

EBOOK Gratuito



Engenharia
Aeronáutica

Por Sergio Duarte

AERONAVES MILITARES

CURIOSIDADES POR TRÁS DAS TECNOLOGIAS MAIS AVANÇADAS DA AVIAÇÃO



www.EngenhariaAeronautica.com.br

SUMÁRIO

01

INTRODUÇÃO

03

F-15C STRIKE EAGLE

05

A-10 THUNDERBOLT

07

F-22 RAPTOR

09

B-2 SPIRIT

11

TUPOLEV TU-160 BLACKJACK

13

MIG-29 FULCRUM

SR-71 BLACKBIRD

02

F-14 TOMCAT

04

F-16 FIGHTING FALCON

06

ROCKWELL B-1 LANCER

08

XB-70 VALKYRIE

10

SUKHOI SU-27 FLANKER

12



01 INTRODUÇÃO

Creio eu que não existam pessoas que gostem da aviação que não fiquem maravilhados com as tecnologias das aeronaves militares, sejam caças, bombardeiros, aviões de reconhecimento, ou qualquer outra designação que exista. É a partir dessas aeronaves que grandes avanços são apresentados às aeronaves civis, e eventualmente à aviação geral.

Vamos trazer informações sobre aeronaves militares icônicas, seja devido à tecnologia desenvolvida através dela e até mesmo os feitos que tiveram durante seu tempo de operação.



02 SR71 - BLACKBIRD

Talvez uma das maiores lendas dentre as aeronaves militares: o SR71. Desenvolvido pela Lockheed, sob a guarda da famosa divisão de desenvolvimento, a SkunkWorks, na Califórnia.

A aeronave foi projetada para voar acima de Mach 3 e com um design voltado à minimizar a seção transversal de radar (primeiros passos para a evolução da tecnologia stealth). Isso permitia a aeronave ser praticamente invulnerável aos SAM – surface-air-missile.

O procedimento operacional em caso de detecção pelo radares inimigos, os pilotos dos SR-71 era acelerar e subir. Nunca nenhum SR-71 foi abatido.

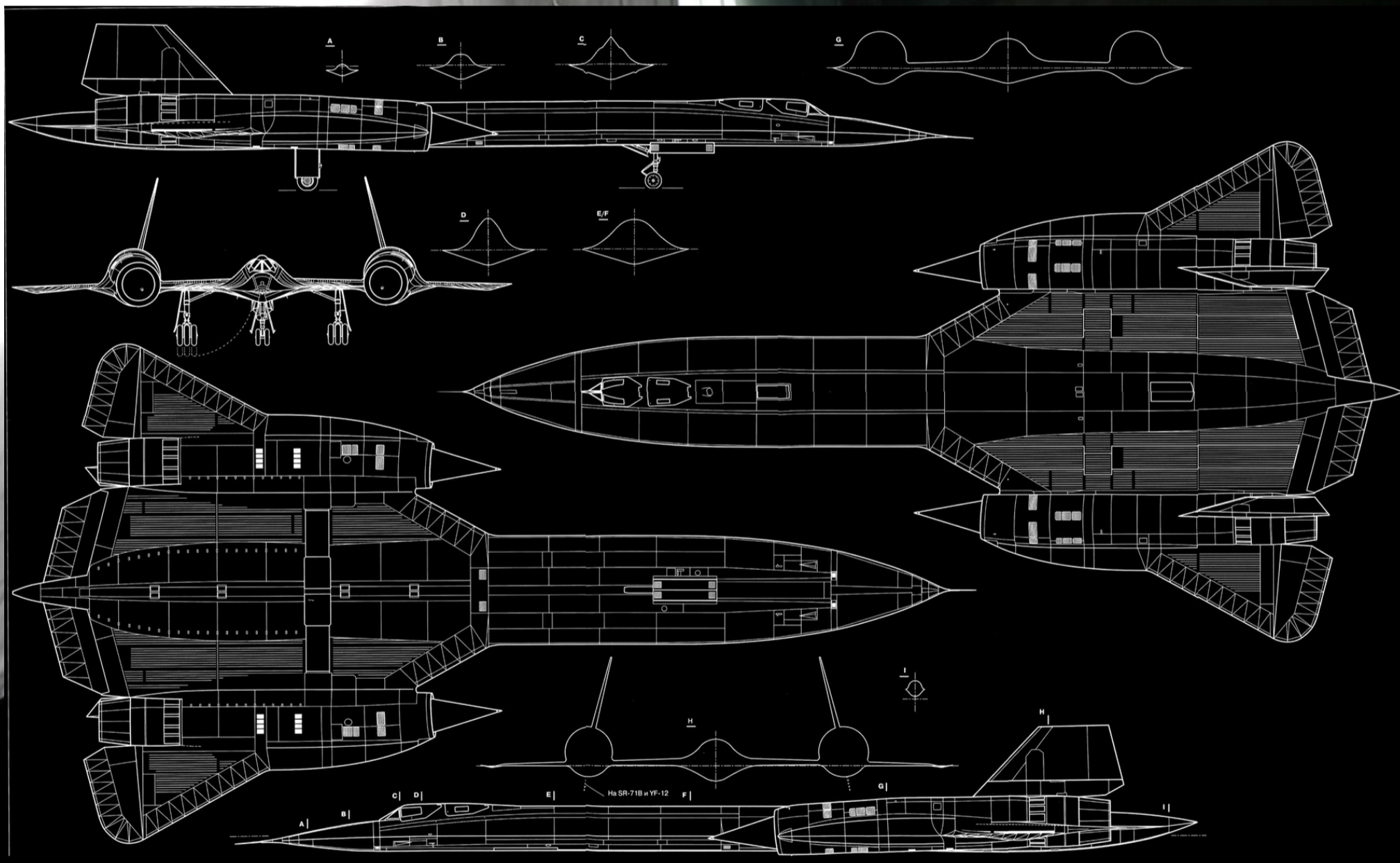
Quase 90% da fuselagem da aeronave era feita de titânio e suas ligas. Isso era necessário pois o alumínio não seria capaz de suportar as temperaturas atingidas em voo supersônico. Partes da aeronave atingiam temperaturas superiores a 250°C.



Os painéis da fuselagem não se encaixavam totalmente com a aeronave em solo. Uma vez que a fuselagem se aquecia e se expandia, o perfeito encaixe ocorria. Devido a isso, e ao fato de não existir um sistema de vedação de combustível capaz de suportar a expansão da estrutura em altas temperaturas, a aeronave vazava combustível em solo.

O SR-71C foi uma espécie de Blackbird Frankenstein, já que possuía a fuselagem traseira do primeiro YF-12A e a fuselagem dianteira de uma unidade de teste estático do SR-71. Dessa maneira a variante não era necessariamente reta, e tinha problemas de guinada em velocidades supersônicas. Carinhosamente chamada de “O Bastardo”

A sigla SR vem de strategic reconnaissance – reconhecimento estratégico.





03 F-15C STRIKE EAGLE

Poucas aeronaves militares que de fato entraram em combate são capazes de rivalizar os números de combate do F-15. E considerando as modificações propostas pela Boeing para trazer o F-15 ao patamar dos caças de quinta geração, esses números não serão superados facilmente.

Essa aeronave militar fez seu primeiro voo em 1986. Armado de mísseis ar-ar capazes de serem lançados fora do alcance visual e capacidades ar-terra para adentrar em território inimigo, o F-15E é capaz de entregar pouco mais de 13 toneladas (sim, você leu corretamente) de munição de precisão.

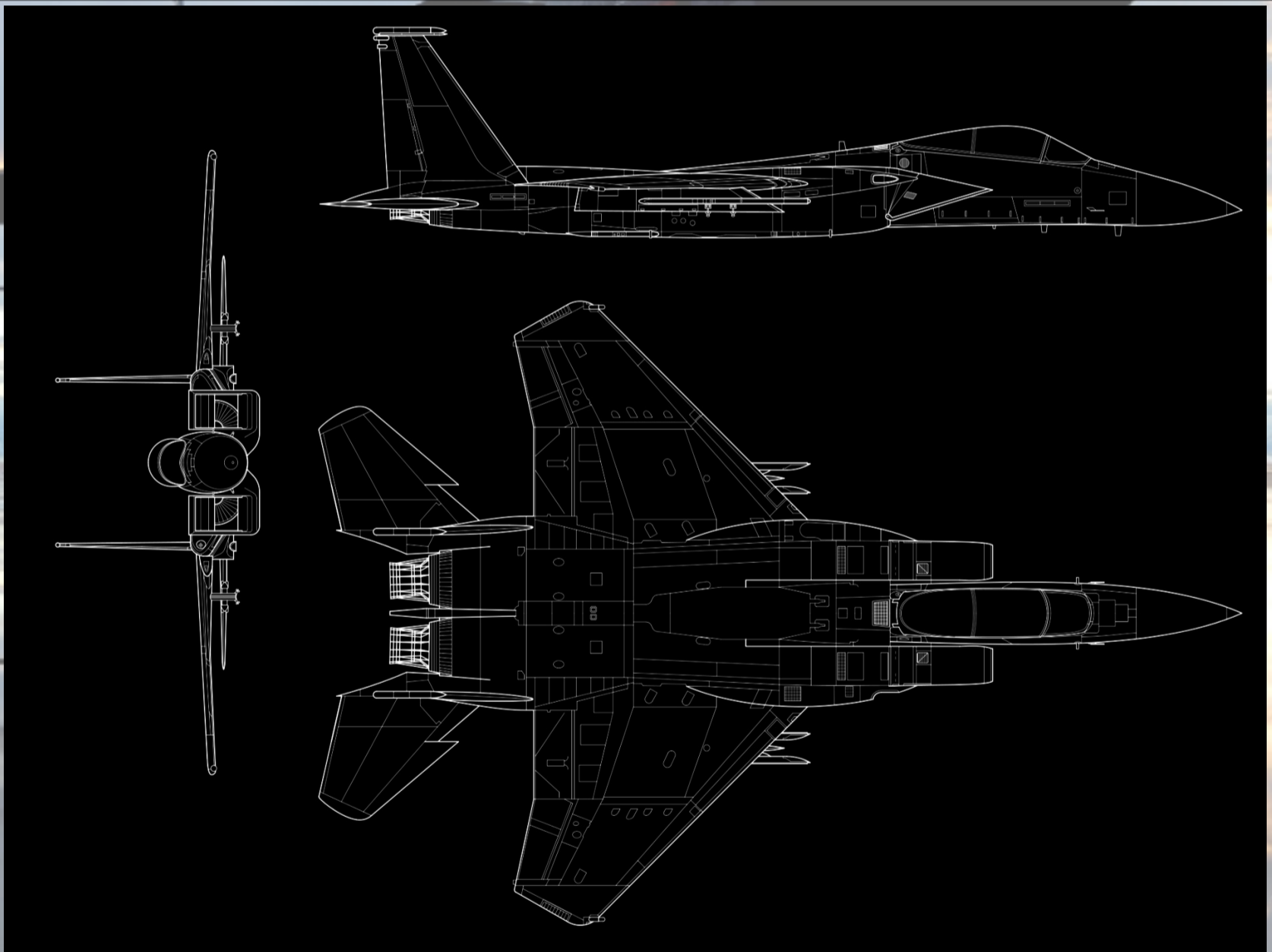
Os motores turbofan GE F110 são capazes de gerar 29 mil libras de empuxo (cada). Dessa forma, o F-15E pode acelerar de Mach 0,8 para Mach 1,2 em menos de 25 segundos.

Possui uma razão de subida de incríveis 50000 fpm (feet per minute – pés por minuto). Pode parecer pouco comparado a caças mais modernos. Mas vale lembrar que estamos falando de uma aeronave que mesmo com modernizações, está em uso a quase 40 anos. Além disso, uma vez um caça F-15 foi capaz de derrubar um satélite!



Um dos acidentes mais incríveis ocorreu em Israel, em 1983. Em uma operação de treinamento, um F-15 se chocou em voo com um A-4 Skyhawk e teve quase toda a asa direita destruída. Porém, uma vez que a fuselagem gera um pouco de sustentação e os motores tem empuxo de sobra, os pilotos foram capazes de pousar em segurança.

Um modelo um tanto curioso é o F-15 S/MTD (S de short-take-off and landing – pouso e decolagem curtos, e MTD de Maneuver Technology Demonstrator – demonstrador de tecnologia de manobra). Foi um F-15B convertido para ser capaz de pouso e decolagens curtas, canards e empuxo vetorado.





04 F-14 TOMCAT



Para as aeronaves militares da época, o F-14 foi de fato uma evolução. Criado para ser o sucessor do McDonnell Douglas F-4 Phantom II, teve seu primeiro voo a quase 50 anos atrás, em 21 de Dezembro de 1970. Definitivamente o maior caça de superioridade aérea da Guerra Fria.

O F-14 foi o maior e mais pesado caça a operar em porta-aviões. E tinha uma aviônica embarcada impressionante, uma vez que seu radar era capaz de localizar até 24 alvos simultaneamente.

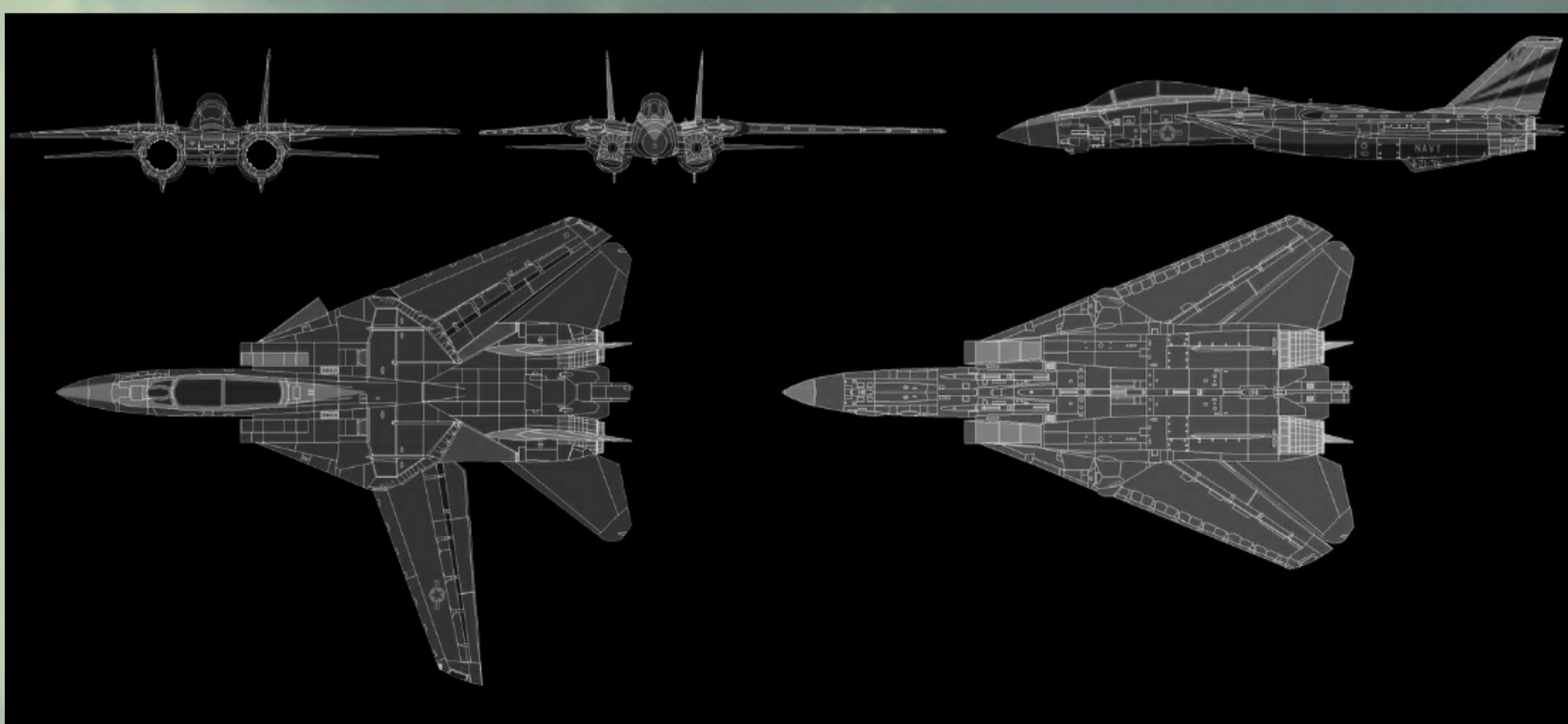
Dependendo da configuração das asas, a fuselagem gerava entre 40%-60% da sustentação total do F-14. Além disso, foi a única plataforma de lançamento capaz de utilizar os mísseis AIM-54 Phoenix. Não bastasse esse feito, o F-14 ainda podia carregar seis desses monstros de 1000lbs cada.

Essa aeronave possuía motores capazes de gerar até 55 mil libras de empuxo com o uso de pós combustores. Isso acelerava o caça de Mach 0,8 até Mach 1,8 em cerca de 90 segundos!



Atualmente somente o Irã possui caças F-14 na sua frota. E talvez por conta disso, toda a frota de F-14 americana, ao realizar a última operação em Setembro de 2006, foi retirada de serviço. Exceto pelas aeronaves que estão em exposição, todas as outras foram completamente destruídas para evitar que partes pudessem ser usadas como peças de reposição para as aeronaves iranianas.

O Super TomCat é a versão mais potente de todas, com motores General Electric capazes de gerar quase 30 mil libras de empuxo



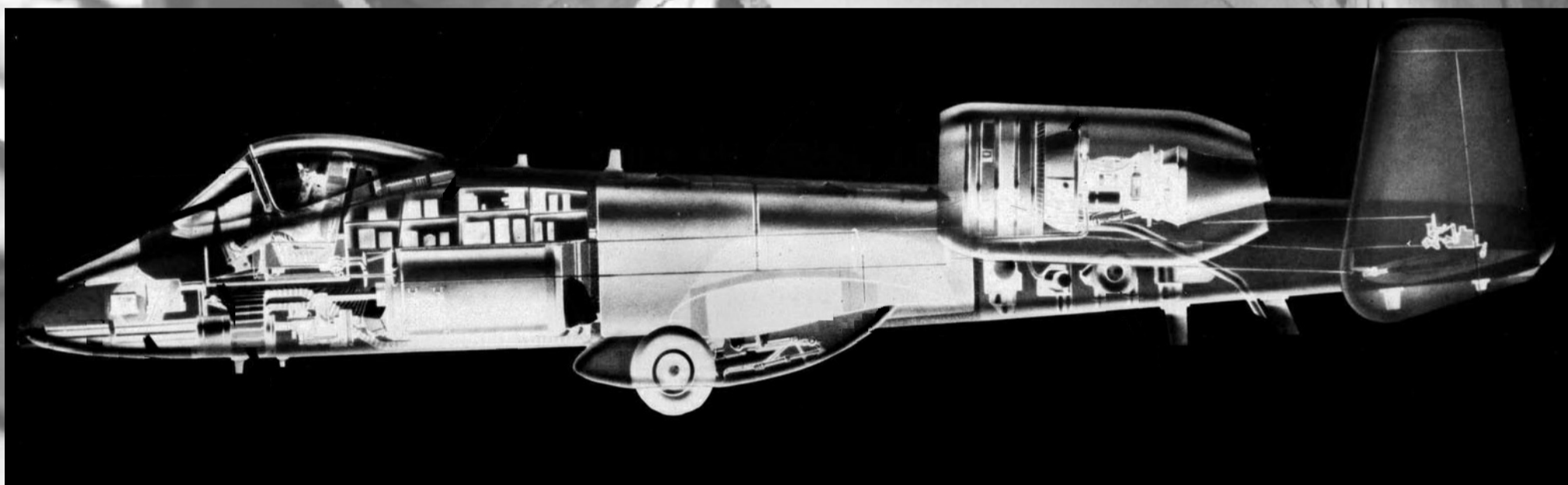


05 A-10 THUNDERBOLT



Primeiramente, antes de falar do A-10, temos que falar de uma “pequena” parte que o compõe. O motivo real dessa aeronave existir: a metralhadora General Electric GAU-8/A Avenger, um canhão de quase 6 metros de comprimento e mais de 250kg.

Uma piada de engenheiros aeronáuticos ao ver essa arma: os primeiros disseram “vamos instalar essa arma em um avião”. Outros mais perspicazes responderam: “Vamos fazer um avião ao redor dessa arma”. Piadas a parte, foi de fato o que aconteceu. Os engenheiros da Fairchild Republic, projetaram uma aeronave com excelentes qualidades para voo em baixa altitude e baixa velocidade, e capaz de atirar até 70 tiros por segundo. O “cartucho” de munição comporta apenas 1174 projéteis. Dessa forma, os pilotos seguram o gatilho por 1 ou dois segundos apenas, por alvo.



O cockpit e os comandos de voo são altamente protegidos por 12.000lbs de uma armadura de titânio. O A-10 foi projetado para voar monomotor, com metade do profundor, uma cauda, e uma semi asa. Uma espécie de tanque de guerra voador.

A baixa pressão dos pneus, a localização do trem de pouso e a posição dos motores permitem o A-10 operar em praticamente qualquer tipo de pista. E mesmo em caso de pouso sem o trem de pouso baixo, o design ainda contribuiu para minimizar os danos na aeronave.

Durante a Guerra do Golfo, o A-10 foi utilizado pela primeira vez em combate real. Mais de 300 mil projéteis foram disparados pelos canhões GAU-8/A Avenger. E apesar do perigo dessas missões, somente uma aeronave foi abatida.



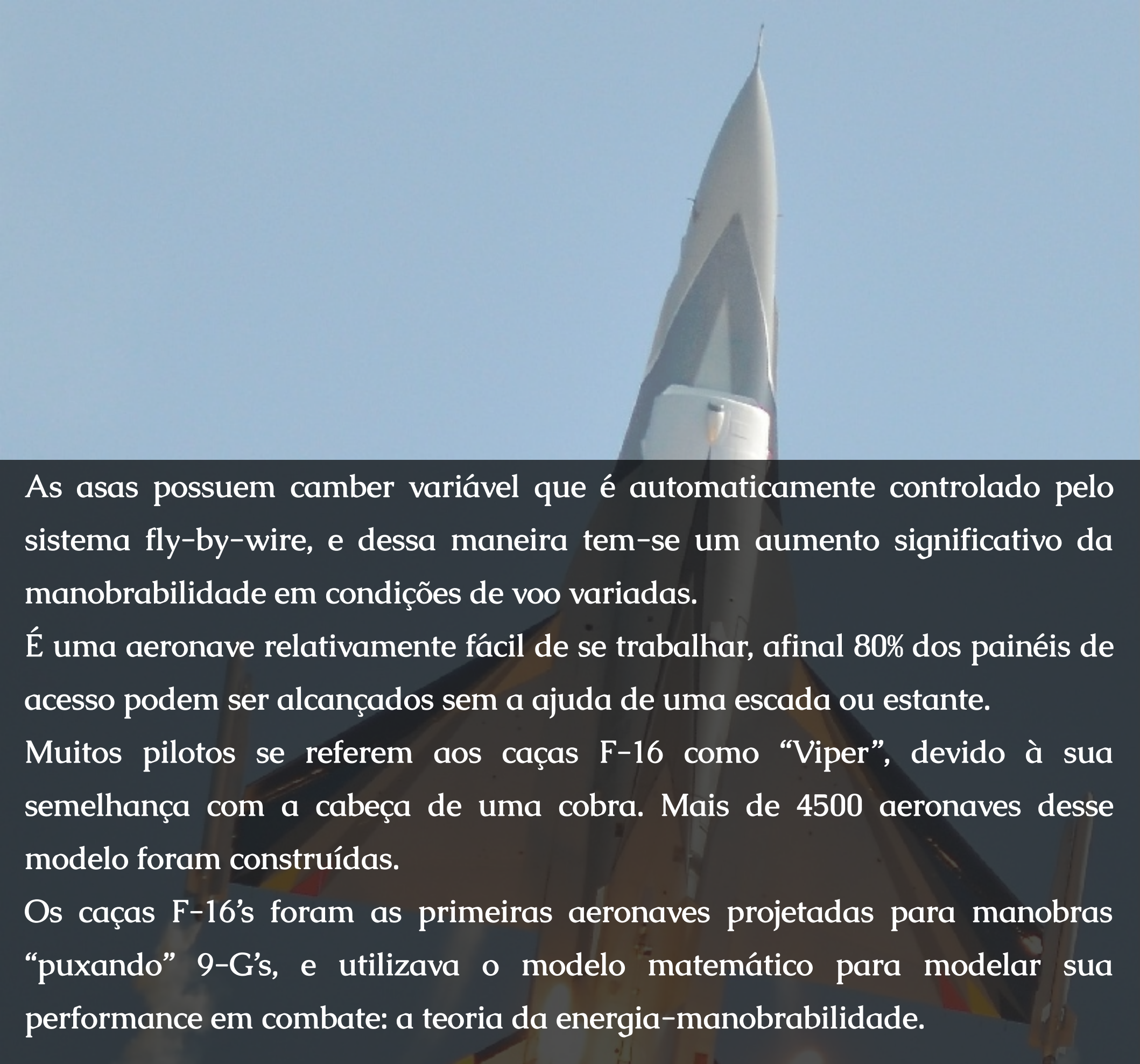
06 F-16 FIGHTING FALCON

Se as peças do tabuleiro de xadrez fossem aeronaves, o caça F-16 seria o cavalo. E por muitos pilotos da força aérea americana ele é assim conhecido: o cavalo de batalha. O projeto dessa aeronave militar tem mais de 40 anos de idade. Seu protótipo, o YF-16 fez seu voo inaugural em Fevereiro de 1974, na base aérea de Edwards, Califórnia.

Alguns pontos chave do projeto do F-16 incluem o canopy em formato de bolha para melhor visibilidade, side-stick (manche lateral) pra facilitar o controle da aeronave durante manobras de alto fator de carga. Do mesmo modo, o assento possui inclinação de 30 graus para reduzir os efeitos da força G no piloto.

Foi a primeira aeronave a utilizar comandos fly-by-wire do seu tipo, de tal forma que o projeto considerava uma estabilidade estática mais “relaxada”, e os sistemas de comando de voo fly-by-wire mantinham a aeronave altamente manobrável, e mantendo a mesma sob o controle do piloto.



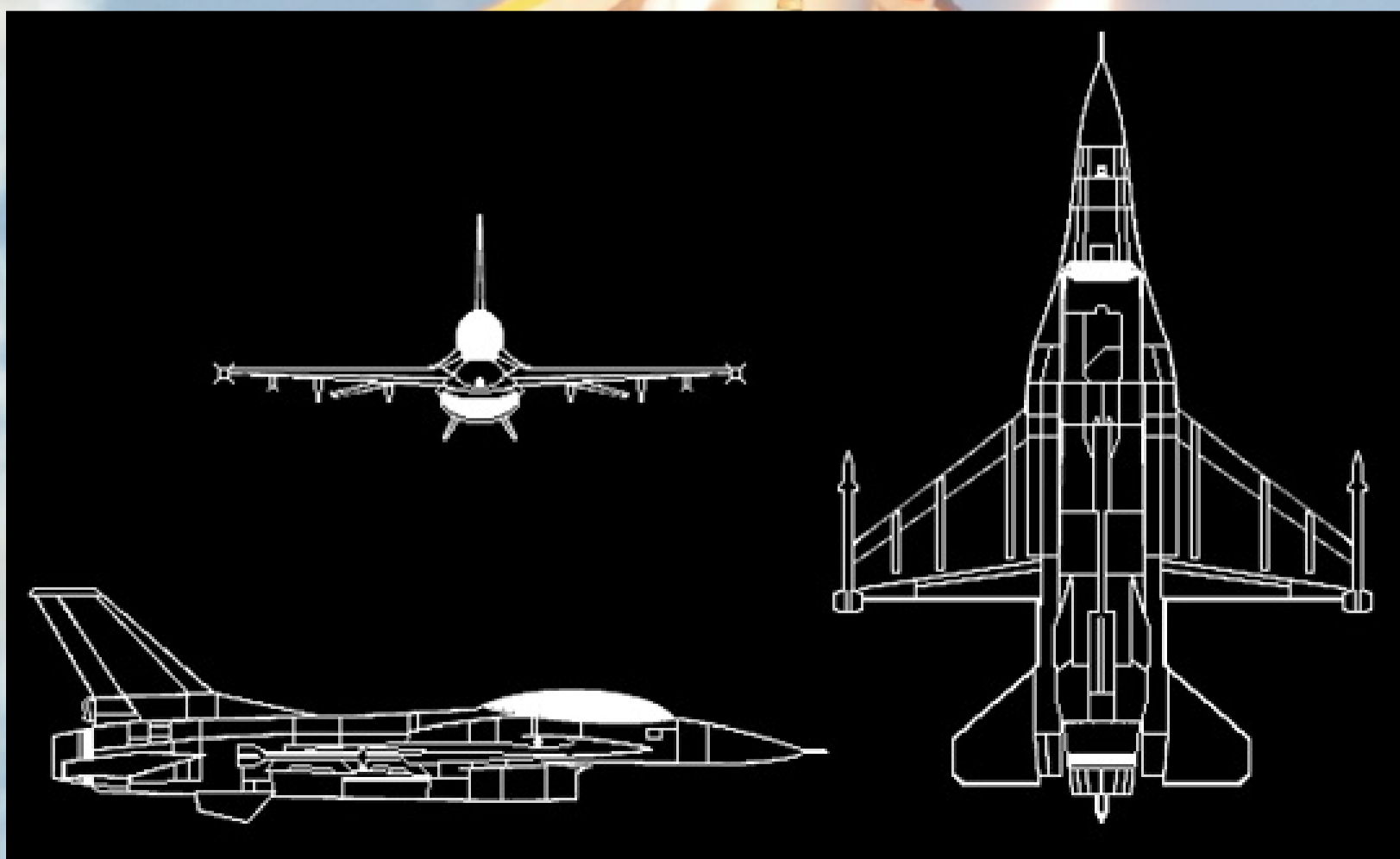


As asas possuem camber variável que é automaticamente controlado pelo sistema fly-by-wire, e dessa maneira tem-se um aumento significativo da manobrabilidade em condições de voo variadas.

É uma aeronave relativamente fácil de se trabalhar, afinal 80% dos painéis de acesso podem ser alcançados sem a ajuda de uma escada ou estante.

Muitos pilotos se referem aos caças F-16 como “Viper”, devido à sua semelhança com a cabeça de uma cobra. Mais de 4500 aeronaves desse modelo foram construídas.

Os caças F-16’s foram as primeiras aeronaves projetadas para manobras “puxando” 9-G’s, e utilizava o modelo matemático para modelar sua performance em combate: a teoria da energia-manobrabilidade.





07 F-22 RAPTOR

Primeiramente, vale ressaltar que é de longe o caça mais avançado produzido até hoje para a força aérea americana. Os caças F-22 são projetados à frente do seu tempo, fabricada pela Lockheed Martin e Boeing. A aeronave foi criada com o propósito de ser o novo caça de superioridade aérea americana, com um total de 187 aeronaves militares F-22 em serviço. A última foi entregue em 2012. Uma das poucas aeronaves capazes do chamado supercruise: manter velocidades supersônicas de até Mach 1,7 sem o uso de pós-combustores.

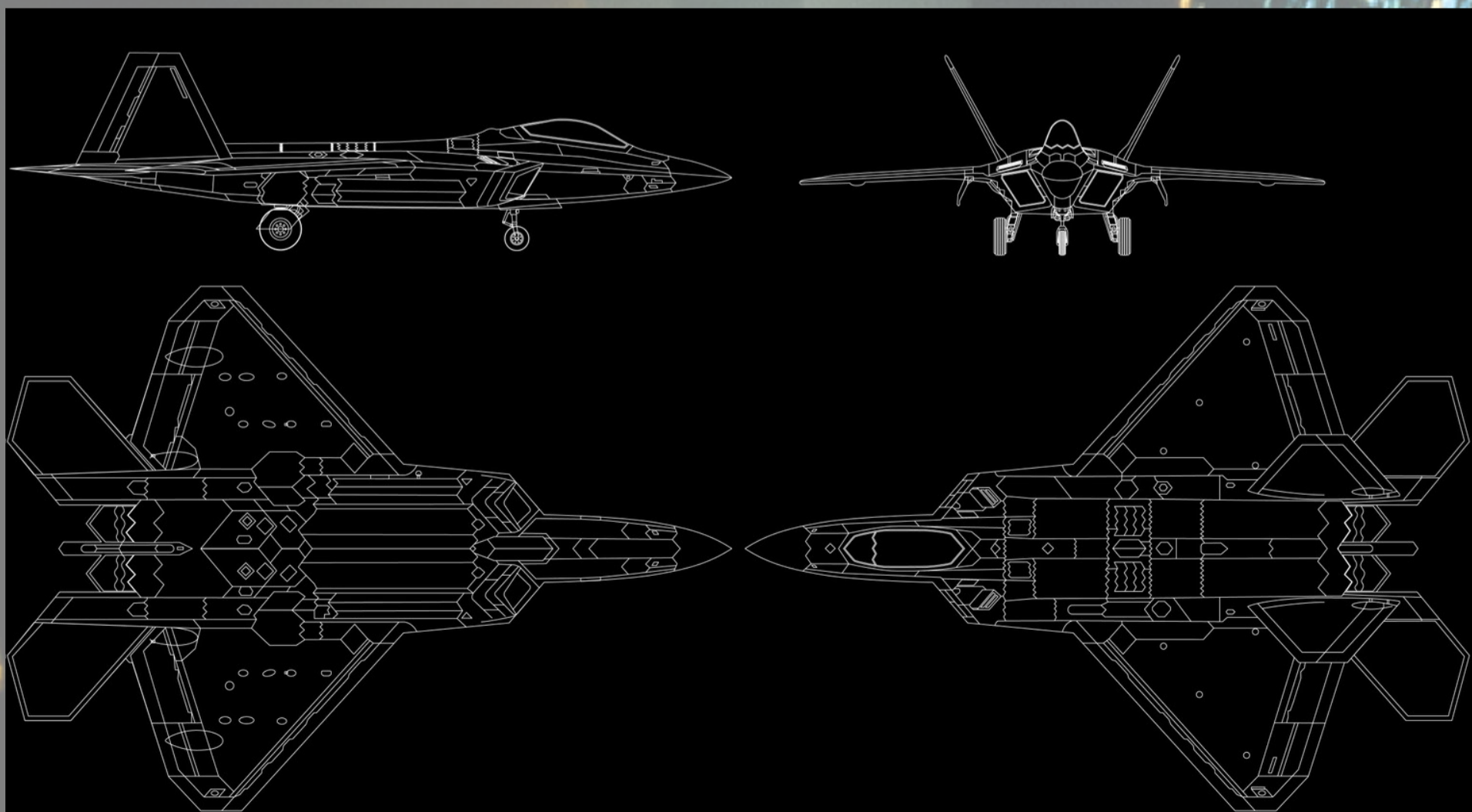
Stealth? Sim. Invisível? Nem tanto. A terminologia stealth é utilizada para aeronaves “invisíveis ao radar”. Na prática, significa que a assinatura de radar, ou seção transversal de radar (RCS), é muito pequena. Em 2009 a Lockheed liberou um documento contendo informações que a aeronave, em alguns ângulos e posições, possui um RCS de $0,0001\text{m}^2$. Significaria dizer que aos olhos de um operador de radar, o F-22 não passaria de uma mosca no céu.



Similar à algumas aeronaves russas, o caça F-22 utiliza empuxo vetorado. Entretanto, essa vetoração é somente em duas direções.

O protótipo concorrente, os caças YF-23 eram mais velozes e com um RCS menor (maior capacidade stealth), mas o YF-22 era mais manobrável. E foi esse um dos motivos da sua escolha.

possui uma taxa de sucesso em combate de 108:0, quando colocado em combate com aeronaves como o F-15. Essa estatística foi obtida em exercícios de guerra em Northern Edge, em 2006. Mas o que isso significa? Comparando os números do F-15 quando colocados em aeronaves significativamente menos sofisticadas, os números são de 15:1. Impressionante? Sim. Entretanto não há registros de combates entre o F-22 e outros caças de quinta geração.





08 ROCKWELL B-1 LANCER

Qual o resultado se uníssemos tecnologias marcantes de um F-14 com motores potentes? Bom, o pessoal da Rockwell (hoje parte da Boeing) projetou o B-1 Lancer. Um bombardeiro de longo alcance, com asas de geometria variável e capaz de atingir velocidades supersônicas.

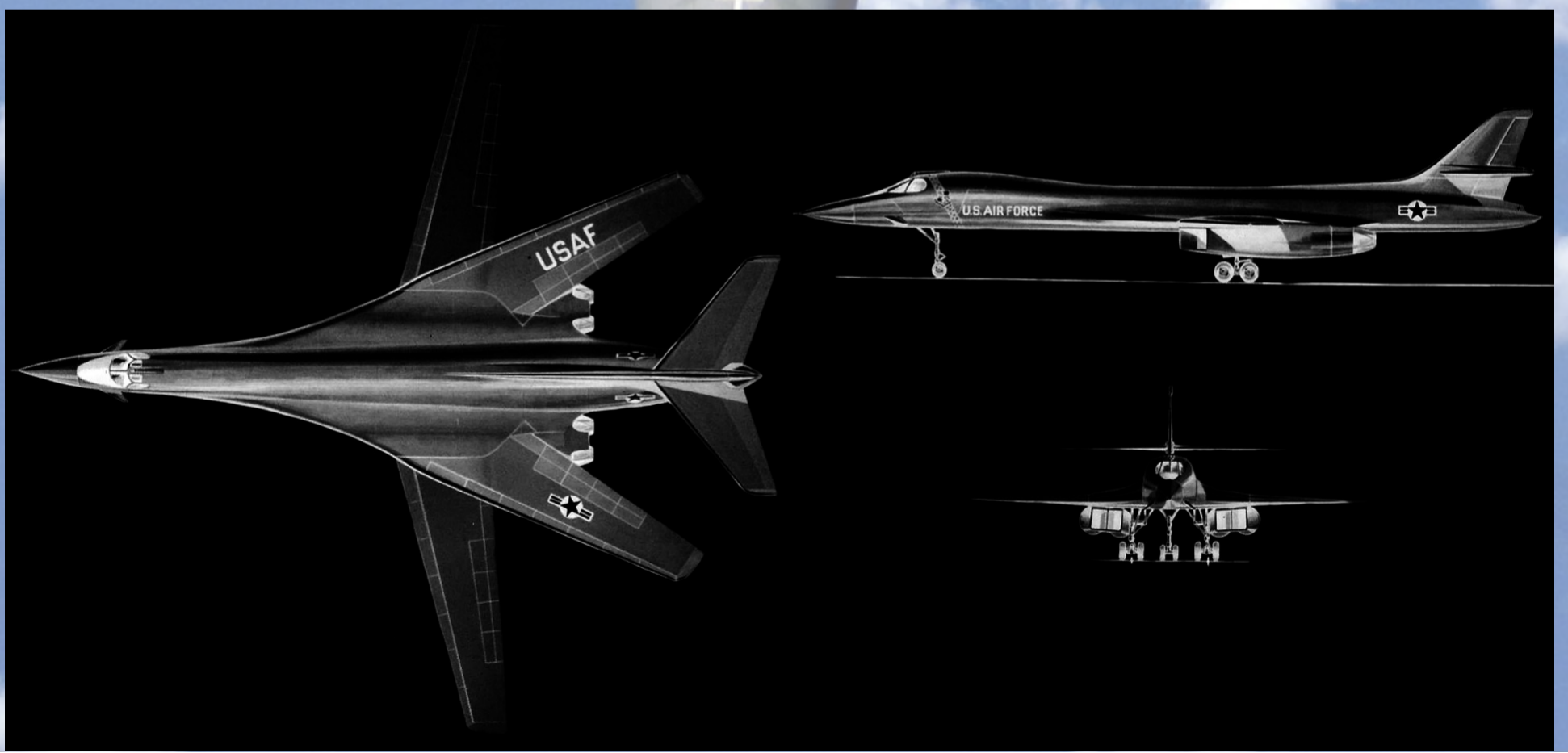
O B-1 recebeu o nome oficial de Lancer no dia 15 de Março de 1990. Entretanto, é comumente chamado de Bone (osso em inglês). Esse apelido apareceu em artigos antigos citando a aeronave onde a mesma era foneticamente chamada de B-ONE, com o hífen omitido inadvertidamente.

Essa aeronave militar possui um RCS (radar cross section – seção transversal de radar) equivalente a 1% do RCS do B-52. Além disso, é capaz de voar à velocidades supersônicas à cerca de 200 pés. Entretanto, isso tem um custo: a variante B-1B voa mais lenta que a B-1A devido à variações das entradas de ar dos motores.



É a aeronave militar americana capaz de carregar a maior variedade de carga bélica da USAF. Juntamente a isso, a manobrabilidade do B-1 está mais próxima de um caça do que um bombardeiro. Juntamente à toda essa capacidade, o bombardeiro ainda detém quase 50 recordes de velocidade, carga paga, alcance e velocidade de subida.

O B-1R é uma proposta de melhoria no projeto do B-1B. Iria incorporar radares mais avançados com varredura eletrônica ativa. Bem como mísseis ar-ar, e motores Pratt&Whitney F119. Entretanto, apesar de voltar a ter a mesma velocidade máxima da versão B-1A, o alcance seria 20% menor. Os pontos externos de fixação de armas seriam modificados para permitir o uso de múltiplas armas convencionais, aumentando a carga paga total.





09 B-2 SPIRIT

Em meados da década de 70, devido à Guerra Fria, surgiu a necessidade de uma aeronave militar capaz de substituir o B-52. E durante esse período os engenheiros aeronáuticos militares aprenderam bastante sobre minimizar a seção transversal de radar (RCS).

A fabricante Northrop já tinha experiência com as asas voadoras YB-35 e YB-49. Entretanto, nenhum YB-49 entrou em produção, e somente dois protótipos foram construídos. O plano original era a construção de 132 aeronaves. Porém, com o colapso da União Soviética, a necessidade de bombardeiros dessa magnitude foi amplamente reduzida a ponto do Presidente George H. W. Bush limitar a produção em somente 20 aeronaves em 1992, ao custo de 2 bilhões de dólares por aeronave.

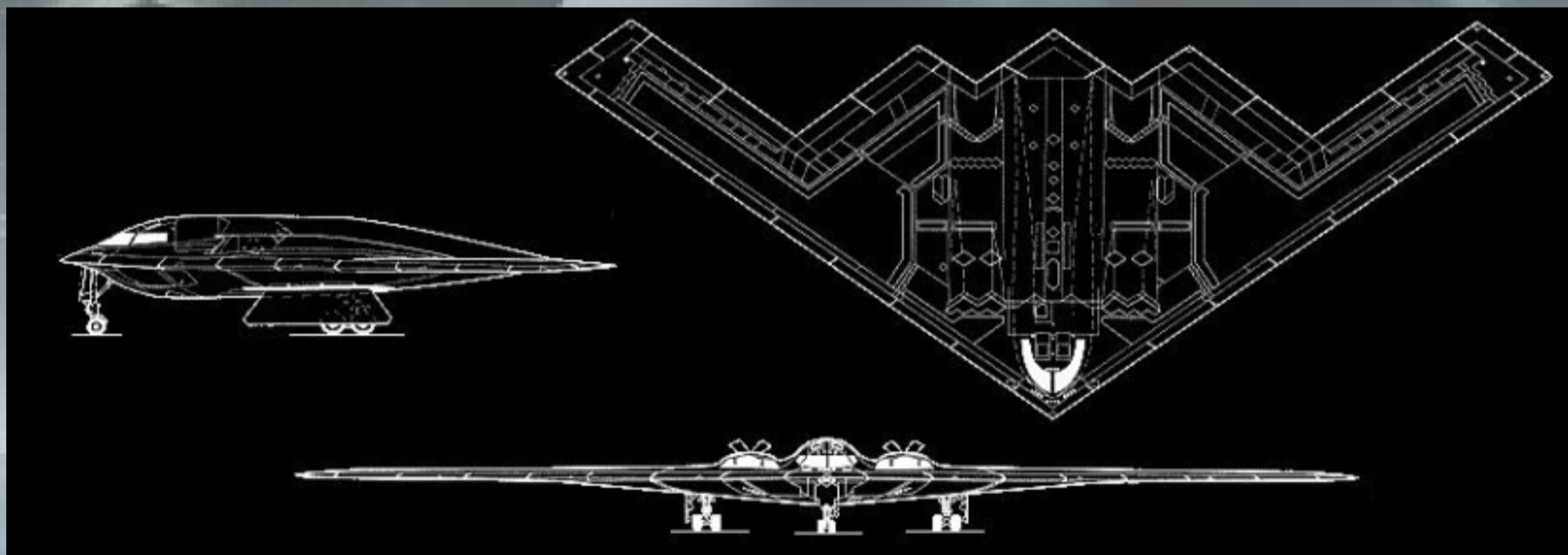
Por conta da instabilidade inerente ao projeto, o B-2 possui um sistema de controle fly-by-wire quádruplo.



Os bombardeiros B-2 Spirit utilizam superfícies de controle conhecidas como split brake-rudders (freios-leme em uma tradução livre), e empuxo diferencial para manobrar. Dessa forma, a seção transversal de radar permanece baixa mesmo durante as manobras.

E por falar em baixa seção transversal de radar, um valor um tanto curioso. Toda a tecnologia aplicada aos bombardeiros B-2 permitiu que ele tivesse um RCS de apenas 1,1 pés quadrados. Em suma, isso é o mesmo RCS de um pombo!

Nem só de tecnologias avançadas o B-2 existe. Pequenas amenidades permitiam a tripulação voar por longas missões. O B-2 Spirit possui cama, toalete e uma espécie de cozinha. Entretanto, existem relatos dos pilotos mais novos reclamando que não é possível assistir ao Netflix à bordo.

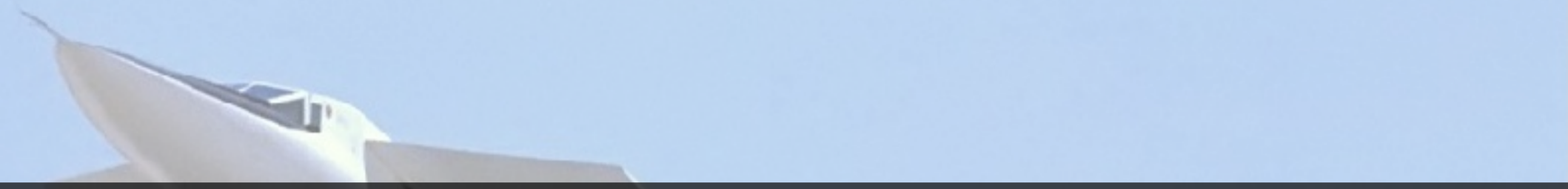




10 XB-70 VALKYRIE

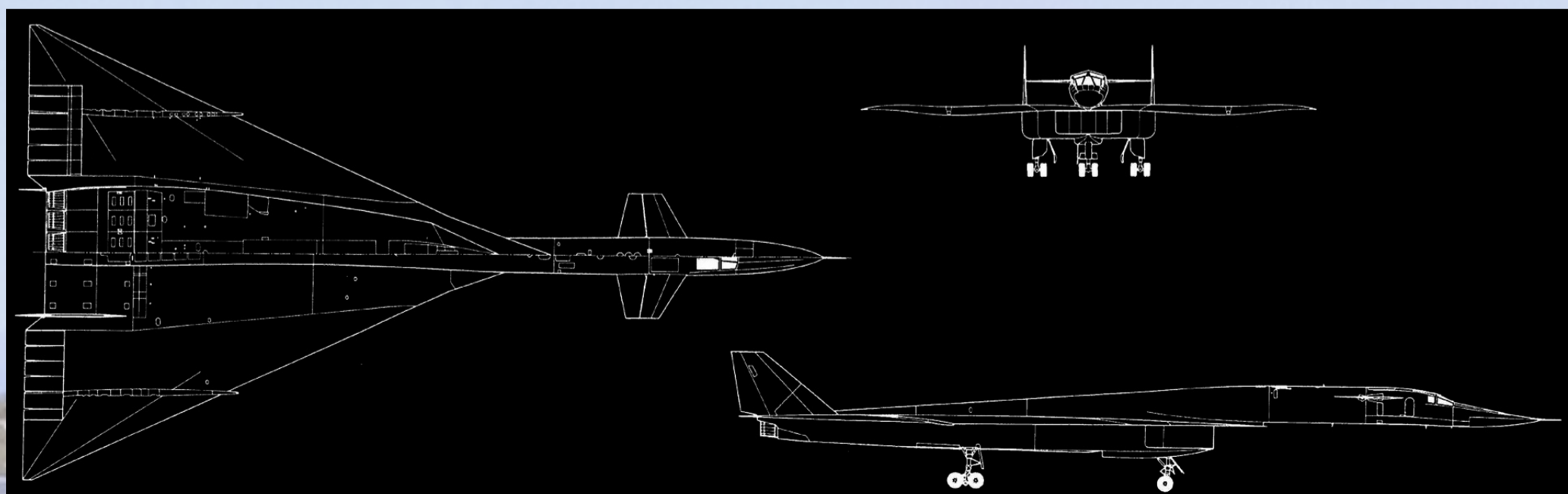
Aeronaves militares como essa são chamativas por basicamente todos os aspectos: técnicos, visuais e operacionais. O Valkyrie foi projetado para ser um bombardeiro supersônico (Mach 3) de alta altitude (70 mil pés), em meados da década de 1950. Possui seis motores, asa em formato delta, e canards. Construído primariamente em aço inoxidável, painéis de honeycomb e titânio. Em síntese o Valkyrie era o estado da arte de sua era. O desenvolvimento do programa se transformou em um estudo dos efeitos de voos de alta velocidade e longa duração. Para tal, dois protótipos designados XB-70A foram construídos. Dessa maneira, foram feitos voos de teste supersônicos em 1964 até 1969. O XB-70 teve seu voo inaugural em 21 de Setembro de 1964. Posteriormente em 14 de Outubro de 1965 o Valkyrie atingiu Mach 3,02 numa altitude de 70 mil pés.





O XB-70 usa sustentação por compressibilidade. Em velocidade de cruzeiro de Mach 3, as ondas de choque são presas ao bordo de ataque da asa, prevenindo que a alta pressão atrás do choque “vaze” por cima da asa. Cerca de 5% da sustentação gerada é por compressibilidade.

Uma tecnologia única em aeronaves militares desse tamanho, as pontas da asa podiam ser pivotadas em até 65 graus. Dessa forma a aeronave aumentava a sustentação por compressibilidade e melhorava a estabilidade direcional em voos supersônicos.



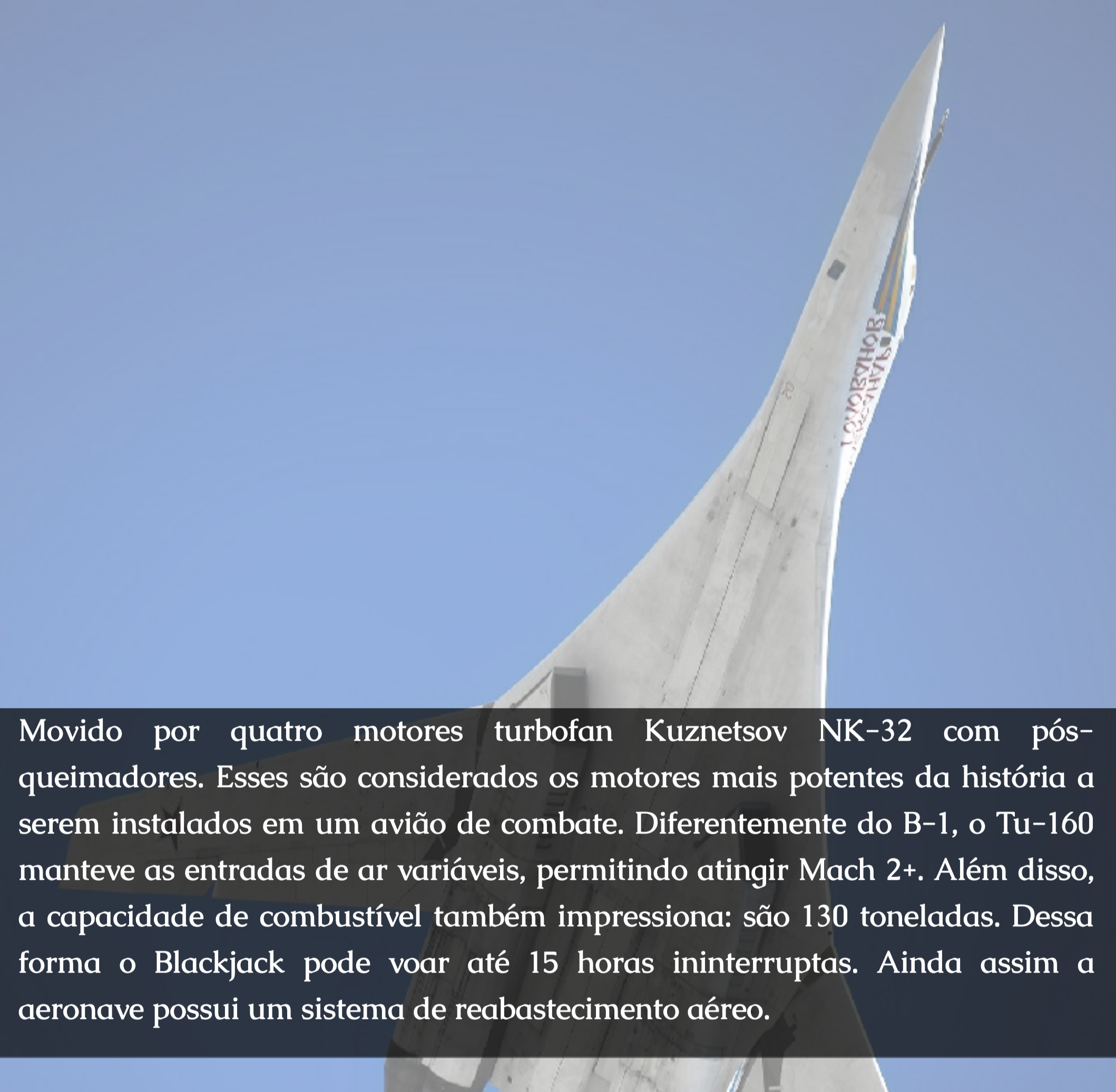


Essa aeronave militar possui características únicas de diversas outras concentradas em um único projeto. Sob o codinome russo de White Swan (Cisne Branco) ou o codinome NATO (Organização do Tratado do Atlântico Norte) Blackjack, aeronave supersônica, de geometria de asas variável e bombardeiro estratégico pesado projetado pelo Tupolev Design Bureau. Os bombardeiros Blackjack entraram em operação em 1987. Foi a última aeronave militar projetada pela União Soviética. A força aérea russa possui ao menos 16 dessas aeronaves ainda em serviço. Desde o início dos anos 2000, a frota de bombardeiros Tu-160 vem sofrendo modificações de modernização.

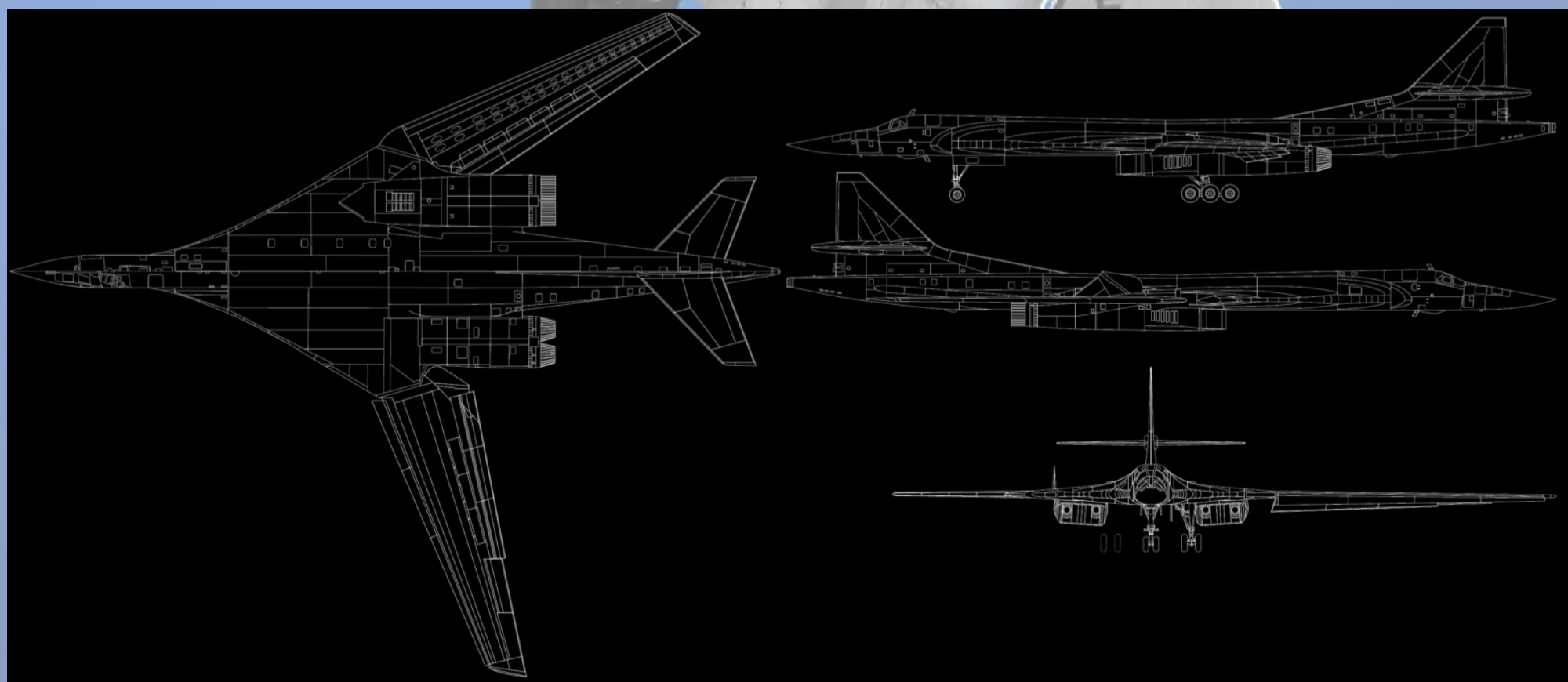
É o maior e mais pesado avião supersônico (Mach 2+) já construído, e segundo em comprimento comparável somente ao XB-70 Valkyrie. Além disso, é o maior e mais pesado avião de combate, o bombardeiro mais rápido atualmente, e igualmente o maior avião com asas de geometria variável.

Movido por quatro motores turbofan Kuznetsov NK-32 com pós-queimadores. Esses são considerados os motores mais potentes da história a serem instalados em um avião de combate. Diferentemente do B-1, o Tu-160 manteve as entradas de ar





Movido por quatro motores turbofan Kuznetsov NK-32 com pós-queimadores. Esses são considerados os motores mais potentes da história a serem instalados em um avião de combate. Diferentemente do B-1, o Tu-160 manteve as entradas de ar variáveis, permitindo atingir Mach 2+. Além disso, a capacidade de combustível também impressiona: são 130 toneladas. Dessa forma o Blackjack pode voar até 15 horas ininterruptas. Ainda assim a aeronave possui um sistema de reabastecimento aéreo.



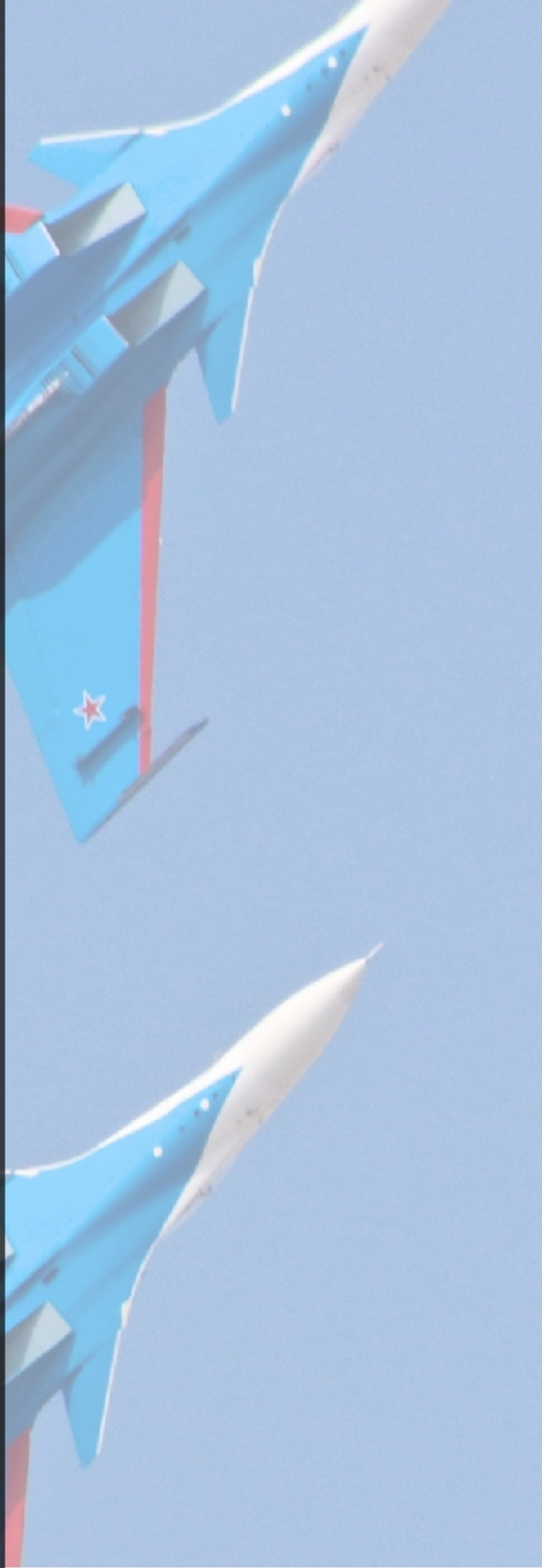


12 SUKHOI SU-27

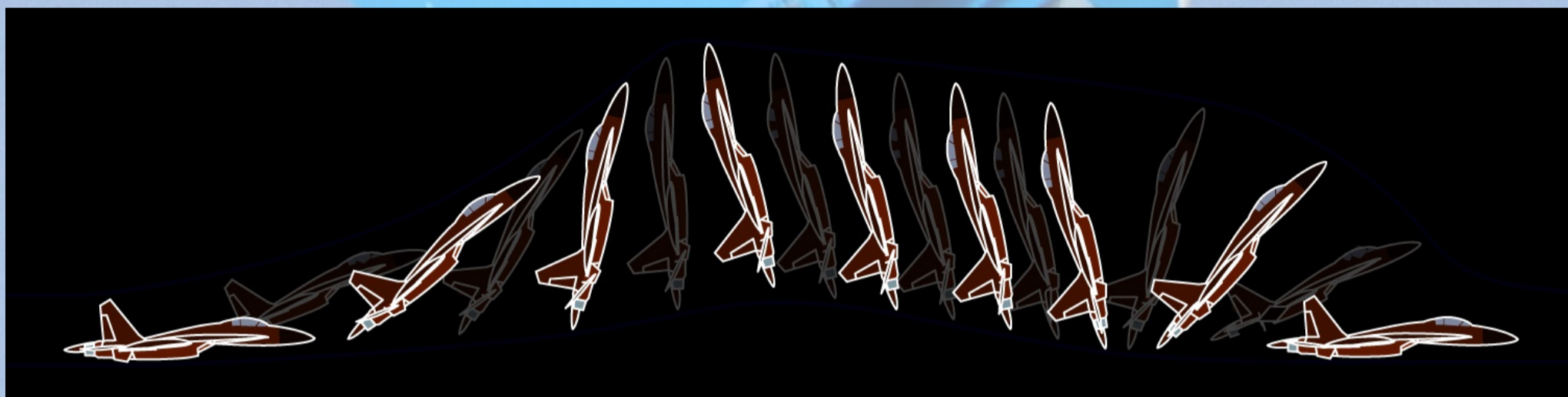
Na aviação oriental, a palavra Sukhoi representa uma lenda. O Sukhoi Su-27 Flanker foi o ápice da tecnologia soviética em meados dos anos 80. Projetado como caça de superioridade aérea, o Flanker e seus modelos variantes cumprem de maneira exemplar todas as missões de combate que são designados.

Especificações extremamente altas foram requeridas no programa Perspektivnyy Frontovoy Istrebitel (PFI, algo como “Caça Avançado de Linha de Frente”): alcance elevado, bom desempenho em pistas curtas (incluindo pistas não preparadas), excelente agilidade, Mach 2+ e armamento pesado.

O Sukhoi Su-27 foi a primeira aeronave soviética operacional a utilizar sistema de comando fly-by-wire. Combinado à carga alar relativamente baixa, e motores poderosos, essa aeronave militar é excepcionalmente ágil. É controlável mesmo em velocidades muito baixas e altos ângulos de ataque.



Uma das demonstrações aéreas mais impressionantes dessa aeronave: Pugachev's Cobra. Manobra essa que ocorre com uma desaceleração da aeronave de forma brusca. Por um breve período, a aeronave permanece praticamente em voo reto nivelado (não no eixo longitudinal da aeronave) e em ângulos de ataque de até 120° (sim, é uma manobra pós estol).



O design do Su-27 é muito similar ao da aeronave Mig-29, mas significativamente maior. A versão naval (Su-27K ou Su-33 "Flanker-D") incluiu canards, para uma maior sustentação e redução das distâncias de decolagem.

A asa e a fuselagem dessa aeronave militar se mesclam no bordo de ataque da asa. E a asa é uma espécie de mistura entre dois designs, digamos convencionais. Asa com enflexamento e uma asa delta cortada na ponta; isso permite a instalação de hardpoint para mísseis ou pods de contra medidas eletrônicas (ECM – Electronic countermeasure).





13 MIKOYAN-GUREVICH MIG-29 FULCRUM

Aeronave desenvolvida pelo escritório russo Mykoyan como caça de superioridade aérea em meados de 1970. Juntamente com o “irmão maior” Su-27, foi projetado para competir com os caças americanos F-15 Eagle o F-16 Fighting Falcon. Os Mig-29 entraram em serviço na Força Aérea Soviética em 1982.

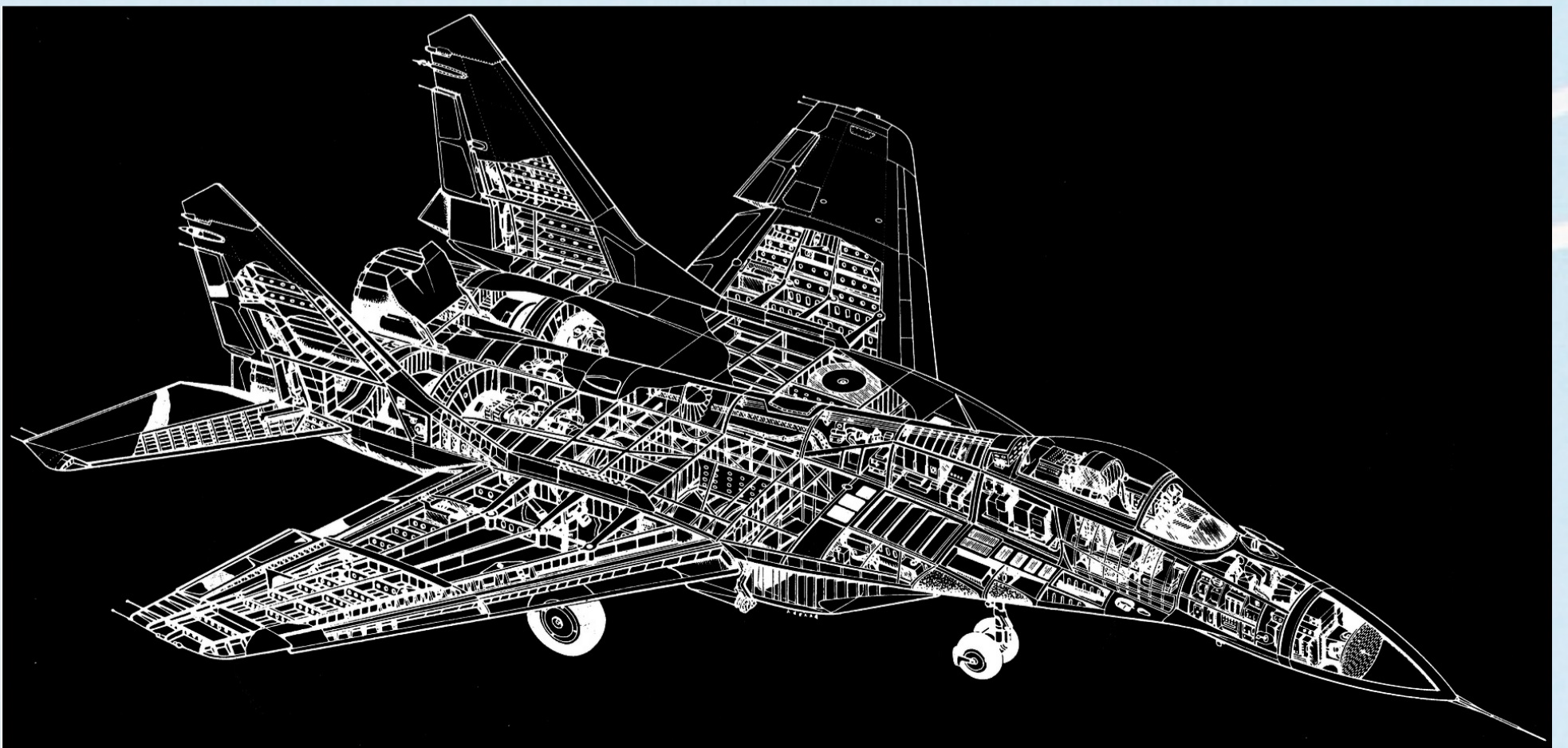
Em 1971 os militares perceberam que necessitavam de dois tipos diferentes de caças. O programa PFI teve um adendo chamado Perspektivnyy Lyogkiy Frontovoy Istrebitel (LPFI, ou “Caça Leve Tático Avançado”).

Os soviéticos decidiram que precisavam de um poderio aéreo com 67% do programa LPFI e 33% do programa PFI. Como já dito anteriormente, o PFI foi ganho pela Sukhoi com o Su-27. Coube ao escritório Mikoyan-Gurevich fornecer o caça do LPFI.



O projeto detalhado é internamente conhecido como Mikoyan Produç 9, designado MiG-29A. Atualmente, cerca de 1600 MiG-29 estão em operação no mundo. Somente na Força Aérea Russa detém 600 dessas aeronaves.

Um aprimoramento mais recente contendo motores mais potentes e com menor consumo, aviônica aprimorada, glass cockpit; radar mais avançado e capacidade de combustível significativamente aprimorada, além de possuir probes para reabastecimento em voo está sendo desenvolvido sob a designação MiG-35.







Engenharia
Aeronáutica



www.EngenhariaAeronautica.com.br