



36° Stormo Virtuale

DCS: FLAMING CLIFFS 3

Su-27 Flanker

Guida comprensiva

INDICE

1. Premessa.....	4
2. Introduzione.....	4
2.1 Dati tecnici.....	5
2.2 Tipologie di Missioni.....	5
3. Sistemi di Puntamento.....	6
3.1 Il Radar.....	6
3.2 L'EOS.....	7
3.3 Dati tecnici.....	7
3.3.1 N-001 RADAR.....	7
3.3.2 OEPS-27 EOS.....	7
4. Armamento.....	8
4.1 Armamento Aria Aria (A2A).....	9
4.2 Armamento Aria Terra (A2G).....	14
4.3 Sorbcija ECM POD.....	17
5. Strumentazione.....	18
5.1 Anemometro e Indicatore di Velocità rispetto al Suono.....	20
5.2 Altimetro Barometrico.....	20
5.3 Altimetro Radar.....	21
5.4 Indicatore di movimento delle Superfici Mobili.....	21
5.5 Indicatore dell'Angolo d'Attacco e Anemometro.....	22
5.6 Orizzonte Artificiale (ADI).....	22
5.7 Indicatore di Velocità Verticale e Virobandometro.....	23
5.8 Indicatore del Regime di Rotazione dei Motori.....	23
5.9 Indicatore del Livello di Carburante.....	24
6. Modalità Operative HUD/HDD.....	25
6.1 Navigazione (ENR).....	25
6.2 Rientro (RTN) - Atterraggio (LNDG).....	26
6.3 Beyond Visual Range – Scan (BVR SCAN).....	28
6.3.1 BVR SCAN: Utilizzo del Radar (Range While Scan).....	28
6.3.2 BVR SCAN: Utilizzo dell'EOS.....	31
6.4 Beyond Visual Range – Attack (BVR ATK).....	32
6.5 Beyond Visual Range – Track While Scan (BVR TWS).....	33
6.6 Beyond Visual Range - Operazioni in presenza di ECM.....	35
6.7 Close Air Combat – Attack (CAC ATK).....	36
6.8 Close Air Combat – Vertical Scan (CAC VS).....	36
6.9 Close Air Combat – Boresight (CAC BORE).....	36
6.10 Close Air Combat – HMS (CAC HMTD).....	37
6.11 PHI 0 (FI0).....	38
6.12 Aria Terra (GND).....	38
6.13 Griglia Fissa (GRID).....	40
6.14 Data-link Digitale.....	41
7. HSI - Horizontal Situation Indicator.....	42
7.1 Horizontal Situation Indicator.....	42

7.2 Navigazione.....	43
7.3 Approccio e Atterraggio.....	45
8. Avvisatore di Scoperta Radar	46
8.1 SPO-15 Berioza.....	46
8.1.1 Segnali Acustici.....	47
8.1.2 SPO-15 Berioza Display.....	47
Ringraziamenti.....	49



1. Premessa

Questa guida è intesa a sostituire tutte le precedenti riguardo il Su-27 Flanker 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 Su-27 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 mentre l'entrata in servizio non avvenne prima del 1984, con disponibilità in numeri elevati solo nel 1986.

All'interno delle forze aeree sovietiche prima e poi russe il Su-27 svolge principalmente due ruoli:

1. Intercettore (nella VPFO – Aviazione di difesa).
2. Interditore di assetti di alto valore (nella VVS – Aviazione di prima linea).

Al di là di questa dottrina piuttosto rigida il Su-27 è adatto a svolgere qualsiasi missione di superiorità aerea mantenendo una limitata capacità di attacco al suolo. Armato con gli R-27 il velivolo ha delle ottime doti nel combattimento BVR (Oltre il raggio visivo) mentre grazie al puntamento sul casco, alla dotazione di missili a corto raggio R-73 e alle eccezionali capacità in termini di manovrabilità e potenza è il più temibile degli avversari nel combattimento ravvicinato. La capacità di manovrare ad alti angoli di attacco rendono agevole il puntamento delle armi nel corto raggio mentre il grande quantitativo di carburante gli consente di proseguire il combattimento oltre le capacità di altri caccia.



2.1 Dati tecnici

◆ Dimensioni e Pesì

Lunghezza: 22 m.

Altezza: 5.9 m.

Apertura alare: 14.7 m.

Superficie alare: 65 m².

Peso a vuoto: 16000 kg.

Peso (configurazione aria aria tipica): 25000 kg.

Peso massimo: 30000 kg.

Carico carburante: 9400 kg.

◆ Prestazioni

Tangenza operativa: 18500 m.

Velocità massima a livello del mare (pulito): 1400 km/h.

Velocità massima a livello del mare (carico aria aria tipico): 1250 km/h.

Velocità massima in quota (pulito): 2300 km/h.

Velocità massima in quota (carico aria aria tipico): 1400 km/h.

Velocità di decollo: 260 km/h.

Velocità di atterraggio: 240 km/h.

Carico g massimo: 9.

Raggio operativo (configurazione aria aria tipica): 850 km.

Raggio di trasferimento: 3740 km.

2.2 Tipologie di Missioni

Il Su-27 è in grado di svolgere qualsiasi tipo di missione da superiorità aerea ed ha una limitata capacità aria-terra, ecco i task di missione:

◆ 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.

◆ 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 Su-27 è generalmente inadatto a svolgere missioni SEAD (soppressione delle difese aeree nemiche), CAS (appoggio ravvicinato) e antinave.

3. 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 Su-27 dispone di due sistemi di puntamento: il RADAR e l'EOS.

3.1 Il Radar

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 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 Su-27, 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 (look-down), 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 (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 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.

Elenchiamo in modo riassuntivo le principali caratteristiche del RADAR N-001 utilizzato dal Su-27:

- Azimuth cono di scansione: 60° Azimuth massimo (gimbal limit): $\pm 60^\circ$
- Elevazione cono di scansione: 10° Elevazione massima (gimbal limit): $\pm 60^\circ$
- Antenna stabilizzata giroscopicamente rispetto all'orizzonte
- Distanza media di individuazione in quota (emisfero frontale): 100 km
- Distanza media di individuazione in quota (emisfero posteriore): 40 km
- Numero massimo di bersagli in modalità di ricerca: 10
- Numero massimo di bersagli in modalità di tracciamento: 1

3.2 L'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 Su-27 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 Su-27 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, dall'aspetto del bersaglio e dal regime di funzionamento dei motori dello stesso. Inoltre, condizioni meteo avverse possono degradarne sensibilmente l'efficacia.

Elenchiamo in modo riassuntivo le principali caratteristiche dell'EOS OEPS-27 utilizzato dal Su-27:

- | | |
|---|---|
| Azimuth cono di scansione: 60° | Azimuth massimo (gimbal limit): ±60° |
| Elevazione cono di scansione: 10° | Elevazione massima (gimbal limit): -10°, +60° |
| Sensore stabilizzato giroscopicamente rispetto all'orizzonte | |
| • Distanza massima di individuazione (emisfero frontale): 10 km | |
| • Distanza massima di individuazione (emisfero posteriore): 30 km | |

4. 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.

4.1 Armamento Aria Aria (A2A)

4.1.1 Cannone GSH-301



Il Gsh-301 è l'unica arma interna del Su-27. 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.

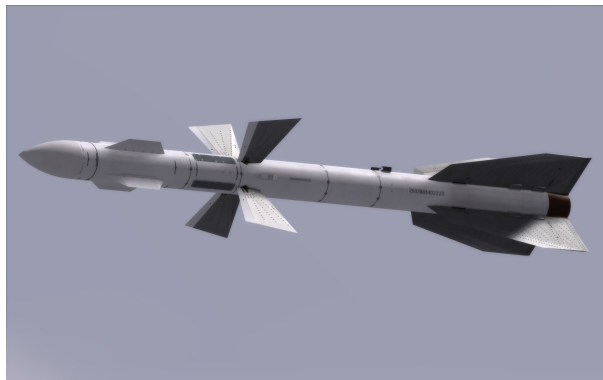
Le caratteristiche principali del cannone sono:

- Una canna da 30 mm
- Rateo di fuoco di 1500 colpi al minuto
- Dotazione (per il Su-27) di 150 colpi

4.1.2 R-27R – AA-10 Alamo A

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.



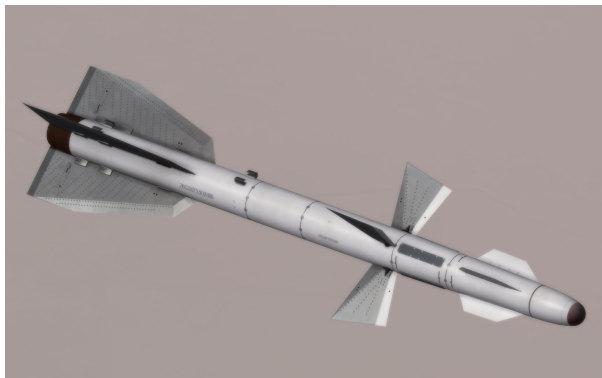
Le caratteristiche principali del missile sono:

- 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.

4.1.3 R-27T – AA-10 Alamo B

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.



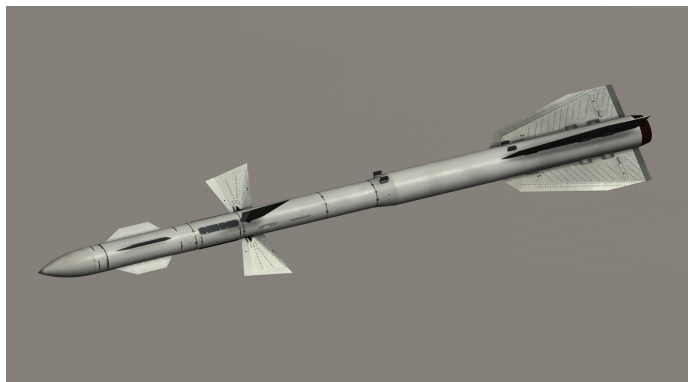
Le caratteristiche principali del missile sono:

- 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 termico 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.

4.1.4 R-27ER – AA-10 Alamo C

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 è in alcuni casi raddoppiata. La versione R-27ER è l'evoluzione in questo senso della versione R-27R.

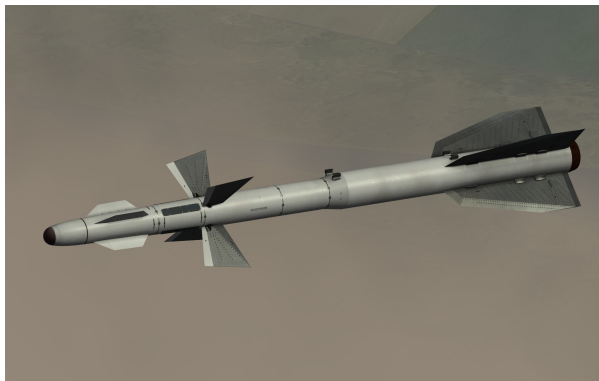


Le caratteristiche del missile sono le seguenti:

- 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

4.1.5 R-27 ET – AA-10 Alamo D

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.

4.1.6 R-73 – AA-11 Archer

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

4.2 Armamento Aria Terra (A2G)

Le bombe sono armi versatili e generalmente a basso costo. Il Su-27 è in grado di impiegare esclusivamente bombe a caduta libera e non bombe guidate. Bombe di tipo diverso sono concepite per colpire bersagli differenti:

4.2.1 Bombe

- 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 viene 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 1000 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 dell'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.

- Dispenser: **SAB-100**.

Questo dispenser, viene sganciato dall'aeromobile e a sua volta dopo pochi secondi espelle 7 Luu-B2 che sono dei bengala illuminanti vaste aree di territorio.

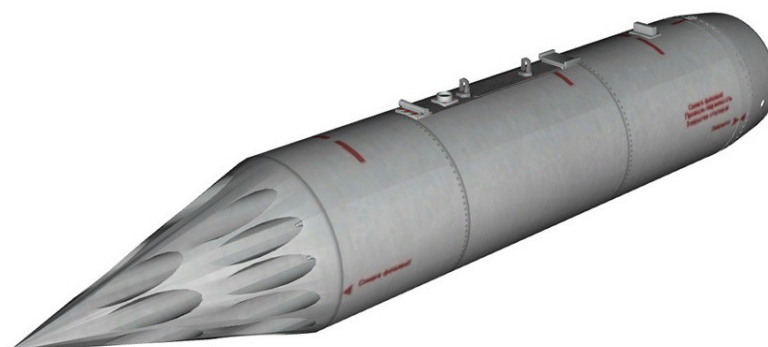
Maggiore è la quota di sgancio della SAB-100, maggiore sarà l'area d'illuminazione dei bengala.

La velocità ideale per lo sgancio in CCRP è tra i 500 e i 600 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-8**, razzi **S-8**.



Ogni razziera contiene venti razzi S-8 da 80 mm di calibro nelle varianti: "KOM" adatti a bersagli leggermente corazzati, "OFP2" a frammentazione per bersagli non corazzati e fanteria, "TsM" per illuminazione notturna. L'impiego prevede il lancio in salve. La distanza massima di impiego è di 2000 m.



- Contenitore **B-13**, razzi **S-13**.

Ogni razziera contiene cinque razzi S-13 da 132 mm di calibro. Questi razzi sono adeguati per la distruzione di mezzi e installazioni corazzate e piccole unità navali. La distanza massima di impiego è di 3000 m.

- Razzo **S-25**.

Il razzo pesante S-25 da 340 mm di calibro con testata da 190 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 4000 m.

4.3 Sorbcija ECM POD

A differenza di molti altri caccia contemporanei il Su-27 non è dotato di contromisure elettroniche trasportate internamente. Per ovviare a questa limitazione è possibile montare sulle estremità alari due pod da guerra elettronica in sostituzione di due R-73.



5. Strumentazione



Pannello Frontale

1. Pannello di controllo dell'armamento
2. Spie d'allarme supplementari
3. Head Down Display (HDD)
4. Indicatore dell'angolo d'attacco e accelerometro
5. Anemometro e indicatore di velocità rispetto al suono
6. Orizzonte artificiale (ADI)
7. Indicatore di velocità verticale (VVI) e virosbandometro
8. Indicatore del regime di rotazione dei motori (in percentuale)
9. Indicatore di posizione delle griglie di protezione delle prese d'aria e spia chiusura completa
10. Altimetro radar
11. Altimetro barometrico
12. Horizontal Situation Indicator (HSI)
13. Indicatore di posizione delle rampe nelle prese d'aria
14. Indicatore della temperatura dell'interstadio della turbina
15. Indicatore livello carburante
16. Pannello di controllo "Ecran"
17. Spie d'allarme
18. Leva del carrello
19. Indicatore di movimento delle parti meccaniche
20. Orologio
21. Indicatori inner e outer marker ILS
22. Indicatori di posizione neutrale per i canali di trim (pitch, roll, yaw)
23. SPO-15 "Berioza" RWR



Pannello laterale DX

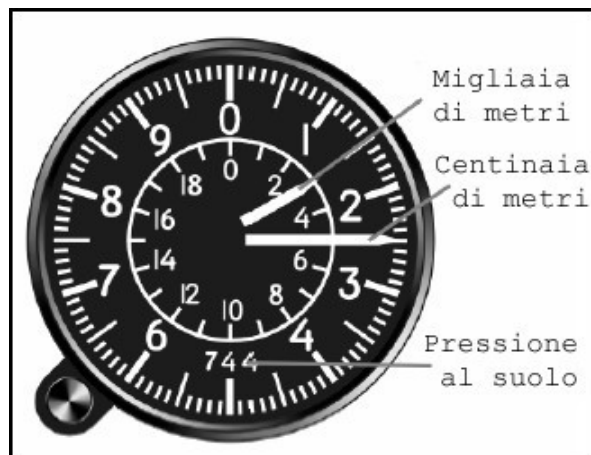
- 24. Spie di controllo giacenza Chaff
- 25. Spie di controllo giacenza Flares
- 26. Spie Autopilota
- 27. Spia ECM

5.1 Anemometro e Indicatore di Velocità rispetto al Suono



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.

5.2 Altimetro Barometrico



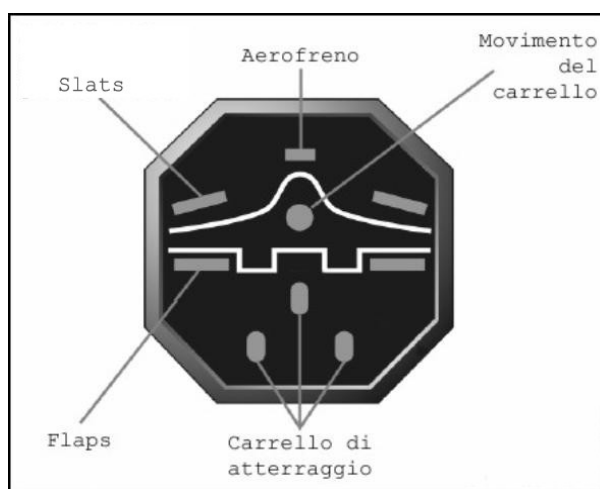
L'altimetro barometrico indica la quota del velivolo rispetto al livello del mare.
La corona interna è graduata da 0 m a 20000 m con incrementi di 1000m.
La corona esterna è graduata da 0 m a 1000 m con incrementi di 10 m.

5.3 Altimetro Radar



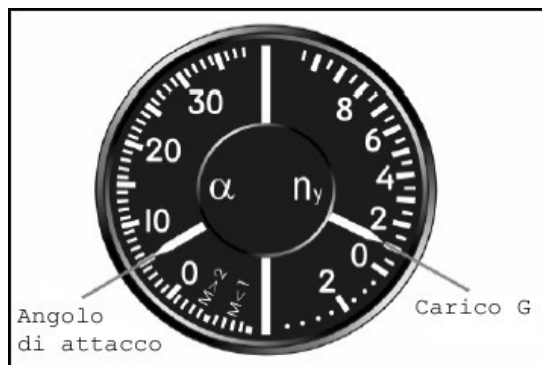
L'altimetro radar indica la quota del velivolo rispetto al suolo, in un intervallo tra 0 m e 1500 m. L'indicazione non è accurata durante virate con bank superiore ai 10° poiché in questi casi il fascio radar utilizzato non è rivolto perpendicolarmente alla superficie terrestre.

5.4 Indicatore di movimento delle Superfici Mobili



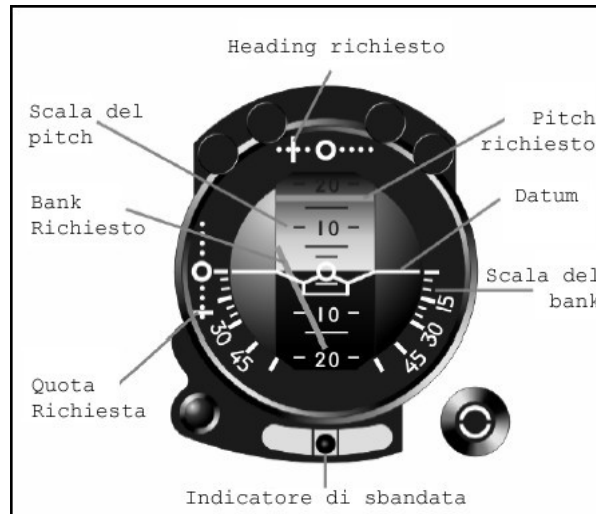
Questo pannello indica la posizione del carrello, dei flap, degli slats e dell'aerofreno. Se il carrello è in movimento, o comunque non è bloccato, una spia rossa si accende al centro del pannello.

5.5 Indicatore dell'Angolo d'Attacco e Anemometro



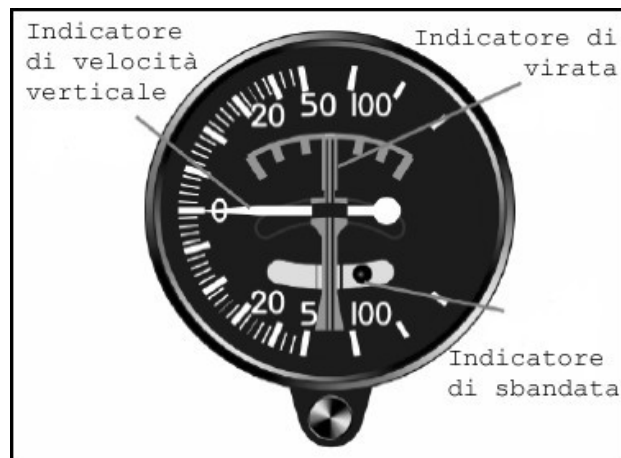
Questo indicatore mostra l'angolo d'attacco e il carico G corrente.
La metà sinistra dell'indicatore mostra l'angolo d'attacco da -10° a $+38^\circ$.
La metà destra dell'indicatore mostra il carico G da $-3g$ a $+9.5g$.

5.6 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.

5.7 Indicatore di Velocità Verticale e Virobandometro



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.

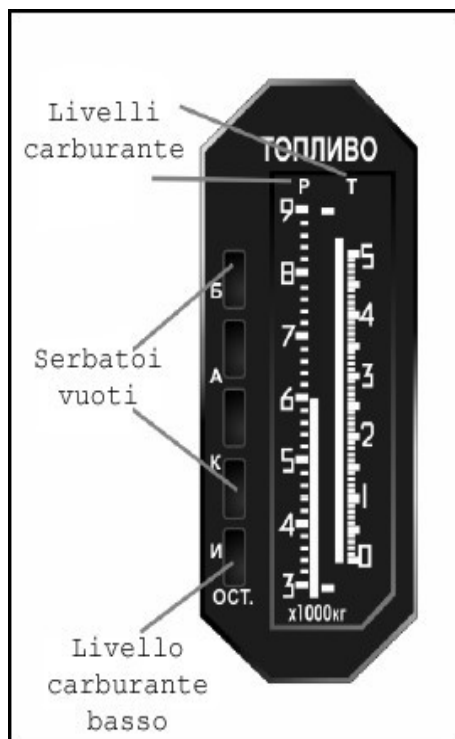
5.8 Indicatore del Regime di Rotazione dei Motori



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 viene segnalato dall'accensione di due spie poste sopra l'indicatore.

5.9 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.

6. 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.

6.1 Navigazione (ENR)



Iniziamo col prendere in esame l'aspetto dell'HUD in modalità di navigazione; ricordiamo che 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 R) 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 è situata la scala del pitch. Nell'angolo in basso a sinistra è indicata la modalità corrente e in basso al centro è indicata la distanza in chilometri al waypoint selezionato.

L'HDD presenta al pilota la situazione attorno al proprio aeromobile vista dall'alto.



Quando posto in modalità di navigazione l'HDD è caratterizzato come segue:

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

6.2 Rientro (RTN) - Atterraggio (LNDG)

La modalità di navigazione presenta due sotto-modalità da essa distinte e dedicate al rientro e all'atterraggio:

- Quando è attiva la modalità 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. Sull'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.



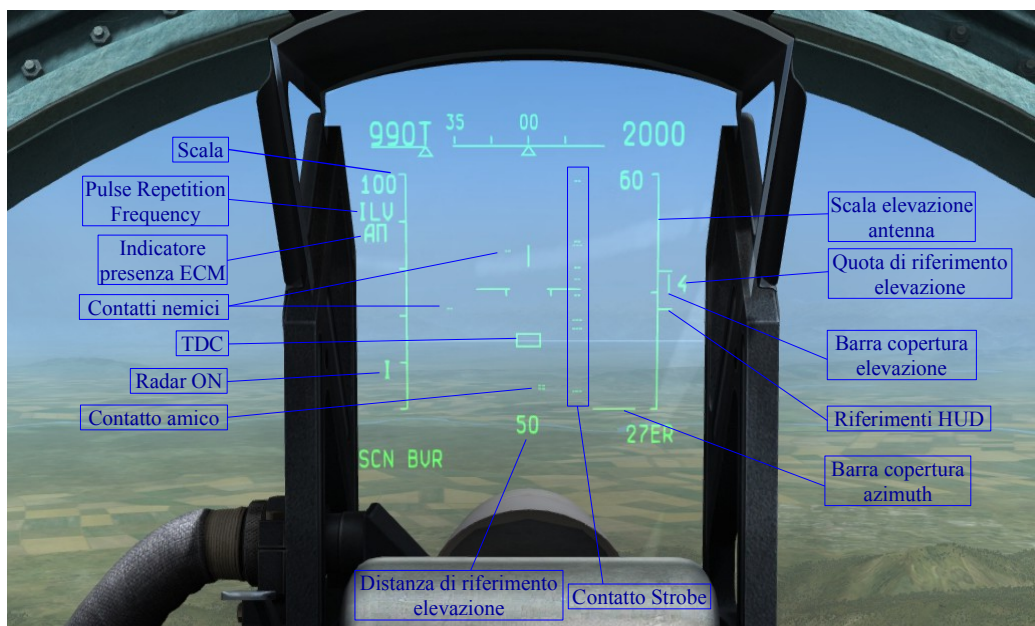
- In modalità di atterraggio LNDG, l'anello di navigazione punta alla pista. Sul lato destro dell'HUD compare l'indicazione della velocità verticale in metri al secondo. Sull'HDD è indicata la direzione all'aeroporto di atterraggio selezionato.

6.3 Beyond Visual Range – Scan (BVR SCAN)

La modalità BVR SCAN è la principale modalità di combattimento aria-aria.

L'HUD può rappresentare fino a 24 bersagli fornendo importanti informazioni, ma per individuare i bersagli è necessario attivare uno dei sensori di ricerca (RADAR o EOS): sull'HUD vengono quindi presentate le informazioni relative alla ricerca e al tracciamento dei contatti.

6.3.1 BVR SCAN: Utilizzo del Radar (Range While Scan)



Quando il sensore di ricerca attivo è il radar in modalità RWS, sull'HUD sono presenti:

- La scala della distanza di scansione selezionata.
- L'impostazione della frequenza di ripetizione del RADAR.
- L'arma selezionata è indicata nell'angolo in basso a destra.
- Un rilevamento RADAR viene rappresentato come una fila di trattini. 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 file di trattini sovrapposti.**
- Un contatto "strobe" (ECM attivo) viene rappresentato tramite un fascio verticale di rumore.
- L'indice I segnala che il RADAR è attivo.
- Il rettangolino vuoto rappresenta il cursore del radar TDC (Target Designator Cursor) e va spostato sui contatti prima dell'aggancio (LOCK).
- 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 (60°-0°) – centro (30°-30°) – destra (0°-60°)

Il numero posto a destra della scala di elevazione dell'antenna indica, rispetto al nostro aereo, la quota in km a cui sta cercando il radar in relazione alla distanza di riferimento impostata.

I riferimenti HUD indicano la direzione a cui punta il muso dell'aereo rispetto all'elevazione dell'antenna radar.

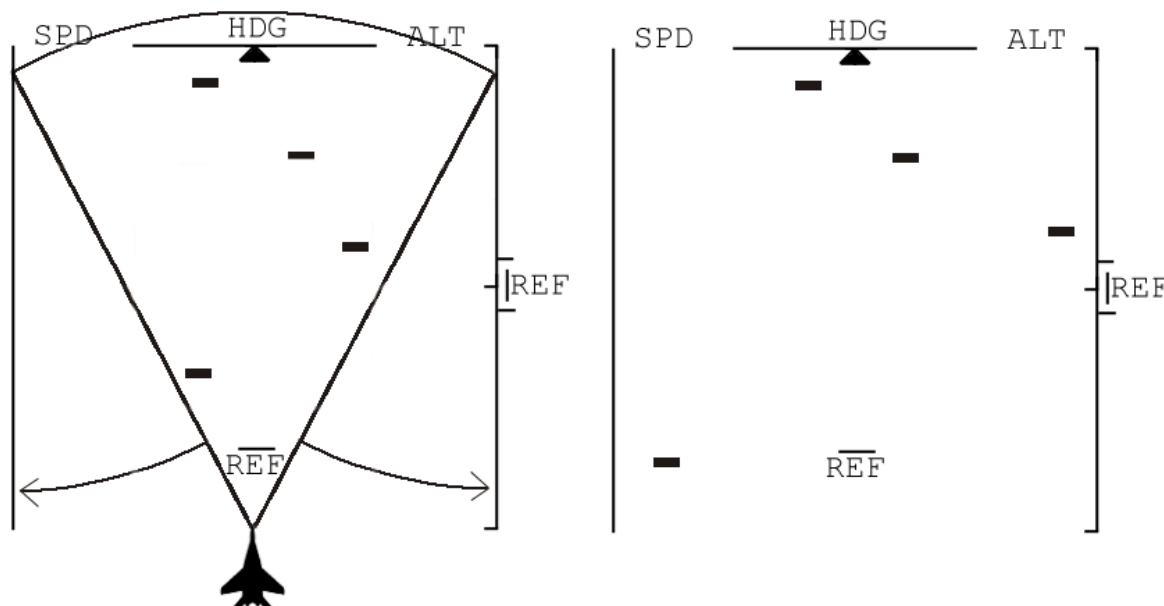
Il valore standard della distanza di riferimento è 10km e durante le normali operazioni non va cambiato, si agisce solamente sulla quota di riferimento.

Nell'immagine di esempio si ha che:

- il RADAR è impostato su un fondo scala di 100km
- ha centrato l'azimuth della scansione a destra (da 0° a 60°)
- ha centrato l'elevazione della scansione 4 km sopra il nostro aereo rispetto a una distanza di riferimento di 50 km
- l'elevazione della scansione è leggermente disallineata verso l'alto rispetto ai riferimenti HUD
- sono presenti due contatti nemici a 45 e 70 km tra 010 e 025, un contatto amico a 10 km per 035, e un contatto strobe (ECM ON) per 045

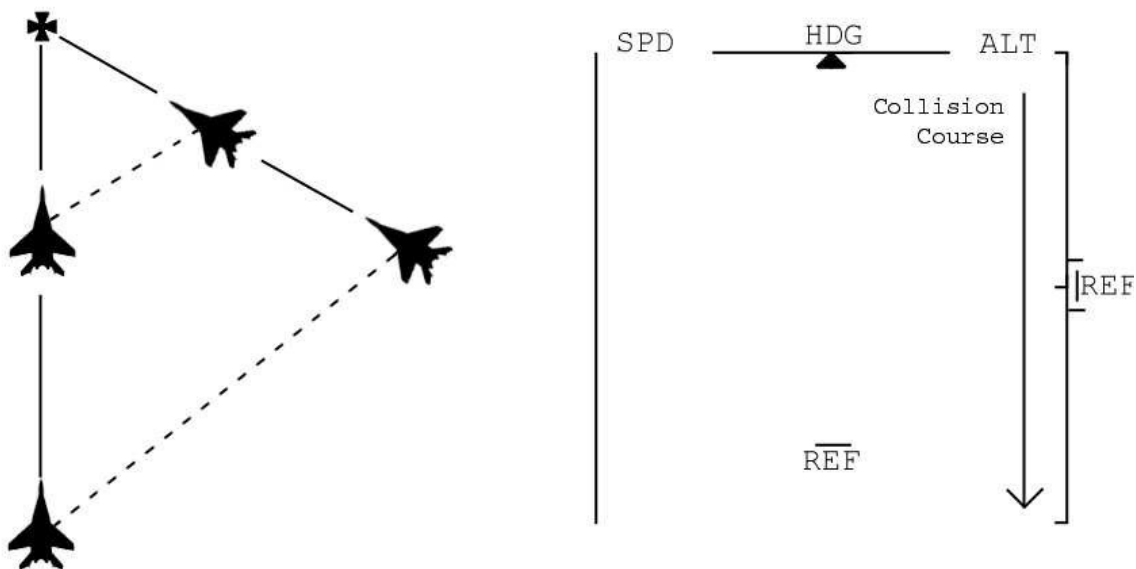
E' importante capire che sull'HUD i bersagli sono presentati come visti **dall'alto**. Il radar effettua una scansione di forma conica (la cui sezione è triangolare) mentre il display ha forma quadrata: questa rappresentazione è chiamata B-Scope. In questo modo, il muso del nostro aereo (dove di fatto 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 raffigura il passaggio da una rappresentazione "dall'alto" a una rappresentazione B-Scope:

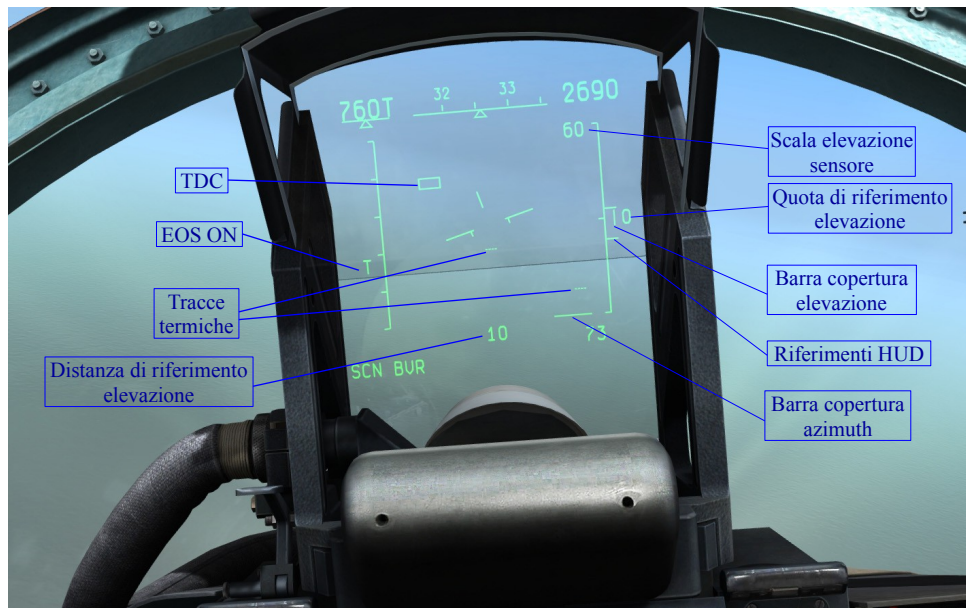


I margini destro e sinistro della proiezione sul piano orizzontale del cono di scansione prendono il nome di “gimbal limit” e corrispondono al limite meccanico dell'antenna radar.

La figura sottostante presenta la schematizzazione dell'avvicinamento ad un bersaglio che viene mantenuto in gimbal limit:



6.3.2 BVR SCAN: Utilizzo dell'EOS



Quando il sensore di ricerca attivo è l'EOS, l'HUD differisce dalla modalità radar in alcuni punti:

- L'indice T segnala che l'EOS è attivo.
- **Con l'EOS attivo i bersagli vengono mostrati nel formato azimuth/elevazione.**
Diversamente dalla modalità di rappresentazione B-Scope, la rappresentazione azimuth/elevazione presenta i contatti come se si stesse guardando attraverso un binocolo con campo visivo largo e basso.
- Similmente a quanto avviene per il RADAR, il numero di trattini che compongono le tracce termiche rappresenta l'intensità delle stesse: non vi è tuttavia proporzionalità con le dimensioni del bersaglio perché l'intensità della traccia dipende dalla temperatura, dall'aspect e dalla distanza del bersaglio.
- La distanza di riferimento è 10km e non può essere modificata

6.4 Beyond Visual Range – Attack (BVR ATK)

Indipendentemente dal sensore utilizzato (RADAR o EOS), l'acquisizione del bersaglio avviene portando il TDC sulla traccia e premendo il pulsante di LOCK. La modalità viene automaticamente commutata in BVR ATK.



In questa modalità la ricerca di tutti gli altri bersagli viene terminata e il sensore in uso fornirà, tramite l'HUD e l'HDD, le informazioni aggiuntive sul bersaglio acquisito come segue:

- I simboli I (radar) e O (EOS) indicano quale sensore sta tracciando il bersaglio
- L'indice di tracciamento segnala la presenza del lock. Dopo il lancio di un missile lampeggia con frequenza di 2 Hz.
- L'angolo di aspetto indica la direzione del vettore velocità del bersaglio nel piano orizzontale.
- Una freccia sulla scala della distanza indica la distanza del bersaglio.
- Un punto indica la posizione dell'antenna rispetto alla direzione dell'aereo.
- Un cerchio è posto in corrispondenza del bersaglio, circondandolo.
- L'indicazione (LA) avvisa che il bersaglio sta entro i parametri di lancio per l'arma selezionata.
- Tracciando un contatto amico, sul lato sinistro dell'HUD compare il simbolo F.

Per valutare i parametri di lancio relativi all'arma selezionata, sulla scala della distanza sono presenti gli indicatori della DLZ, costituiti da tre tacche:

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

La zona tra Rtr e Rmin prende anche il nome di No Escape Zone (NEZ), cioè la zona in cui il missile ha sempre l'energia (combinazione di velocità e quota) necessaria per colpire il bersaglio.

La DLZ relativa a una determinata arma dipende dalla nostra quota e velocità, dalla quota e velocità del bersaglio, dalla direzione dello stesso e dall'angolo di aspetto.

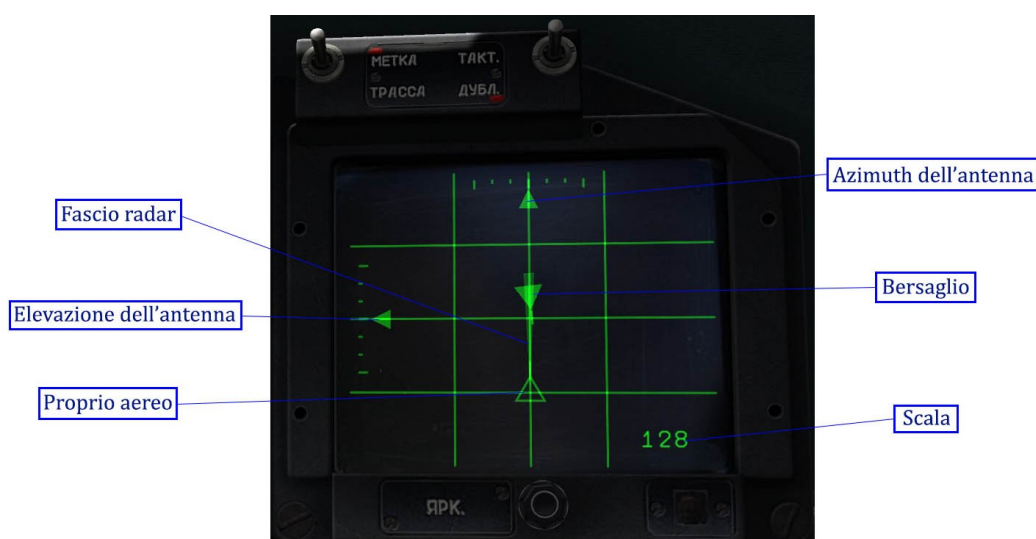
Quando il RADAR opera in modalità BVR ATK, tutta l'energia dell'antenna è concentrata sul bersaglio per fornire una maggiore precisione di rilevamento.

Questa emissione concentrata di onde radar viene interpretata dalla strumentazione del nemico come un aggancio (LOCK) svelando le nostre intenzioni ostili: il nemico potrebbe quindi intraprendere adeguate manovre evasive.

Dopo il lancio, in caso di utilizzo di missili a guida RADAR, l'emissione di onde radar diventa continua e viene interpretata dalla strumentazione del nemico come l'inequivocabile segno di un attacco in corso.

In caso di necessità il permesso di lancio può essere forzato con l'apposito comando Launch Override.

L'HDD fornisce informazioni sulla situazione vista dall'alto:



In modalità BVR ATK, l'area evidenziata in verde rappresenta il fascio RADAR (concentrato sul bersaglio). Dopo il lancio, sia il fascio RADAR che il bersaglio lampeggiano con frequenza di 2 Hz.

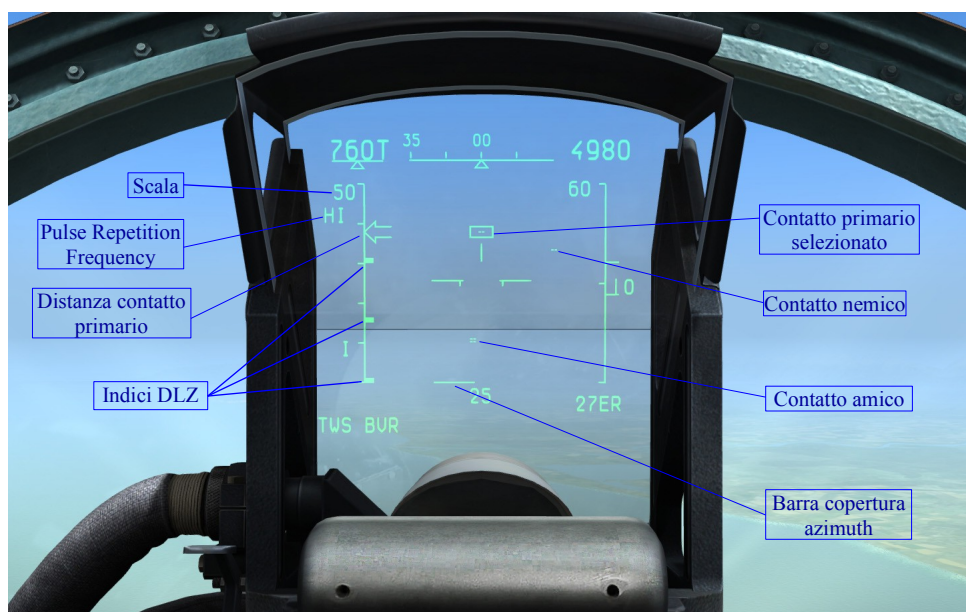
6.5 Beyond Visual Range – Track While Scan (BVR TWS)

Più che una vera e propria modalità di ricerca distinta, questa è una sotto modalità del RADAR e non riguarda il funzionamento dell'EOS.

Quando operante in modalità BVR TWS (chiamata "SNP" Soprovazhdenie Na Prokhode), il radar è in grado di tracciare fino a 10 bersagli contemporaneamente individuandone la distanza, la direzione e, con l'ausilio dell'HDD, anche l'aspetto.

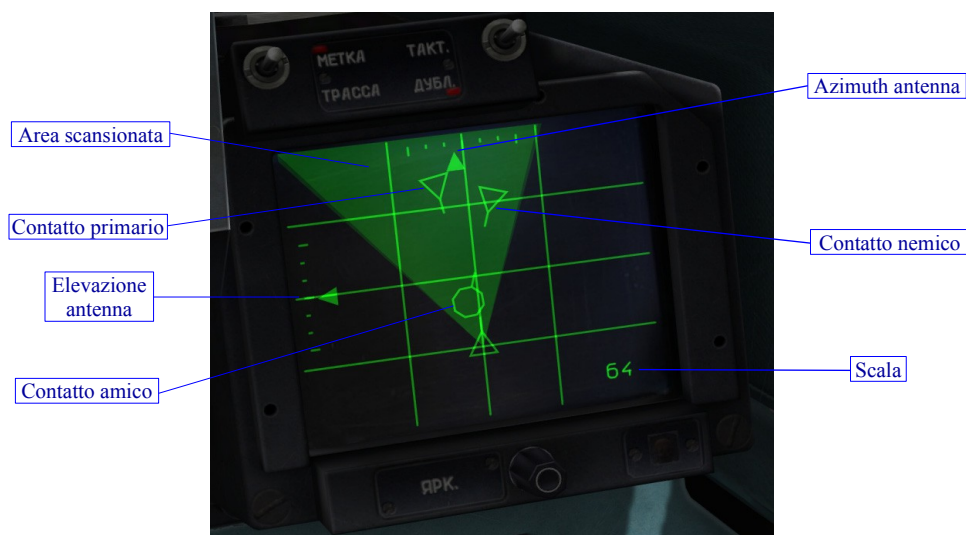
Il pilota può inoltre designare un contatto specifico come primario ponendoci sopra il TDC: automaticamente l'antenna viene centrata sul contatto primario e vengono fornite informazioni sulla DLZ per permettere al pilota di valutare i parametri di lancio, mentre il radar continua a tracciare gli altri contatti come se fosse in modalità ricerca senza quindi allertare il contatto primario.

Per agganciare il contatto primario e passare alla modalità BVR ATK bisogna premere il pulsante di LOCK: solo in questo momento il bersaglio viene agganciato e quindi allertato.



La maggior parte dei simboli presenti sull'HUD in modalità BVR TWS sono gli stessi già incontrati nella modalità BVR SCAN. Oltre ad essi è però presente l'indicazione della zona di lancio dinamico (Dynamic Launch Zone – DLZ) relativa all'arma selezionata e la distanza del contatto designato come primario.

In modalità BVR TWS l'HDD presenta informazioni aggiuntive sulla situazione rappresentata sull'HUD:



- Area scansionata evidenziata in verde (centrata sul contatto primario).
- Angolo di elevazione dell'antenna sul lato sinistro.
- Angolo di azimuth dell'antenna sul lato superiore.
- Triangoli orientati indicano i contatti nemici e la loro direzione di volo.
- Cerchi orientati indicano contatti amici e la loro direzione di volo.
- La posizione del proprio aereo.
- La scala del display in km nell'angolo in basso a destra.

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

Il radar in modalità BVR TWS è molto sensibile alle contromisure elettroniche (ECM). Se all'interno del cono di scansione è presente un contatto con l'ECM acceso non è possibile utilizzare la modalità TWS e viene ripristinata in automatico la modalità BVR SCAN

6.6 Beyond Visual Range - Operazioni in presenza di ECM

Come già accennato, 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 che indica la direzione del contatto con l'ECM acceso.

E' comunque possibile stabilire un aggancio di sola direzione (Angle On Jam-AOJ) da cui si può rilevare azimuth e elevazione del bersaglio 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 viene garantito 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.

Se si hanno a disposizione le informazioni del data link è possibile incrociare i dati mostrati sull'HDD per valutare e impostare la distanza di riferimento del bersaglio in modo da verificare se i parametri di lancio sono soddisfatti e aumentare le probabilità di colpire il bersaglio.

Quando il RADAR ha energia sufficiente per “vedere” oltre il disturbo elettronico avviene il cosiddetto “burn through”.

Dopo il burn through, se ci si trova in modalità BVR SCAN, all'interno del fascio verticale di rumore è possibile distinguere il trattino che indica il bersaglio “pulito”; se invece ci si trova in modalità BVR ATK la rappresentazione diventa quella classica mostrata nel paragrafo 7.4 con tutte le informazioni inerenti.

6.7 Close Air Combat – Attack (CAC ATK)

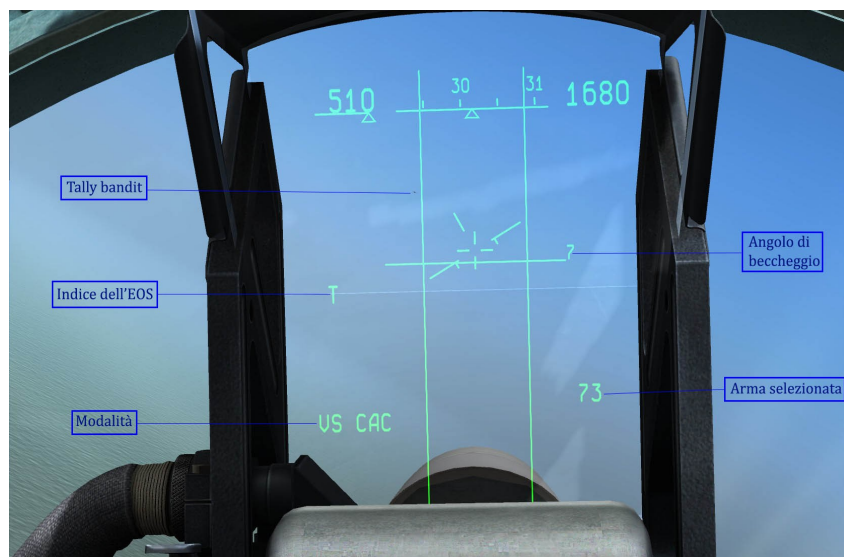
Questa modalità è identica alla BVR ATK con l'unica differenza che non vengono indicate quota e velocità del bersaglio.

Questa modalità viene utilizzata solo dopo l'acquisizione in una modalità delle modalità CAC, pensate per l'utilizzo nel combattimento ravvicinato. Al momento della selezione di una modalità CAC viene attivato automaticamente l'EOS e scelta come arma l'R-73 (se disponibile).

Le modalità CAC sono descritte nei paragrafi successivi.

6.8 Close Air Combat – Vertical Scan (CAC VS)

In modalità CAC VS l'EOS scansiona un'area larga 3° a destra e sinistra del muso dell'aereo e alta da -10° sotto fino a +50° sopra il muso, acquisendo automaticamente qualsiasi rilevamento in questa fascia alta e stretta se selezionata la modalità acquisizione tramite il pulsante di LOCK.



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

6.9 Close Air Combat – Boresight (CAC BORE)

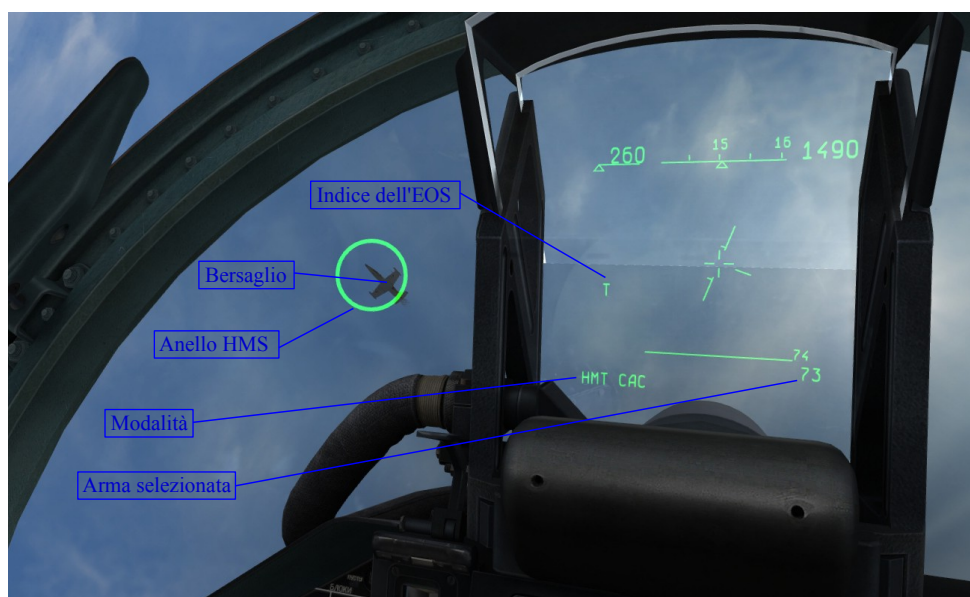
La modalità CAC BORE opera in modo simile alla CAC VS ma a differenza di questa non c'è un percorso di scansione ed il sensore viene mantenuto fisso sulla posizione scelta.



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 quando il contatto è all'interno del reticolo.

6.10 Close Air Combat – HMS (CAC HMTD)

La modalità CAC 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.



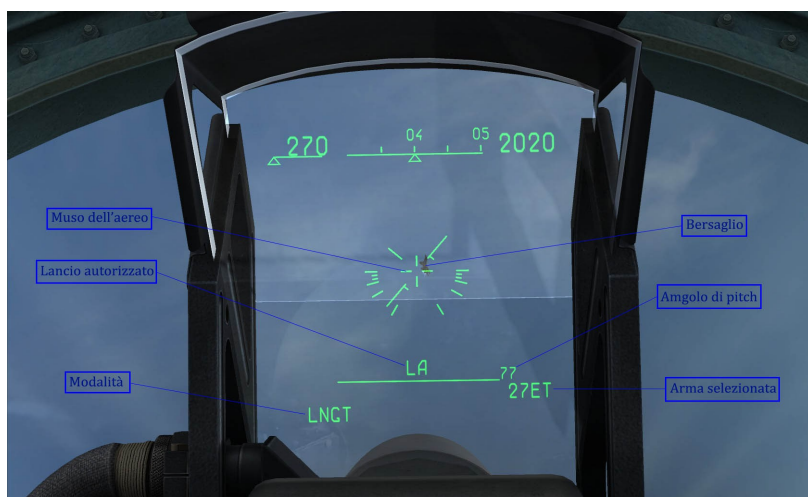
6.11 PHI 0 (FIO)

FIO 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 modalità viene utilizzato solo il sensore del missile con un campo visivo di circa 2°, per il puntamento e necessario manovrare l'aereo finché non è in asse col bersaglio.

Il simbolo (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 poiché non viene fornita nessuna indicazione aggiuntiva.



6.12 Aria Terra (GND)

In modalità GND il sistema di puntamento è all'incirca lo stesso per tutte le armi, cannone compreso: sull'HUD compare un mirino che rappresenta il punto d'impatto per l'arma selezionata e quando i parametri di lancio sono soddisfatti compare il simbolo (LA).

Questo tipo di funzionamento viene indicato come **Punto d'Impatto Continuamente Calcolato (Continuously Calculated Impact Point – CCIP)**.

L'HDD mostra il piano di volo in modo del simile alla modalità ENR, questo permette al pilota di avere un riferimento spaziale per l'individuazione e l'attacco dei bersagli.



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



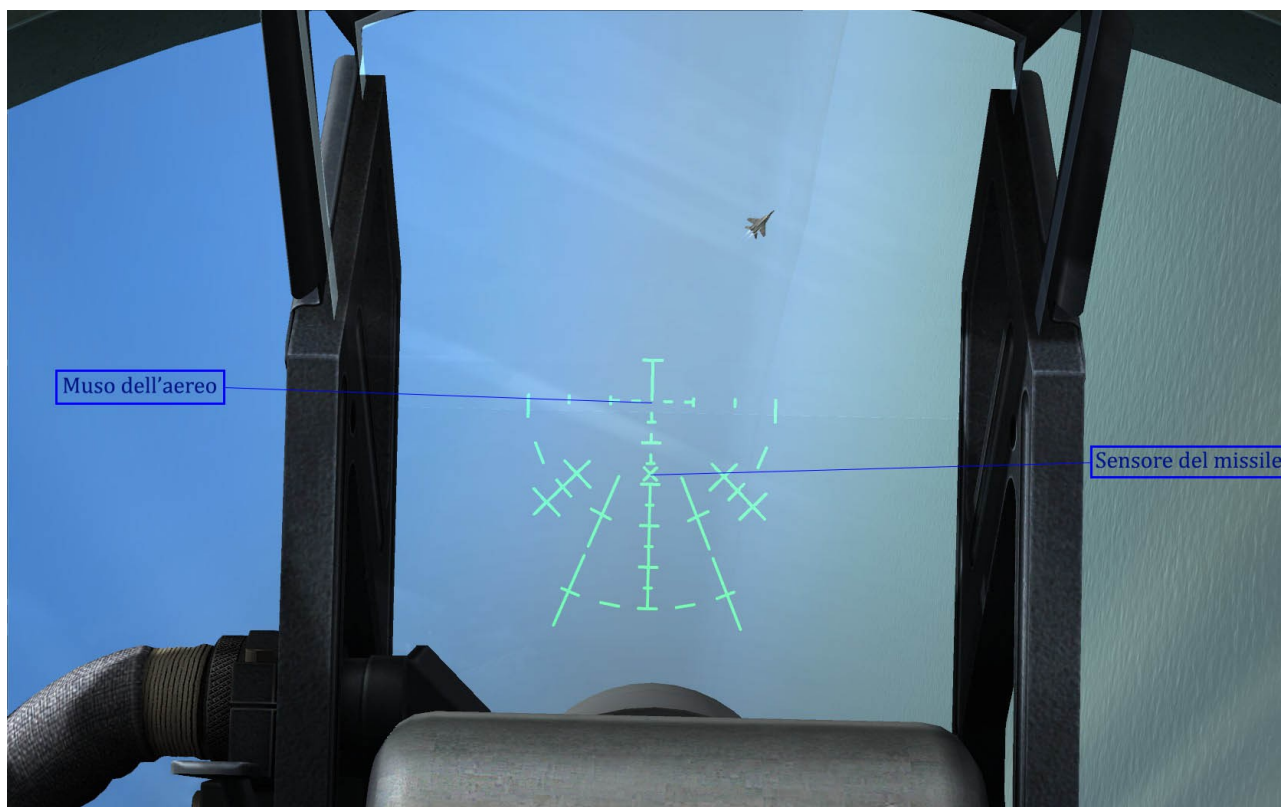
Anche in questo caso il mirino va posto sopra il bersaglio ma il grilletto va tenuto premuto mantenendo l'aereo in assetto corretto per il rilascio (angoli di rollio e imbardata nulli). Variare l'angolo di beccheggio consente di anticipare o ritardare lo sgancio della bomba: la scala normalmente utilizzata 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.

6.13 Griglia Fissa (GRID)

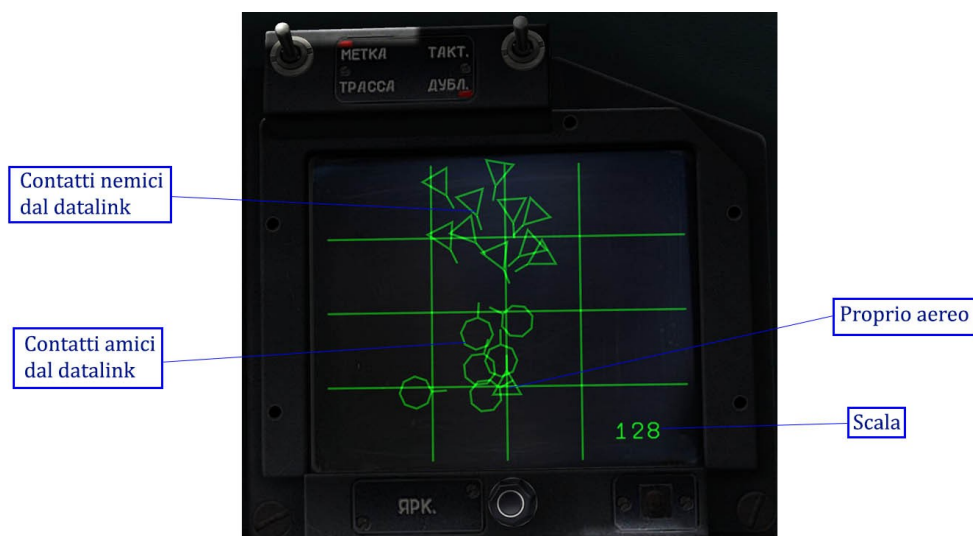
La GRID non è una modalità di combattimento ma una rappresentazione alternativa dell'HUD, funzionante anche in caso di emergenza e avaria dei sistemi.

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 F10 consentono un uso limitato dell'armamento per autodifesa.

6.14 Data-link Digitale



Il Su-27 è dotato degli equipaggiamenti necessari per ricevere informazioni direttamente da parte di velivoli AWACS o di postazioni EWR tramite data link. Le informazioni così ricevute vengono mostrate direttamente sull'HDD in qualsiasi modalità di combattimento esso si trovi (le modalità di navigazione sono quindi escluse).

L'HDD rappresenta la situazione vista dall'alto e viene aggiornato periodicamente. Il Data Link permette quindi di conoscere lo scenario attorno al proprio aereo senza utilizzare i sensori di bordo del velivolo e, combinato ad esempio con l'utilizzo dell'EOS e dei missili termici, è possibile effettuare ingaggi in modo completamente furtivo.

7. HSI - 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 nelle varie modalità di combattimento l'HUD e l'HDD sono impegnati per la gestione dei sensori, inoltre, in caso di emergenza e avaria, è garantito il funzionamento solo dell'HSI.

7.1 Horizontal Situation Indicator

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



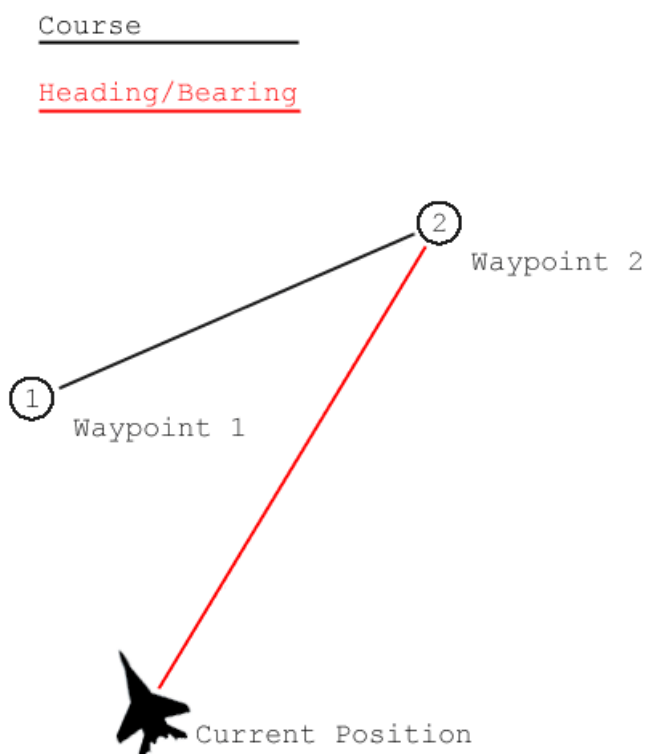
L'ago giallo sulla bussola indica sia il bearing che l'heading per il waypoint selezionato. Il bearing è rappresentato semplicemente dalla rotazione dell'ago rispetto alla tacca che indica l'heading del nostro aereo. Diversamente, l'heading viene letto sulla bussola, al di sotto della punta dell'ago. Nell'immagine sopra il bearing è di circa 62° mentre l'heading di circa 032°.



7.2 Navigazione

Iniziamo a chiarire il significato dei vari aghi presenti sull'HSI in modalità 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.



La configurazione dell'HSI è quella mostrata nella figura sotto.



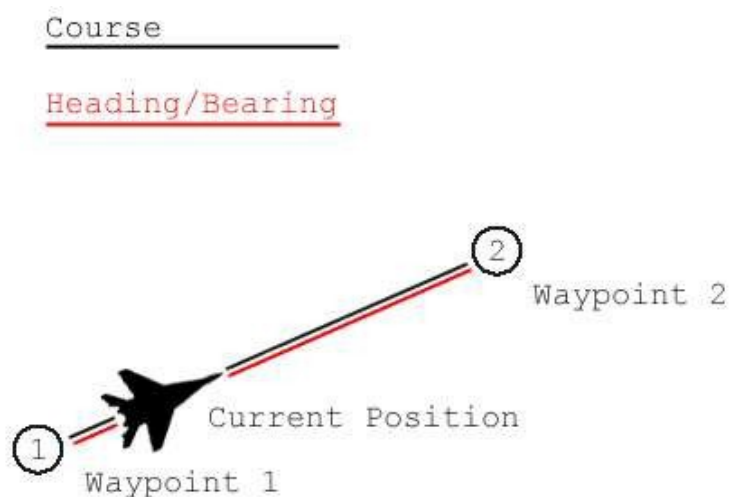
L'ago del bearing/heading indica la direzione da mantenere per raggiungere il secondo waypoint. Puntare direttamente in questa direzione è la "strada" più corta per raggiungere il secondo waypoint. L'ago del course rappresenta la direttrice dal primo al secondo waypoint.

Per tornare sulla rotta prevista sarà necessario dirigersi perpendicolarmente (o quasi) all'ago del course: più ci si approssima all'avvicinamento perpendicolare più rapido sarà l'avvicinamento stesso; per evitare di superare la rotta è tuttavia utile virare, man mano che ci si avvicina, verso la direzione del waypoint. Una volta raggiunta la rotta prevista la configurazione dell'HSI sarà simile a quella mostrata nella figura sotto.



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".

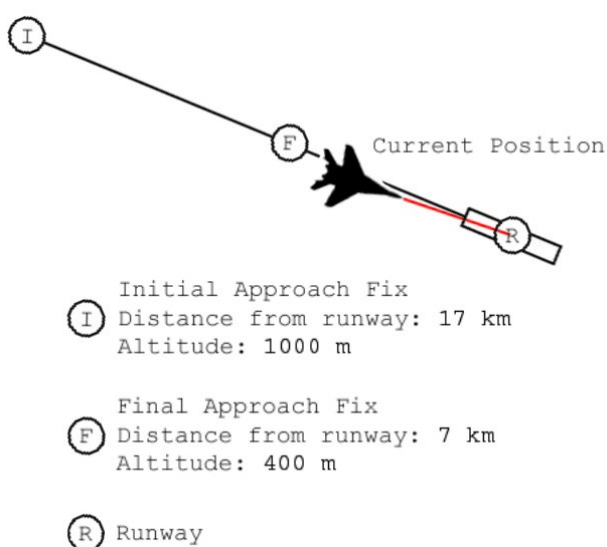
La posizione del nostro aereo rispetto a quella dei waypoint, invece, sarà circa quella mostrata nella figura seguente.



7.3 Approccio e Atterraggio

In modalità ILSN l'HSI ha un funzionamento molto simile a quanto già visto in modalità NAV, tuttavia conveniente fare qualche precisazione per capire esattamente verso cosa puntano i vari aghi.

L'immagine di seguito chiarirà quasi completamente la situazione.



In Flaming 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 LNDG e l'HSI punterà verso il Final Approach fix raggiunto il quale indicherà il centro della pista.

In modalità LNDG verrà inoltre attivato l'ILS – Instrumental Landing System, tramite il quale è possibile seguire correttamente al sentiero di discesa anche in condizioni di visibilità zero: basterà allineare la barra verticale (Localizer – indica la deviazione rispetto all'asse di mezzeria della pista) e quella orizzontale (Glide path – indica la deviazione rispetto al percorso di planata) al centro dell'HSI. Durante la discesa la distanza dal touchdown è scandita da due indicatori acustici che indicano il Middle Marker e l'Inner Marker.

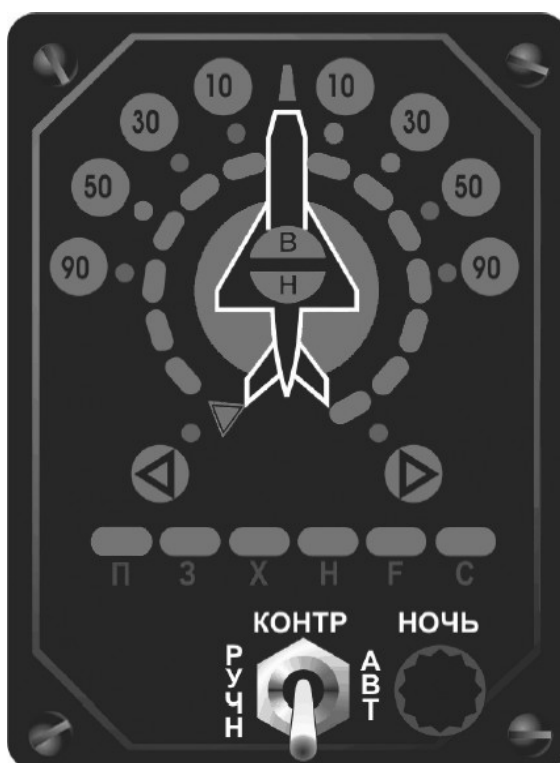
La conoscenza di queste distinzioni è utile nelle fasi di circuito dove generalmente si usa prendere il riferimento con la pista e non con gli approach fix.

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 sorvolarla 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.

8. 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.

8.1 SPO-15 Berioza



Il sistema RWR SPO-15 Berioza di cui è dotato il SU-27 è caratterizzato come segue:

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

Il dispositivo è inoltre dotato di due modalità di funzionamento:

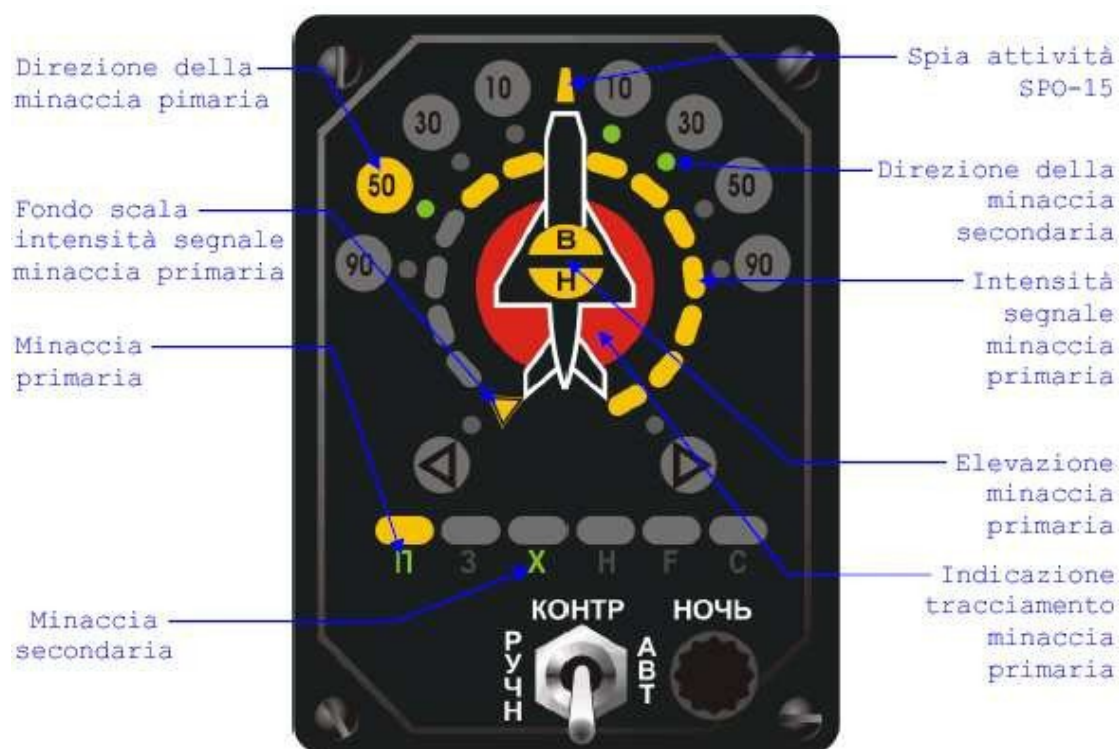
- ALL – Identificazione di qualsiasi segnale.
- LOCK – Identificazione dei soli segnali di tracciamento.

8.1.1 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

8.1.2 SPO-15 Berioza Display



Nell'immagine sopra viene 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 $\pm 15^\circ$ dal piano del nostro stesso velivolo (quota confrontabile).

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:

- Π. (A) Radar doppler aerotrasportato (caccia/missile ARH)
- 3. (L) SAM a lungo raggio
- X. (M) SAM a medio raggio
- H. (S) SAM a corto raggio
- F. (E) Early Warning Radar
- C. (W) 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 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 un 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

I missili ARH, dotati di un trasmettitore radar autonomo sono facilmente riconoscibili dal comportamento caratteristico del segnale. Solitamente questi missili sono lanciati già in presenza di un segnale di ricerca o tracciamento ad intensità 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 velocità del missile in avvicinamento), è 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 è un sistema particolarmente efficace, grazie ad un'indicazione dell'intensità del segnale facilmente comprensibile, in situazioni che vedono coinvolti pochi emettitori radar. Al contrario, diventa poco intuitivo in situazioni molto complesse. In questo caso può essere utile l'abilitazione della modalità 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 è un caccia ed è a 50° a sinistra del muso del nostro aereo. Al centro del velivolo, le due spie di elevazione accese indicano che la minaccia primaria sta entro $\pm 15^\circ$ dal nostro piano. La spia rossa accesa attorno al nostro velivolo significa che la minaccia ci sta tracciando. La minaccia secondaria è 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, più 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, =36=Eircog e =36=Karna