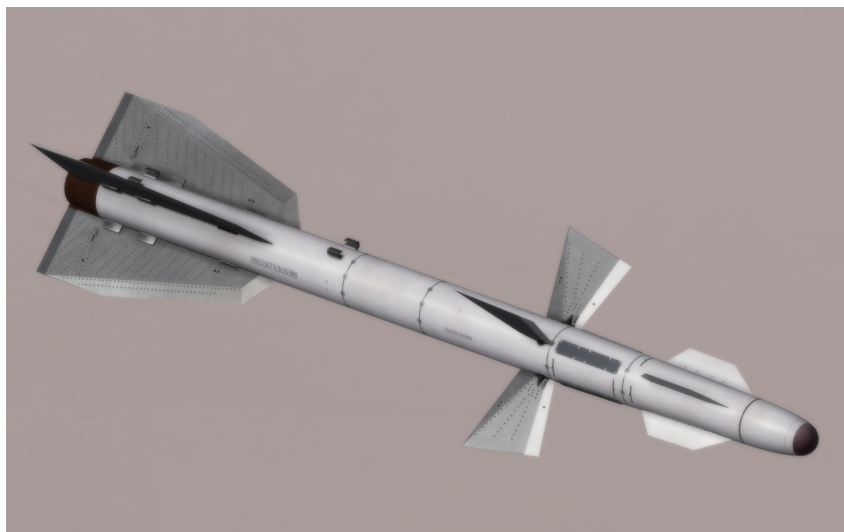
La variante R-27R è stata la prima ad essere impiegata ed è caratterizzata da un sistema di guida radar semiattiva.

Le caratteristiche principali del missile sono:

- Peso di 253 kg
- Lunghezza di 4.0 m
- Diametro di 0.23
- Testata esplosiva equivalente a 39 kg di TNT
- Guida radar semiattiva
- Carico G massimo di 18 g
- Velocità massima di mach 3
- Gittata massima di 50 km

Per via della guida semiattiva il bersaglio deve essere inseguito in modalità ATK per tutta la durata del tempo di volo del missile. La gittata massima di 50 km è raggiungibile a quote di 12000 metri; lanciando da quote superiori è possibile incrementare ulteriormente la gittata ma il rischio è quello di superare la durata della batteria del missile. La testata di generose dimensioni garantisce inoltre la distruzione di bersagli anche di considerevoli dimensioni una volta colpiti. Attualmente la variante R-27R è stata superata dalle versioni più aggiornate R-27ER e rimane l'arma standard solo sul MiG-29A.

● R-27T

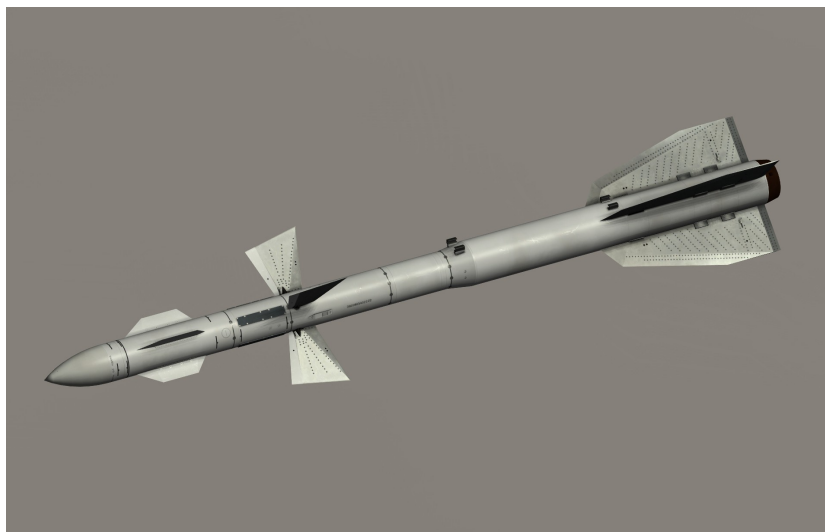


La variante R-27T è simile a quella R-27R nelle prestazioni ma utilizza un sistema di guida infrarossa al posto di quella radar che garantisce risultati migliori negli ingaggi rear aspect. Le caratteristiche principali del missile sono:

- Peso di 254 kg
- Lunghezza di 3.7 m
- Diametro di 0.23
- Testata esplosiva equivalente a 39 kg di TNT
- Guida infrarossa
- Carico G massimo di 18 g
- Velocità massima di mach 3
- Gittata massima di 40 km

Il sistema di guida infrarossa richiede che il contatto venga stabilito prima del lancio in quanto il missile non è in alcun modo supportato dall'aereo dopo il rilascio. Questo ne limita le possibilità di impiego nel combattimento BVR, nonostante resti una minaccia notevole per via del sistema di guida totalmente passivo. **Questa arma è utilizzabile solo sul MiG-29S.**

● R-27ER



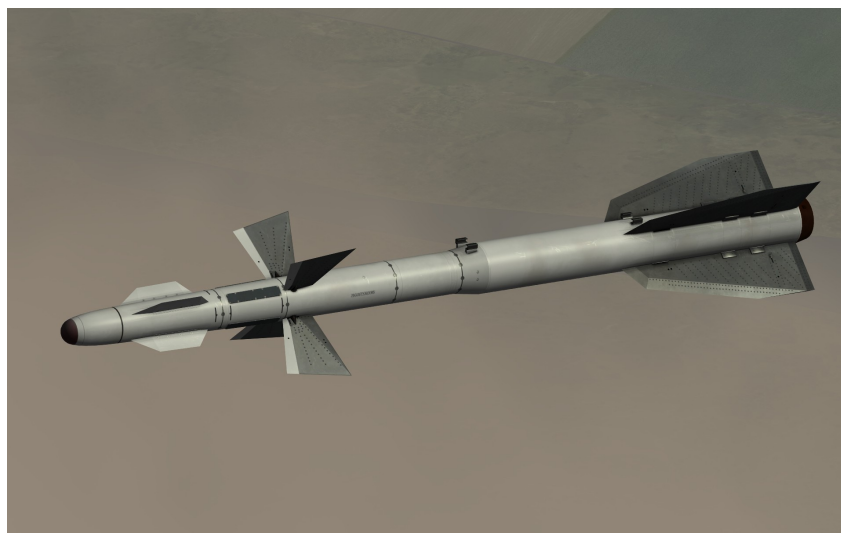
I missili R-27 videro una notevole evoluzione nel 1990 con l'introduzione delle versioni E: la portata massima aumentò da 50 a 70 km, ma negli impieghi a quote inferiori la portata del missile e in alcuni casi raddoppiata. La versione R-27ER è l'evoluzione in questo senso della versione R-27R.

Le caratteristiche del missile sono le seguenti:

- Peso di 350 kg
- Lunghezza di 4.7 m
- Diametro di 0.26
- Testata esplosiva equivalente a 39 kg di TNT
- Guida radar semiattiva
- Carico G massimo di 18 g
- Velocità massima di mach 3
- Gittata massima di 70 km

Questa arma è utilizzabile solo sul MiG-29S.

● R-27ET



La variante R-27ET è l'evoluzione della versione R-27T come quella R-27ER lo è per la variante R-27R.

Le caratteristiche del missile sono:

- Peso di 343 kg
- Lunghezza di 4.5 m
- Diametro di 0.26 m
- Testata esplosiva equivalente a 39 kg di TNT
- Guida infrarossa
- Carico G massimo di 18 g
- Velocità massima di mach 3
- Gittata massima di 70 km

La guida infrarossa e le ottime caratteristiche energetiche, ne fanno l'arma più pericolosa nel combattimento entro il raggio visivo.

Questa arma è utilizzabile solo sul MiG-29S.

● R-73



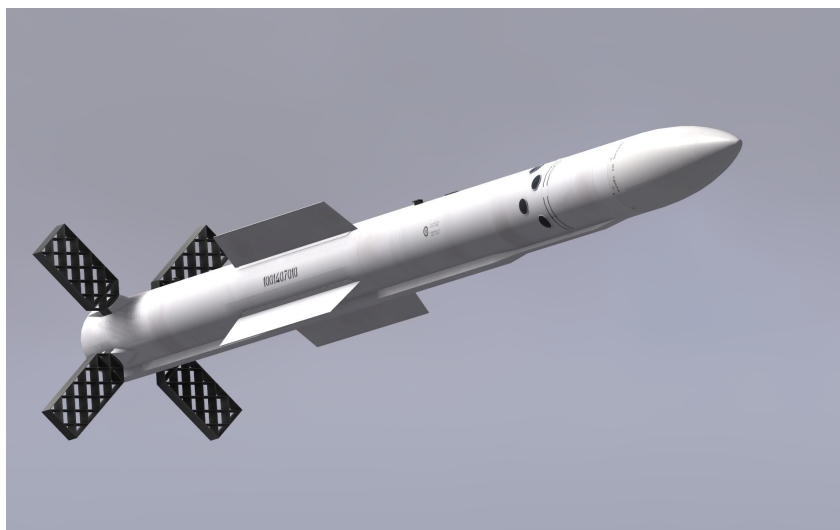
Come per gli R-27, anche gli R-73 furono ideati per equipaggiare la nuova generazione di caccia che stava per entrare in servizio. Tuttavia, mentre gli R-27 riuscivano al più ad eguagliare le capacità delle loro controparti occidentali, l'introduzione degli R-73 ridefinì gli standard dei missili a corto raggio, superando in ogni aspetto le capacità degli AIM-9 allora in servizio.

Una gittata notevole, per un missile a corto raggio, l'utilizzo della spinta vettoriale per migliorare la manovrabilità nei lanci ravvicinati e la possibilità di puntare questi missili con un mirino posto sul casco conferisce ai velivoli russi una netta superiorità negli scontri ravvicinati.

Le caratteristiche del missile sono le seguenti:

- Peso di 110 kg
- Lunghezza di 2.9 m
- Diametro di 0.17 m
- Testata esplosiva equivalente a 7.4 kg di TNT
- Guida infrarossa
- Carico G massimo di 30 g
- Velocità massima di mach 2.5
- Gittata massima di 15 km

● R-77



Dopo l'entrata in servizio dei caccia di quarta generazione MiG-29 e Su-27 iniziarono a delinearsi quelle che dovevano essere le specifiche dei loro successori. Allo stesso modo venivano definite le caratteristiche delle armi che li avrebbero dovuti equipaggiare.

Il risultato di questi studi fu un missile di peso molto inferiore a quelli della famiglia R-27, di dimensioni più contenute (e quindi in grado di essere trasportato in una stiva interna), dotato di caratteristiche superfici di controllo a griglia sulla coda (a loro volta ripiegabili per occupare meno spazio) ed equipaggiato con un sistema a guida radar attiva, prendendo il nome di R-77. **Proprio grazie al sistema di guida attivo, il missile necessita di essere supportato dal RADAR dell'aereo che lo ha lanciato solo per la prima fase del volo, raggiunta la distanza di 15 km dal bersaglio, il missile è in grado di procedere autonomamente.**

I primi test sull'impiego operativo del R-77 sono stati condotti nel 1991 mentre l'entrata in servizio, seppure in numeri molto limitati, risale al 1994. Oltre ad essere compatibile con i RADAR delle varianti aggiornate MiG-29SM e Su-27SM il missile può essere utilizzato anche sugli ultimi esemplari prodotti di MiG-29S, dotati di piccoli aggiornamenti al RADAR o sugli esemplari a cui queste modifiche sono state introdotte nel corso di programmi di ammodernamento.

Le caratteristiche del missile sono le seguenti:

- Peso di 175 kg
- Lunghezza di 3.6 m
- Diametro di 0.2 m
- Testata esplosiva equivalente a 30 kg di TNT
- Guida radar attiva
- Carico G massimo di 30 g
- Velocità massima di mach 3
- Gittata massima di 50 km

Questa arma è utilizzabile solo sul MiG-29S.

● Bombe

Le bombe sono armi versatili e generalmente a basso costo. Il MiG-29 è in grado di impiegare esclusivamente bombe a caduta libera e non bombe guidate.

Bombe di tipo diverso sono concepite per colpire bersagli differenti:

- Bombe ad impiego generico: FAB-100, FAB-250, FAB-500.



Fab-100



Fab-250



Fab-500

Queste bombe sono efficaci contro installazioni, equipaggiamenti, postazioni difensive, ponti e fortificazioni. Il numero di designazione ne indica approssimativamente il peso in chilogrammi. La velocità al momento del rilascio deve essere compresa tra il 500 e i 1000 km/h.

- Bombe a penetrazione: BetAB-500.



BetAB-500

Queste bombe sono caratterizzate da un involucro rinforzato che permette di sfondare gli strati esterni delle corazzature e massimizzare il danno. La dotazione di paracadute consente lo sgancio a bassa quota, la velocità ideale di sgancio è compresa tra i 550 e i 1100 km/h.

- Bombe a penetrazione: BetAB-500ShP.



BetAB-500shp

Questa bomba oltre ad essere dotata di involucro rinforzato, utilizza un paracadute che ne provoca la discesa in verticale: prima dell'impatto la bomba è propulsa dall'accensione di un razzo che ne permette la penetrazione in profondità nelle piste rendendole inutilizzabili e complicandone la riparazione. La quota ideale di sgancio è compresa tra i 150 e i 1000 m, la velocità tra i 550 e i 1100 km/h.

- Bombe a grappolo: RBK-250, RBK-500, RBK-500U.



RBK-250



RBK-500

Queste bombe dalle dimensioni paragonabili agli ordigni convenzionali sono contenitori che raccolgono una varietà di submunizioni. Prima dell'impatto il contenitore si apre spandendo le submunizioni su un'area più o meno circoscritta a seconda dell'angolo e della velocità di sgancio, rendendole efficaci contro gruppi di unità anche corazzate. La quota ideale di sgancio varia tra i 300 e i 10000 m, la velocità tra i 500 e i 2300 km/h.

- Dispenser: KMGU-2.

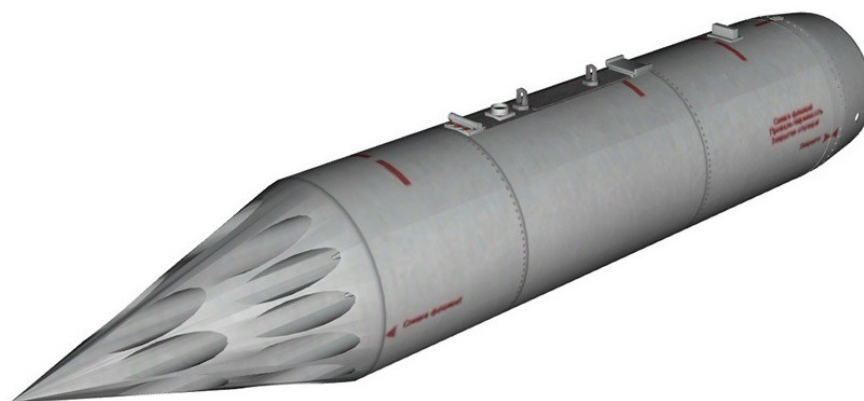


Contenente submunizioni simili a quelle delle bombe a grappolo, il dispenser non viene sganciato dall'aereo e le submunizioni vengono sganciate direttamente. Questa caratteristica rende l'arma adeguata per la distruzione di colonne di unità o l'interdizione di piste. La quota di sgancio è compresa tra i 50 e i 150 m, la velocità tra i 500 e i 900 km/h.

● RAZZI

Nonostante l'esistenza di armi guidate e la loro efficacia non sempre buona i razzi sono ancora ampiamente diffusi negli arsenali per via della loro semplicità di utilizzo e del basso costo. La velocità di rilascio è generalmente compresa tra i 600 e i 1000 km/h con un angolo di picchiata tra i 10° e i 30°. I vari tipi di razzo, contenuti in razziere più o meno grandi, differiscono principalmente per il calibro:

- **Contenitore B-8M1, razzi S-8.**



B-8M1

Ogni razziera contiene venti razzi S-8 da 80 mm di calibro. L'efficacia di queste armi è limitata ai mezzi non corazzati e l'impiego prevede il lancio in salve. La distanza massima di impiego è di 2000 m.



S-8KOM

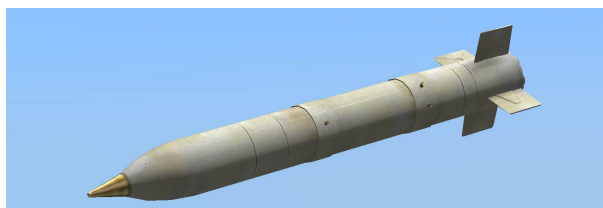


S-80FP2



S-8TSM

- **Razzo S-24.**



Il razzo pesante S-24 da 240 mm di calibro con testata da 123 kg e contenuto in un contenitore singolo. L'impiego di questi razzi è adeguato alla distruzione di installazioni altamente fortificate. La distanza massima di impiego è di 2000 m.

● GARDENIA ECM

Mentre la variante MiG-29A è sprovvista di ECM (che non possono neanche essere equipaggiate esternamente), la variante MiG-29S è dotata di contromisure elettroniche attive dislocate nel rigonfiamento spinale dietro all'abitacolo del pilota.

6. Strumentazione

La strumentazione essenziale per il controllo del velivolo è racchiusa da una sottile linea bianca. Una linea bianca più spessa indica la posizione verso cui spingere lo stick in caso di avvistamento.



1. Pannello di controllo dell'armamento
2. Indicatore dell'angolo d'attacco e accelerometro
3. Anemometro
4. Orizzonte artificiale (ADI)
5. Indicatore di velocità verticale (VVI)
6. Altimetro radar
7. Indicatore del regime di rotazione dei motori (in percentuale)
8. Indicatore livello carburante
9. Head Down Display (HDD)
10. Pannello di controllo "Ecran"
11. Indicatore della temperatura dell'interstadio della turbina
12. SPO-15 "Berioza" RWR
13. Indicatore della velocità rispetto al suono
14. Orologio
15. Horizontal Situation Indicator (HSI)
16. Altimetro barometrico
17. Indicatore di movimento delle parti meccaniche
18. Leva del carrello

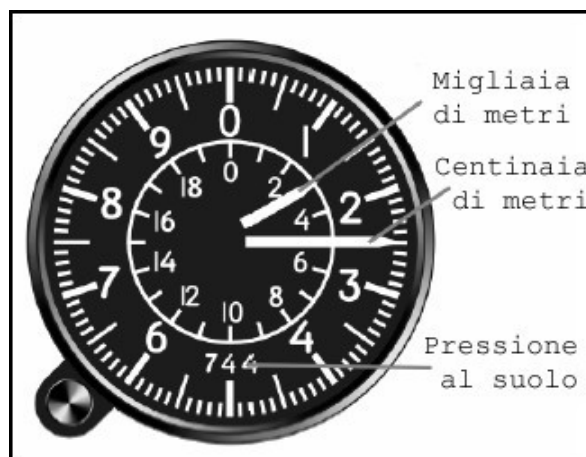
- 19. Pannello del pilota automatico
- 20. Spie d'allarme e indicatori di posizione neutrale per i canali di trim (pitch, roll, yaw)
- 21. Contatore chaff e flare
- 22. Spie del Master Warning

- ***Anemometro e Indicatore di Velocità rispetto al Suolo***



Questo strumento mostra la velocità rispetto all'aria (IAS) e la velocità rispetto al suono (MACH).
La corona esterna mostra la velocità rispetto all'aria su di una scala graduata da 0 km/h a 1600 km/h.
La corona interna mostra la velocità rispetto al suono su di una scala graduata da Mach 0.6 a Mach 3.0.

- ***Altimetro Barometrico***



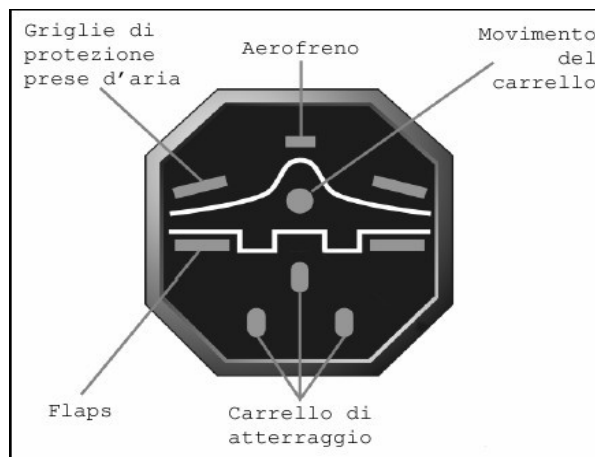
L'altimetro barometrico indica la quota del velivolo rispetto al livello del mare.
La corona interna è graduata da 0 m a 20000 m con incrementi di 1000m.
La corona esterna è graduata da 0 m a 1000 m con incrementi di 10 m.

- **Altimetro Radar**



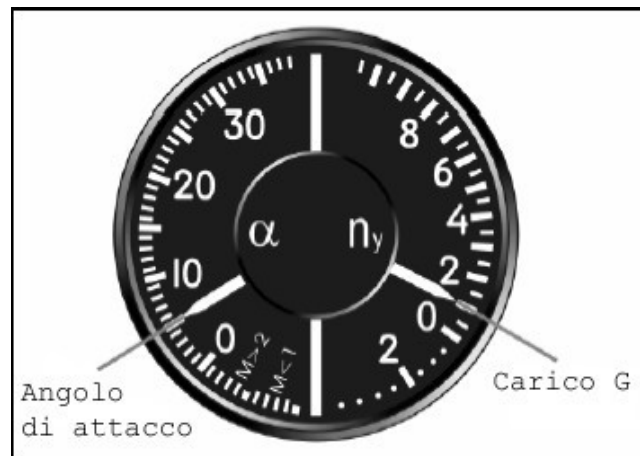
L'altimetro radar indica la quota del velivolo rispetto al suolo, in un intervallo tra 0 m e 1500 m. L'indicazione non è accurata in caso di virate poiché il fascio radar utilizzato non è rivolto perpendicolarmente alla superficie terrestre.

- **Indicatore di movimento delle Superfici Mobili**



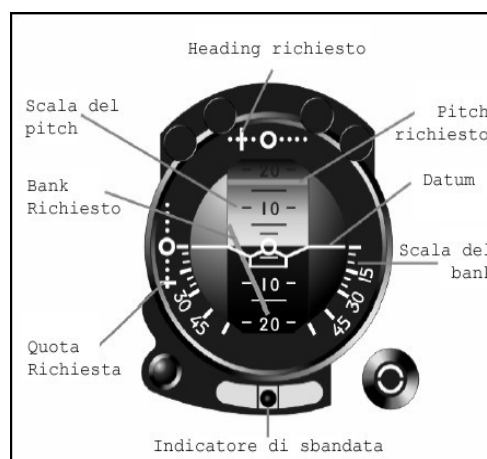
Questo pannello indica la posizione del carrello, dei flap, dell'aerofreno e delle griglie di posizione delle prese d'aria. Se il carrello è in movimento, o comunque non è bloccato, una spia rossa si accende al centro del pannello.

● *Indicatore dell'Angolo d'Attacco e Anemometro*



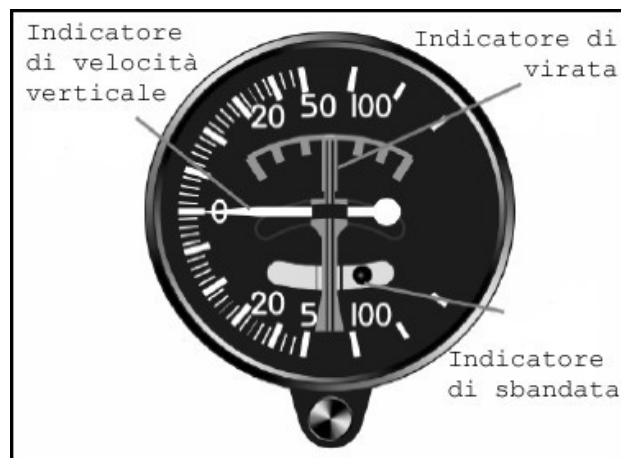
Questo indicatore mostra l'angolo d'attacco e il carico G corrente.
La meta sinistra dell'indicatore mostra l'angolo d'attacco da -10° a +38°.
La meta destra dell'indicatore mostra il carico G da -3g a +9.5g.

● *Orizzonte Artificiale (ADI)*



L'orizzonte artificiale (ADI) mostra gli angoli di beccheggio e rollio correnti.
Nella parte inferiore è presente un indicatore di sbandata.
Nella parte centrale dello strumento sono presenti due barre che indicano il pitch ed il bank richiesti per il raggiungimento del waypoint successivo.
Durante la fase di approccio e atterraggio i medesimi indicatori ci guidano nell'intercettazione del sentiero di planata.
Nella parte esterna altre due barre indicano la quota e l'heading da mantenere per il raggiungimento del waypoint successivo.

- ***Indicatore di Velocità Verticale***



Questo indicatore misura la velocità verticale del velivolo da -300 m/s a +300 m/s. Assieme all'indicazione della velocità verticale sono presenti anche un indicatore di virata e un indicatore di sbandata.

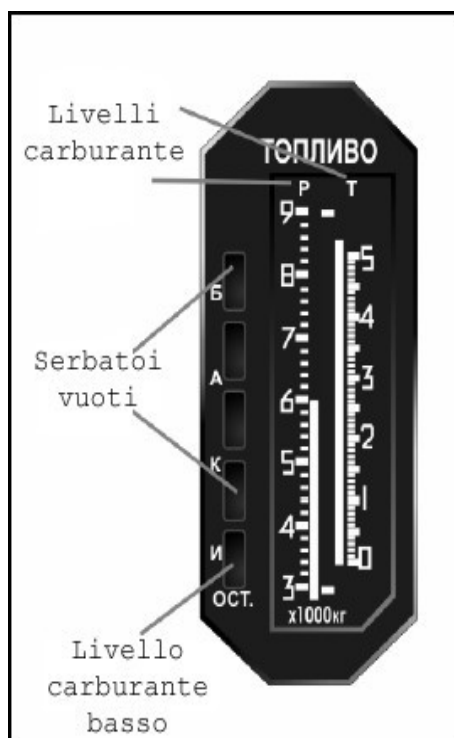
- ***Indicatore del Regime di Rotazione dei Motori***



Questo strumento mostra il regime di rotazione dei motori in percentuale rispetto al massimo regime di rotazione.

L'inserimento dei postbruciatori porta il regime di rotazione oltre il 100% e l'accensione di due spie poste sopra l'indicatore.

- **Indicatore del Livello di Carburante**



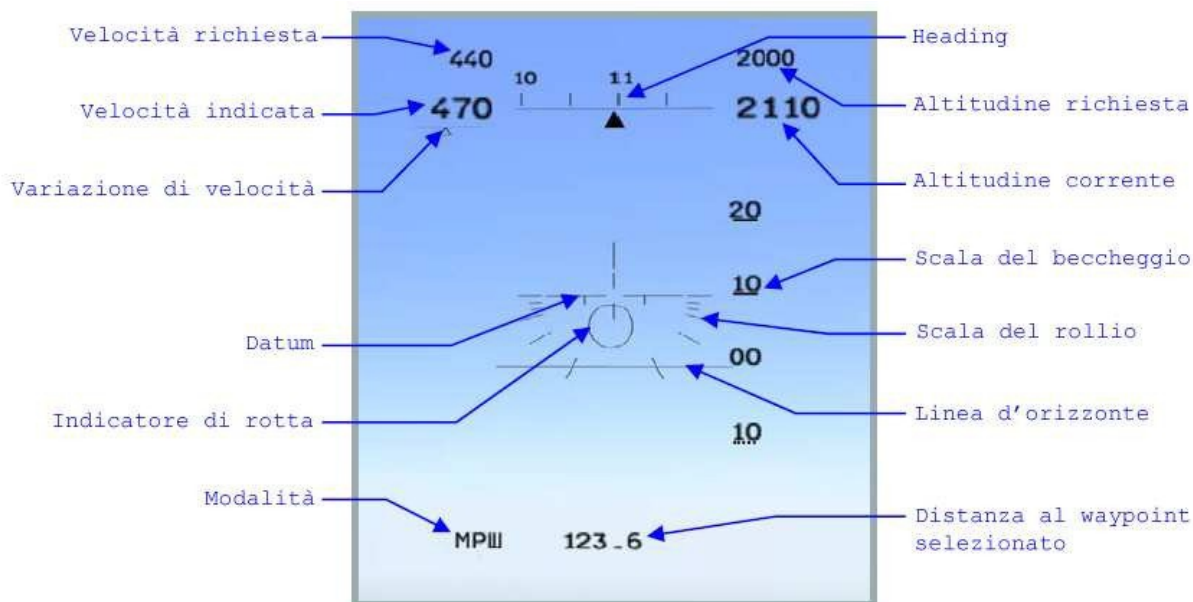
Questo indicatore è dotato di due barre che indicano il livello totale di carburante. Quella di destra va da 0 kg a 5000 kg mentre quella di sinistra da 3000 kg a 9400 kg. A fianco delle due barre sono presenti delle spie che indicano lo svuotamento dei serbatoi interni di carburante e una spia d'allarme per il ridotto quantitativo di carburante rimasto.

- **Horizontal Situation Indicator (HSI)**

Tratteremo in seguito il funzionamento dell'HSI dopo aver introdotto il funzionamento dell'HUD e dell'HDD, i quali riprendono molte delle funzioni svolte da questo strumento.

7. Modalità Operative HUD/HDD

Il funzionamento dell'HUD (Head Up Display – Visore A Testa Alta) e dell'HDD (Head Down Display – Visore A Testa Bassa) sono strettamente connessi col funzionamento dei sistemi di ricerca e tracciamento RADAR e EOS.



● Navigazione (ENR)

Iniziamo col prendere in esame l'aspetto dell'HUD in modalità di navigazione; parte dei simboli saranno comuni ad altre modalità:

- Al centro dell'HUD è presente il datum che indica gli angoli di pitch e bank.

L'heading corrente è posizionato nella parte superiore dell'HUD (i.e. 11 corrisponde a una direzione 110°).

La velocità IAS è indicata in alto a sinistra; sopra l'indicazione della velocità attuale è posta quella della velocità richiesta dal piano di volo.

Sotto all'indicazione della velocità IAS è posto un indice triangolare che mostra l'accelerazione del velivolo: posto a destra indica un'accelerazione, a sinistra una decelerazione.

In alto a destra è indicata la quota corrente. Per quote inferiori a 1500 m è indicata la quota AGL tramite il radar altimetro (simbolo p) con precisione di 1 m; per quote superiori a 1500 m è indicata la quota barometrica con precisione di 10 m.

Sopra l'indicazione della quota corrente è posta quella della quota richiesta dal piano di volo.

L'indicatore di rotta (anello grande) indica la direzione da mantenere per raggiungere e seguire il piano di volo prestabilito.

Sul lato destro dell'HUD e situata la scala del pitch.

Nell'angolo in basso a sinistra e indicata la modalita corrente.

In basso al centro e indicata la distanza in chilometri al waypoint selezionato.



Quando posto in modalita di navigazione l'HDD e caratterizzato come segue:

- I waypoint sono indicati da simboli circolari, vicino ai quali e posto il numero associato.
- Il punto di intercettazione del sentiero di planata e indicato da un diamante.
- Gli aeroporti sono indicati da un trattino spesso.
- Il waypoint correntemente selezionato e circondato da un quadrato.
- I vari waypoint sono connessi dalla linea di rotta.

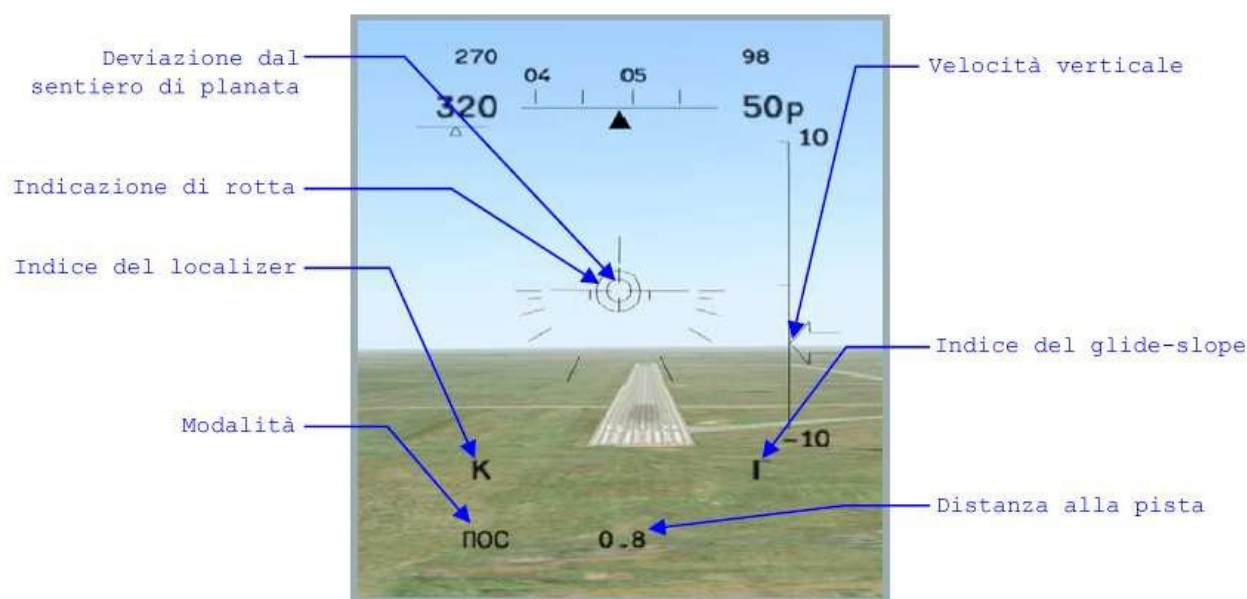
● **Rientro (RTN) – Atterraggio (LNDG)**

La modalita di navigazione presenta due sottomodalita da essa distinte dedicate al rientro e all'atterraggio:

- Quando e attiva la modalita navigazione ENR l'anello di navigazione sull'HUD punta verso la direzione da seguire per portarsi sul piano di volo verso il waypoint selezionato.

Sopra alle indicazioni di quota e altitudine sono indicati i rispettivi valori per il mantenimento del piano di volo. Al raggiungimento del waypoint, il successivo sarà selezionato automaticamente. Sul HDD vengono mostrati la rotta pianificata, i waypoint e gli aeroporti.

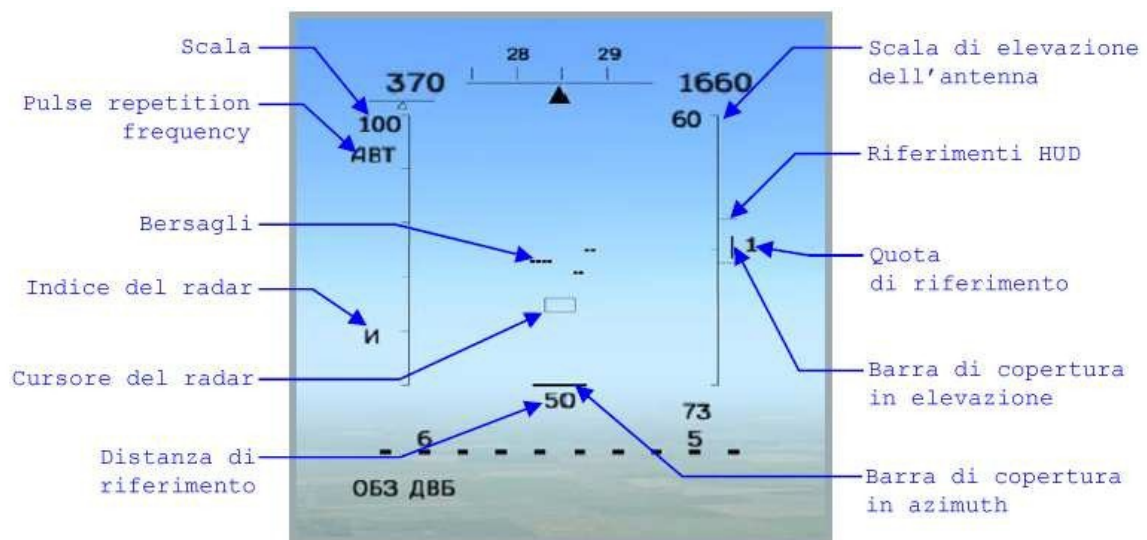
- Nella modalità di rientro RTN, l'anello di navigazione indica il punto di intercettazione del sentiero di planata. Sull'HDD viene indicata la rotta più breve al raggiungimento del punto di inizio del sentiero di planata. Al raggiungimento di quest'ultimo, viene commutata automaticamente la modalità in LNDG. I punti di rientro possono essere fatti scorrere come per i waypoint.



- In modalità di atterraggio LNDG, l'anello di navigazione punta alla pista. Compare, inoltre, un anello più piccolo a rappresentare la traiettoria del sentiero di planata: l'assetto di atterraggio è corretto quanto l'anello piccolo e contenuto in quello grande. Sul lato sinistro dell'HUD compare l'indicazione della velocità verticale in metri al secondo. Sull'HDD è indicata la direzione all'aeroporto di atterraggio selezionato.

● **Modalità Beyond Visual Range – Scan (BVR SCAN)**

Quando in modalità BVR SCAN sull'HUD possono essere rappresentati fino a 24 bersagli. Prima che i bersagli possano essere individuati è necessario attivare uno dei sensori di ricerca (RADAR o IRST): Sull'HUD vengono quindi presentate le informazioni necessarie alla ricerca e al tracciamento dei contatti.



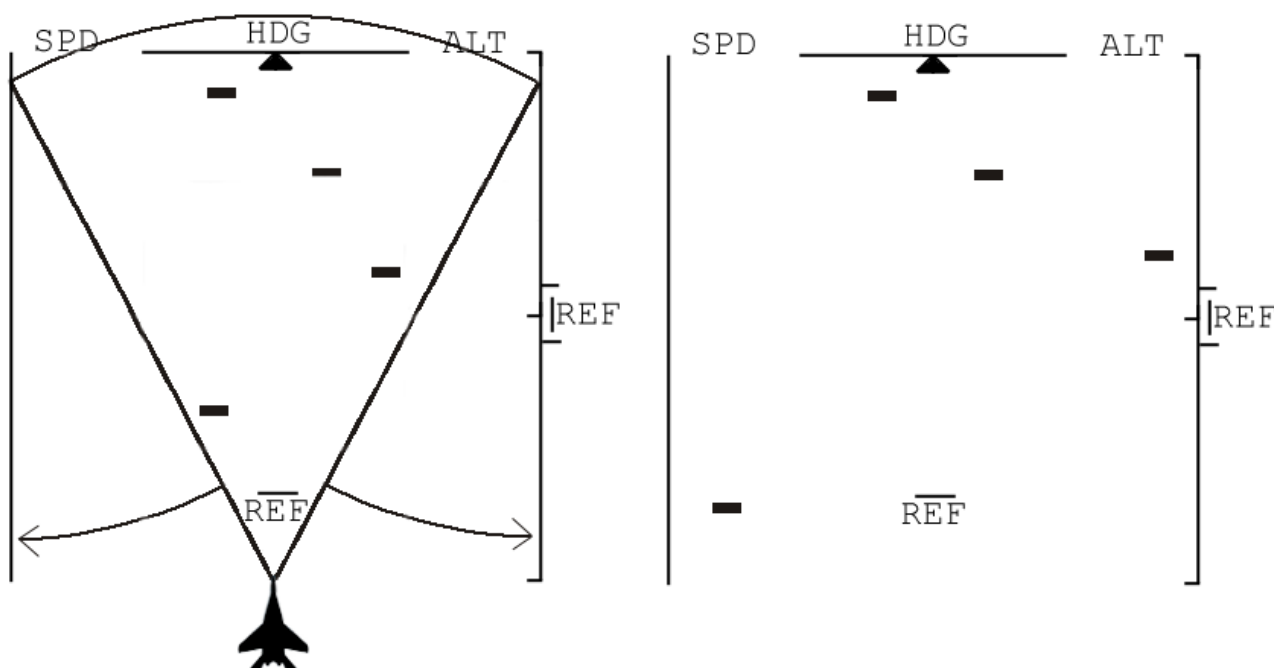
Quando il sensore di ricerca e il radar, sull'HUD sono presenti:

- La scala di presentazione del RADAR.
- L'impostazione della frequenza di ripetizione del RADAR.
- Un rilevamento RADAR viene rappresentato come un trattino. Il numero di trattini che compone il rilevamento rappresenta l'intensità dello stesso: a larghezze maggiori corrispondono bersagli più grandi. **Bersagli amici vengono indicati come due trattini sovrapposti.**
- L'indice И segnala che il RADAR è attivo.
- Il rettangolino vuoto rappresenta il cursore del radar e va spostato sui contatti prima dell'aggancio.
- Sul lato destro dell'HUD è posta la scala di elevazione dell'antenna. Su di essa, rivolti verso sinistra, sono presenti le indicazioni di fine corsa e, al centro, l'orizzonte. Rivolti verso destra sono presenti i riferimenti dell'angolo visivo dell'HUD. Questi consentono al pilota di guardare nella stessa direzione in cui il radar sta effettuando la ricerca utilizzando l'HUD come riferimento: **se la barra di copertura in elevazione è contenuta all'interno dei riferimenti, allora il radar sta cercando nella zona visibile attraverso l'HUD.**
- La barra di copertura in azimuth indica verso dove è rivolto il percorso di ricerca del radar: sinistra - centro - destra.

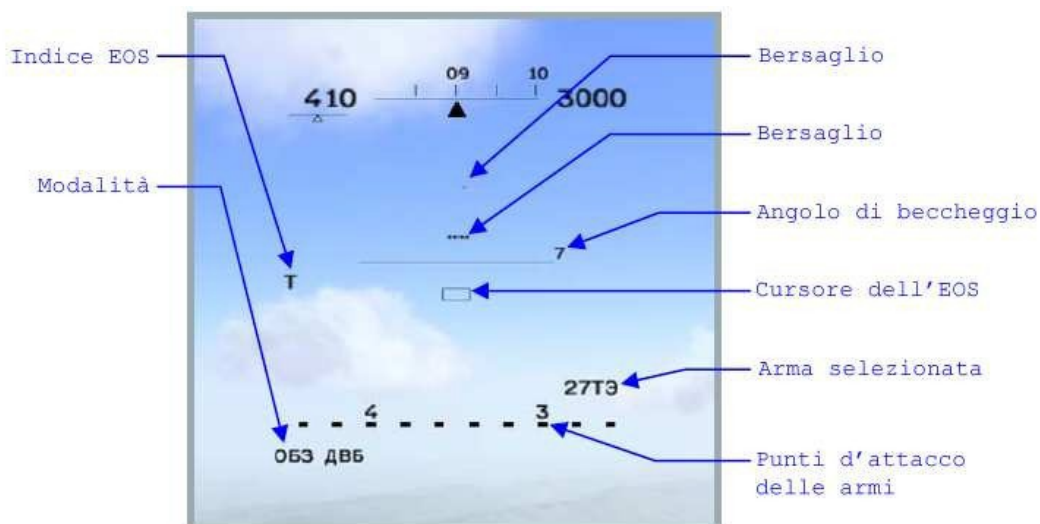
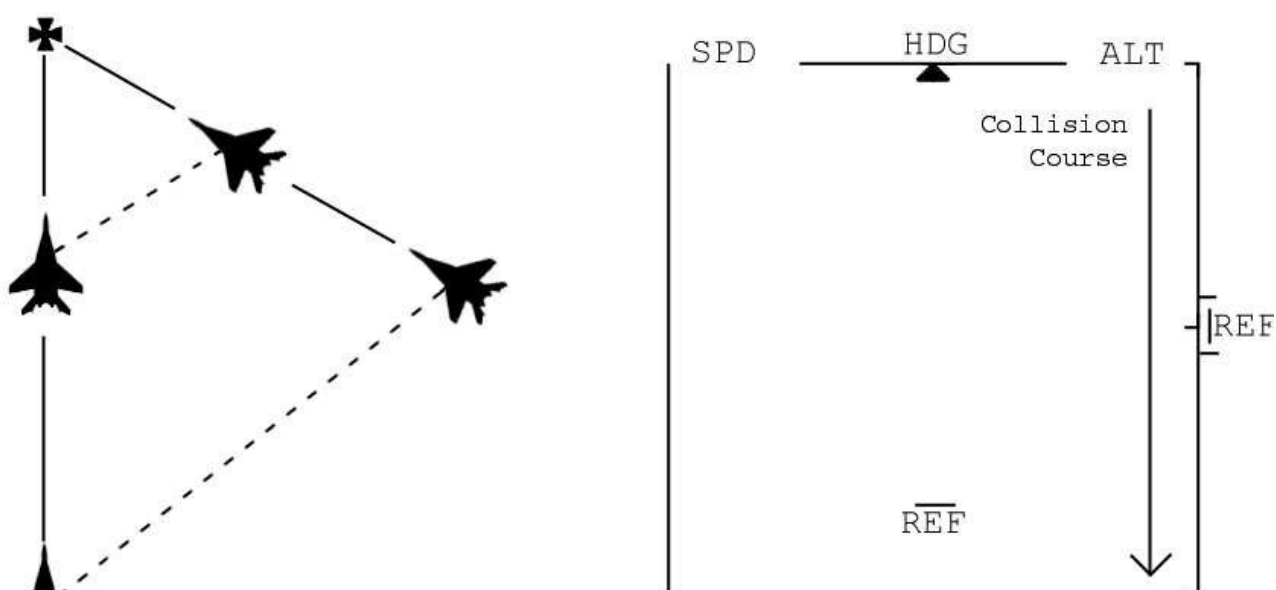
Il numero posto a fianco della barra di copertura indica, rispetto al nostro aereo, la quota a cui sta cercando il radar relativamente alla distanza di riferimento impostata. Nell'immagine di esempio si ha che: il RADAR, a 50 km di distanza, ha centrato la ricerca 1 km più in alto del nostro aereo.

Il valore standard della distanza di riferimento è 10 e solitamente non va cambiato, si agisce solamente sulla quota di riferimento.

È importante capire che sull'HUD i bersagli sono presentati come visti **dall'alto**. Il radar effettua una scansione di forma conica (la cui sezione è triangolare) mentre il display ha forma quadrata: questa rappresentazione è chiamata B-Scope. 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 dell'HUD, 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:



primario.

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 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.

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.

Quando posto in modalità BVR TWS sull'HDD sono presenti:

- Area scansionata evidenziata in verde.
- Angolo di elevazione dell'antenna sul lato sinistro dell'HDD.
- Angolo di azimuth dell'antenna sul lato superiore dell'HDD.
- Triangoli orientati indicano i contatti nemici e la loro direzione.
- Cerchi orientati indicano contatti amici e la loro direzione.
- La posizione del proprio aereo è indicata a un quarto del display.
- Nell'angolo in basso a destra è indicata la scala del display in km.

La rappresentazione dei contatti è una peculiarità dell'utilizzo del RADAR in modalità BVR TWS e non avviene in modalità BVR SCAN o congiuntamente all'utilizzo dell'EOS.

Quando posto in modalità BVR TWS il radar non può utilizzare la frequenza di ripetizione ILV ma solo le impostazioni HI e MED.

● **Modalità BVR TWS-2**

Questa modalità, funziona nello stesso modo della TWS ma la contraddistingue la possibilità di tracciare due bersagli e a parte il nome per il resto è profondamente diversa dalla modalità TWS occidentale e anche l'utilizzo è figlio di diverse scuole. Una volta attivata, il computer centra in automatico il cono di scansione sulla minaccia che ritiene più pericolosa e la segue anche in elevazione continuando a scansionare, ma il pilota può decidere di cambiare la minaccia e centrare il cono di scansione su un altro contatto. L'aggancio avviene in automatico quando tutti i parametri di lancio sono pienamente soddisfatti, in questo modo, se il pilota lancia immediatamente un attivo o un termico, il bandito non ha nessun preavviso in quanto non sente il lock ma direttamente il lancio.

Altrimenti il pilota può decidere di forzare il lock del bersaglio prima dell'aggancio automatico.

Selezionando la modalità TWS-2 e spostando il TDC su un bersaglio (senza loccarlo) il radar centererà il cono di scansione su di esso e automaticamente selezionerà un secondo bersaglio con una croce. Quando uno dei due bersagli è a portata di tiro comparirà la scritta LA con T1 o T2 a seconda che il bersaglio in range sia il primo (selezionato da noi e identificato da un rombo) o il secondo (selezionato dal radar e identificato da una croce), mentre se entrambi sono in range comparirà la scritta T1 LA T2, da questo momento abbiamo la possibilità di lanciare a entrambi i nemici mantenendo premuto il rilascio dei missili fino a quando vengono lanciati entrambi.

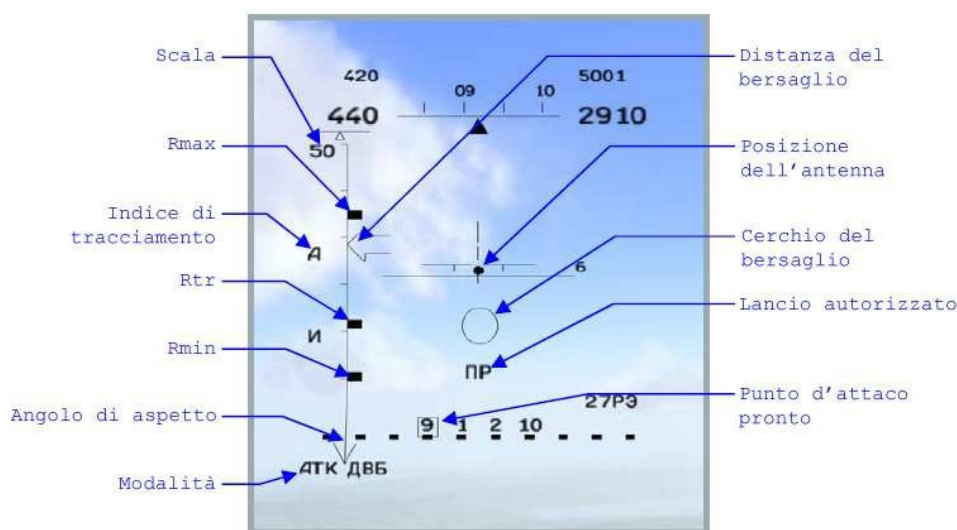


Sull'HDD, verrà mostrata solo la grafica del bersaglio primario.

Questa modalità è disponibile solo per la versione S e le versioni successive, la G e la A ne sono sprovviste.

● **Modalità Beyond Visual Scan - Attack(BVR ATK)**

Effettuando l'acquisizione di un bersaglio nelle modalita BVR SCAN e BVR TWS(2) la modalita viene commutata in BVR ATK.



La ricerca di tutti gli altri bersagli termina e il sensore in uso fornirà tramite l'HUD e l'HDD

● *Datalink Digitale*



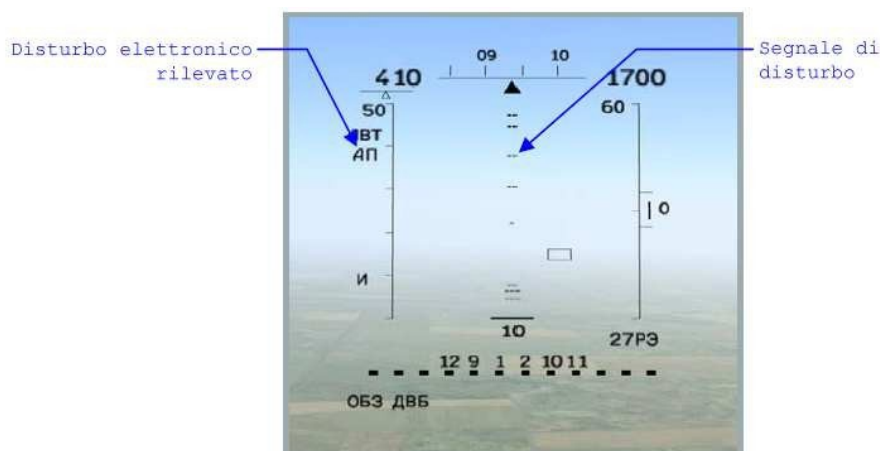
Mentre la variante MiG-29A ne è sprovvista, la variante MiG-29S è dotata degli equipaggiamenti necessari per ricevere informazioni sui bersagli direttamente da parte di velivoli AWACS o di postazioni EWR. Le informazioni così ricevute vengono mostrate direttamente sull'HUD in qualsiasi modalità di combattimento esso si trovi (le modalità di navigazione sono quindi escluse).

● *Operazioni in presenza di Contromisure Elettroniche*

In presenza di emettitori di disturbi elettronici la modalità BVR TWS non può essere utilizzata e va obbligatoriamente usata la modalità BVR SCAN per le funzioni di ricerca. In queste condizioni il RADAR non può determinare la distanza del bersaglio e al posto del solito trattino compare sull'HUD un fascio verticale di rumore. È comunque possibile stabilire un'aggancio di sola direzione (Angle On Jam-AOJ) ed impiegare i missili a guida radar in modo che si dirigano sull'emittente del disturbo (Home On Jam-HOJ).

Va notato che impiegando i missili in modalità HOJ non garantisce che il lancio avvenga all'interno dei parametri consentiti e i missili, volando in modalità passiva, hanno una probabilità inferiore di colpire il bersaglio poiché seguono una traiettoria pure pursuit.

A distanze inferiori ai 25 km dal bersaglio, il RADAR ha energia sufficiente per "vedere" oltre il disturbo elettronico nel cosiddetto "burn through". La rappresentazione diventa quindi quella classica delle modalità BVR SCAN o BVR ATK, a seconda che il bersaglio fosse stato acquisito o meno.



I simboli aggiuntivi presenti quando sono rilevati disturbi elettronici sono:

- Fascio verticale di rumore elettronico.
- Indice di disturbo elettronico rilevato.

● **Modalità Close Air Combat – Attack (CAC ATK)**

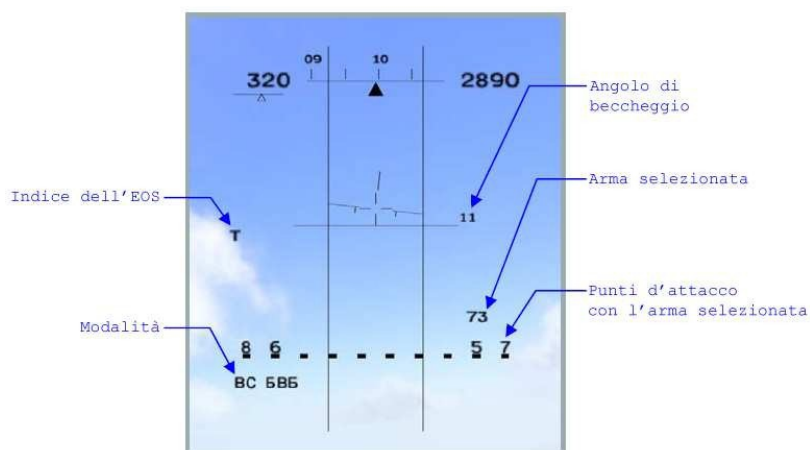
Questa modalita è identica alla BVR ATK con l'unica differenza che non vengono indicate quota e velocità del bersaglio.

Questa modalita viene utilizzata solo dopo l'acquisizione in una modalita CAC.

● **Modalità Close Air Combat – Vertical Scan (CAC VS)**

Questa modalita è pensata per l'utilizzo nel combattimento ravvicinato. Al momento della selezione viene attivato automaticamente l'EOS e scelto come arma l'R-73 (se disponibile).

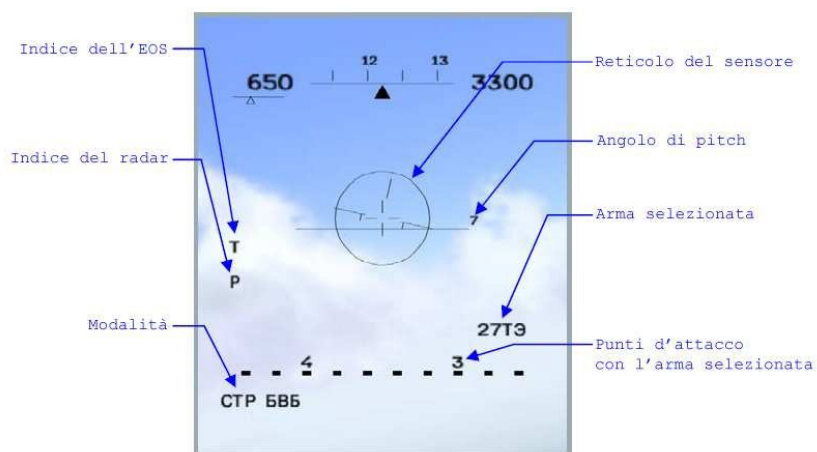
In VS l'EOS scansiona un'area larga 3° a destra e sinistra del muso dell'aereo e da 10° sotto al muso fino a 50° sopra il muso, acquisendo automaticamente qualsiasi rilevamento in questa fascia alta e stretta.



Sull'HUD compaiono due linee a rappresentare l'area di acquisizione automatica: il puntamento avviene infatti portando il contatto in vista all'interno di queste linee.

● **Modalità Close Air Combat – Boresight (CAC BORE)**

La BORE opera in modo simile alla VS ma a differenza di questa non c'è un percorso di scansione ed il sensore viene mantenuto fisso sulla posizione scelta.

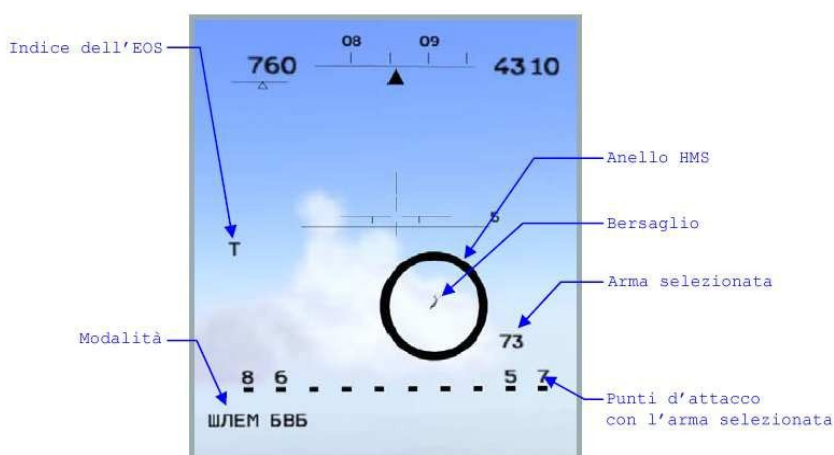


Il reticolo del sensore può essere spostato all'interno dell'HUD con i consueti comandi del cursore. A differenza della modalità VS, l'acquisizione non è automatica e va premuto il pulsante di lock. Come per la modalità VS, anche per la BORE al momento della selezione viene attivato automaticamente l'EOS e scelto come arma l'R-73 (se disponibile).

● **Modalità Close Air Combat – HMS (CAC HMTD)**

La modalità HMTD è utilissima nel combattimento manovrato. Il pilota può puntare l'armamento verso il bersaglio semplicemente rivolgendovi lo sguardo.

L'anello disegnato sullo schermo in modalità HMTD emula il mirino presente sul casco del pilota nella realtà. Tale anello NON FA parte dell'HUD e finché non viene agganciato un bersaglio, rimane al centro dello schermo anche ruotando la visuale. Muovendo la visuale al di fuori dei limiti di scansione dei sensori viene posta una X sopra l'anello. Dopo l'acquisizione compaiono le consuete indicazioni della modalità CAC ATK e l'anello della modalità HMTD continua ad essere visualizzato.

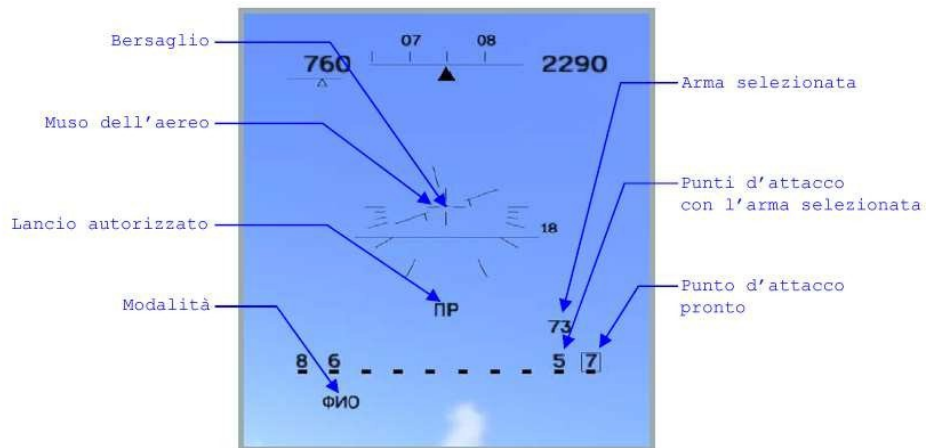


Anche in modalità HMTD al momento della selezione viene attivato automaticamente l'EOS e scelto come arma l'R-73 (se disponibile).

● **Modalità PHI 0 (FI0)**

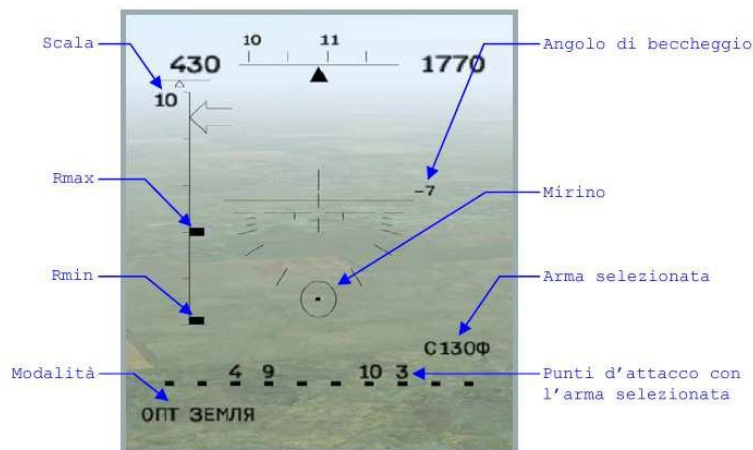
FI0 è una modalità di backup utile in caso di guasto ai sistemi di controllo del fuoco dell'aereo e può

essere utilizzata solo con i missili a guida infrarossa che hanno sensori capaci di acquisire il bersaglio indipendentemente dal supporto fornito dall'aereo. In questa modalita viene utilizzato solo il sensore del missili con un campo visivo di circa 2°, per il puntamento e necessario manovrare l'aereo finche non e in asse col bersaglio. Il simbolo ПП (LA) e un segnale sonoro compaiono non appena il missile stabilisce l'aggancio: il pilota deve giudicare a vista che i parametri di lancio siano soddisfatti poiche non viene fornita nessuna indicazione aggiuntiva.



● Modalità Aria Terra (GND)

La modalita GND permetti l'impiego dell'arsenale di armi aria-terra disponibili per il MiG-29. Il sistema di puntamento e all'incirca lo stesso per tutte le armi, cannone compreso: compare un mirino che rappresenta il punto d'impatto per l'arma selezionata e quando i parametri di lancio sono soddisfatti compare il simbolo ПП (LA). Questo tipo di funzionamento viene indicato come Punto d'Impatto Continuamente Calcolato (Continuously Calculated Impact Point – CCIP).



Con l'uso delle bombe, in particolare quelle di dotate di paracadute frenante, il punto d'impatto calcolato puo trovarsi al di sotto dell'HUD: in questo caso la logica di funzionamento diventa Punto di Rilascio Calcolato Continuamente (Continuously Calculated Release Point – CCRP).

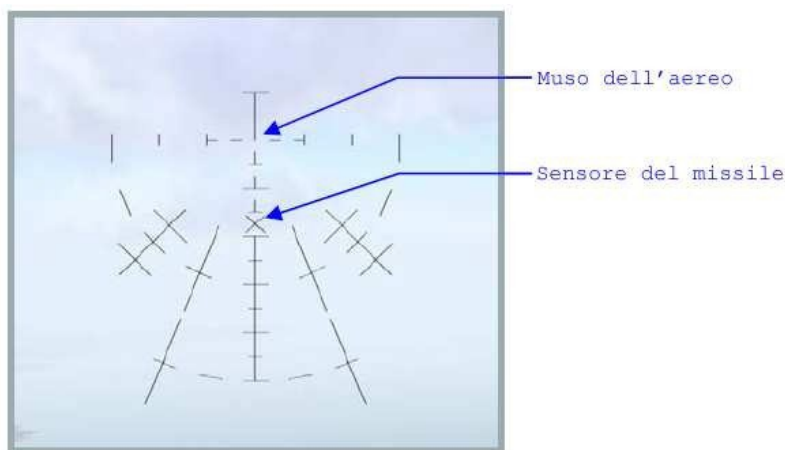
Anche in questo caso il mirino va posto sopra il bersaglio ma il grilletto va tenuto premuto mantenendo l'aereo in assetto corretto per il rilascio (angoli di rollio e imbardata nulli). Variare l'angolo di beccheggio consente di anticipare o ritardare lo sgancio della bomba: la scala normalmente utilizzata per indicare la distanza del punto di impatto conteggia gli ultimi 10 secondi prima del lancio; un

secondo prima del lancio viene emesso un segnale acustico di avviso.

Nel caso i parametri di lancio non siano soddisfatti per via dell'assetto errato dell'aereo il lancio non viene eseguito.

● **Griglia Fissa (GRID)**

La GRID non è una modalità di combattimento ma una rappresentazione alternativa dell'HUD, funzionante anche in caso di emergenza. Attivandola, la modalità di combattimento rimane la stessa selezionata in precedenza e sull'HUD viene rappresentato un collimatore fisso: su di esso sono rappresentati l'asse longitudinale dell'aereo e la direzione di osservazione dei sensori dei missili.



In caso di emergenza, l'uso della GRID combinato con la modalità FIO consentono un uso limitato dell'armamento per autodifesa.

8. **Horizontal Situation Indicator**

Approfondiamo il funzionamento dell'HSI per via del suo ruolo importante come ausilio di navigazione. Generalmente le funzioni svolte dall'HSI possono essere emulate dall'HDD e dall'HUD ma in caso di emergenza è garantito il funzionamento solo del primo.

● **Horizontal Situation Indicator**

L'HSI mostra il nostro aereo visto dall'alto e sovrapposto ad una bussola. La direzione dell'aereo viene sempre indicata dalla tacca posta nella parte superiore dello strumento.

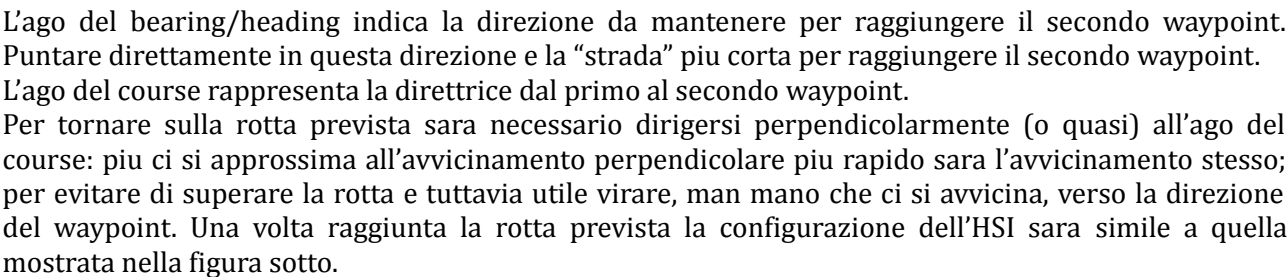


L'ago giallo sulla bussola indica sia il bearing che l'heading per il waypoint selezionato. Il bearing è rappresentato semplicemente dalla rotazione dell'ago rispetto alla tacca che indica l'heading del nostro aereo. Diversamente, l'heading viene letto sulla bussola, al di sotto della punta dell'ago. Nell'immagine sopra il bearing è di circa 50° mentre l'heading di circa 119°.



● Navigazione

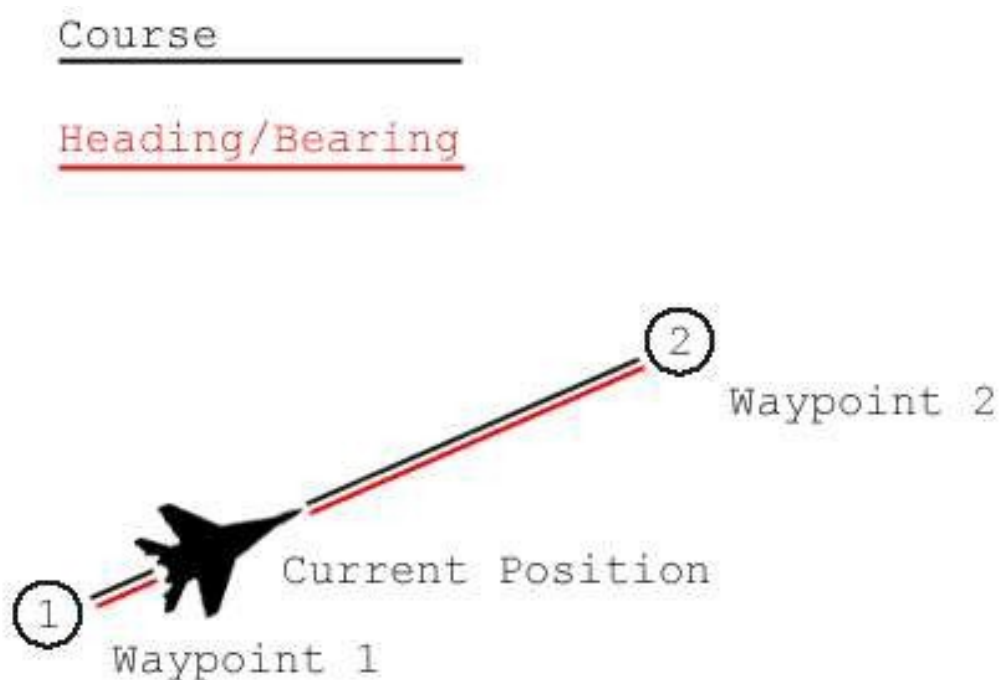
Iniziamo a chiarire il significato dei vari aghi presenti sull'HSI in modalita ENR. Immaginiamo, come nella figura sotto, di avere specificato nella missione due waypoint, di essere diretti verso il primo, ed aver selezionato il secondo di essi.





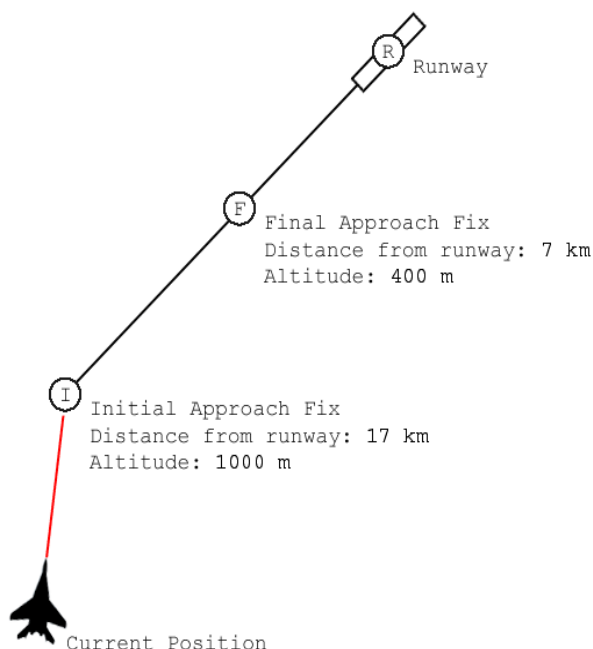
Quando gli aghi dell'HSI sono tutti allineati significa che ci stiamo dirigendo verso il waypoint selezionato e siamo esattamente sulla rotta: quando si è in questa situazione si usa dire di essere "on course".

La posizione del nostro aereo rispetto a quella dei waypoint, invece, sarà circa quella mostrata nella figura seguente.



● *Approccio e Atterraggio*

In modalità ILSN l'HSI ha un funzionamento molto simile a quanto già visto in modalità NAV. E tuttavia conveniente fare qualche precisazione per capire esattamente verso cosa puntano i vari aghi. L'immagine di seguito chiarirà quasi completamente la situazione.



In laming Cliffs 3 l'approccio è caratterizzato da tre punti distinti: l'initial approach fix, il final approach fix e la pista. Partendo da una posizione qualsiasi e attivando la modalità RTN l'HSI punterà verso l'initial approach fix, mentre il course indicator seguirà l'orientamento della pista. Similmente a quanto avviene per il mantenimento della rotta, l'allineamento è corretto quando i due aghi dell'HSI sono allineati.

Una volta raggiunto l'initial approach fix, la modalità sarà automaticamente commutata in LDG e l'HSI punterà verso il final approach fix raggiunto il quale punterà verso il centro della pista.

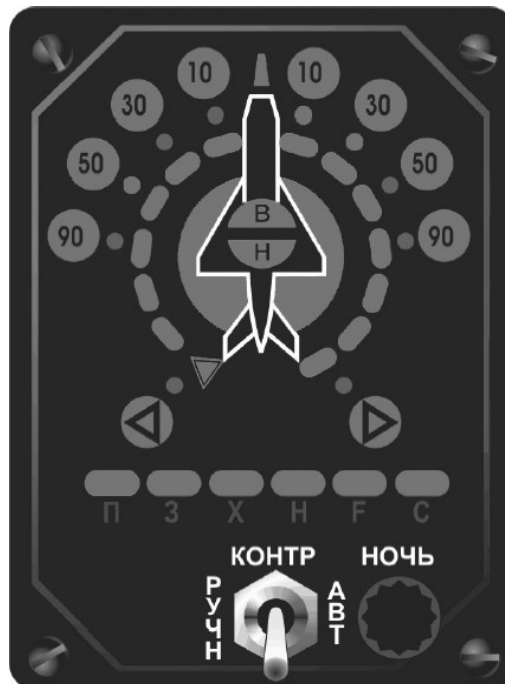
La conoscenza di queste distinzioni è utile nelle fasi di circuito dove generalmente si usa prendere il riferimento con la pista e non con i gli approach fix.

Nel caso di atterraggio in apertura, in particolare, si seguirà l'HSI verso l'initial approach fix e poi si proseguirà in direzione della pista fino a sorvolare per poi virare. In questo modo l'HSI rimarrà puntato verso il centro pista fornendo un utile riferimento sul momento in cui virare dal tratto di sottovento al tratto in base.

9. Avvisatore di Scoperta Radar

L'avvisatore di scoperta RADAR (RADAR Warning Receiver – RWR) è uno strumento che consente di individuare i segnali radar diretti verso il 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, tracciamento e il lancio di un missile a guida radar. Le informazioni circa i segnali captati vengono riportate tramite segnali acustici e indicazioni sul display dedicato.

● **SPO-15 Berioza**



Il sistema RWR SPO-15 Berioza di cui è dotato il MiG-29 è caratterizzato come segue:

- Rilevamento continuo dei segnali tra un angolo di azimuth di circa 180° e un angolo di elevazione di circa 30°.
- Numero illimitato di contatti contemporaneamente sul display.
- Tempo di storia di 8 secondi.

Il dispositivo è inoltre dotato di due modalità di funzionamento:

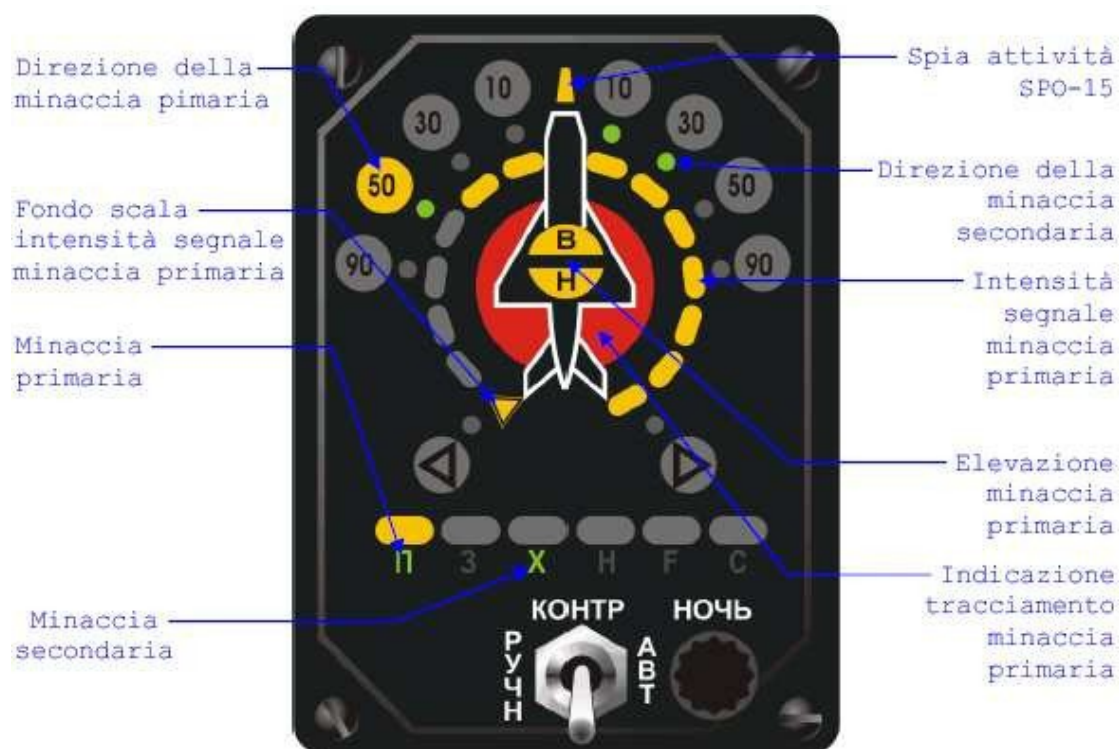
- ALL – Identificazione di qualsiasi segnale.
- LOCK – Identificazione dei soli segnali di tracciamento.

● **Segnali Acustici**

L'SPO-15 presenta le informazioni circa i segnali captati sotto forma di tre tipi di segnali acustici:

- SINGOLO TONO BASSO: è stato ricevuto un segnale di ricerca
- TONO ALTO CONTINUO: viene ricevuto un segnale di tracciamento
- TONO ALTO INTERMITTENTE: è stato riconosciuto il lancio di un missile

● **SPO-15 Berioza Display**



Nell'immagine sopra è mostrato il pannello dell'SPO-15.

Le spie rotonde, di colore giallo una volta illuminate, con i numeri 10, 30, 50, 90 e con le due frecce indicano la direzione di provenienza della minaccia primaria; le frecce stanno ad indicare che la minaccia primaria sta tra 180° e 90° rispettivamente a sinistra e destra del nostro muso. Il funzionamento è analogo per le spie verdi riguardanti le minacce secondarie.

La corona di spie posta attorno al nostro aereo indica l'intensità del segnale della minaccia primaria; a intensità maggiori corrispondono distanze minori della minaccia.

Le spie "B" e "H" indicano, rispettivamente, la provenienza del segnale dall'emisfero superiore e inferiore; quando sono accese entrambe significa che la minaccia è posta entro -15° dal piano del nostro stesso velivolo (stessa quota).

Le spie in basso indicano il tipo di minaccia. L'accensione della spia rettangolare assieme alla lettera indica la minaccia primaria mentre l'accensione della sola lettera una o più minacce secondarie. Da sinistra a destra le spie indicano:

- П. Radar doppler aerotrasportato (caccia/missile ARH)
- 3. SAM a lungo raggio
- X. SAM a medio raggio
- H. SAM a corto raggio
- F. Early Warning Radar
- C. AWACS

La spia rotonda posta attorno al nostro aereo, indica, quando illuminata, il tracciamento da parte della minaccia primaria, quando lampeggiante, il lancio di un missile da parte della minaccia primaria o la presenza di un missile ARH.

La logica utilizzata per la determinazione della minaccia primaria e delle minacce secondarie (in ordine decrescente) è la seguente:

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

I missile ARH, dotati di un trasmettitore radar autonomo sono facilmente riconoscibili dal comportamento caratteristico del segnale.

Solitamente questi missili sono lanciati gia in presenza di un segnale di ricerca o tracciamento ad intensita molto elevata: il passaggio da una minaccia primaria con segnale molto intenso ad una minaccia primaria con segnale poco intenso ma che aumenta rapidamente (per via della grande velocita del missile in avvicinamento), e la prova inequivocabile della presenza di un missile ARH

puntato contro il nostro velivolo. Per via del modo in cui sono presentati i dati, l'SPO-15 e un sistema particolarmente efficace, grazie ad un'indicazione dell'intensita del segnale facilmente comprensibile, in situazioni che vedono coinvolti pochi emettitori radar. Al contrario, diventa poco intuitivo in situazioni molto complesse. In questo caso puo essere utile l'abilitazione della modalita LOCK, evidenziando i soli segnali di tracciamento.

Per assicurarci che sia ben chiaro il funzionamento del display, prendiamo in esame la figura posta nella pagina precedente e descriviamo la situazione che il display ci indica: la minaccia primaria e un caccia ed e a 50° a sinistra del muso del nostro aereo. Al centro del velivolo, le due spie di elevazione accese indicano che la minaccia primaria e entro -15° dal nostro piano. La spia rossa accesa attorno al nostro velivolo significa che la minaccia ci sta tracciando.

La minaccia secondaria e, invece, un SAM a medio raggio posto tra 10° e 30° a destra del muso del nostro aereo.

Riassumendo, l'SPO-15 ci sta dicendo che:

- A ore dieci, un caccia, piu o meno alla nostra stessa quota, ci sta tracciando e si sta avvicinando alla posizione di fuoco.
- A ore una e presente un SAM a medio raggio.



Ringraziamenti

Questo documento è stato ricavato da quello utilizzato dal 53° Stormo Virtuale (www.53stormovirtuale.it) di cui fanno parte gli autori. A loro va un sentito ringraziamento per la collaborazione.

36STV Format Designer: =36=Pigon

Revisione e Adattamento: =36=Gaanalma

Concept Manager: , =36=Gaanalma