

ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE STATALE

ARTURO MALIGNANI

UDINE

SEZIONE COSTRUZIONI AERONAUTICHE

TESINA ESAME DI STATO

SU-27 FLANKER



NICOLETTI MATTEO

CLASSE QUINTA SEZIONE B

ANNO SCOLASTICO 2011-2012

Introduzione

Il Sukhoi Su-27, denominato Flanker, è un intercettore monoposto con doppio propulsore e un caccia da superiorità aerea di produzione sovietica, costruito dall'ufficio tecnico Sukhoi e prodotto sul finire degli anni '70.

Storia

L'introduzione, negli anni '70, degli F-15 Eagle e F-16 mise i piloti da caccia del blocco orientale in netto svantaggio. Il governo sovietico varò quindi un nuovo programma denominato PFI (letteralmente "advanced frontline fighter", ossia combattente avanzato di prima linea) e la distribuzione negli anni successivi del Su-27 Flanker portò di fatto la guerra aerea a un nuovo livello. Progettato come un caccia ad alte prestazioni con un sistema di controllo fly-by-wire e la capacità di trasportare fino a 10 AAMS, il Su-27 è molto maneggevole ed è uno dei combattenti più imponenti mai costruiti. I primi prototipi denominati 'Flanker-A' volarono il 20 maggio 1977 e lo sviluppo del Su-27 come aereo da combattimento fu completato nei primi anni '80. Il velivolo entrò effettivamente in servizio nel 1985. Questo caccia è stato il precursore di una intera famiglia di aerei, tra cui il Su-27UB per addestramento, il Su-33 per l'utilizzo su nave da combattimento e in seguito con l'aereo Su-37 multi-missione. Considerato da tanti uno dei migliori caccia in servizio, insieme agli F-14 ed F-15 Eagle statunitensi, era sicuramente il migliore nell'arsenale della ex Unione Sovietica anche grazie alla sua struttura costruita in lega di alluminio e litio. I Su-27 inizialmente erano diretti alla Difesa Aerea, ma ben presto vennero anche assegnati all'Aviazione tattica e alla Marina. Il Su-27 si dimostrò subito un aereo eccezionale: pur essendo così grande, è un caccia ad alta maneggevolezza, e riuscì ad imporsi e a farsi apprezzare, dimostrandosi superiore al più prestante MiG-29 persino nei combattimenti aerei manovrati, con più potenza motrice e di fuoco, autonomia, visibilità e una grande agilità a bassa quota. L'operatività arrivò nel dicembre 1984, ma in pratica la produzione, pur cominciata nel 1982, fu piuttosto lenta e i primi reparti ebbero una forza piena di questi velivoli solo dal 1985.

Il Progetto PFI

Nel 1969 l'Unione Sovietica apprese di un nuovo programma statunitense per un aereo di nuova concezione. La leadership sovietica ben presto si rese conto che il nuovo caccia americano rappresentava un notevole svantaggio tecnologico rispetto agli attuali caccia sovietici. Quello che le serviva era un caccia più agile e maneggevole, con sistemi sofisticati e all'avanguardia. In risposta, lo Stato Maggiore sovietico emesse quindi il programma PFI per la costruzione di un nuovo velivolo capace di contrastare il rivale americano potendo raggiungere la velocità di Mach2, dotato di nuovi sistemi come il volo fly-by-wire e l'Head up Display, con capacità di trasportare un armamento pesante, pur restando un caccia agile.

Quando però le specifiche si dimostrarono troppo impegnative e costose per un unico aeromobile, nel numero necessario, le specifiche PFI furono divise in due: la LPFI (Lightweight PFI) e la TPFI (Heavy PFI). Mentre il programma LPFI portò alla nascita del MiG-29, un aereo piccolo e veloce, il programma TPFI fu assegnato alla Sukhoi, che produsse il Su-27.

Versioni del SU-27

SU-27S : ribattezzato Flanker B, è il caccia prodotto e completato nel 1980. Nella foto un membro della pattuglia acrobatica russa Russian Knights (conosciuti in tutto il mondo per le loro evoluzioni e per la manovra di Pougatchev o “del cobra”).



SU-27 UB : ridenominato SU-30 o Flanker C: è un aereo da addestramento biposto con completa capacità di combattimento; è finalizzato alla formazione di piloti in navigazione aerea e in combattimento aereo. Viene dotato di tutti i sistemi per distruggere bersagli a terra o in volo, di notte come di giorno. Esternamente è molto simile al Su-27S a parte i due posti; è più pesante dell'antenato Su-27, ma senza sacrificare la capacità dei serbatoi interni. La fusoliera è leggermente allungata, è dotato di alette canard sulla parte anteriore del corpo e l'aerodinamica è leggermente variata sul dorso. Le prestazioni sono simili al Su-27S, ma richiede un po' di pista in più al decollo ed ha minore velocità massima.



SU-33 : o Flanker D, si tratta della versione per portaerei del Su-27 monoposto; ha ali e piani di coda ripiegabili e un ruotino rinforzato, è dotato di alette canard sulla parte frontale del corpo, di una sonda per il rifornimento in volo e di un gancio di atterraggio.



Il Su-27

Il Su-27, come struttura di base, è aerodinamicamente simile al MiG-29. Si tratta di un velivolo molto grande, costruito in lega di alluminio, litio e titanio. Non è costituito da parti in materiali compositi in quanto le conoscenze dell'ex URSS erano molto limitate al tempo e si preferì così utilizzare materiali metallici per la costruzione del velivolo.

La fusoliera è di sezione quasi circolare nella parte anteriore dove è alloggiato l'abitacolo e si assottiglia molto rapidamente dall'inizio delle prese d'aria. Queste sono poste nella parte ventrale dell'aereo sotto le ali e sono angolate di 60°, simili a quelle dell'F-14, disposte all'inizio dei motori. Sono dotate di paratie protettive a rete per evitare l'ingestione di corpi estranei durante il decollo e l'atterraggio.

La fusoliera è a 'tre gondole', quelle dei motori e la fusoliera vera e propria. I motori sono alloggiati infatti in due gondole di fusoliera separate, in mezzo alle quali è presente una cavità che permette di montare due missili aria-aria, un paracadute e vari sistemi d'allarme e contromisure. I propulsori del Su-27 sono ampiamente distanziati anche per motivi di sicurezza e per garantire il flusso d'aria continuo attraverso le prese. Questo sistema, grazie al 'ventre piatto', aiuta notevolmente ad aumentare la portanza, senza problemi dati da un'ala troppo grande e resistente all'avanzamento. Le ali sono a freccia positiva, ad ala media e semidelta con bordo d'attacco di 42° gradi.

Il sistema LERX, studiato per la congiunzione delle ali con la fusoliera, consente un notevole controllo anche ad assetti molto cabrati. L'ala in questo sistema è raccordata con la fusoliera con estensioni alla radice alare che, unite all'efficacia degli ipersostentatori sul bordo d'attacco e dei flap sul bordo d'uscita, consentono all'aeroplano una elevata efficienza aerodinamica e una grande agilità permettendo angoli d'attacco molto elevati.

Infatti, le estensioni alla radice alare nel volo con elevati angoli di incidenza generano dei vortici

che aumentano la portanza dell'ala in tale condizione di volo.

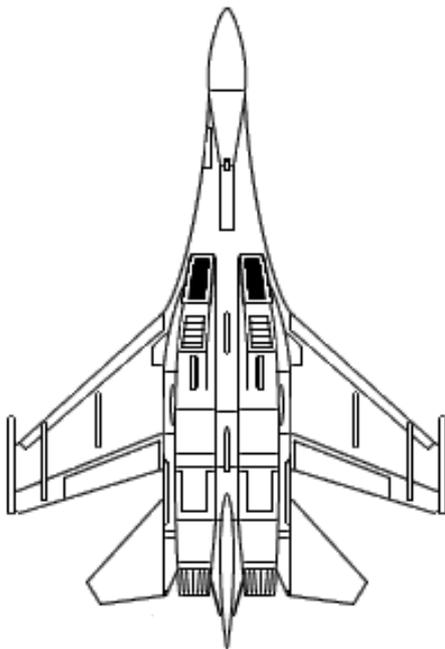
I piani di coda sono squadrati, completamente mobili e di grandi dimensioni, e tutti i comandi sono asserviti da un controllo elettronico in modo da gestire l'instabilità complessiva; pertanto, possono muoversi in maniera differenziata e al contempo controllata.

Il Su-27 è provvisto di due timoni per ulteriore stabilità e manovrabilità ed essi sono disposti sopra i motori nella zona più esterna possibile per non influenzare questi ultimi.

I propulsori garantiscono all'aeromobile una velocità di 2 Mach, senza però consumare un grande carico di combustibile per portarsi nella zona di azione (come invece accadeva per il MiG-29). La capacità combustibile di circa 12.500l è data da quattro serbatoi, due in fusoliera e due nell'ala ed evitava l'uso dei serbatoi ausiliari esterni e il rifornimento in volo. Ciò ampliava quindi il carico bellico trasportabile sulle superfici esterne.

Il Su-27 è stato il primo aereo sovietico operativo con un sistema di controllo fly-by-wire, combinato con un basso carico alare e potenti controlli di volo; è quindi un aeromobile estremamente agile, controllabile anche a velocità molto basse e con alti angoli di incidenza.

Il sistema di pilotaggio era di tipo analogico, il cruscotto era di tipo convenzionale, senza schermi multifunzione (a causa dell'insufficiente velocità dei calcolatori di bordo) e il radar era monofunzione e non un tipo multiruolo (data l'insufficiente capacità d'elaborazione dei segnali), tuttavia questo velivolo risultò essere un prodotto rivoluzionario per l'epoca, vista la sua mole, le capacità straordinarie e le prestazioni in grado di reggere il confronto con i nuovi prodotti americani e diede anche nuova vitalità alla propaganda sovietica.



Manovra Pougatchev

Caratteristica peculiare del Flanker è la capacità di eseguire una brusca "frenata aerodinamica"; la manovra è detta "del cobra": durante tale evoluzione il Su-27 raggiunge l'eccezionale angolo di attacco di 120°, decelerando da 400 km/h a circa 200-250 km/h in pochi secondi, aggiudicandosi un importante vantaggio nel combattimento a bassa velocità. Tale manovra, inoltre, è utile in combattimento per sganciarsi dall'inseguimento di caccia nemici e da radar che non sono in grado di inseguire obiettivi fermi. La manovra fu effettuata la prima volta da Victor Pougatchev il 28 aprile 1989 con un prototipo sperimentale.

HUD (Head-Up Display) e Abitacolo

L'Head-Up Display (visore a testa alta), o semplicemente HUD, è un tipo di display che permette la visualizzazione dei dati di volo (ad esempio quota, velocità e beccheggio) senza dover costringere lo sguardo a soffermarsi sui vari strumenti nella cabina (o abitacolo). Esistono due tipi di HUD: fisso, installato nell'abitacolo, o integrato nell'elmetto e proiettato su un mirino ottico. Il Su-27 utilizza il modello fisso, in quanto il modello integrato nel casco era un sistema troppo sofisticato e complesso per l'epoca in cui venne utilizzato.

Con l'HUD fisso l'utilizzatore guarda attraverso uno schermo trasparente montato sul pannello degli strumenti dell'aereo o sul cruscotto del veicolo in cui vengono proiettate le informazioni; il sistema inoltre determina l'immagine da presentare conformemente all'orientamento del veicolo. Quando venne creato, il Su-27 era supportato solo dal sistema HUD per l'acquisizione dei dati, ma in seguito venne implementato anche il sistema HMD (Head-Mounted Display) con cui il pilota trovava tutti i dati necessari al volo e al combattimento proiettati su un monocolo o sulle lenti dell'elmetto.

Con il programma PFI l'abitacolo venne riprogettato e modificato rispetto ai modelli precedenti come il Su-24 e il Su-17, e venne modificata anche la parte anteriore della fusoliera permettendo l'aumento del volume dei serbatoi di quest'ultima. L'abitacolo fu climatizzato e protetto da una blindatura di 17mm, ma lo spazio restò minimale.



Un esempio dell'elmetto Zsh-5/Shchel 3UM indosso a un pilota durante un volo con Su-27UB.



Un esempio dell'abitacolo di un Su-27S, si noti lo schermo HUD sul cruscotto integrato con la strumentazione di bordo.

Fly-by-wire

Il sistema di controllo Fly-by-Wire, letteralmente “volo tramite cavi elettrici”, è un sistema di controllo adottato sugli aeromobili.

Il sistema di controllo precedente si trova ancora sui velivoli più semplici. In questo sistema esiste una connessione di tipo meccanico tra organo di comando (la barra) e superficie aerodinamica: questo fa sì che, se si esercita una certa forza sulla barra, si ottiene uno spostamento della superficie di controllo. Questo sistema è stato funzionale finché gli aerei non hanno raggiunto dimensioni e velocità di volo elevate. Si è quindi passati a sistemi di controllo nei quali viene a mancare il collegamento meccanico tra organo di comando e superficie di controllo, come i sistemi detti fly-by-wire. Con questo sistema il collegamento fra barra di comando ed attuatore non è più realizzato mediante una connessione meccanica, ma mediante una connessione di tipo informatico. In un sistema di questo tipo, un trasduttore invia un segnale ad una valvola che aprirà o chiuderà il circuito idraulico ad alta pressione in modo che muova le superfici di governo finché non avranno raggiunto la posizione comandata. Con questo sistema si guadagna in peso e in semplicità e, inoltre, il sistema permette di interfacciare sia i comandi che provengono dal pilota sia quelli che provengono dai calcolatori di bordo. Il motivo per cui una parte consistente della sicurezza del volo è gestita dai calcolatori elettronici è che questo velivolo richiede un sistema di aumento di stabilità e di governo, che lo mantiene maneggevole ad alte velocità e con brusche manovre.

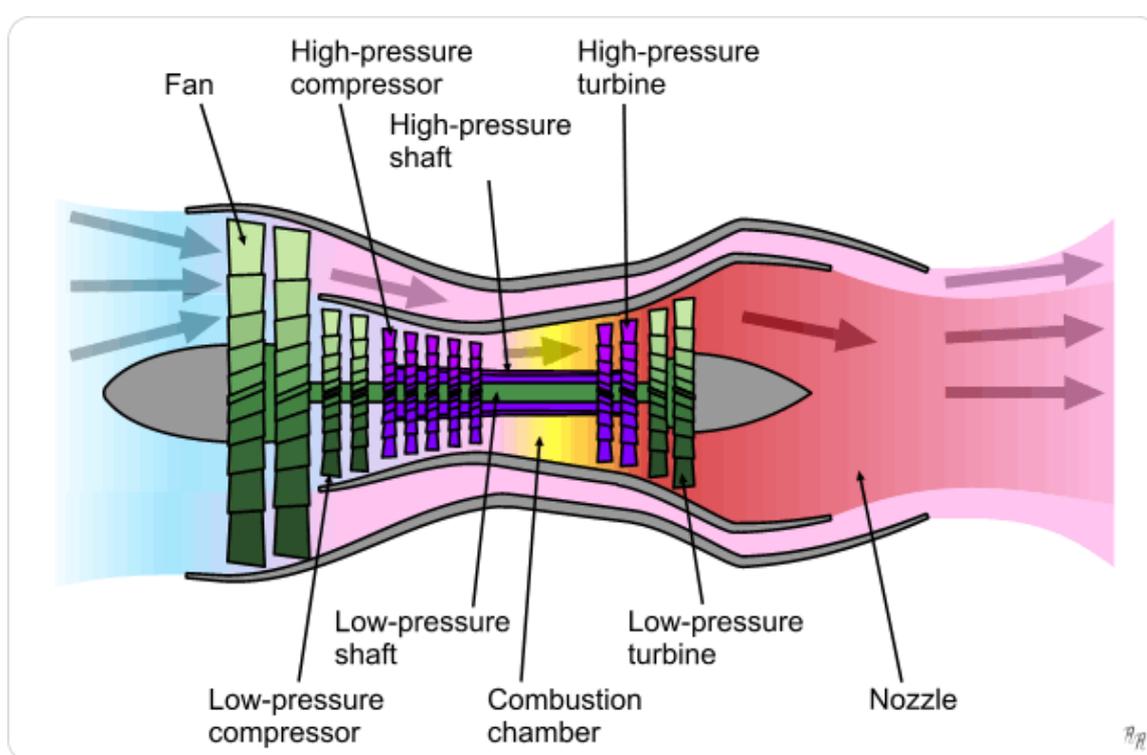
Propulsore

Il Su-27 utilizza due motopropulsori AL-31F “Saturn” turbofan originariamente e appositamente sviluppati per essere utilizzati su questo aeromobile.

Il turbofan è un tipo di motore a reazione che, a differenza di un normale motore turbo-jet, utilizza due flussi d'aria separati:

▲ il primo flusso, che attraversa tutti gli stadi del motore, vale a dire: in primis la presa d'aria, che ha la funzione di confluire il flusso generando una prima compressione dell'aria rallentandola, e negli stadi successivi, la ventola, il compressore, la camera di combustione, la turbina e l'ugello di scarico, dove si esercita tutta la propulsione;

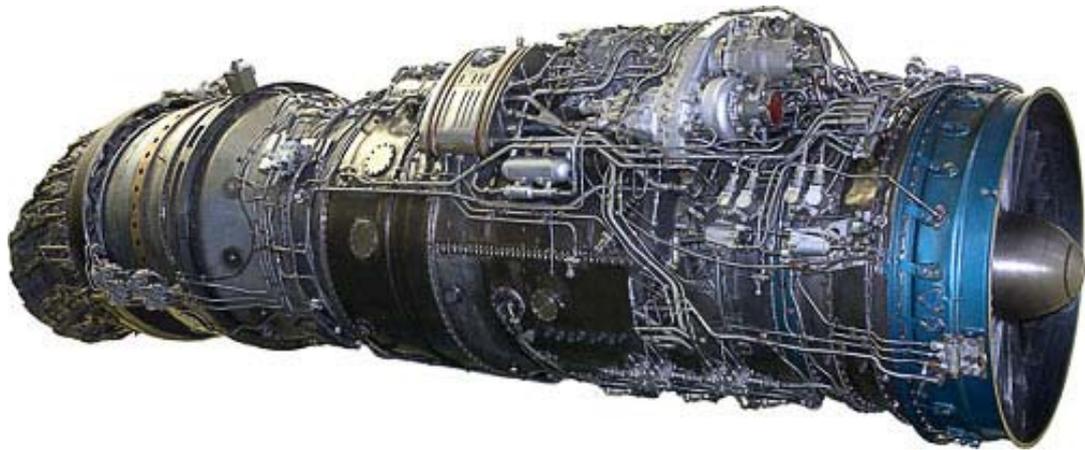
▲ il secondo flusso, che invece attraversa solo ventola e ugello, “bypassando” tutti gli stadi indicati in precedenza.



Il turbo fan è un tipo di motore a reazione che viene ampiamente utilizzato per gli aeromobili a propulsione; è un motore a turbina a gas che fornisce energia dalla combustione e ha una ventola intubata che utilizza questa energia per accelerare l'aria all'indietro.

La ventola posta al primo stadio è mossa dall'albero della turbina di bassa pressione posta a valle, mentre il compressore al secondo stadio è mosso da un altro albero, concentrico e più esterno rispetto al primo, che è quello della turbina di alta pressione.

I motori turbofan accelerano un volume d'aria maggiore rispetto un turbogetto e sono significativamente più silenziosi, in quanto la velocità del gas di scarico del primo è mediamente inferiore a quella del secondo.



Il propulsore AL31F Saturn turbofan del Su-27

Armamento

L'armamento è costituito dal cannone da 30 mm ad una sola canna con 150 colpi e da 10-12 missili aria-aria. L'armamento standard, per missili aria-aria a lungo medio-raggio, sono una miscela di Vypel R-73, R-27 e, negli ultimi modelli prodotti, di R-77 e Python 4, tutti aventi guida IR (infrarossi). Sui lati del cono di coda sono contenuti 28 lanciatori di flare come contromisure.

I carichi bellici arrivano a 4-5 tonnellate, ma con la possibilità di arrivare a 6 tonnellate per l'attacco al suolo negli assetti da bombardiere. Il radar di bordo, dotato di una portata massima di 200km di inseguimento, ha capacità di seguire 10 bersagli per volta ma attaccarne uno solo.

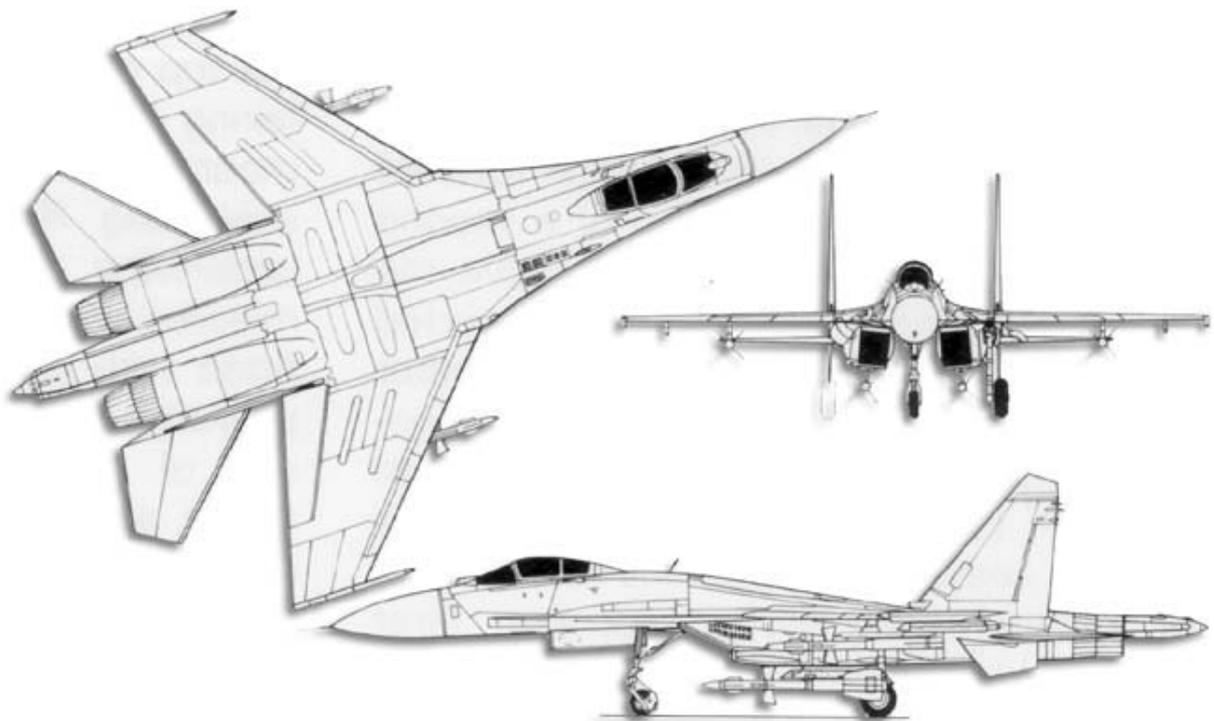
Molto importante è la presenza dell'IRST per il combattimento aereo che dà al velivolo la possibilità di rilevare la presenza di velivoli ostili anche senza l'accensione del radar ed utilizzando i missili a medio/lungo raggio R-27 con guida a infrarossi.

Durante il suo funzionamento l'IRST aggancia gli obiettivi che vengono passati al radar che li insegue senza emettere segnali. Il radar si attiva infatti solo quando l'IRST perde il contatto, per poi spegnersi di nuovo una volta acquisito il bersaglio.



Scheda tecnica Su-27S

| | |
|---------------------------------|--|
| Tipo | Caccia da superiorità aerea |
| Equipaggio | 1 pilota |
| Costruttore |  Sukhoi |
| Data primo volo | 20 maggio 1977 |
| Data entrata in servizio | dicembre 1984 |
| Dimensioni e pesi | |
| Lunghezza | 21,90 m |
| Apertura alare | 14,70 m |
| Altezza | 5,92 m |
| Superficie alare | 62 m ² |
| Peso a vuoto | 16 380 kg |
| Peso carico | 23 000 kg |
| Peso max al decollo | 30 000 kg |
| Propulsione | |
| Motore | 2 turboventola NPO Saturn AL-31F |
| Spinta | da 75 a 123 kN ciascuno |
| Prestazioni | |
| Velocità max | 2,35 Ma (2 530 km/h in quota) |
| Velocità di salita | 300 m/s |
| Autonomia | 3 500 km |
| Raggio di azione | 1 100 km |
| Tangenza | 18 500 m |
| Armamento | |
| Cannoni | 1 GSh-301 da 30 mm |
| Bombe | caduta libera: FAB-250 FAB-500 |
| Missili | aria aria: 6 R-27 4 R-73 |
| Piloni | 4 sub-alari 4 sotto la fusoliera 2 estremità alari |



Bibliografia

- ♣ www.sukhoi.org
- ♣ www.airforce-technology.com/
- ♣ www.wikipedia.org
- ♣ www.flyinthesky.it
- ♣ www.wikibooks.org
- ♣ www.defence.pk
- ♣ documentazione tramite video dal web
- ♣ documentazione tramite filmati