

EBOOK Gratuito



Engenharia
Aeronáutica

Por André van de Schepop

Douglas DC-3.

A Aeronave de uma Era
IMPORTANTES LIÇÕES DE
PROJETO AERONÁUTICO

www.EngenhariaAeronautica.com.br

SUMÁRIO

01	INTRODUÇÃO		
		<i>Contexto Histórico</i>	02
03	<i>Um pouco de história</i>		
		<i>História do DC-1</i>	04
05	<i>História do DC-2</i>		
		<i>História do DC-3</i>	06
07	<i>Outras aeronaves da década de 1930</i>		
		<i>O Douglas C-47 na II Guerra Mundial</i>	08
09	<i>Uma aeronave versátil (extremamente versátil)</i>		
		<i>O DC-3 hoje</i>	10
11	<i>Importantes lições de projeto aeronáutico</i>		
		<i>Referências</i>	12

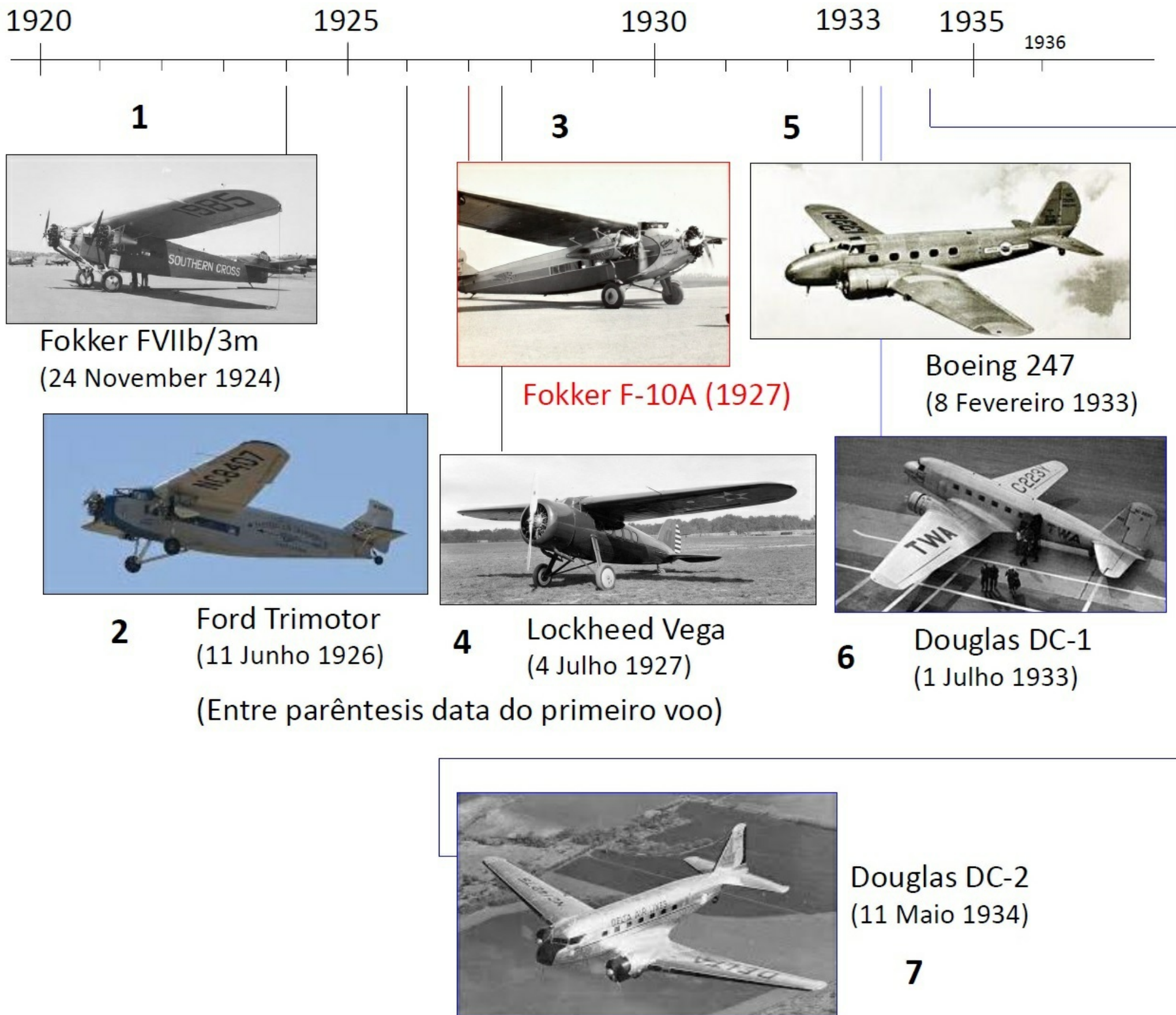
O melhor Professor de Projeto Aeronáutico é a História de Aviação.

Os melhores professores e engenheiros se baseiam em projetos e aprendizados do passado para elaborar o futuro.



02

Contexto Histórico – Algumas aeronaves famosas na década de 1930 (até 1935).



1



Fokker FVIIb/3m
(24 November 1924)

3



Fokker F-10A (1927)

5



Boeing 247
(8 Fevereiro 1933)

2



Ford Trimotor
(11 Junho 1926)

4



Lockheed Vega
(4 Julho 1927)

6



Douglas DC-1
(1 Julho 1933)

(Entre parêntesis data do primeiro voo)



Douglas DC-2
(11 Maio 1934)

7

Contexto Histórico – Algumas aeronaves famosas na década de 1930 (até 1935).

1920 1925 1930 1931 1932 1933 1935 1936

8



Handley Page H.P.42
(14 Novembro 1930)

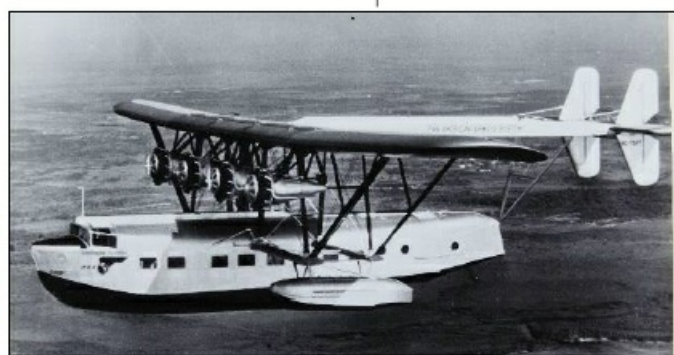
Douglas DC-1
(1 Julho 1933)

Douglas DC-2
(11 Maio 1934)



9

Sikorsky S.40
(7 Agosto 1931)



10

Douglas DC-3
(17 Dezembro 1935)

(Entre parêntesis data do primeiro voo)

Um pouco da historia do Douglas DC-3: Como ele nasceu.

O acidente com o Fokker F-10 A NC99E (Transcontinental & Western Air)

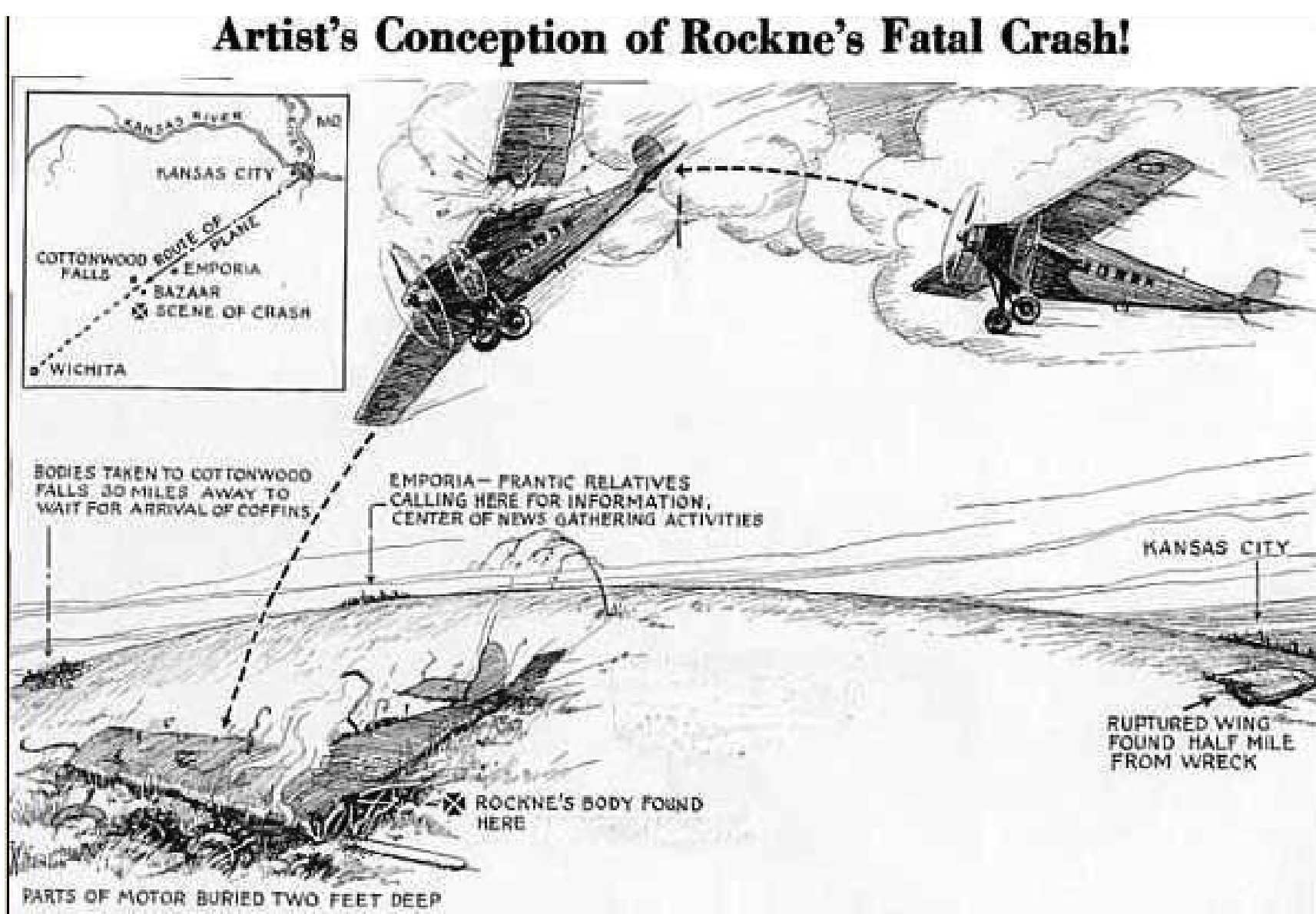
- Data: 31 de Marco de 1931.

- Local da queda: Bazaar, Kansas

- Voo normal de Kansas City para Los Angeles. Na primeira perna, a estrutura de madeira da asa falhou causando a queda da aeronave.

- Morreram todos os 8 ocupantes, incluindo o Knute Rockne, técnico lendário do famoso time de futebol americano Notre Dame, uma celebridade nacional durante os anos da Grande Depressão.

- A investigação posterior detectou que a longarina de madeira com o tempo, absorveu umidade causando enfraquecimento das junções coladas.



Um pouco da historia do Douglas DC-3: Como ele nasceu.



DAILY NEWS, WEDNESDAY, APRIL 3, 1930

KNUTE ROCKNE AND 7 OTHERS KILLED AS PLANE EXPLODES

BAZAR, Kas, March 21.—Knute Rockne, greatest football coach of all time, and seven other persons were killed today when a westbound transport plane of the Transcontinental and Western Air Express, coast-to-coast air line, of which Charles A. Lindbergh is technical adviser, exploded and crashed on a stock farm near here.



The true cause of the tragedy may never be known. The plane, a tri-motored Fokker F-10, was flying above a 1,000-foot cloud bank. Farm hands heard the engines sputter, but could not see the ship above the mists.



Um pouco da historia do Douglas DC-3: Como ele nasceu.



Rockne Death National Loss, Says Hoover

University of Notre Dame, N. D.

Washington, D. C., April 1.—(P)—President Hoover today described the death of Knute Rockne as “a national loss.”

following telegram to Mrs. Knute Rockne:

“I know that every American grieves with you. Mr. Rockne so contributed to a cleanness and high purpose and sportsmanship in athletics that his passing is a national loss.

(Signed.)

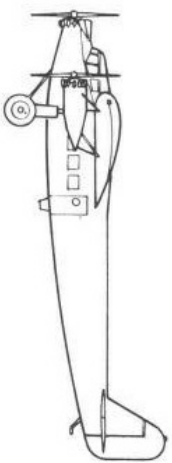
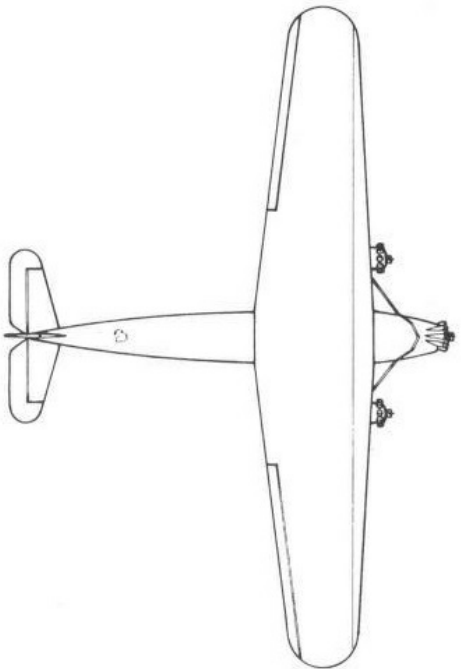
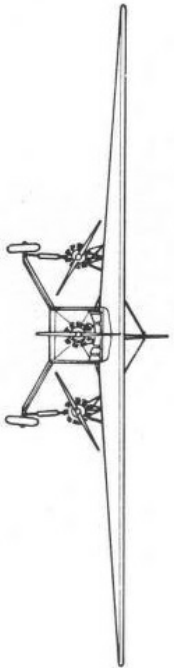
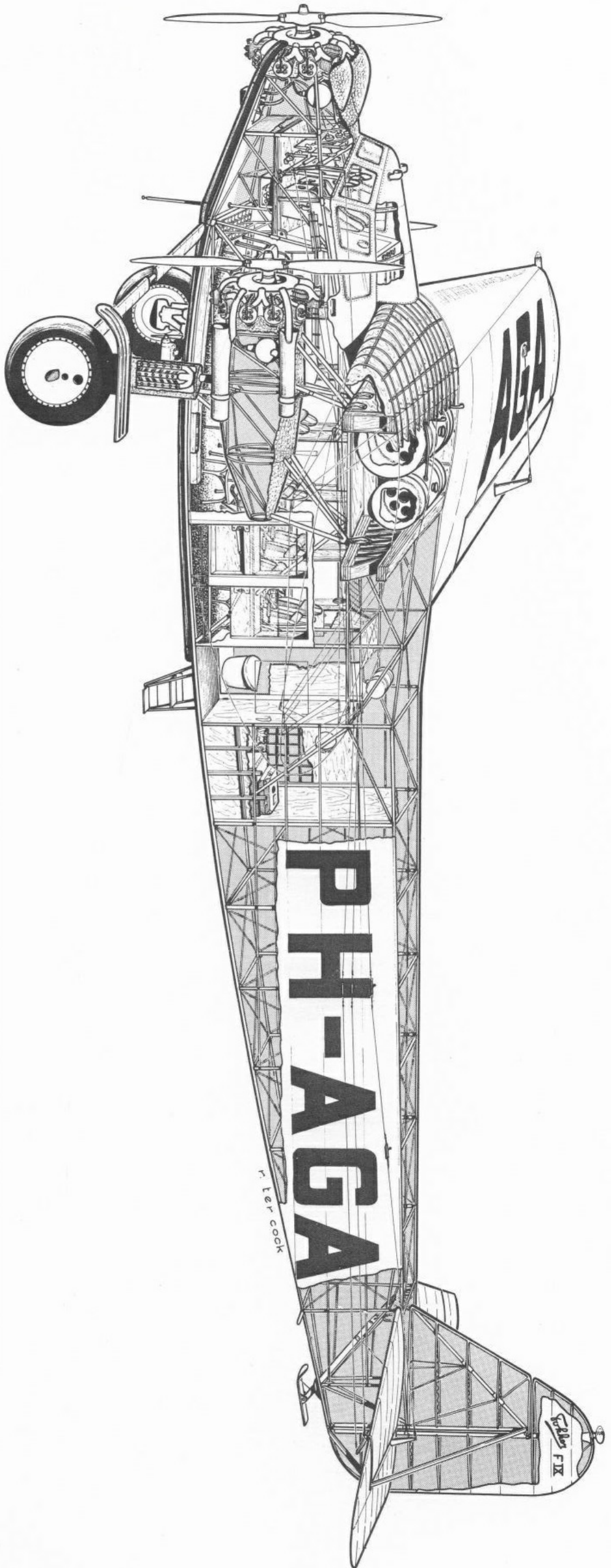
“HERBERT HOOVER.”

Secretary Hurley and Gen. Douglas MacArthur, army chief of staff, sent messages of condolence to the Rev. C. L. O'Donnell, president of Notre Dame.

“I mourn with Notre Dame the loss of her great coach,” Secretary Hurley wrote. “He was more than a creator of fine football teams. He was a bulder of character and because he was that his untimely passing is a loss to the country.

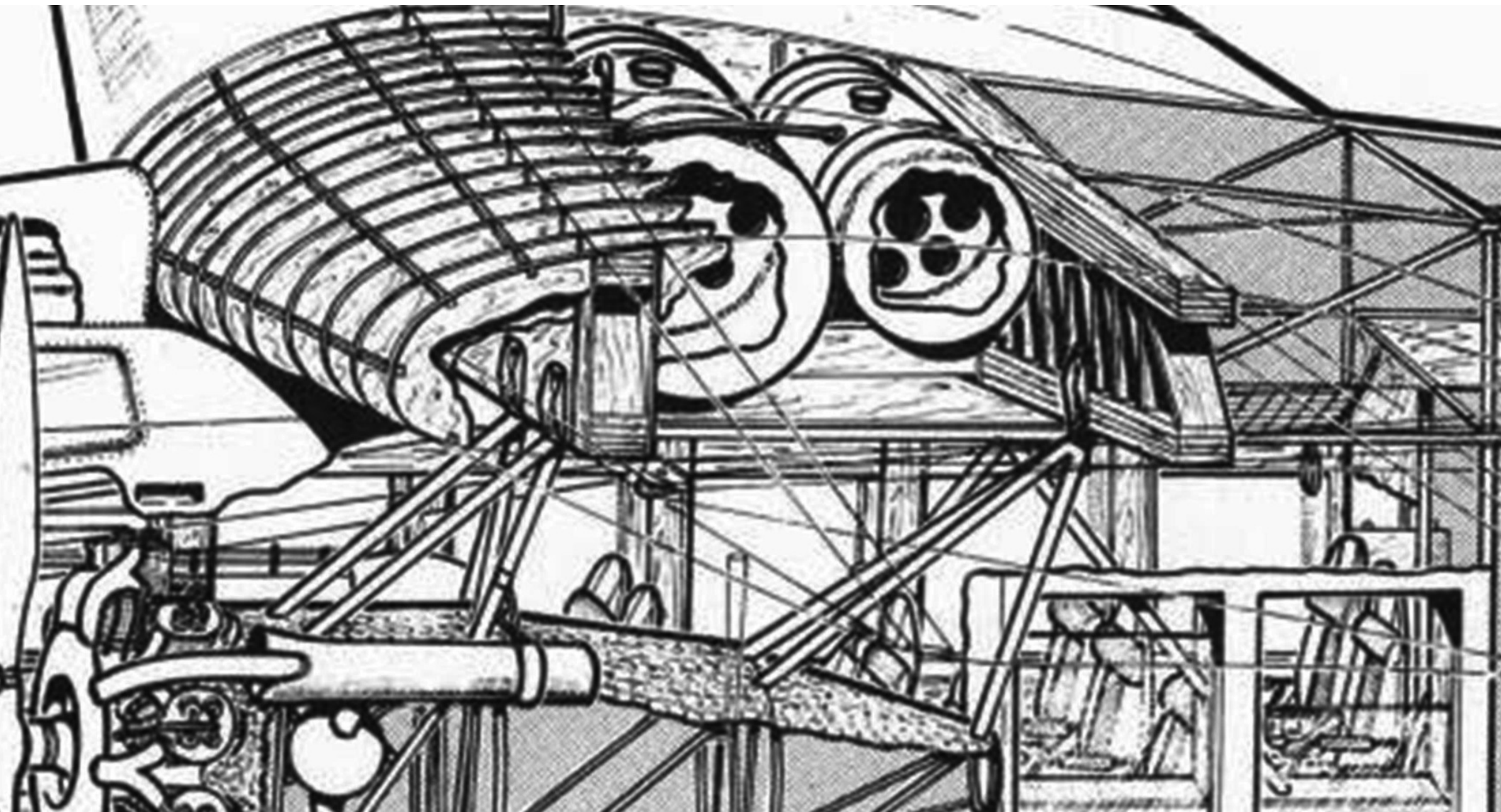
“Notre Dame loses his aggressive leadership but not the inspiration of his nobility of character.”

Um pouco da historia do Douglas DC-3: Como ele nasceu.



FOKKER F.IX

*Um pouco da historia do Douglas DC-3:
Como ele nasceu.*



LONGARINAS DE MADEIRA

Um pouco da história do Douglas DC-3: Como ele nasceu.

Quais as consequências do acidente para a época?

O órgão Aeronautics Branch of the U.S. Department of Commerce, criado em 1926, determinou o seguinte:

- Obrigatoriedade de que todas as aeronaves com longarinas e nervuras de madeira fossem submetidos a inspeções periódicas nestes elementos.

- Tais inspeções se mostraram excessivamente dispendiosas em homens-hora e materiais.

- Resultado, as empresas aéreas nos EUA, iniciaram um processo de 'phasing-out' mesmo que prematuro, destas aeronaves.

A TWA tomou a frente e partiu para ação junto aos fabricantes.

Um pouco da historia do Douglas DC-3: Como ele nasceu.

A Carta da TWA (Transcontinental & Western Air)

TWA após o acidente, estabeleceu negociações para a compra de algumas aeronaves Boeing 247, porém teria que esperar a Boeing entregar as 60 primeiras aeronaves para a United Air Lines (Concorrente da TWA e fazia parte do mesmo conglomerado da Boeing).

Duas soluções possíveis:

- Esperar para receber suas aeronaves.
- Iniciar o estudo de requisitos para uma nova aeronave.

Jack Frye, Vice Presidente de Operações da TWA decidiu apostar o futuro da TWA em um novo avião, igual ou melhor que o Boeing 247. Sua equipe, incluindo Charles Lindbergh, que era consultor técnico da TWA definiram os requisitos para o que viria a ser o DC-1.

Requisitos enviados para: Consolidated, Curtiss, General Aviation, Martin e Douglas.

Piloto que ficou famoso pela primeira travessia do Atlântico norte a bordo do 'Spirit of Saint Louis'.



Um pouco da historia do Douglas DC-3: Como ele nasceu.

A Carta da TWA (Transcontinental & Western Air) Também chamado de “Birth Certificate of the DC-Ships” (02 Agosto 1932)

Document 3-21, Jack Frye to Douglas Aircraft Corporation, “Attention: Mr. Donald Douglas,” 2 August 1932. A facsimile of this letter appeared in American Heritage of Invention and Technology, Fall 1988.

TRANSCONTINENTAL & WESTERN AIR INC.
10 RICHARDS ROAD
MUNICIPAL AIRPORT
KANSAS CITY, MISSOURI

August 2nd, 1932

Douglas Aircraft Corporation,
Clover Field
Santa Monica, California.

Attention: Mr. Donald Douglas

Dear Mr. Douglas:

Transcontinental & Western Air is interested in purchasing ten or more trimotored planes. I am attaching our general performance specifications, covering this equipment and would appreciate your advising whether your Company is interested in this manufacturing job.

If so, approximately how long would it take to turn out the first plane for service tests?

Very truly yours,

Jack Frye
Vice President
In Charge of Operations

JF/GS
Encl.

N.B. Please consider this information confidential and return specifications if you are not interested.

Um pouco da historia do Douglas DC-3: Como ele nasceu.

A Carta da TWA (Transcontinental & Western Air)

Também chamado de “Birth Certificate of the DC-Ships” (02 Agosto 1932)

TRANSCONTINENTAL & WESTERN AIR, INC.

General Performance Specifications Transport Plane

1. Type: All metal trimotored monoplane preferred but combination structure or biplane would be considered. Main internal structure must be metal.

2. Power: Three engines of 500 to 550 h.p. (Wasps with 10-1 supercharger; 6-1 compression O.K.).

3. Weight: Gross (maximum) 14,200 lbs.

4. Weight allowance for radio and wing mail bins 350 lbs.

5. Weight allowance must also be made for complete instruments, night flying equipment, fuel capacity for cruising range of 1060 miles at 150 m.p.h., crew of two, at least 12 passengers with comfortable seats and ample room, and the usual miscellaneous equipment carried on a passenger plane of this type. Payload should be at least 2,300 lbs. with full equipment and fuel for maximum range.

6. Performance

Top speed sea level (minimum) 185 m.p.h.

Cruising speed sea level—79% top speed 146 m.p.h. plus

Landing speed not more than 65 m.p.h.

Rate of climb sea level (minimum) 1200 ft. p.m.

Service ceiling (minimum) 21000 ft.

Service ceiling any two engines 10000 ft.

This plane, fully loaded, must make satisfactory take-offs under good control at any TWA airport on any combination of two engines.

Kansas City, Missouri.

August 2nd, 1932

Um pouco da historia do Douglas DC-3: Como ele nasceu.

A Carta da TWA (Transcontinental & Western Air)

Também chamado de “Birth Certificate of the DC-Ships” (02 Agosto 1932)

1. Type: All metal trimotored monoplane preferred but combination structure or biplane would be considered. Main internal structure must be metal.

2. Power: Three engines of 500 to 550 h.p. (Wasps with 10-1 supercharger; 6-1 compression O.K.).

3. Weight: Gross (maximum) 14,200 lbs.

4. Weight allowance for radio and wing mail bins 350 lbs.

5. Weight allowance must also be made for complete instruments, night flying equipment, fuel capacity for cruising range of 1060 miles at 150 m.p.h., crew of two, at least 12 passengers with comfortable seats and ample room, and the usual miscellaneous equipment carried on a passenger plane of this type. Payload should be at least 2,300 lbs. with full equipment and fuel for maximum range.

6. Performance

Top speed sea level (minimum) 185 m.p.h.

Cruising speed sea level—79% top speed 146 m.p.h. plus

Landing speed not more than 65 m.p.h.

Rate of climb sea level (minimum) 1200 ft. p.m.

Service ceiling (minimum) 21000 ft.

Service ceiling any two engines 10000 ft.

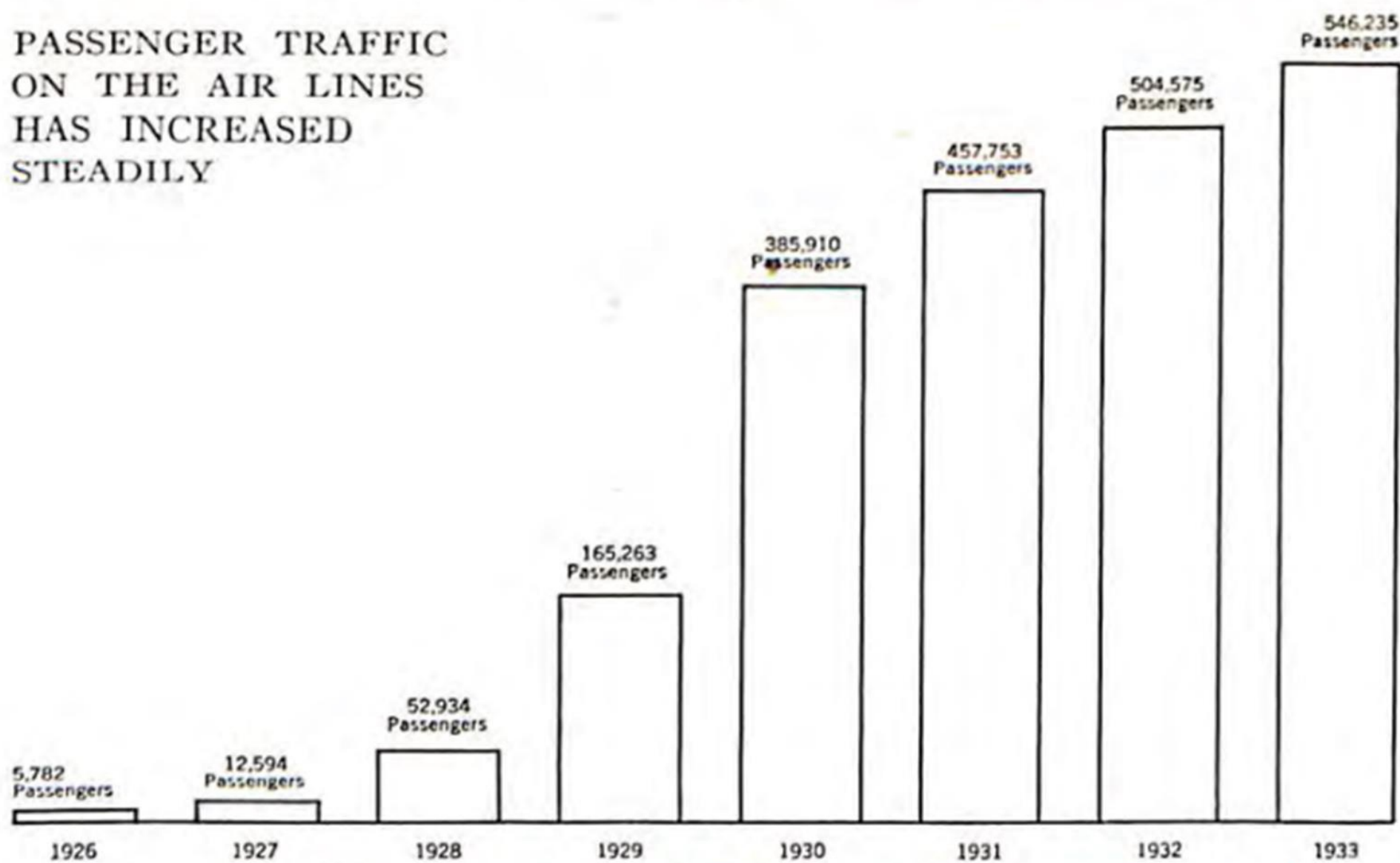
This plane, fully loaded, must make satisfactory take-offs under good control at any TWA airport on any combination of two engines.

O Vice Presidente e chefe da Engenharia, Arthur E Raymond, reportou ao Donald Douglas, chefe da companhia, que 90% dos requisitos o DC-1 conseguiria cumprir mas, o que estava tirando-lhe o sono eram os outros 10%.

04 História do DC-1: O início.

Donald Douglas, em uma primeira conversa com sua equipe inicialmente não se empolgou muito em participar da concorrência pois acreditava que seriam vendidos menos de 100 aeronaves. Mas felizmente achou melhor acreditar.

PASSENGER TRAFFIC
ON THE AIR LINES
HAS INCREASED
STEADILY



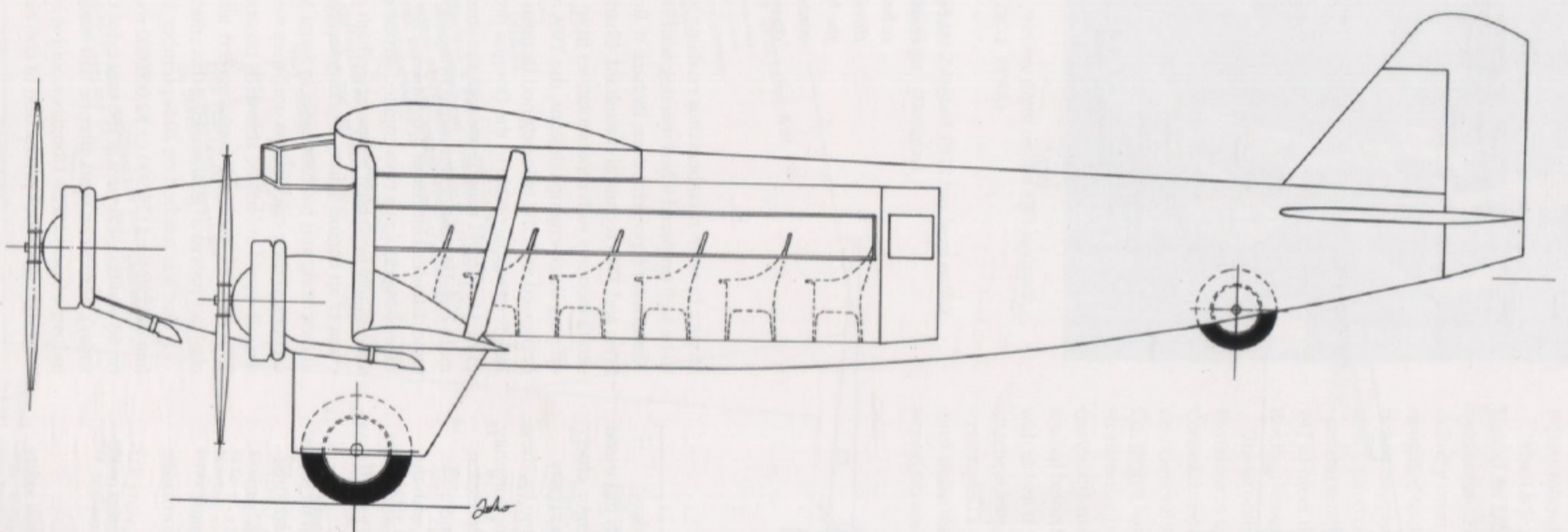
There has been a consistent growth in the number of passengers flown by American air lines every year.

História do DC-1: O início.

Após o recebimento da Carta da TWA enviada por Jack Frye, uma equipe liderada por Arthur Raymond (Vice Eng. Chefe) e supervisionada por 'Dutch' Kingleberguer (Eng. Chefe), estudaram por 10 dias aeronaves bimotoras e trimotoras.

Após este período de 10 dias, pegaram um trem (3 a 4 dias) e foram se encontrar com Jack Frye em Nova York levando uma proposta. Eles acertaram os últimos detalhes durante sua viagem de trem transcontinental.

Uma proposta da Douglas de uma aeronave trimotora.



Side-view drawing of a three-engined design studied before Douglas settled on a twin-engined layout for its DC-1. (Iulian Robanescu)

História do DC-1: Resultados Iniciais da Engenharia da Douglas

A equipe de Arthur Raymond chegou a seguintes conclusões:

Mesmo com o requisito da TWA pedindo uma aeronave trimotora a equipe demonstrou que o desempenho era igual ou superior, com uma aeronave de dois motores.

Construção totalmente metálica, asa baixa e que iria utilizar o conceito estrutural 'stressed skin' (construção semi-monocoque) para a fuselagem e asas. Conceitos estruturais aprimorados por Jack Northrop, (o qual foi engenheiro da Douglas Aircraft de 1923 até 1927).

Trem de pouso retrátil (parte da roda ficava aparente).

Requisitos de importância primordial considerados a priori pela Douglas: Conforto dos passageiros*, velocidade de cruzeiro (aerodinâmica), segurança de voo e operacional.

*Cabine com capacidade para os passageiros andarem eretos e sem obstáculos, assentos confortáveis, conforto para a tripulação, aquecimento de cabine, entre outras.

História do DC-1: Resultados Iniciais da Engenharia da Douglas

Jack Frye da TWA em particular, ficou muito impressionado e muito favorável, a proposta da aeronave bimotora da Douglas Aircraft.

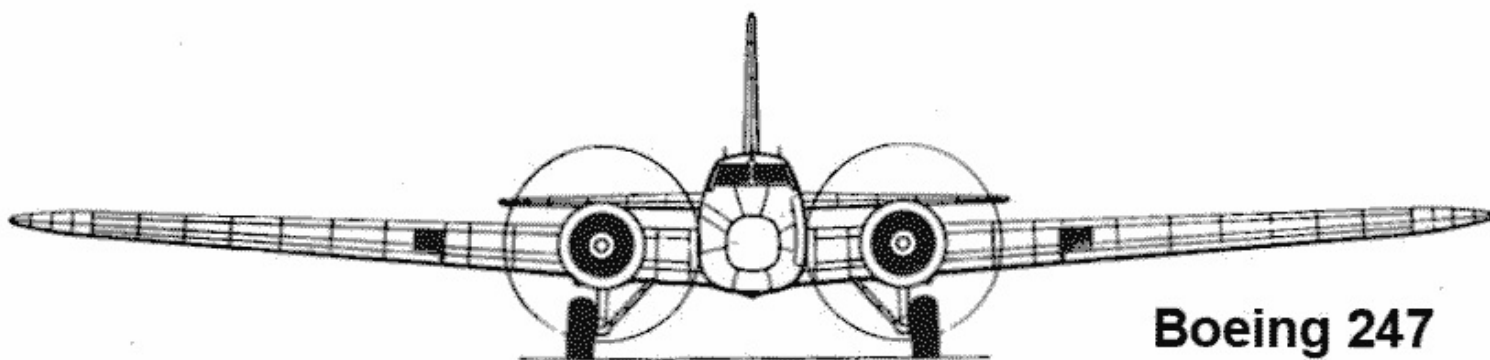
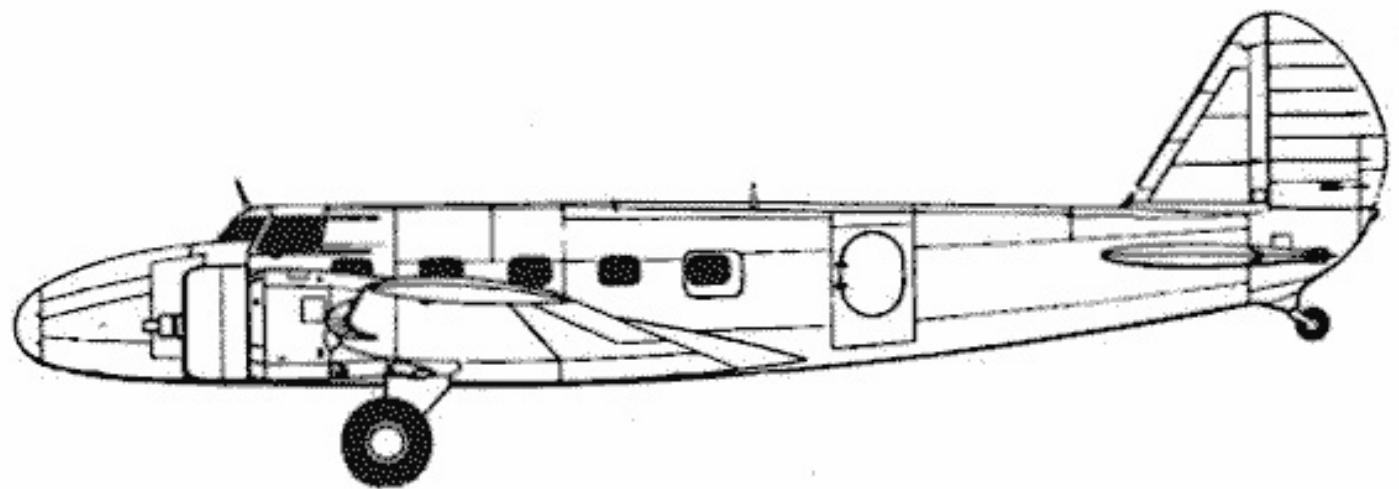
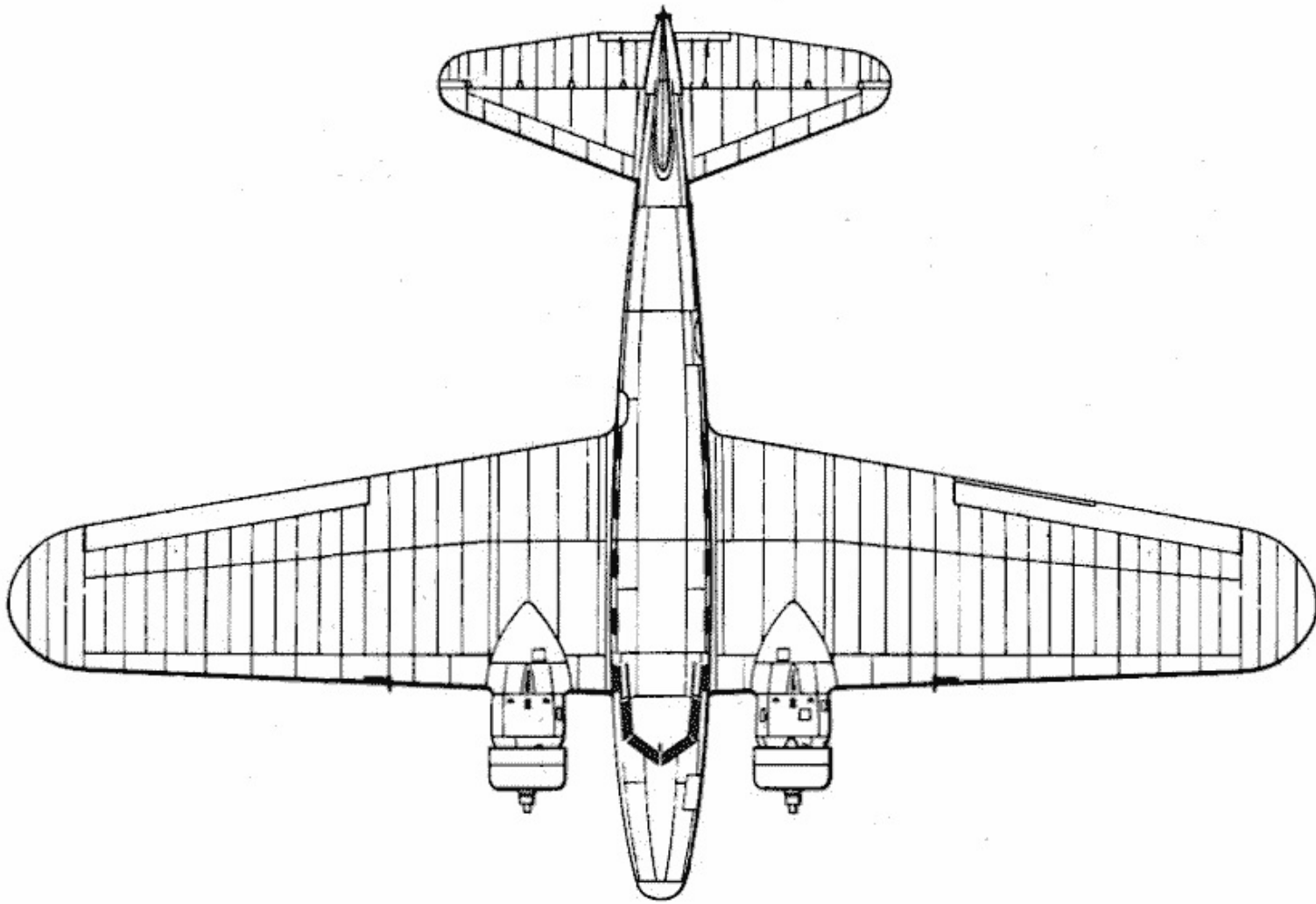
Porém, o requisito para que a aeronave fosse capaz de decolar com um motor inoperante foi o mais desafiador para a equipe da Douglas. Podemos dizer que é um requisito precursor do que é hoje o FAR Part 25, §§ 25.121 (Climb - One Inoperative Engine).

Este requisito, que era inegociável foi especificamente elaborado por Charles Lindbergh, Consultor Técnico da TWA o qual estava com sérias dúvidas quanto a capacidade da aeronave da Douglas em conseguir decolar dos aeroportos mais altos e quentes utilizados pela TWA.

Quatro outros fabricantes apresentaram suas propostas, todos com três motores.

História do DC-1: Resultados Iniciais da Engenharia da Douglas

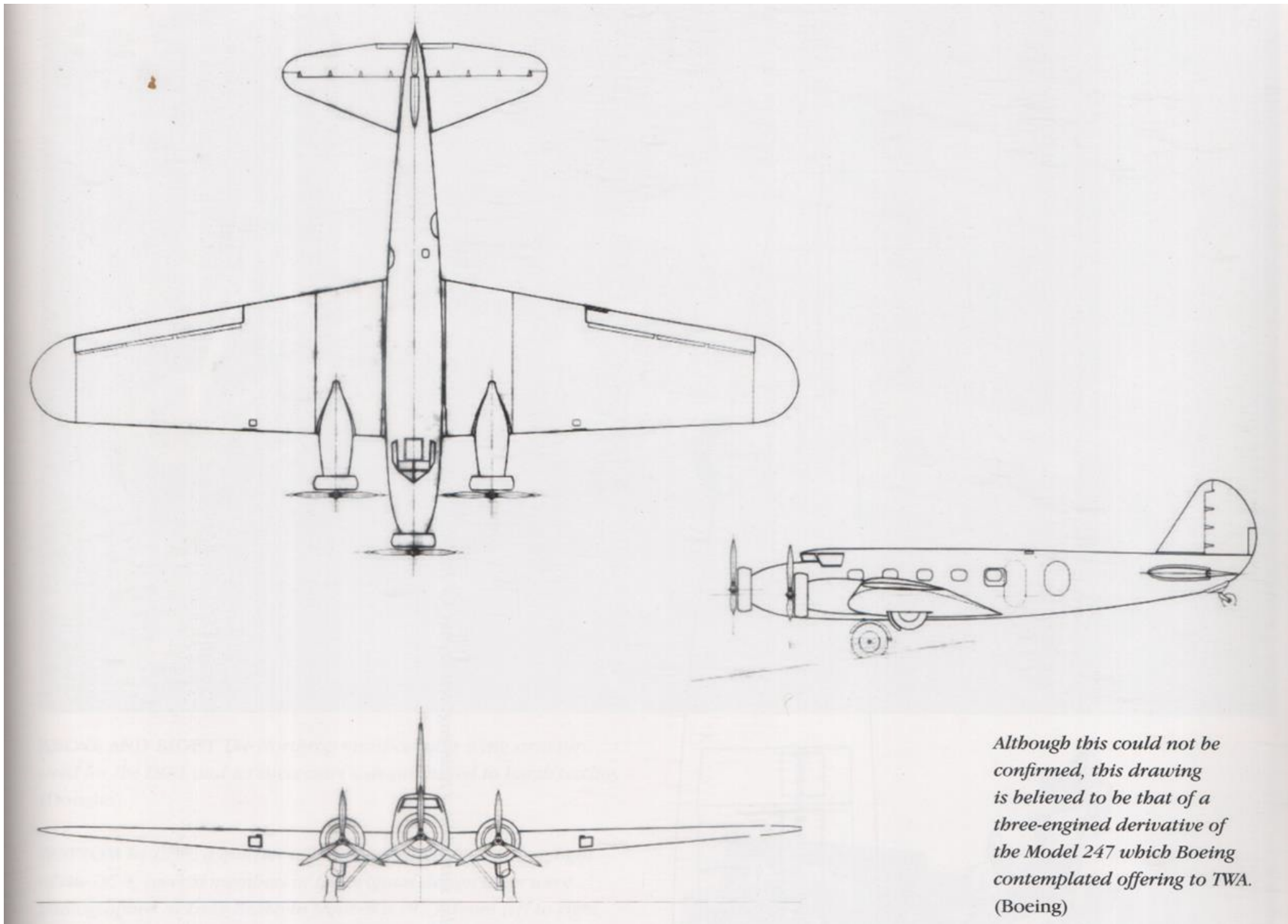
Boeing 247 originalmente projetado (1932).



Boeing 247

História do DC-1: Resultados Iniciais da Engenharia da Douglas

Boeing 247 originalmente projetado (1932).



*Although this could not be confirmed, this drawing is believed to be that of a three-engined derivative of the Model 247 which Boeing contemplated offering to TWA.
(Boeing)*

História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Para validar o requisito monomotor, Arthur Raymond trabalhou com sua equipe até que todos os cálculos fossem verificados para que tivessem a certeza da capacidade da aeronave em decolar dos aeroportos mais críticos da malha da TWA (altos e quentes).

Douglas validou os resultados apesar do grande receio das garantias de performance presentes no contrato (especialmente esta).

O protótipo para a TWA (Douglas DC-1) fez seu primeiro voo em 1º de Julho de 1933, onze meses após o recebimento da carta da TWA. Somente 1 (um) DC-1 foi fabricado.

Foi o POC (Proof of Concept) deles. Porém foi um POC vastamente operado (teve mais de quatro proprietários).



História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Mais de 200 voos de Ensaio foram realizados.

Demonstrou superioridade em relação aos competidores diretos Ford Trimotor e Fokker VII Trimotor.



História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Douglas DC-1 (TWA – NC223Y)

Voou através dos Estados Unidos em 19 Fevereiro de 1934 em 13 horas e 5 minutos batendo o recorde deste trajeto.



História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Protótipo vendido para Lord Forbes (GB) em Maio de 1938 e no mesmo ano vendido para Franca em Outubro.

Operado por mais dois operadores na Espanha até sofrer um dano irreparável em Dezembro de 1940. Muito, muito triste!



História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

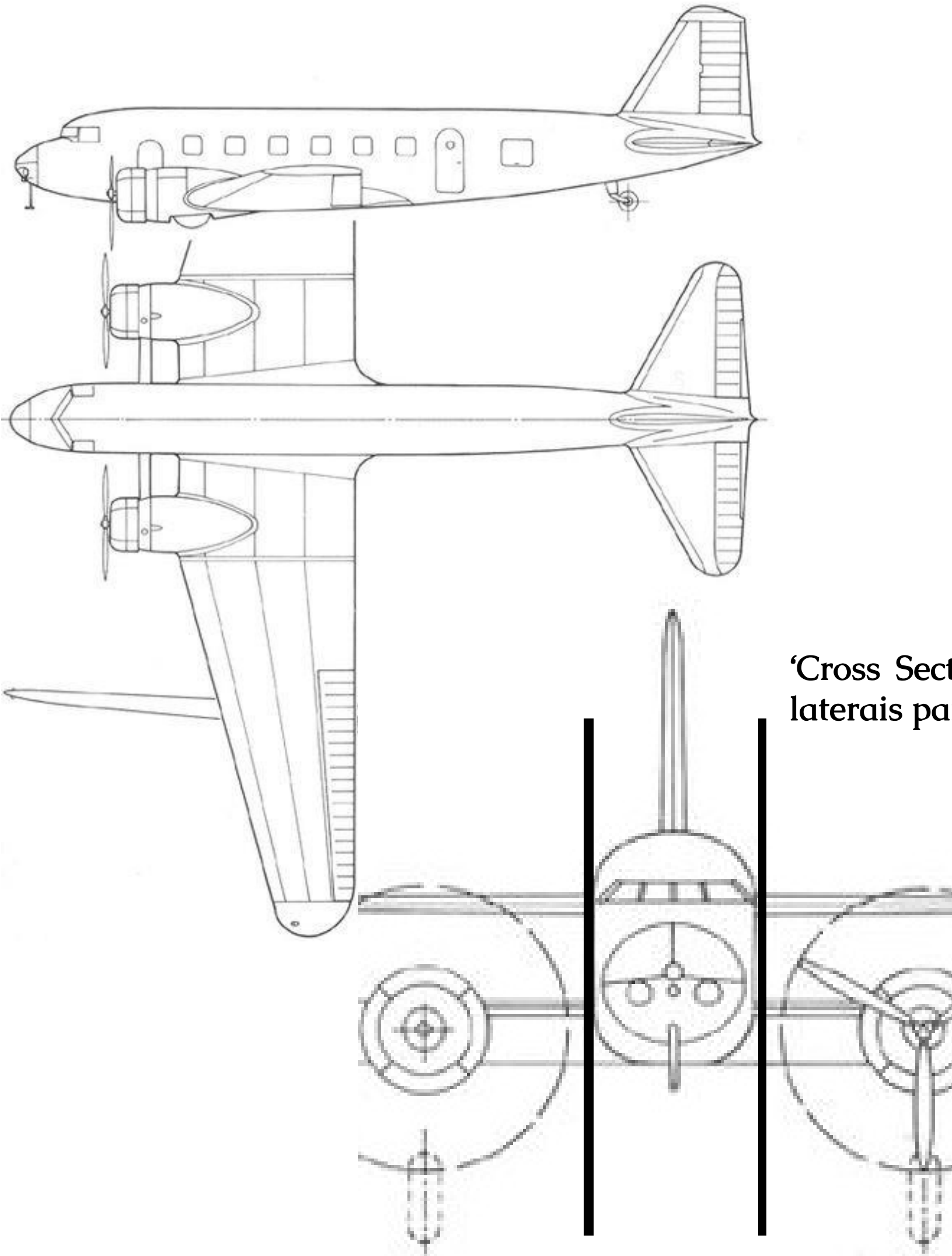
Douglas DC-1 (TWA – NC223Y) – Interior.

Cabine para até 12 passageiros.



História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Douglas DC-1 (TWA – NC223Y).



‘Cross Section’ com laterais paralelas

História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Mas e aí ? Como o DC-1 se saiu com relação aos requisitos?

Douglas DC-1

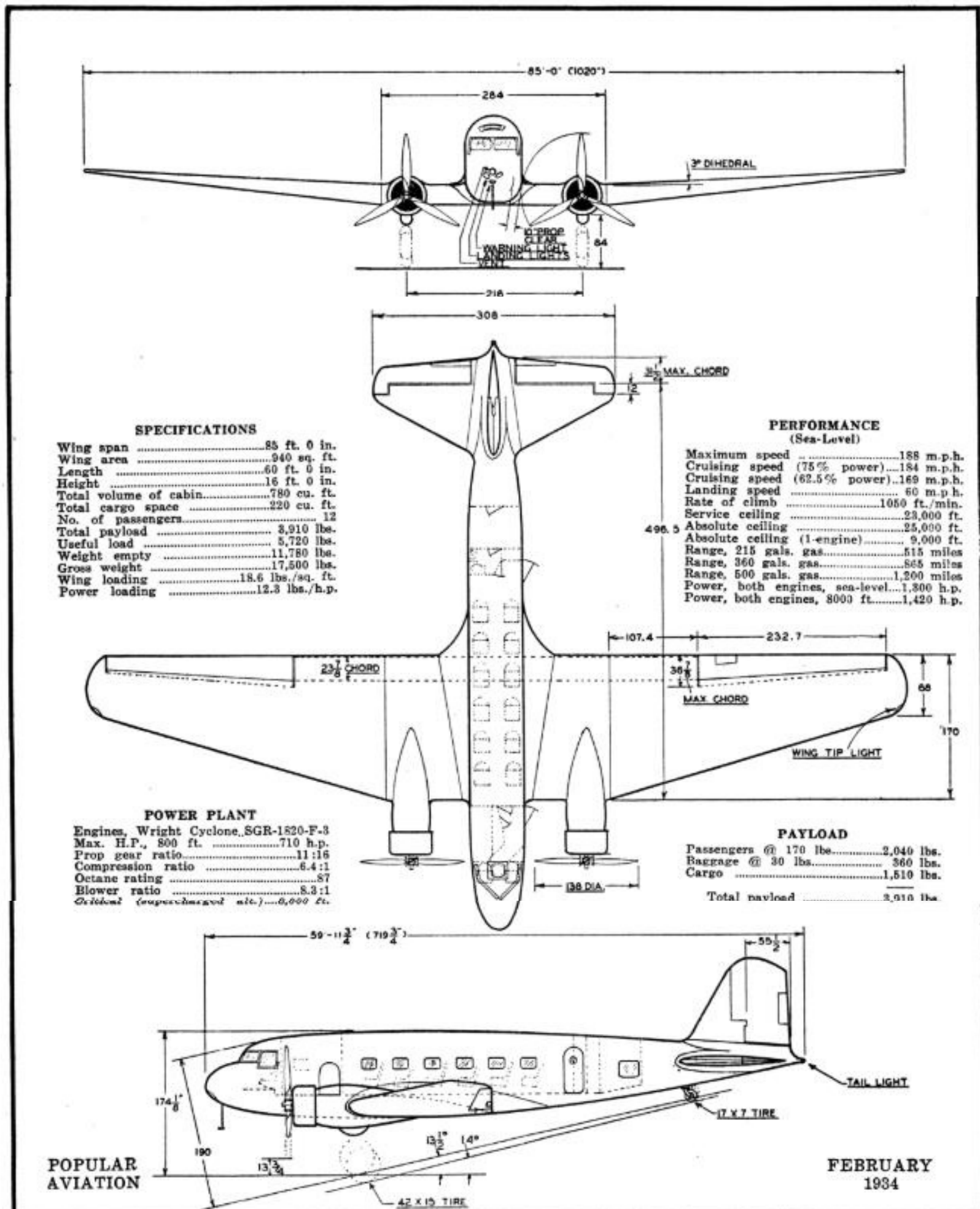
1. <u>Type</u> : <u>All metal trimotored monoplane preferred</u> but combination structure or biplane would be considered. Main internal structure must be metal.	→ All Metal (OK)
2. <u>Power</u> : <u>Three engines of 500 to 550 h.p.</u> (Wasps with 10-1 supercharger; 6-1 compression O.K.).	→ 2 x de 690HP
3. <u>Weight</u> : Gross (maximum)	14,200 lbs. → 17.500lbs (Not OK)
4. <u>Weight</u> allowance for radio and wing mail bins	350 lbs.
5. <u>Weight</u> allowance must also be made for complete instruments, night flying equipment, fuel capacity for cruising <u>range of 1060 miles at 150 m.p.h.</u> , crew of two, <u>at least 12 passengers with comfortable seats and ample room</u> , and the usual miscellaneous equipment carried on a passenger plane of this type. Payload should be at least 2,300 lbs. with full equipment and fuel for maximum range.	→ 1000mi (± OK) New York - Chicago: 722miles → 12 pax (OK)
6. <u>Performance</u>	
Top speed sea level (minimum)	85 m.p.h. → 188 m.p.h.
Cruising speed sea level—79%	46 m.p.h. plus → 184m.p.h @ 8000ft.
Landing speed not more than	65 m.p.h. → 60 m.p.h. (OK)
Rate of climb sea level (minimum)	1200 ft. p.m. → 1050ft.p.m. (Not OK)
Service ceiling (minimum)	21000 ft. → 23.000 ft
Service ceiling any two engines	10000 ft. → 9000 ft (Not OK)
This plane, fully loaded, <u>must make satisfactory take-offs under good control</u> at any <u>TWA airport on any combination of two engines.</u>	→ OK (BUT only with variable pitch prop.)

História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Douglas DC-1

Drawings of the Douglas Transport

Three-view dimensioned drawings of the latest Douglas low-wing bi-motored monoplane now in service on the Transcontinental and Western Air lines. This ship can carry 12 passengers and a crew of three together with 1,870 pounds of cargo and baggage.



História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Douglas DC-1

SPECIFICATIONS

Wing span	85 ft. 0 in.
Wing area	940 sq. ft.
Length	60 ft. 0 in.
Height	16 ft. 0 in.
Total volume of cabin.....	780 cu. ft.
Total cargo space	220 cu. ft.
No. of passengers.....	12
Total payload	3,910 lbs.
Useful load	5,720 lbs.
Weight empty	11,780 lbs.
Gross weight	17,500 lbs.
Wing loading	18.6 lbs./sq. ft.
Power loading	12.3 lbs./h.p.

PERFORMANCE (Sea-Level)

Maximum speed ..	188 m.p.h.
Cruising speed (75% power)....	184 m.p.h.
Cruising speed (62.5% power)..	169 m.p.h.
Landing speed	60 m.p.h.
Rate of climb	1050 ft./min.
Service ceiling	23,000 ft.
Absolute ceiling	25,000 ft.
Absolute ceiling (1-engine).....	9,000 ft.
Range, 215 gals. gas.....	515 miles
Range, 360 gals. gas.....	865 miles
Range, 500 gals. gas.....	1,200 miles
Power, both engines, sea-level....	1,300 h.p.
Power, both engines, 8000 ft.....	1,420 h.p.

História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Patente do Douglas DC-1

Application, April 9, 1934

Jan. 29, 1935.

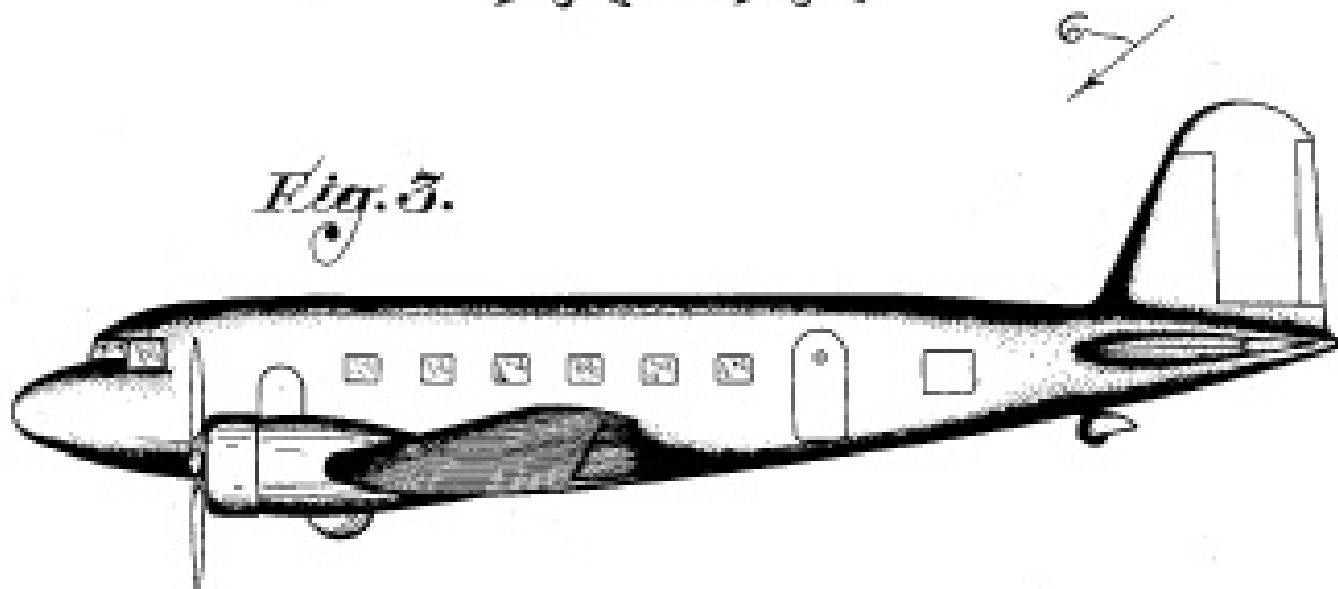
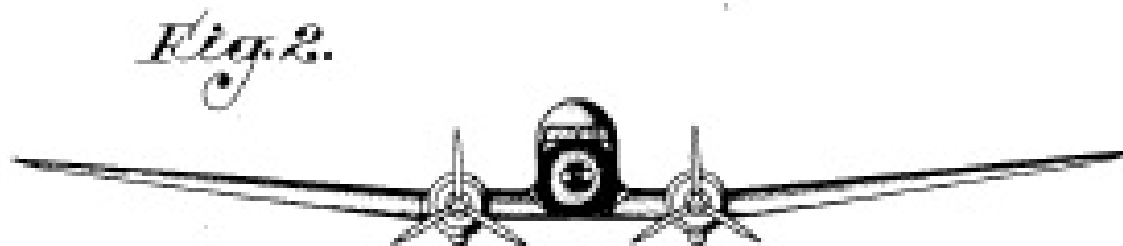
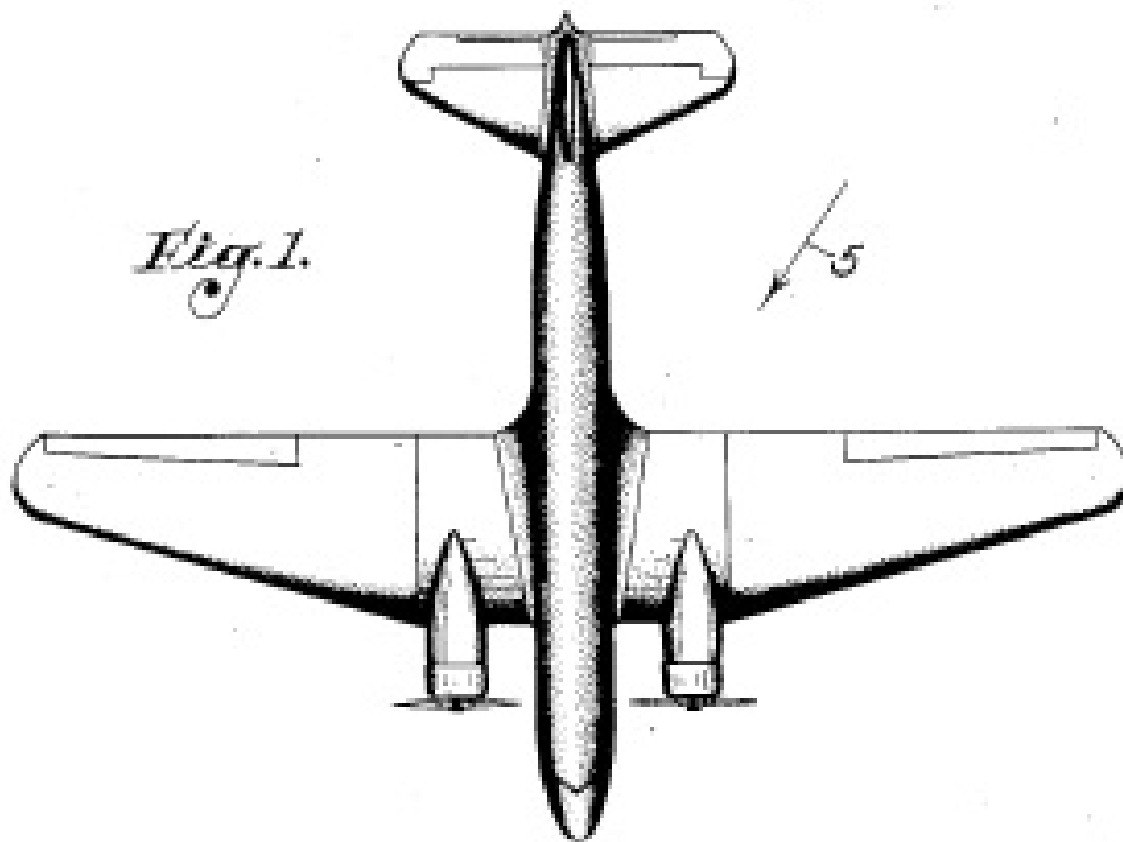
J. H. KINDELBERGER ET AL

Des. 94,427

AIRPLANE

Filed April 9, 1934

2 Sheets-Sheet 1



INVENTORS
JAMES H. KINDELBERGER
ARTHUR E. RAYMOND

By *Fred W. Larriz*

ATTORNEY.

História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Patente do Douglas DC-1

Application, April 9, 1934

Jan. 29, 1935.

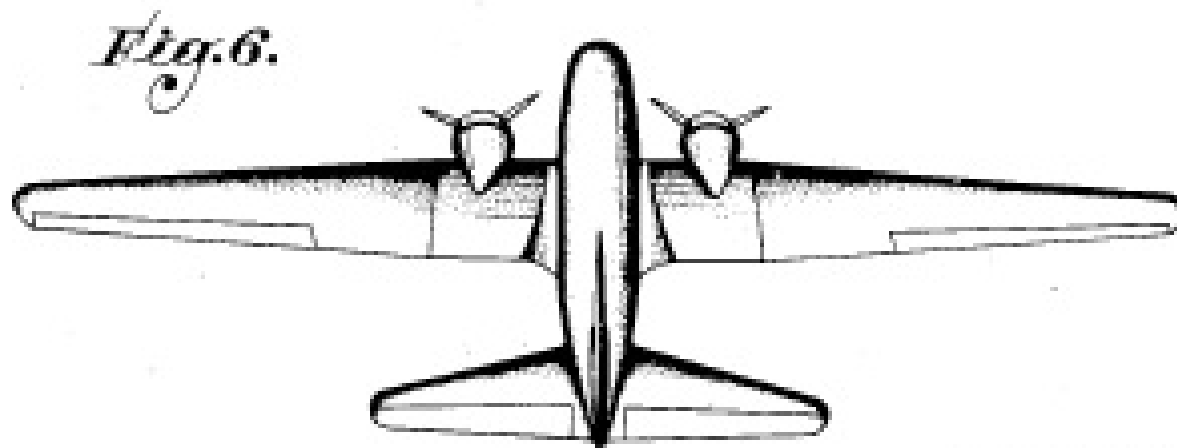
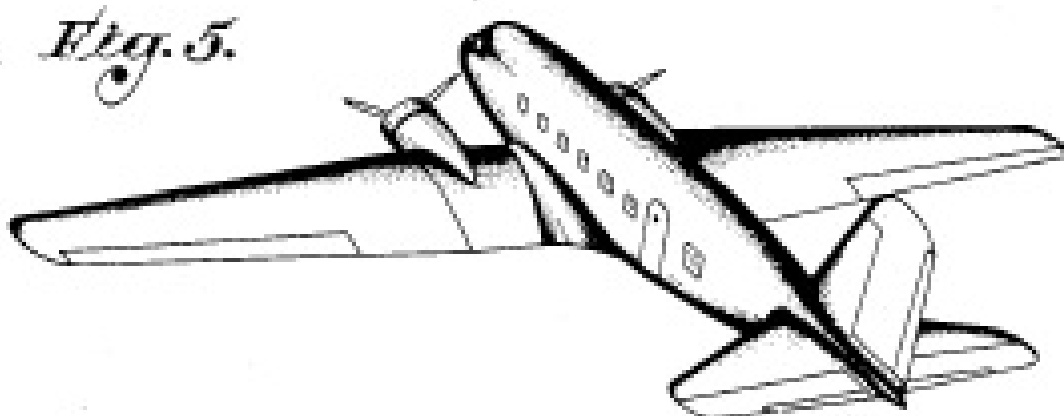
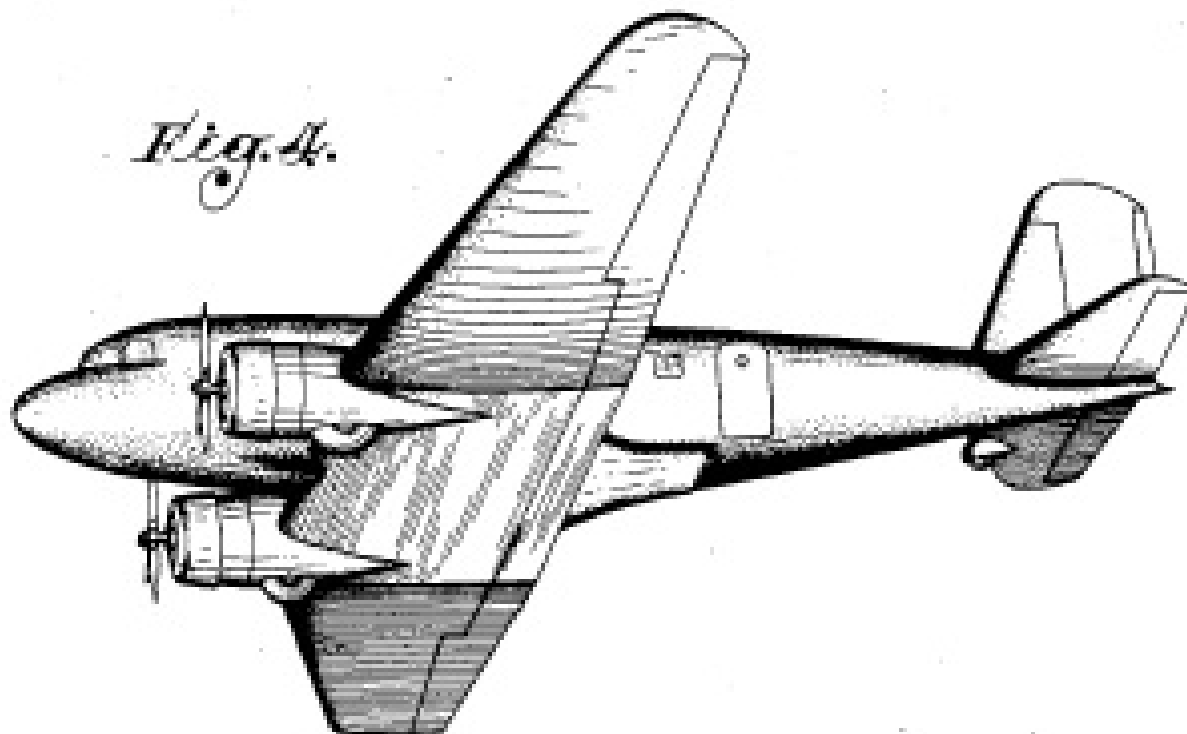
J. H. KINDELBERGER ET AL

Des. 94,427

AIRPLANE

Filed April 9, 1934

2 Sheets-Sheet 2



INVENTORS
JAMES H. KINDELBERGER
ARTHUR E. RAYMOND
BY *Fred H. Lami*
ATTORNEY.

História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Algumas Comparações.

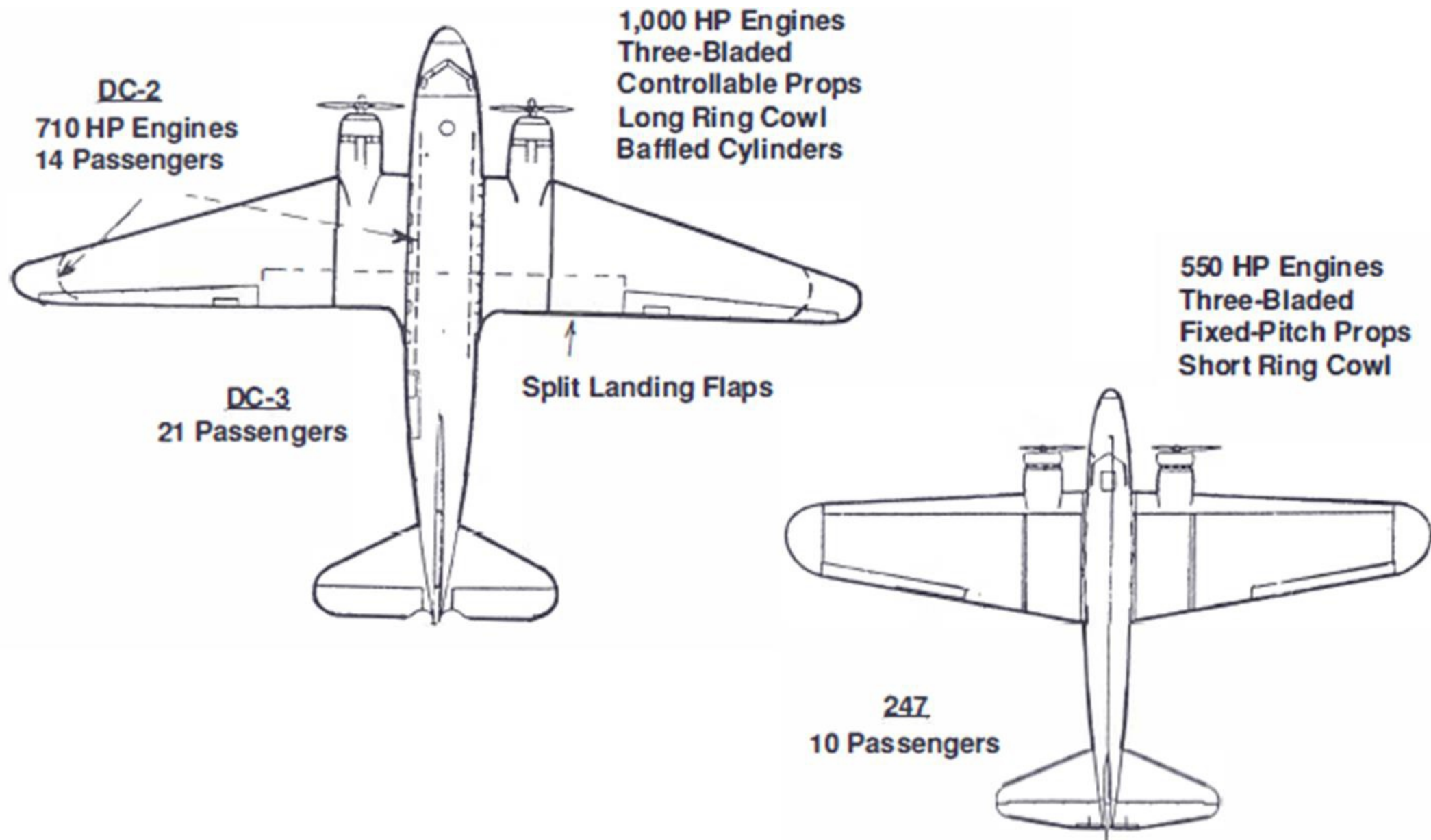
Boeing 247 (8 Fev. 1933). Considerado o primeiro Airliner.



História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Algumas Comparações.

Douglas DC-2 e DC-3 Vs. Boeing 247



História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Algumas Comparações.

Boeing 247 - Interior

As longarinas atravessam a cabine de passageiros. Solução “aceitável” para a época e mantida desta forma em função do prazo necessário do projeto. Possuía uma escadinha para passar. Algumas aeronaves hoje ainda tem isto, mas em menor grau.

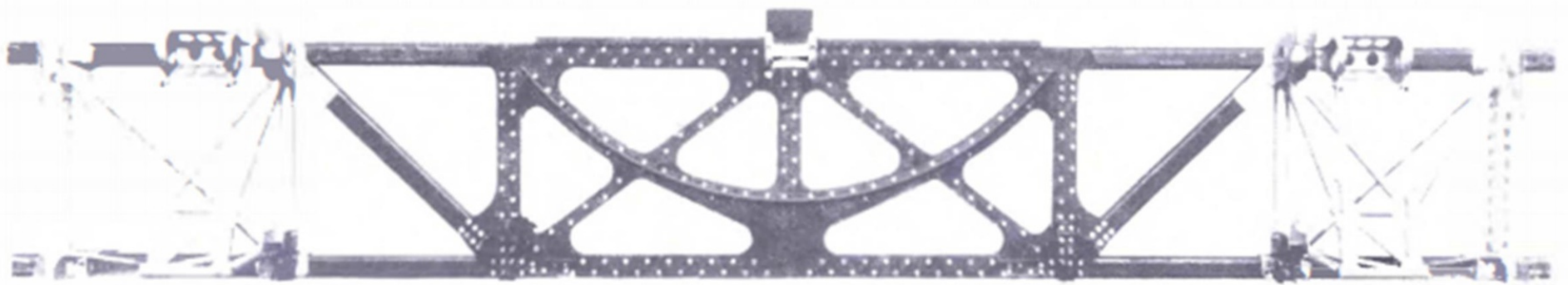


Longarinas das asas

História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Algumas Comparações.

Boeing 247 - Interior



Landing Gear
Supports

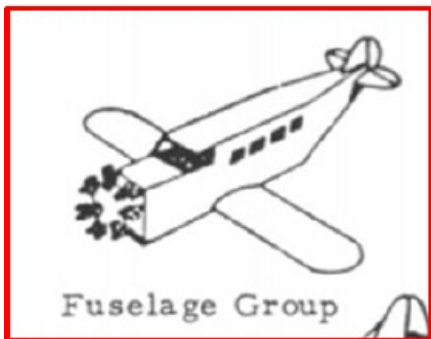
Body Centerline

Landing Gear
Supports

Truss-type front spar—spars carry all wing bending loads.

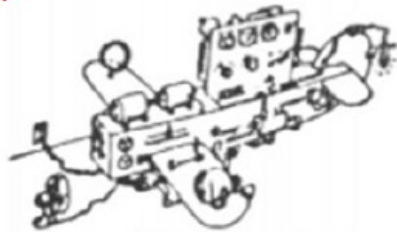
História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Os aviões dos sonhos de cada área.



Fuselage Group

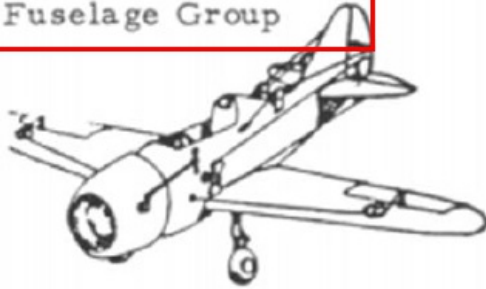
Interior Group.



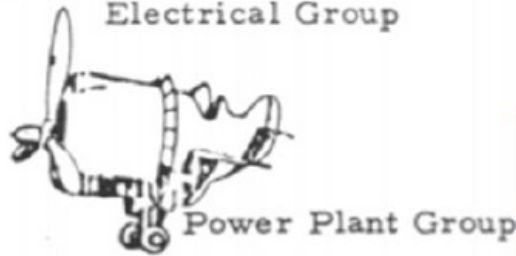
Electrical Group



Equipment Group



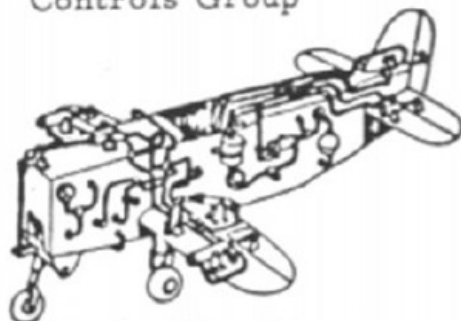
Controls Group



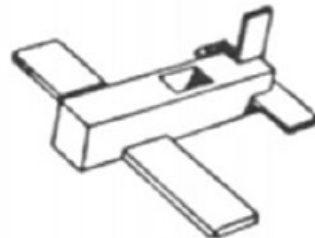
Power Plant Group



Aerodynamics Group



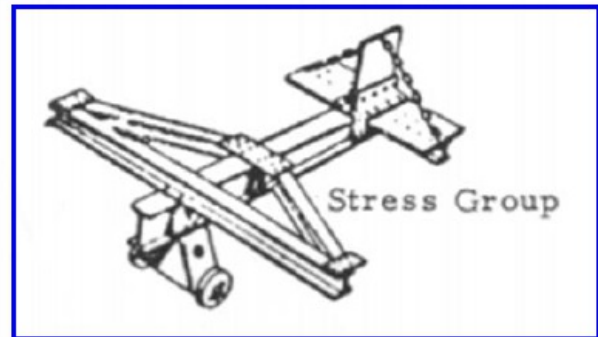
Hydraulics Group



Loft Group



Production Engineering Group



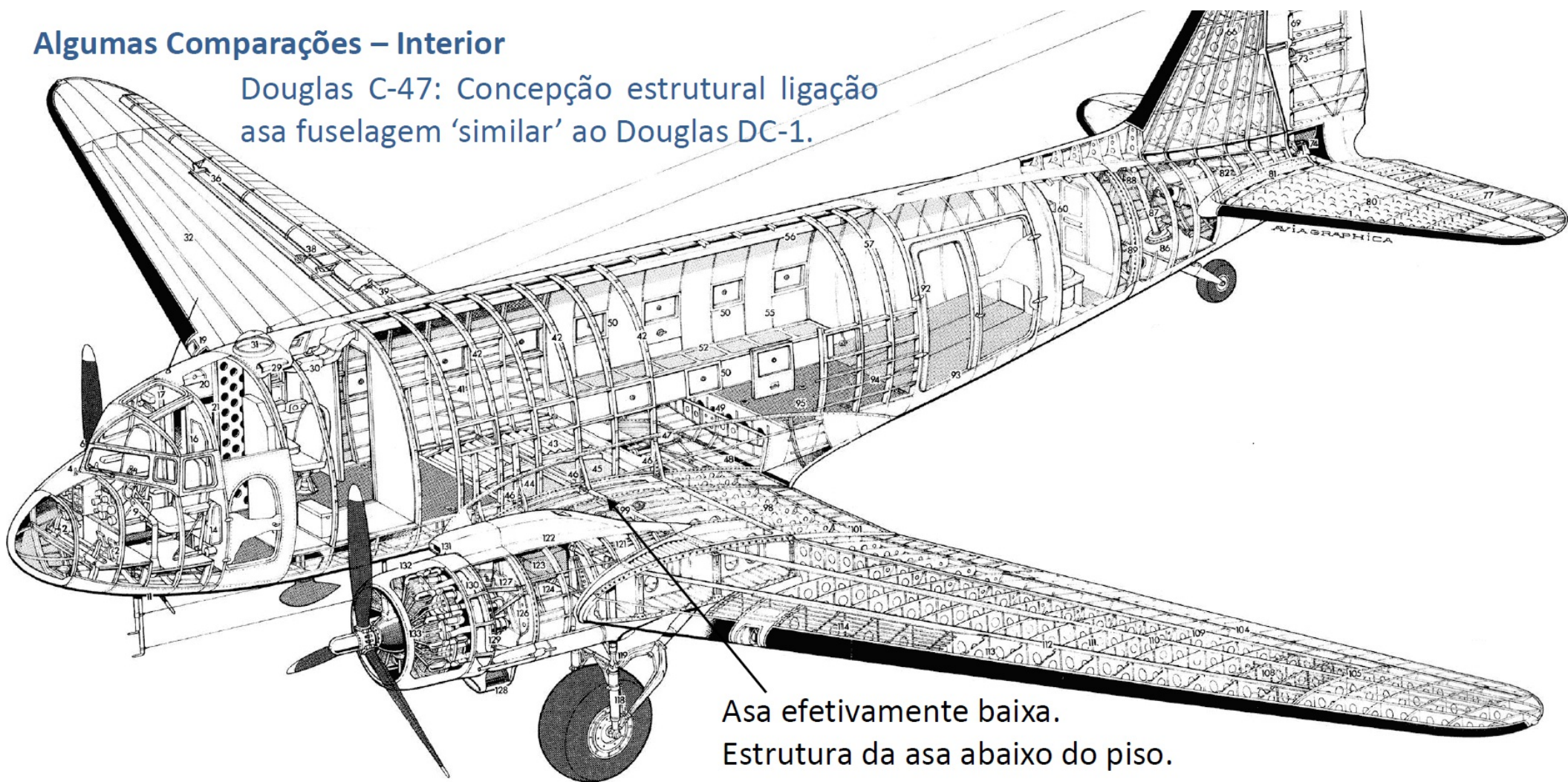
Stress Group



História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Algumas Comparações – Interior

Douglas C-47: Concepção estrutural ligação asa fuselagem 'similar' ao Douglas DC-1.

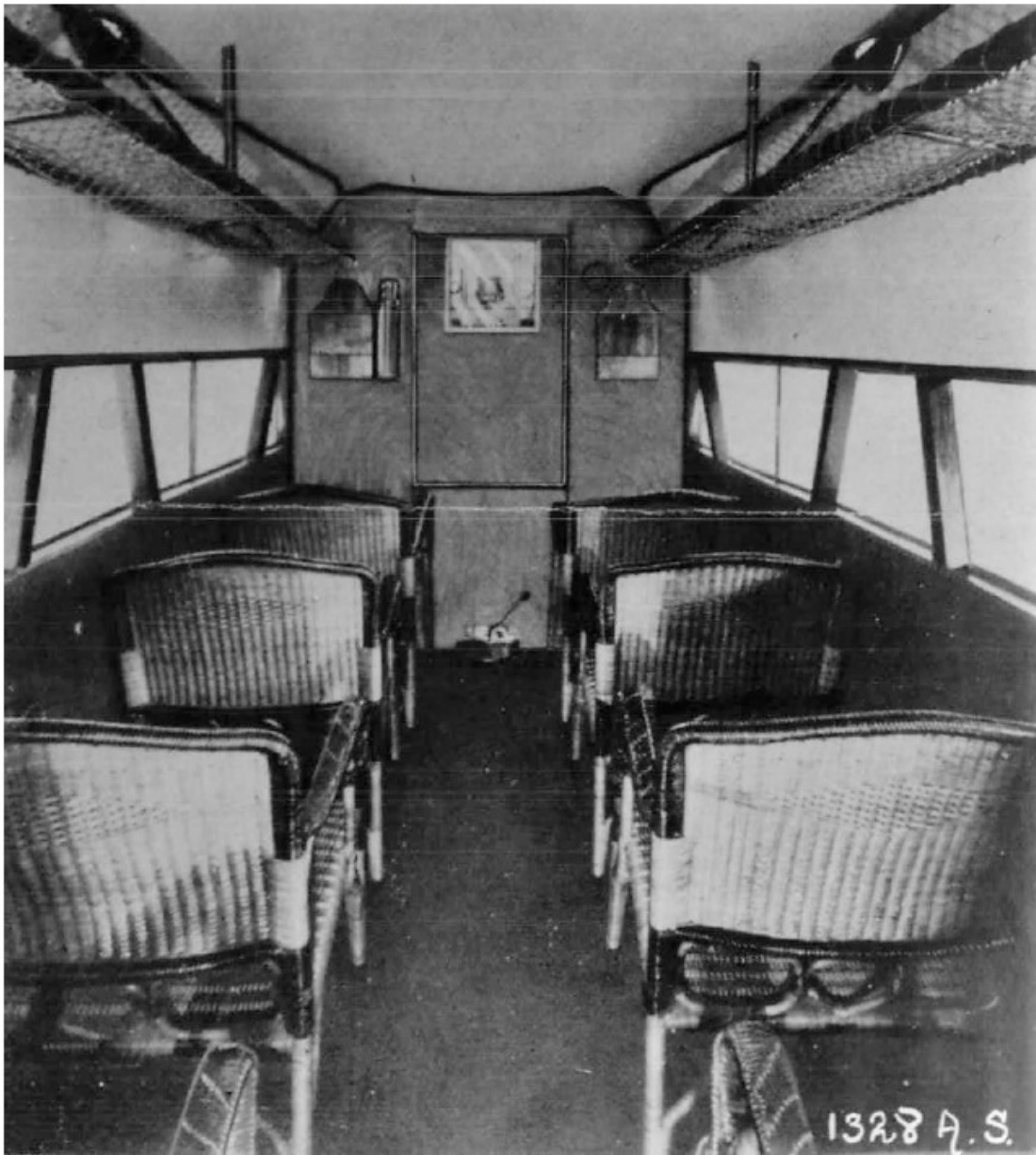


História do DC-1: Alguns fatos Interessantes

Algumas Outras Comparações – Interior

Fokker VIIb (1924) (1)

Ford Trimotor (1926) (2)



8 passageiros



11 passageiros

História do DC-2: Alguns fatos Interessantes

Em 1933 TWA solicitou a compra de aeronaves de produção do modelo DC-1. A Douglas em conjunto com a TWA concordaram em aumentar o comprimento da fuselagem.

A TWA assim exerceu a compra de 60 aeronaves DC-2.

Aeronave alongada cerca de 0,603m (1ft 11 ³/₄in) se comparado ao Douglas DC-1. Foi inserida uma fileira a mais de assentos, passando de 12 para 14 passageiros no total.

Foram necessários poucos reforços estruturais. Peso máximo de decolagem aumentou de 7938kg para 8110kg.

Observação: Para o estudo de uma família da aeronaves é sempre melhor começar da menor e colocar reforços. Fica mais leve.

Esta modificação no peso máximo de decolagem foi inicialmente aceita pelo “órgão de certificação” da época (porém a aeronave começou a operar antes da emissão do ATC No 450. Este foi emitido 41 dias depois!

O sucesso do DC-1 e as promessas do DC-2 atraiu a atenção de alguns fabricantes pelo mundo.

A aeronave começou a ser fabricada sob licença pela Fokker em 1934, a qual seria também responsável pela venda das aeronaves na Europa. A Fokker montou somente e vendeu 39 aeronaves.

Em 1934 foi também assinado um acordo com a Nakajima Hikoki, o qual possibilitou que 7 aeronaves fossem fabricada/montadas as quais começaram a serem operadas pela Greater Japan Airlines Co.

Diversos outros operadores começaram e desmontar grande interesse. Ao longo deste período o Douglas DC-2 foi evoluindo em potencias dos motores assim como em diversas das soluções empregadas.

Foram fabricados ao todo 198 aeronaves de 1934 a 1939.

História do DC-2: Alguns fatos Interessantes



História do DC-2: Alguns fatos Interessantes



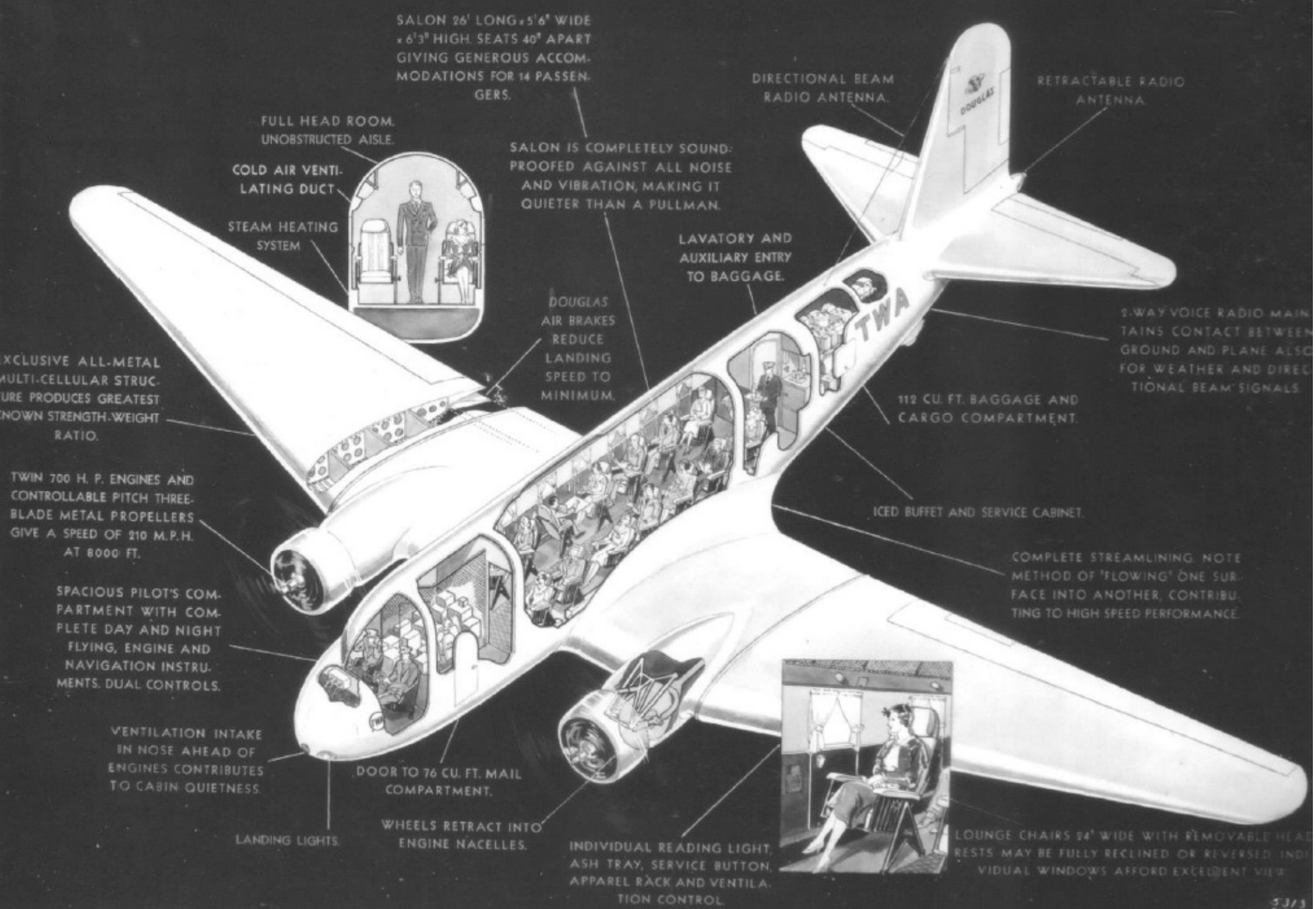
História do DC-2: Alguns fatos Interessantes



Piloto Automático.
Novidade na época.

História do DC-2: Alguns fatos Interessantes

The New Douglas 14-Passenger Airliner



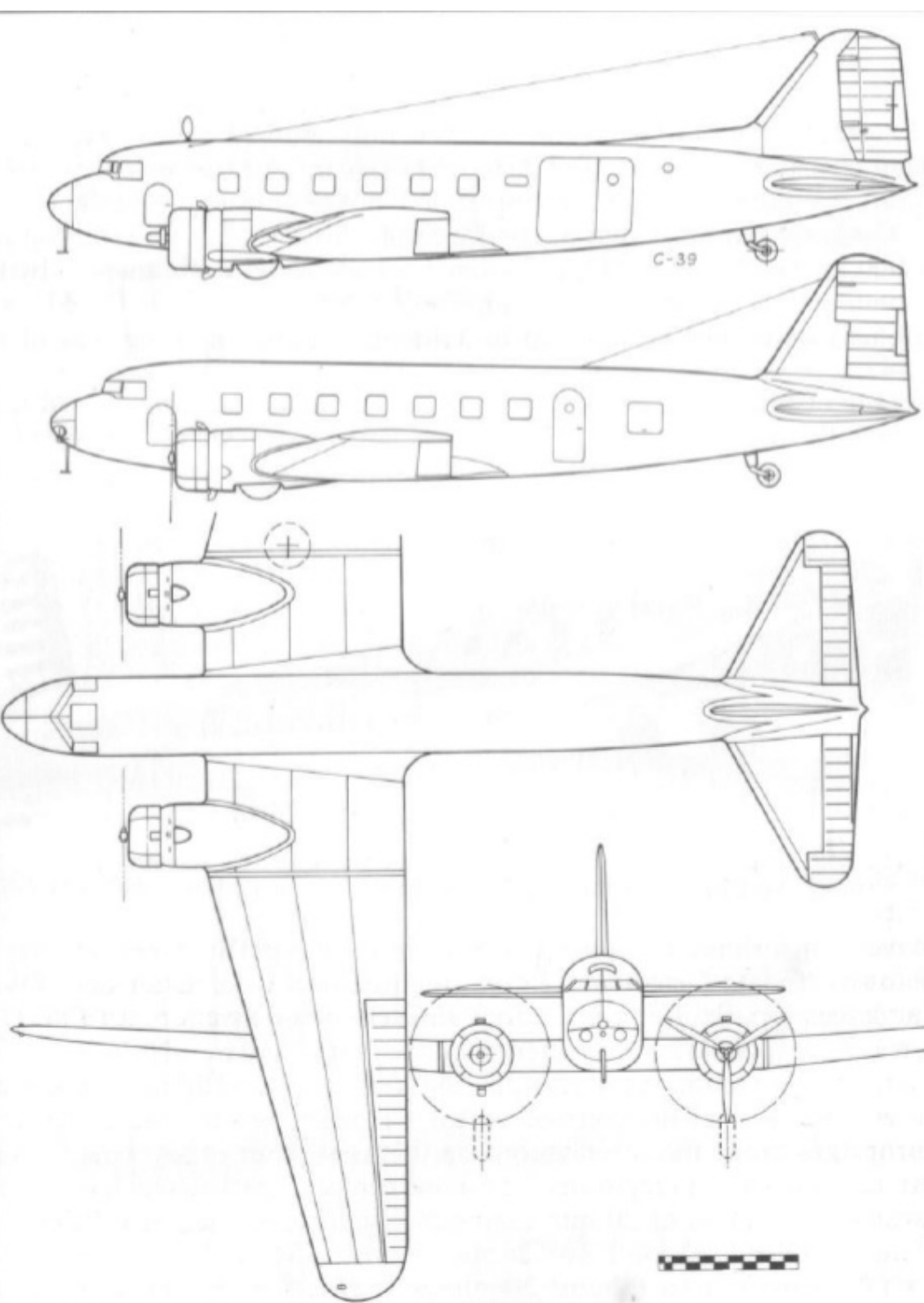
História do DC-2: Alguns fatos Interessantes



Foto tirada em 21 Junho de 1934 para uma campanha publicitária.

A aeronave voa a baixa altitude ou seja muita turbulência. **O café derrama sim!**

História do DC-2: Alguns fatos Interessantes



Douglas C-39
Versão Militar do DC-2

Douglas DC-2



Douglas DC-2-142 - KLM - Royal Dutch Airlines
preservado e em condições de voo

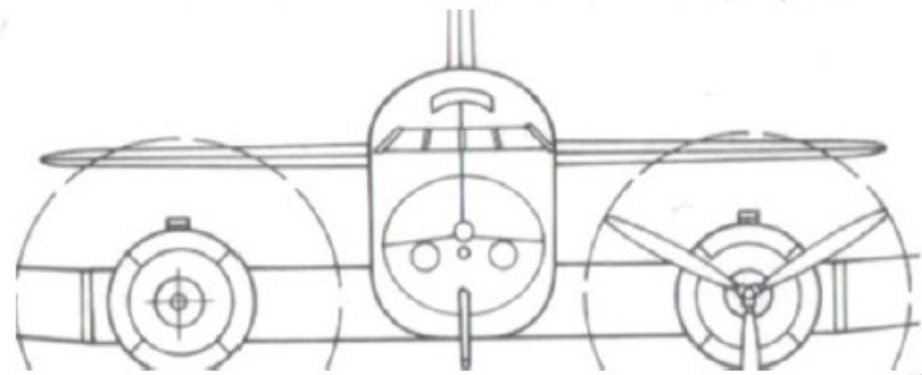
História do DC-2: Alguns fatos Interessantes



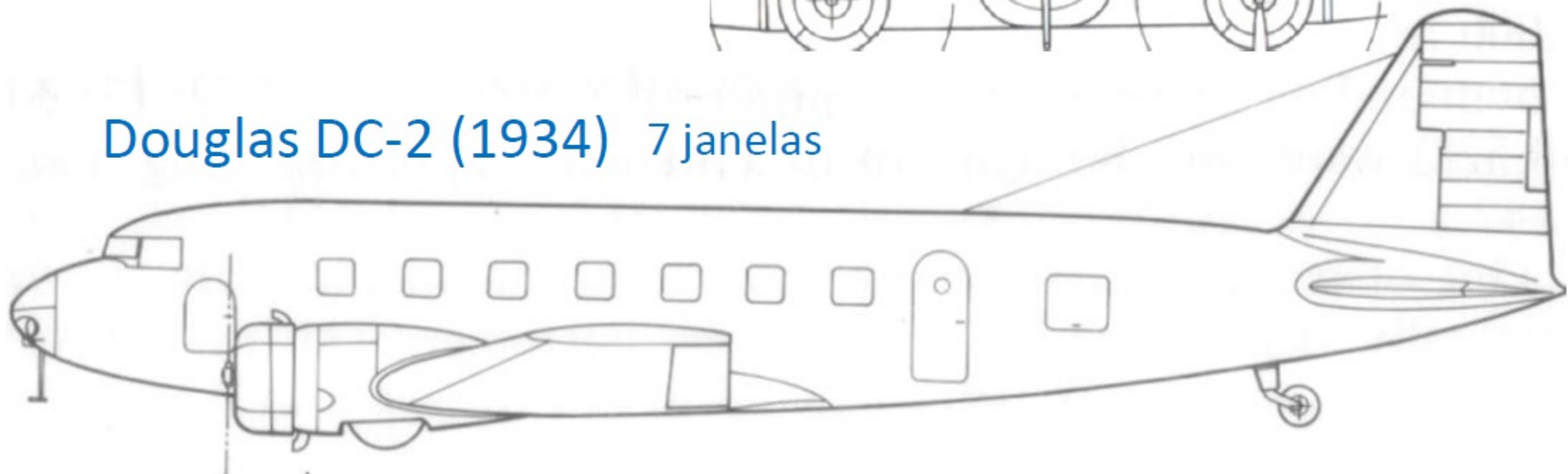
Douglas Historical Foundation DC-2-118B NC1934D at Naval Air Weapons Station China Lake on April 16, **1988**

História do DC-2: Alguns fatos Interessantes

Douglas DC-1 (1933) 6 janelas

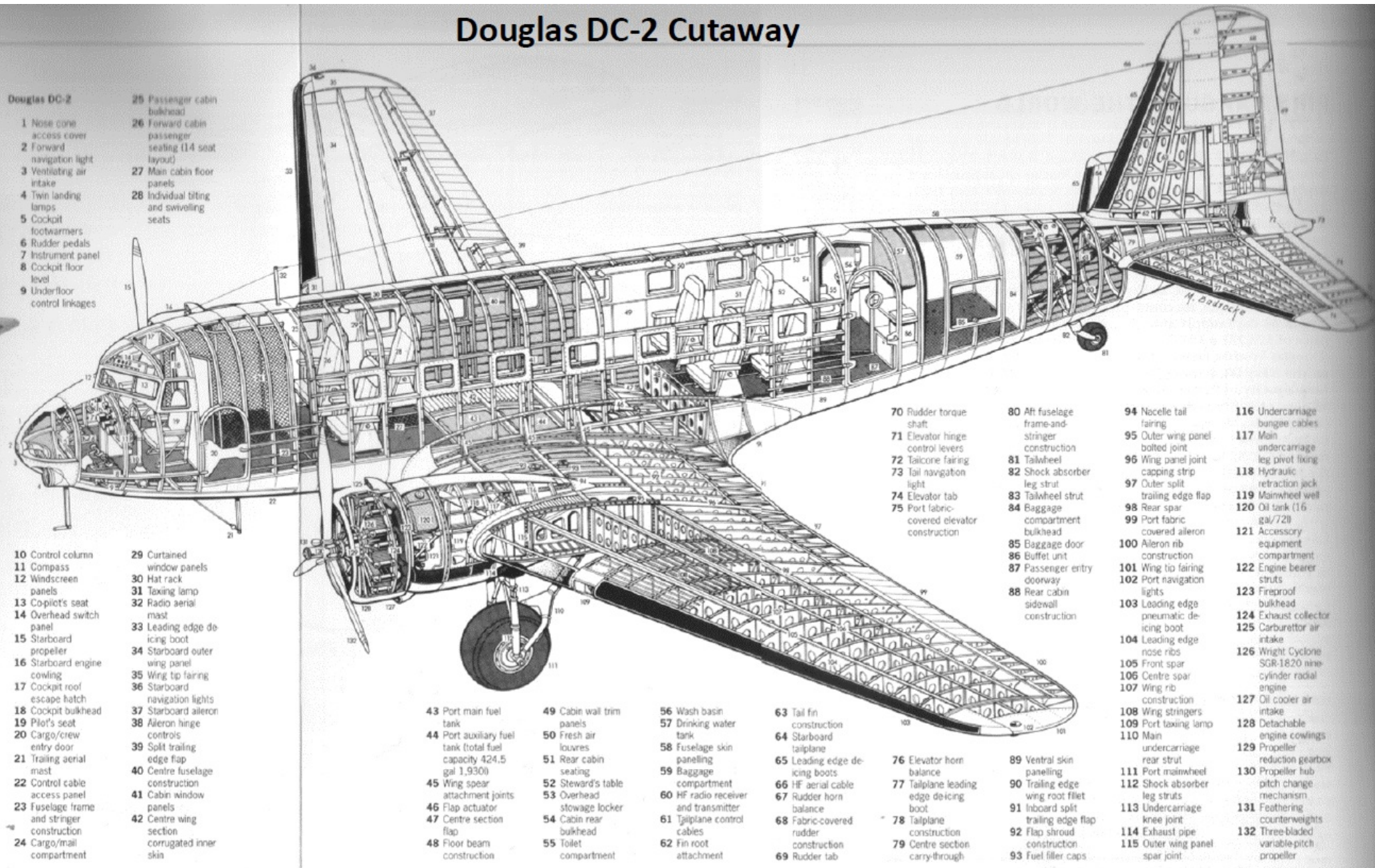


Douglas DC-2 (1934) 7 janelas



História do DC-2: Alguns fatos Interessantes

Douglas DC-2 Cutaway



- Douglas DC-2**
- 1 Nose cone access cover
 - 2 Forward navigation light
 - 3 Ventilating air intake
 - 4 Twin landing lamps
 - 5 Cockpit footwarmers
 - 6 Rudder pedals
 - 7 Instrument panel
 - 8 Cockpit floor level
 - 9 Underfloor control linkages

- 10 Control column
- 11 Compass
- 12 Windscreen panels
- 13 Co-pilot's seat
- 14 Overhead switch panel
- 15 Starboard propeller
- 16 Starboard engine cowling
- 17 Cockpit roof escape hatch
- 18 Cockpit bulkhead
- 19 Pilot's seat
- 20 Cargo/crew entry door
- 21 Trailing aerial mast
- 22 Control cable access panel
- 23 Fuselage frame and stringer construction
- 24 Cargo/mail compartment

- 25 Passenger cabin bulkhead
- 26 Forward cabin passenger seating (14 seat layout)
- 27 Main cabin floor panels
- 28 Individual tilting and swiveling seats

- 29 Curtained window panels
- 30 Hat rack
- 31 Taxiing lamp
- 32 Radio aerial mast
- 33 Leading edge de-icing boot
- 34 Starboard outer wing panel
- 35 Wing tip fairing
- 36 Starboard navigation lights
- 37 Starboard aileron
- 38 Aileron hinge controls
- 39 Split trailing edge flap
- 40 Centre fuselage construction
- 41 Cabin window panels
- 42 Centre wing section corrugated inner skin

- 33 Leading edge de-icing boot
- 34 Starboard outer wing panel
- 35 Wing tip fairing
- 36 Starboard navigation lights
- 37 Starboard aileron
- 38 Aileron hinge controls
- 39 Split trailing edge flap
- 40 Centre fuselage construction
- 41 Cabin window panels
- 42 Centre wing section corrugated inner skin

- 43 Port main fuel tank
- 44 Port auxiliary fuel tank (total fuel capacity 424.5 gal 1,930l)
- 45 Wing spar attachment joints
- 46 Flap actuator
- 47 Centre section flap
- 48 Floor beam construction

- 49 Cabin wall trim panels
- 50 Fresh air louvers
- 51 Rear cabin seating
- 52 Steward's table
- 53 Overhead stowage locker
- 54 Cabin rear bulkhead
- 55 Toilet compartment

- 56 Wash basin
- 57 Drinking water tank
- 58 Fuselage skin panelling
- 59 Baggage compartment
- 60 HF radio receiver and transmitter
- 61 Tailplane control cables
- 62 Fin root attachment

- 63 Tail fin construction
- 64 Starboard tailplane
- 65 Leading edge de-icing boots
- 66 HF aerial cable
- 67 Rudder horn balance
- 68 Fabric-covered rudder construction
- 69 Rudder tab

- 70 Rudder torque shaft
- 71 Elevator hinge control levers
- 72 Tailcone fairing
- 73 Tail navigation light
- 74 Elevator tab
- 75 Port fabric-covered elevator construction
- 76 Elevator horn balance
- 77 Tailplane leading edge de-icing boot
- 78 Tailplane construction
- 79 Centre section carry-through

- 80 Aft fuselage frame-and-stringer construction
- 81 Tailwheel
- 82 Shock absorber leg strut
- 83 Tailwheel strut
- 84 Baggage compartment bulkhead
- 85 Baggage door
- 86 Buffet unit
- 87 Passenger entry doorway
- 88 Rear cabin sidewall construction
- 89 Ventral skin panelling
- 90 Trailing edge wing root fillet
- 91 Inboard split trailing edge flap
- 92 Flap shroud construction
- 93 Fuel filler caps

- 94 Nacelle tail fairing
- 95 Outer wing panel bolted joint
- 96 Wing panel joint capping strip
- 97 Outer split trailing edge flap
- 98 Rear spar
- 99 Port fabric covered aileron
- 100 Aileron rib construction
- 101 Wing tip fairing
- 102 Port navigation lights
- 103 Leading edge pneumatic de-icing boot
- 104 Leading edge nose ribs
- 105 Front spar
- 106 Centre spar
- 107 Wing rib construction
- 108 Wing stringers
- 109 Port taxiing lamp
- 110 Main undercarriage rear strut
- 111 Port mainwheel
- 112 Shock absorber leg struts
- 113 Undercarriage knee joint
- 114 Exhaust pipe
- 115 Outer wing panel spar joint
- 116 Undercarriage bungee cables
- 117 Main undercarriage leg pivot fixing
- 118 Hydraulic retraction jack
- 119 Mainwheel well
- 120 Oil tank (16 gal/72l)
- 121 Accessory equipment compartment
- 122 Engine bearer struts
- 123 Fireproof bulkhead
- 124 Exhaust collector
- 125 Carburettor air intake
- 126 Wright Cyclone SGR-1820 nine-cylinder radial engine
- 127 Oil cooler air intake
- 128 Detachable engine cowings
- 129 Propeller reduction gearbox
- 130 Propeller hub pitch change mechanism
- 131 Feathering counterweights
- 132 Three-bladed variable-pitch propeller

O Douglas DC-3 nasceu como um avião dormitório (com 14 camas). Ou também chamado Douglas DST (Douglas Sleeper Transport).

Cyrus R. Smith, presidente da American Airlines (concorrente da TWA) e seu Eng. Chefe William Littlewood, definiram os requisitos iniciais para o Douglas DST:

- Maior carga paga que o DC-2 (seria uma aeronave maior portanto, mais custo / milha voada);
- Mais volume de cabine para instalação de 14 camas ou 7 beliches (duas fileiras em cada lado);
- Mais alcance 'non stop' de Nova York para Chicago mas em ambas as direções. Ventos predominantes do oeste afetam o alcance. O DC-2 conseguia somente em um dos sentidos;
- Melhor estabilidade direcional para corrigir o "fishtailing effect" presente no DC-2.

História do DC-3: Como foi o início

- Douglas não gostou de forma alguma da ideia de uma aeronave com beliches! Achou arriscado! Mas após muito esforço de Smith e a promessa de que ele iria comprar na primeira leva, 10 aeronaves, fez Donald Douglas pensar melhor e autorizar o início dos trabalhos;
- Littewood da AA e sua equipe estimaram que a fuselagem deveria ser 26in (66cm) mais larga que o DC-2, para acomodar as beliches e talvez poltronas na configuração 3 abreast (1+2por fileira lateral) e seria uma fileira mais comprida para acomodar até 21 pax;
- A equipe de Arthur Raymond trabalhando em conjunto com especialistas em estruturas e aerodinâmica, perceberam que a melhor configuração não seria somente esticar e alargar a fuselagem, mas torná-la 'circular' (mais arredondada nas laterais);
- As luzes de pouso que ficavam no nariz da aeronave, foram deslocadas para os bordos de ataque das asas;

História do DC-3: O Projeto Conceitual e Preliminar

As asas foram também modificadas, com maior envergadura (de 25.91m para 28.96m) e área alar (de 87.2m² para 91.6m²).

Modificações no leme, com maior área e maior balanceamento assim como empenagem horizontal maior e com um profundor de maior área também foram duas grandes modificações.

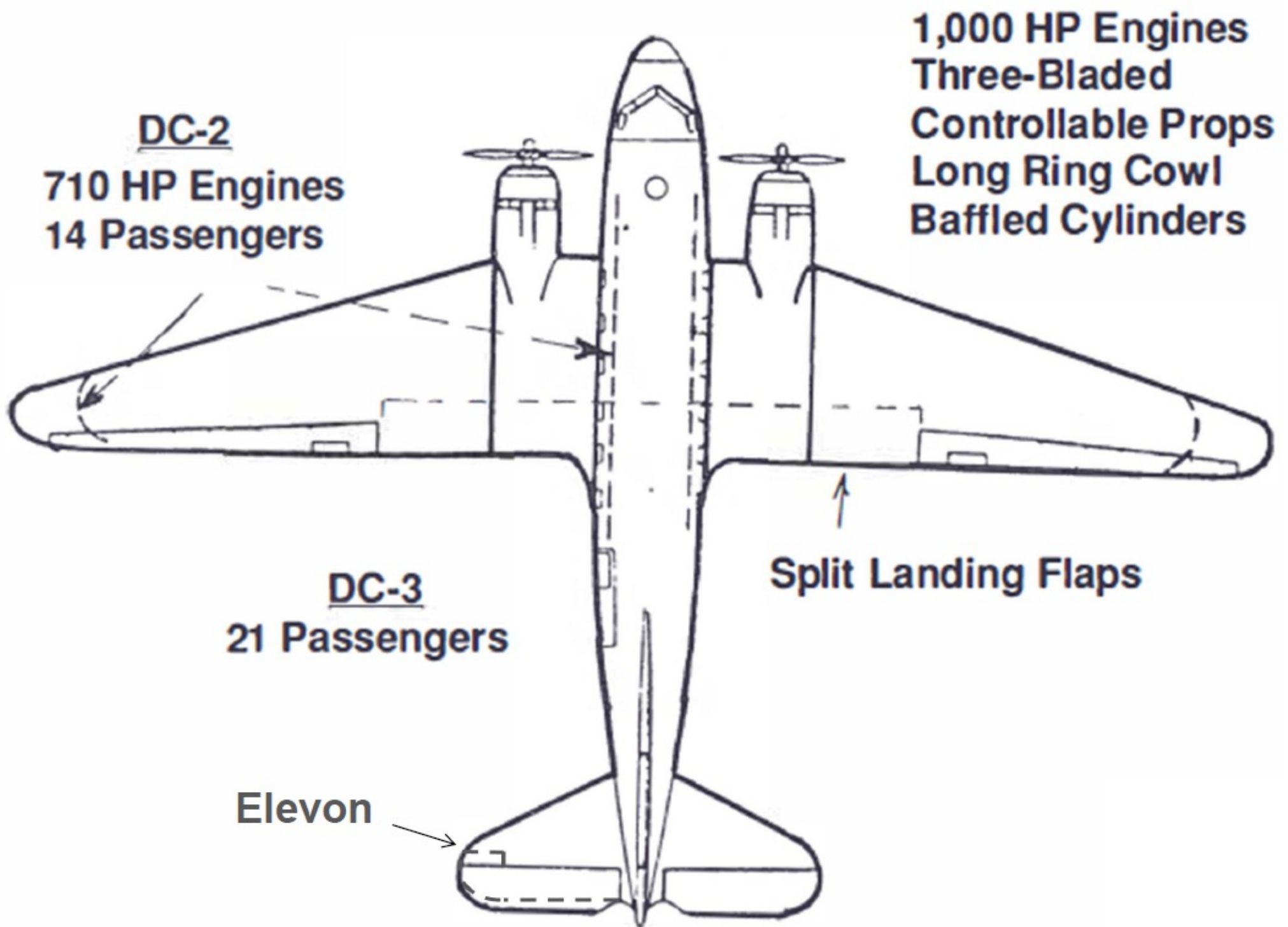
Em função do maior tamanho a distância de decolagem estava ficando excessiva mas isto foi resolvido com a adoção de uma motor maior (PW Wright SGR-1820-G (1000hp)).

Ao final a estimativa inicial da equipe da AA, era de que existiria 85% de comunalidade entre o DC-2 e DC-3 porém após o estudo preliminar da Douglas este numero ficou em somente 10%. Foi uma aeronave praticamente nova.

C. R. Smith da AA, confirmou em 8 de Julho de 1935 uma ordem inicial de 10 aeronaves conforme previamente combinado com Douglas.

História do DC-3: O Projeto Conceitual e Preliminar

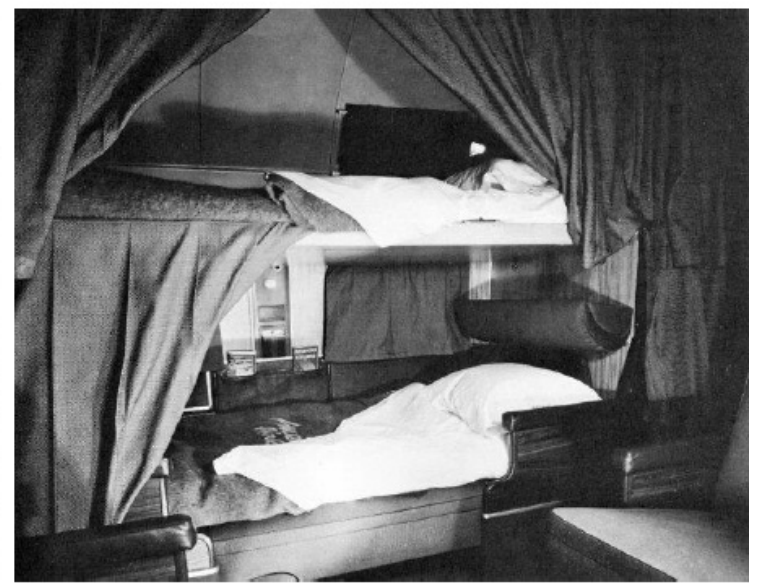
História do DC-3: Diferenças DC-2 e DC-3



História do DC-3: O Projeto Conceitual e Preliminar

História do DC-3: O Conceito DST

- 14 camas (7 beliches)
- Janelas pequenas para as beliches superiores .



História do DC-3: O Conceito de Airliner Moderno

Versão de passageiros com 21 a 28 assentos. Interior flexível para reconfigurações. Existiram até aeronaves na configuração 2 abreast de alto luxo com poltronas largas.

Entrada de passageiros traseira, com escada na porta.

Bagageiro traseiro e dianteiro (este com porta lateral externa para carregamento).

Galley para atendimento aos passageiros. Posteriormente galleys com sistema de aquecimento para almoço e jantar a bordo.

Duas comissárias de bordo (exigência que eram enfermeiras, e ainda sim, passavam por uma qualificação exigente).

Toalete traseiro (químico).

Aeronave muito segura e confiável para os padrões da época.

Primeira aeronave a efetivamente trazer lucro para o operador.

História do DC-3: O Conceito de Airliner Moderno

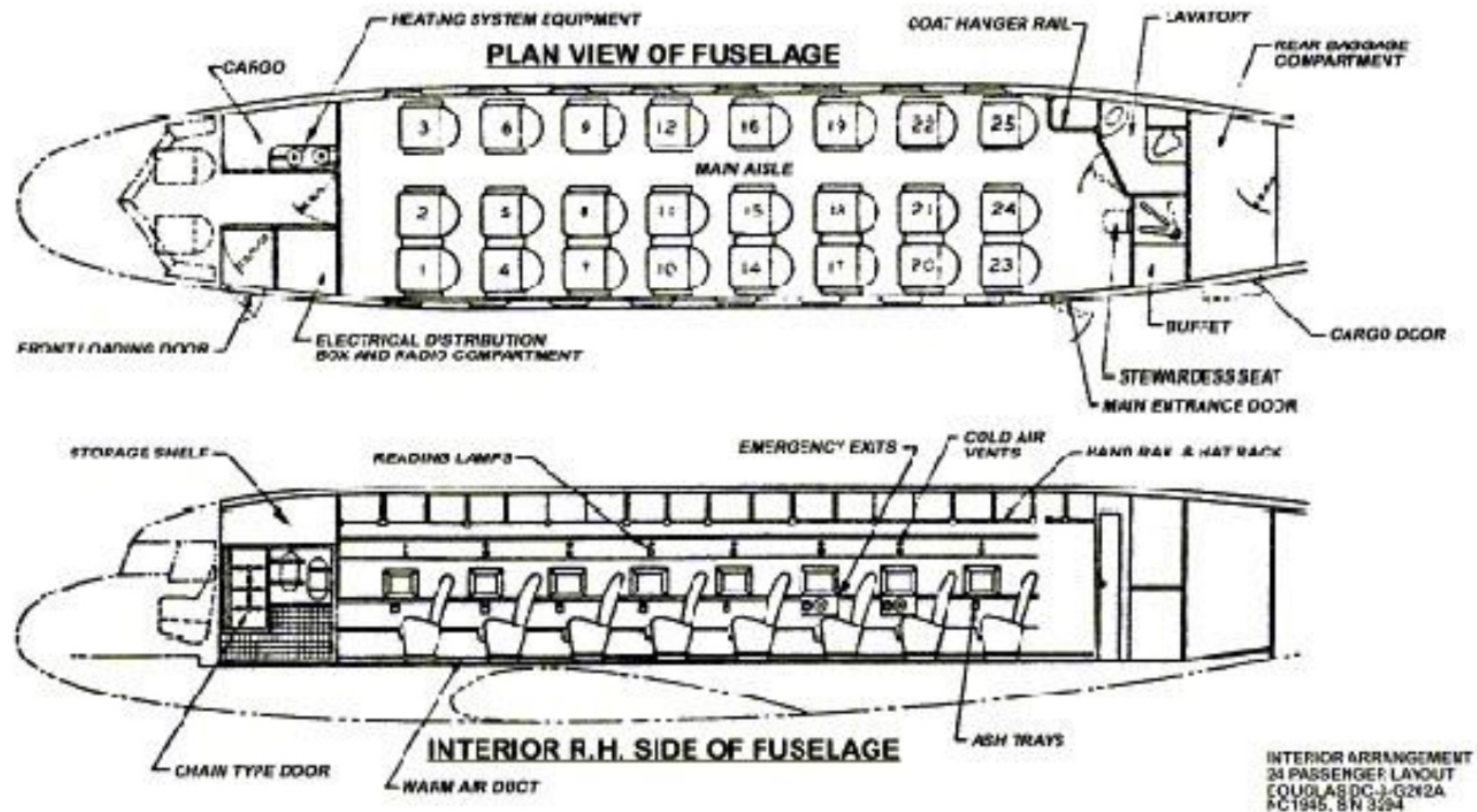


ILLUSTRATION 1 - The cabin layout of NC1945. Notice that there is no seat number 13 as it was considered bad luck.

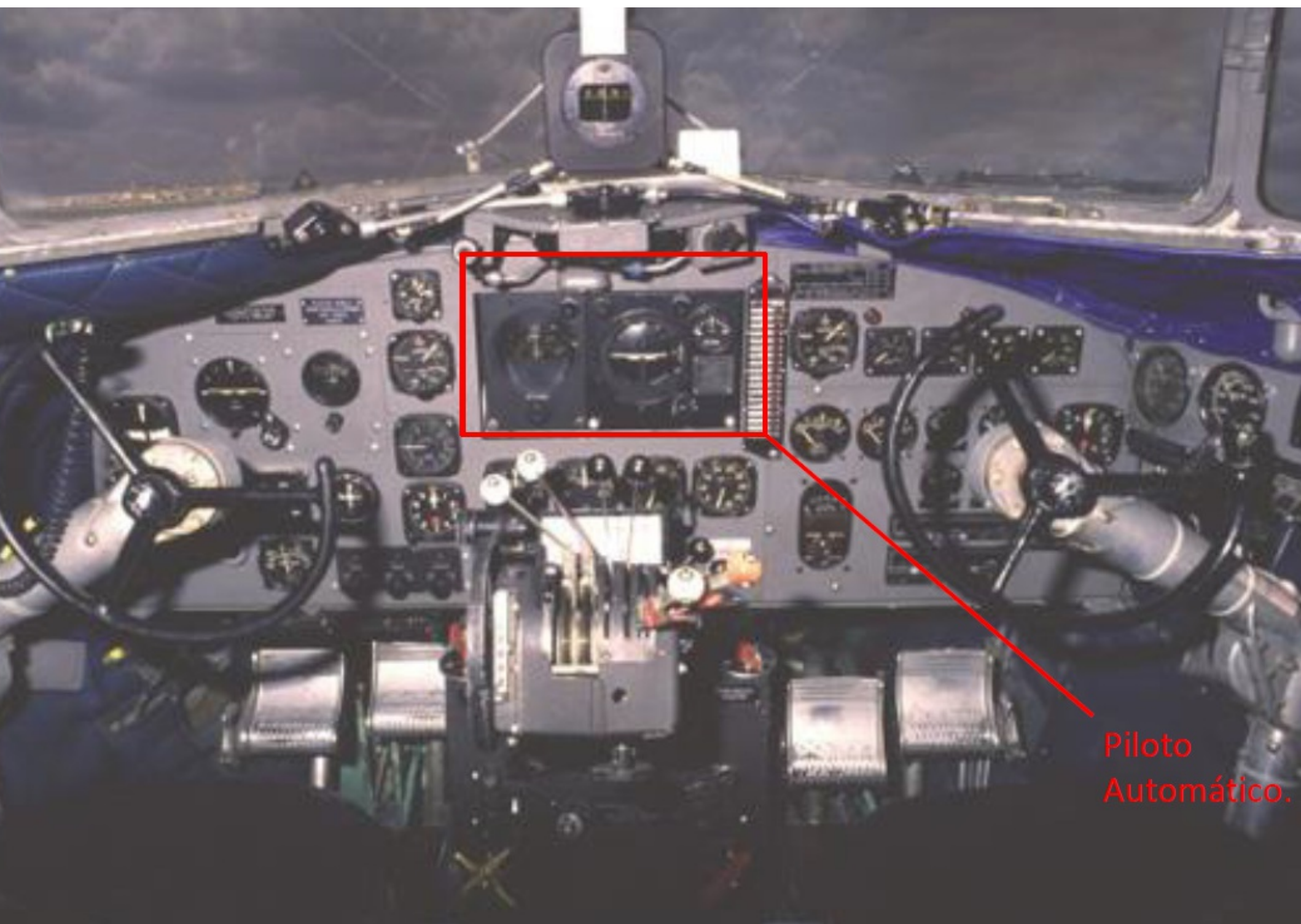
História do DC-3: O Conceito de Airliner Moderno



História do DC-3: O Conceito de Airliner Moderno



História do DC-3: O Conceito de Airliner Moderno

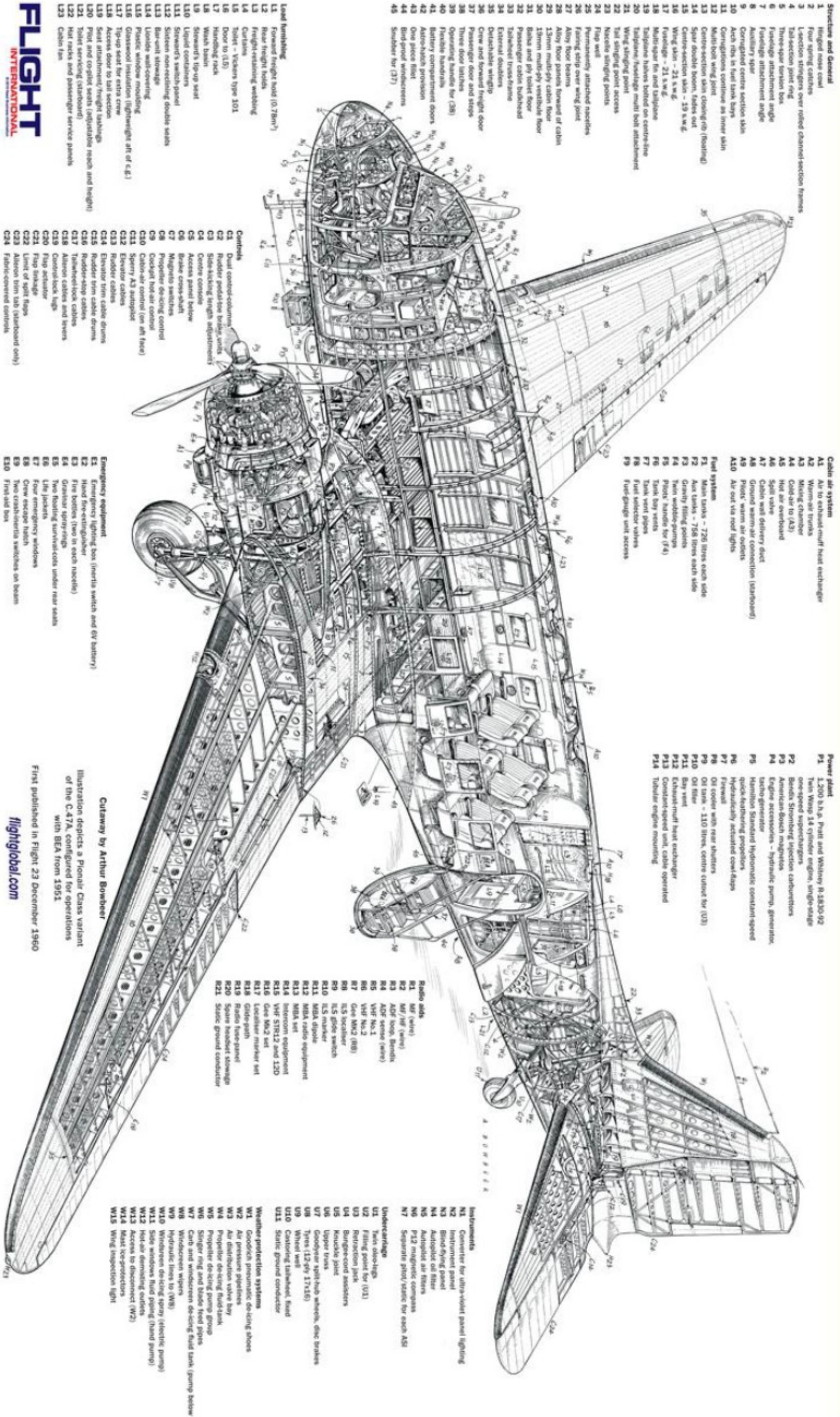


Piloto
Automático.

História do DC-3: O Conceito de Airliner Moderno

Douglas DC-3 - Cutaway

DOUGLAS C-47A (DAKOTA)



Structure and General

- 1 Hinged nose cone
- 2 Four spring catches
- 3 Location stringers over robed channel-section frames
- 4 Tail section joint ring
- 5 Three-spur vertical bolt
- 6 Fuselage attachment angle
- 7 Fuselage attachment angle
- 8 Auxiliary spar
- 9 Corrugated centre section skin
- 10 Arch ribs in fuel tank bays
- 11 Corrugations continue as inner skin
- 12 Multi-bolt wing joint
- 13 Centre-section skin clewing (floating)
- 14 Spar double boom, fades out
- 15 Centre-section skin - 19 s.w.g.
- 16 Wing skin - 21 s.w.g.
- 17 Fuelage - 21 s.w.g.
- 18 Multi-spar fin and tailplane
- 19 Tailplane hinges bolted on centre-line
- 20 Tailplane, fuselage multi-bolt attachment
- 21 Wing stringer point
- 22 Tail stringer point access
- 23 Nacelle stringer points
- 24 Flap well
- 25 Permanently attached nacelles
- 26 Facing strip over wing joint
- 27 Alloy floor beams
- 28 Alloy floor joints forward of cabin
- 29 13mm multi-ply cabin floor
- 30 18mm multi-ply vestibule floor
- 31 Ribs and ply sole floor
- 32 Passenger cabin bulkhead
- 33 Tailplane truss frame
- 34 External doublers
- 35 Detachable wingtip
- 36 Crew and forward freight door
- 37 Passenger door and steps
- 38 Three door latches
- 39 Operating handle for (38)
- 40 Flexible handrails
- 41 Battery compartment doors
- 42 Auto-hatch provision
- 43 One piece float
- 44 Bond-ground wire/cables
- 45 Shoulder for (37)

Cabin air system

- A1 Air to exhaust-muff heat exchanger
- A2 Warm-air turbine
- A3 Mixing chamber
- A4 Cold air to (A3)
- A5 Hot air overboard
- A6 Split valve
- A7 Cabin vent delivery duct
- A8 Ground warm-air connection (starboard)
- A9 Pilot's warm air outlets
- A10 Air out via roof lights

Power plant

- P1 1,200 h.p. Pratt and Whitney R-2800-92
- P2 Twin Whisp 34 cylinder engine, single-stage one-speed superchargers
- P3 Bendix Stromberg injection carburetors
- P4 American-Bosch magnetos
- P5 Engine accessories - hydraulic pump, generator, tachogenerator
- P6 Hamilton Standard hydraulic constant-speed quick-changing propellers
- P7 Hydraulically actuated cow-flaps
- P8 Fuelvalve
- P9 Oil cooler with rear shutters
- P10 Oil tank - 110 litres, centre cabinet for (U3)
- P11 Oil filter
- P12 Bay vent
- P13 Exhaust-muff heat exchanger
- P14 Constant speed unit, cable operated
- P15 Tubular engine mounting

Undercarriage

- U1 Two oleo-legs
- U2 Filling point for (U1)
- U3 Restriction jacks
- U4 Burge-reed assemblies
- U5 Kneuckle joint
- U6 Upper track
- U7 Good-year split-hub wheels, disc brakes
- U8 Tyres (12-ply 17x16)
- U9 Wheel well
- U10 Centring lathwheel, fixed
- U11 Static ground conductor

Lead handling

- L1 Forward freight hold (0.78m³)
- L2 Rear freight hold
- L3 Freight-retaining webbing
- L4 Curtains
- L5 Trolley - Vickers type 101
- L6 Door to (L5)
- L7 Handing rack
- L8 Wash basin
- L9 Steward's tip-up seat
- L10 Liquid containers
- L11 Steward's switch panel
- L12 Sixteen non-reclining double seats
- L13 Bar-wait storage
- L14 Luggage storage
- L15 Plastic window moulding
- L16 Glasswool insulation (lightweight art of c.f.)
- L17 Tip-up seat for extra crew
- L18 Access door to tail section
- L19 Seat attachment/weight lashing
- L20 Pilot and copilot seats (adjustable reach and height)
- L21 Toilet servicing (starboard)
- L22 Hot racks and passenger service panels
- L23 Cabin fan

Controls

- C1 Dual control-columns
- C2 Rudder pedal toe brake, with side-actuating length adjustment
- C3 Centre console
- C4 Access panel below
- C5 Brake cross-shaft
- C6 Magneto switches
- C7 Propeller de-icing control
- C8 Cockpit hot-air control
- C9 Cabin-air control (on left face)
- C10 Sperry A3 autopilot
- C11 Elevator cables
- C12 Rudder cables
- C13 Elevator trim cable drums
- C14 Rudder trim cable drums
- C15 Rudder stop cables
- C16 Tailwheel-stop cables
- C17 Tailwheel-stop cables
- C18 Aileron cables and levers
- C19 Control lock levers
- C20 Flap actuator
- C21 Flap snapper
- C22 Limit of flap flags
- C23 Aileron trim tab (starboard only)
- C24 Fabric-covered controls

Emergency equipment

- E1 Emergency lighting box (inserts switch and for battery)
- E2 Flood fire-extinguisher
- E3 Fire bottles (two in each nacelle)
- E4 Granular spray-rings
- E5 Two floating survival-cots under rear seats
- E6 Life jackets
- E7 Four emergency windows
- E8 Crew escape hatch
- E9 Two crash-handles switches on beams
- E10 First-aid box

Radio aids

- R1 AM (voice)
- R2 AM/FM (voice)
- R3 ADF loop, Bendix
- R4 ADF sense (new)
- R5 VHF No.1
- R6 VHF No.2
- R7 Gen MK2 (88)
- R8 ILS receiver
- R9 ILS glide switch
- R10 ILS marker
- R11 MHA radio equipment
- R12 MHA radio equipment
- R13 MHA set
- R14 Intronon equipment
- R15 VHF STW12 and 12D
- R16 Gen MK2 set
- R17 Locator marker set
- R18 Gide-path
- R19 Radio face-panel
- R20 Spare headset, slow-wave
- R21 Static ground conductor

Instrument

- I1 Converter for ultra-violet panel lighting
- I2 Instrument panel
- I3 Blind-flying panel
- I4 Autolight oil filter
- I5 Autolight air filter
- I6 P12 magnetos compass
- I7 Separate pilot, static for each ASI

FLIGHT
INTERNATIONAL

Illustration depicts a Pioneer Class variant of the C-47A, configured for operations with BEA from 1951.

First published in Flight 23 December 1960

flightglobal.com

História do DC-3: O Conceito de Airliner Moderno

História do DC-3: Versão Super DC-3 (ou DC-3S)



An overlay of the Super DC-3 on the original DC-3 emphasizes the profound aeronautical changes.

Fabricados no final dos anos 1940, somente cinco aeronaves, sendo três operadas por linhas aéreas.



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

- **NACA Cowling (Carenagem dos motores radiais);**
- **Stressed Metal Skin. Conceito semi-monocoque em liga de alumínio;**
- **Aerodinâmica - Ensaio em Túnel da Configuração Completa;**
- **Aerodinâmica - Fillets Asa-Fuselagem (Ensaio e Túnel);**
- **Hélices de Passo Variável;**
- **Propulsão: Evolução dos motores da Pratt Whitney;**
- **Trem de Pouso Retrátil (patenteado);**
- **Sistemas: Primeira aeronave equipada com piloto automático, aquecimento de cabine e sistema de atenuação sonora;**
- **Sistema de proteção contra gelo (De-Ice Systems da B.F. Goodrich)**

História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

NACA Cowling (Carenagens dos Motores Radiais)

Technical Report No 313 (1929)

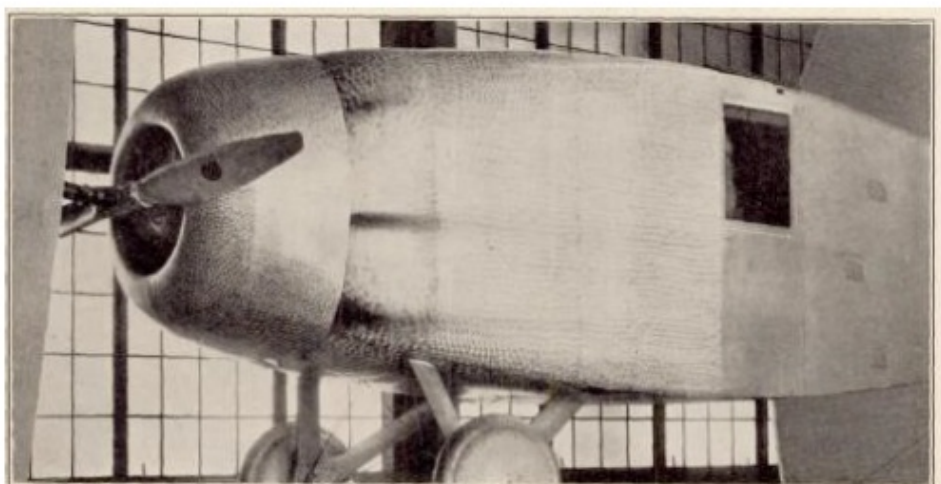
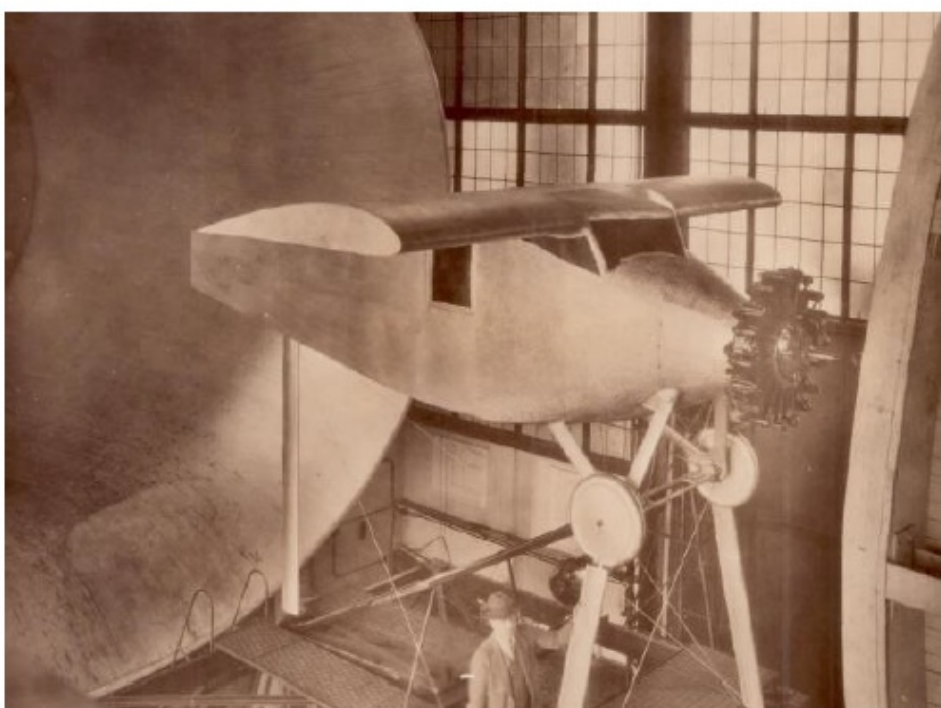
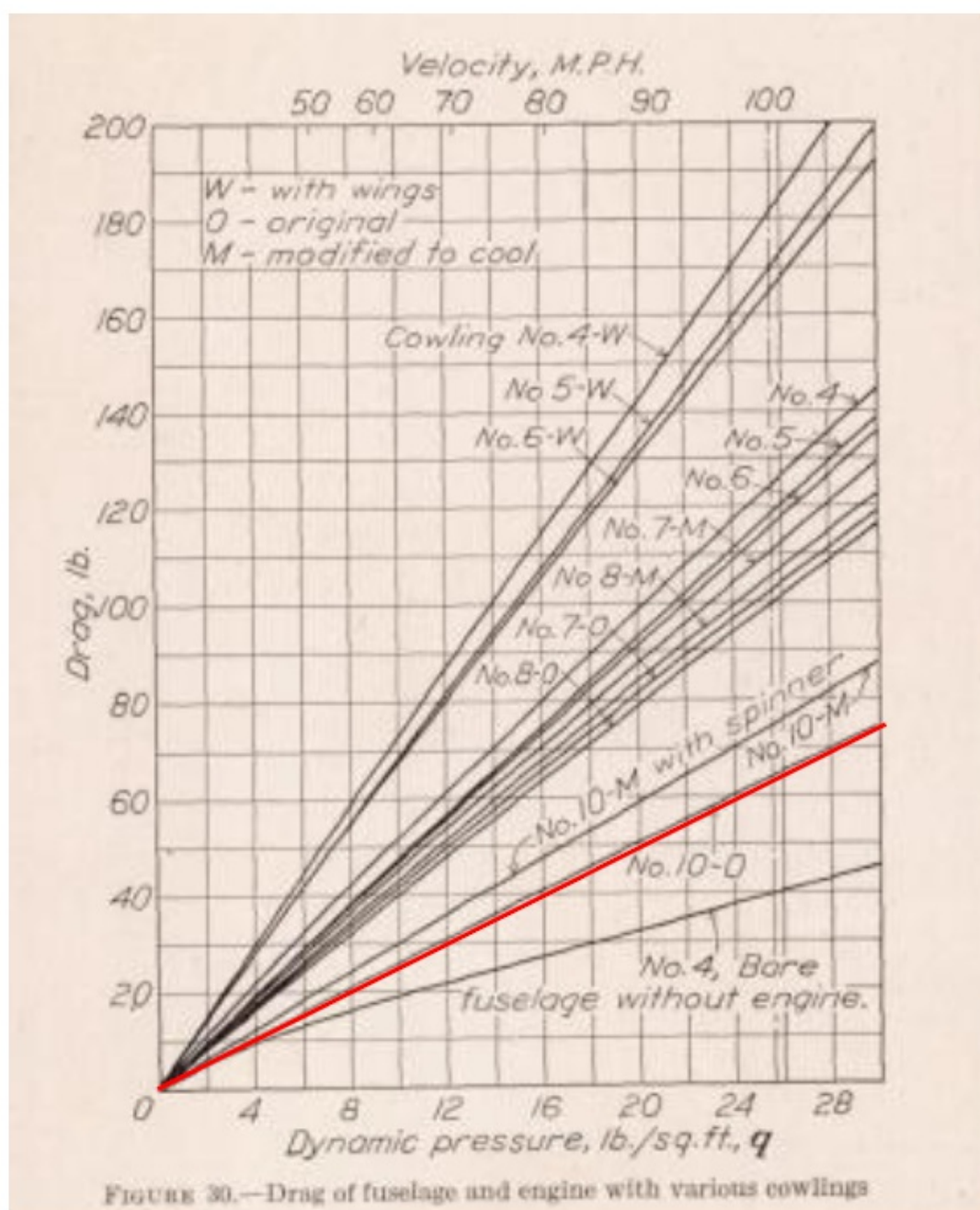


FIGURE 29.—Cowling No. 10



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

NACA Cowling (Carenagens dos Motores Radiais)

Technical Report No 313 (1929)

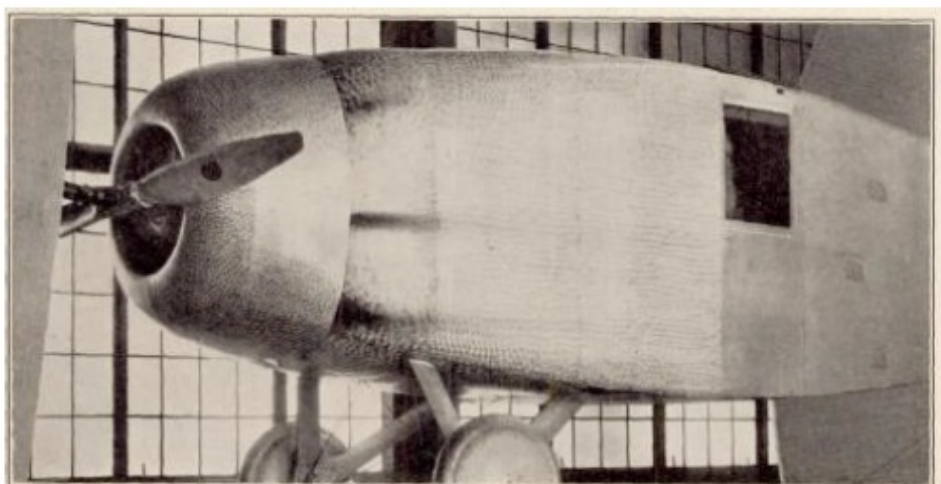
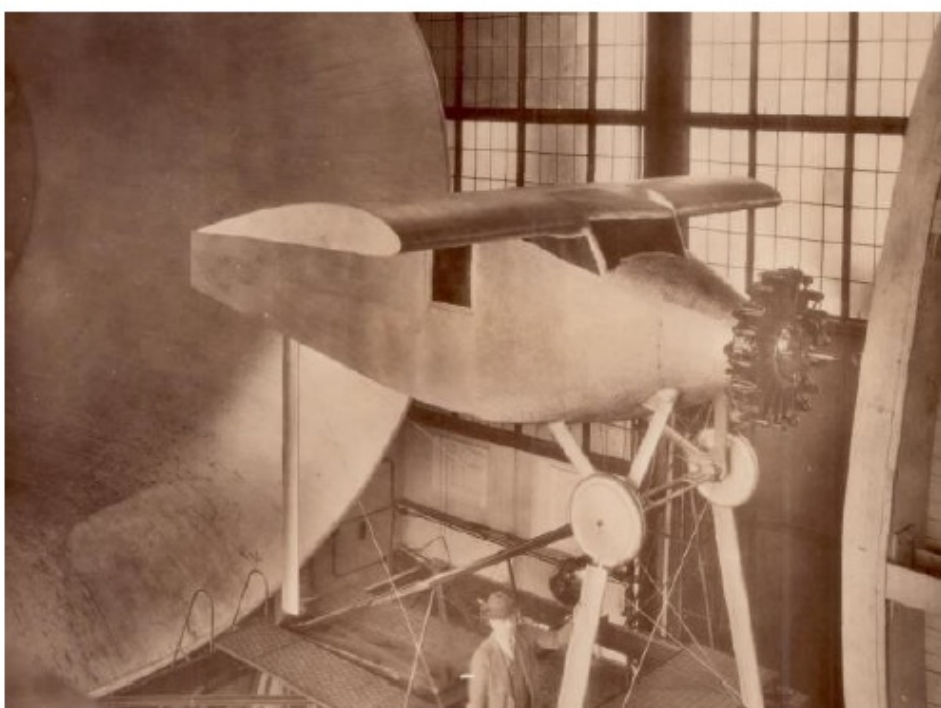
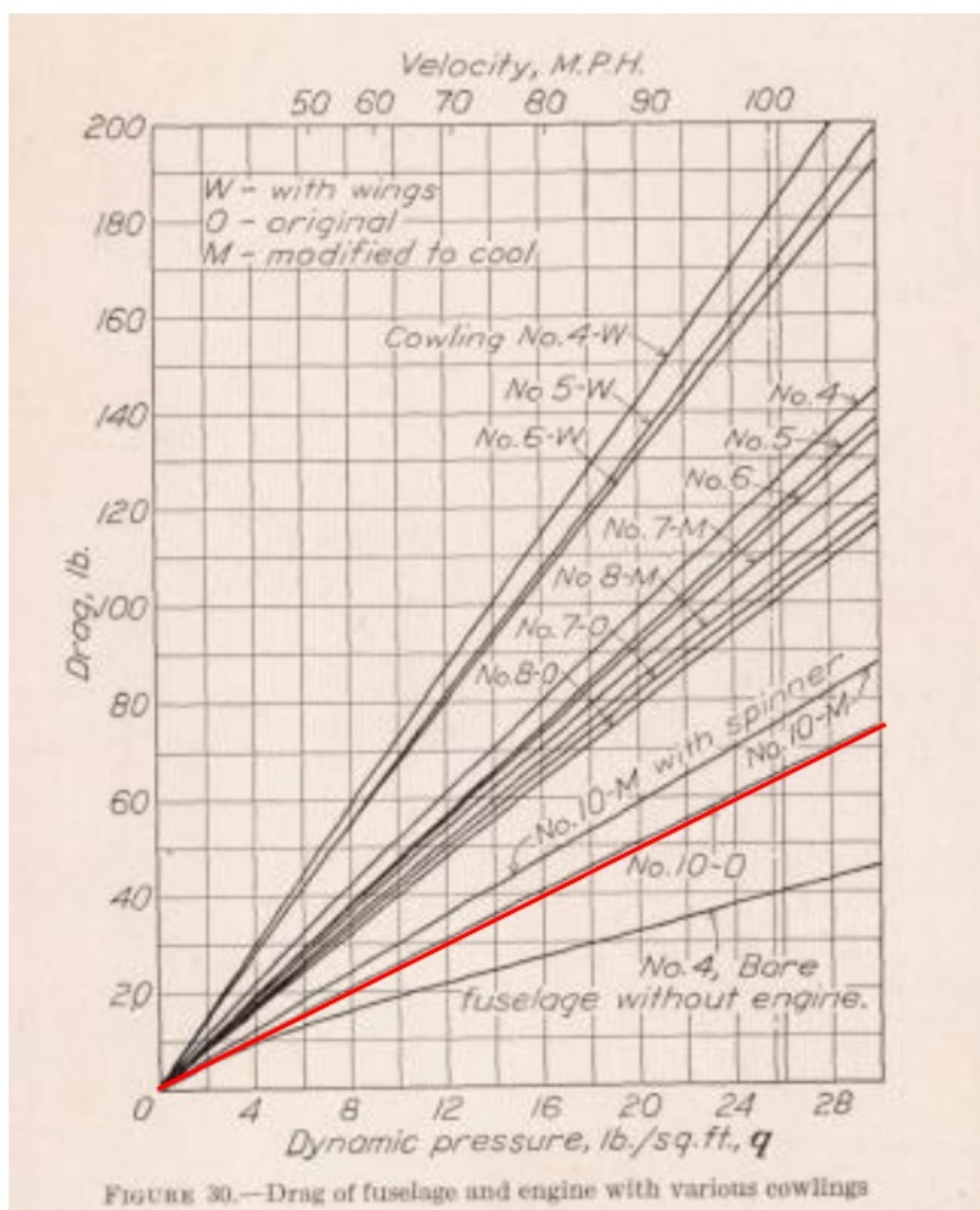


FIGURE 29.—Cowling No. 10



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

NACA Cowling (Carenagens dos Motores Radiais)

Curtiss AT-5A Hawk (Usado pela NACA em 1928)



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

NACA Cowling (Carenagens dos Motores Radiais)



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?



- **Stressed Metal Skin.** Conceito semi-monocoque em liga de alumínio

Primeira aeronave totalmente metálica fabricada nos EUA foi o Northrop Alpha, em 1930. Desenvolvida por Jack Northrop.

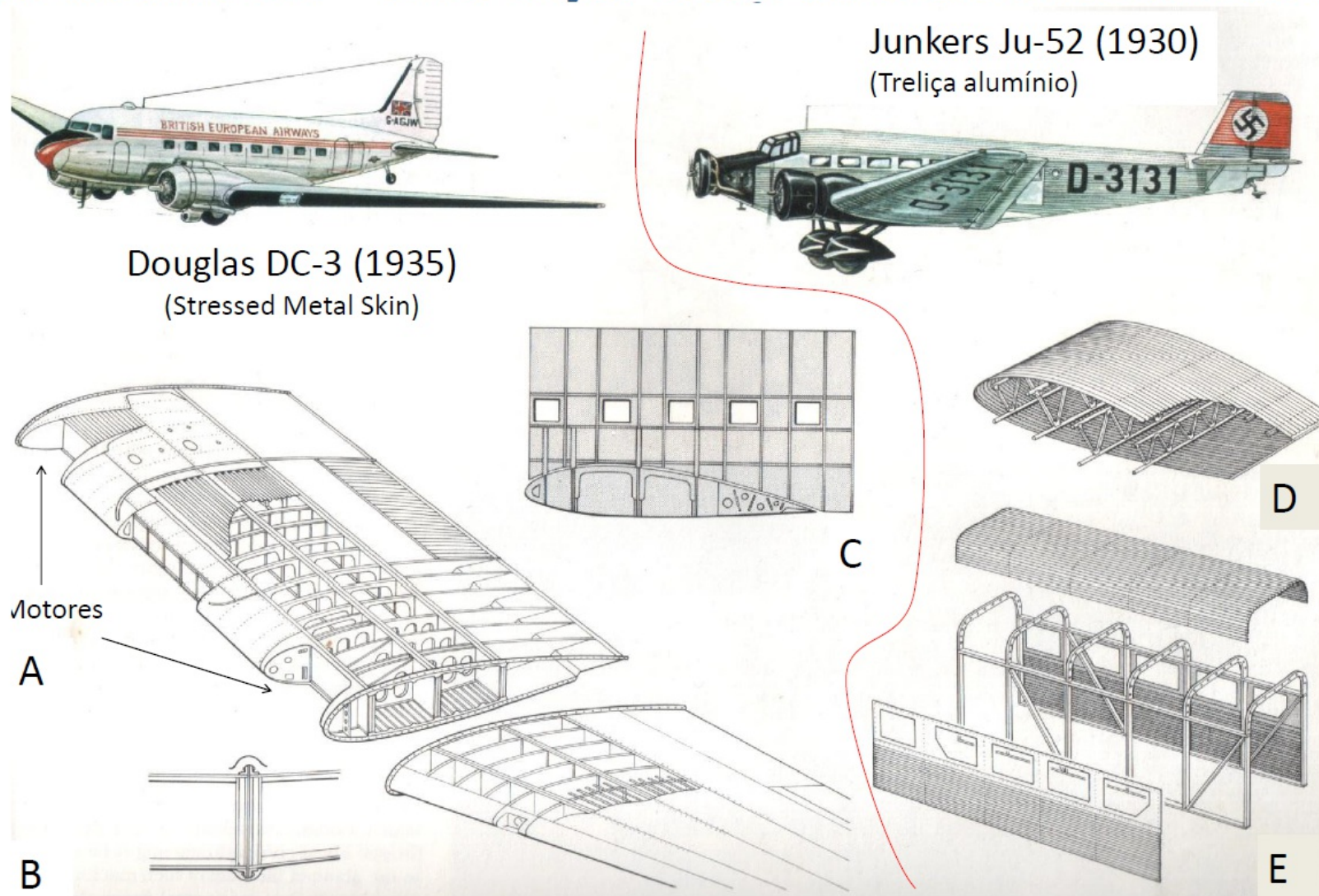
Esta aeronave utilizava uma asa composta por nervuras, longarinas e reforçadores, com revestimento em chapa de liga de alumínio (duraluminium) cravando e unindo todos estes elementos. Conceito conhecido como semi-monocoque. É uma estrutura rígida e muito leve.

Como a empresa de Northrop não deu muito certo, ele se viu forçado a vendê-la para United Aircraft and Transport Corporation, um consórcio de empresas fundado por William Boeing (em 1929).

Como Jack Northrop havia trabalhado na Douglas Aircraft em 1923, e tinha ótimas relações com Donald Douglas o conceito de estrutura semi-monocoque foi incorporado no DC-1 (1932).

História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Stressed Metal Skin – Diferenças entre aeronaves metálicas da época

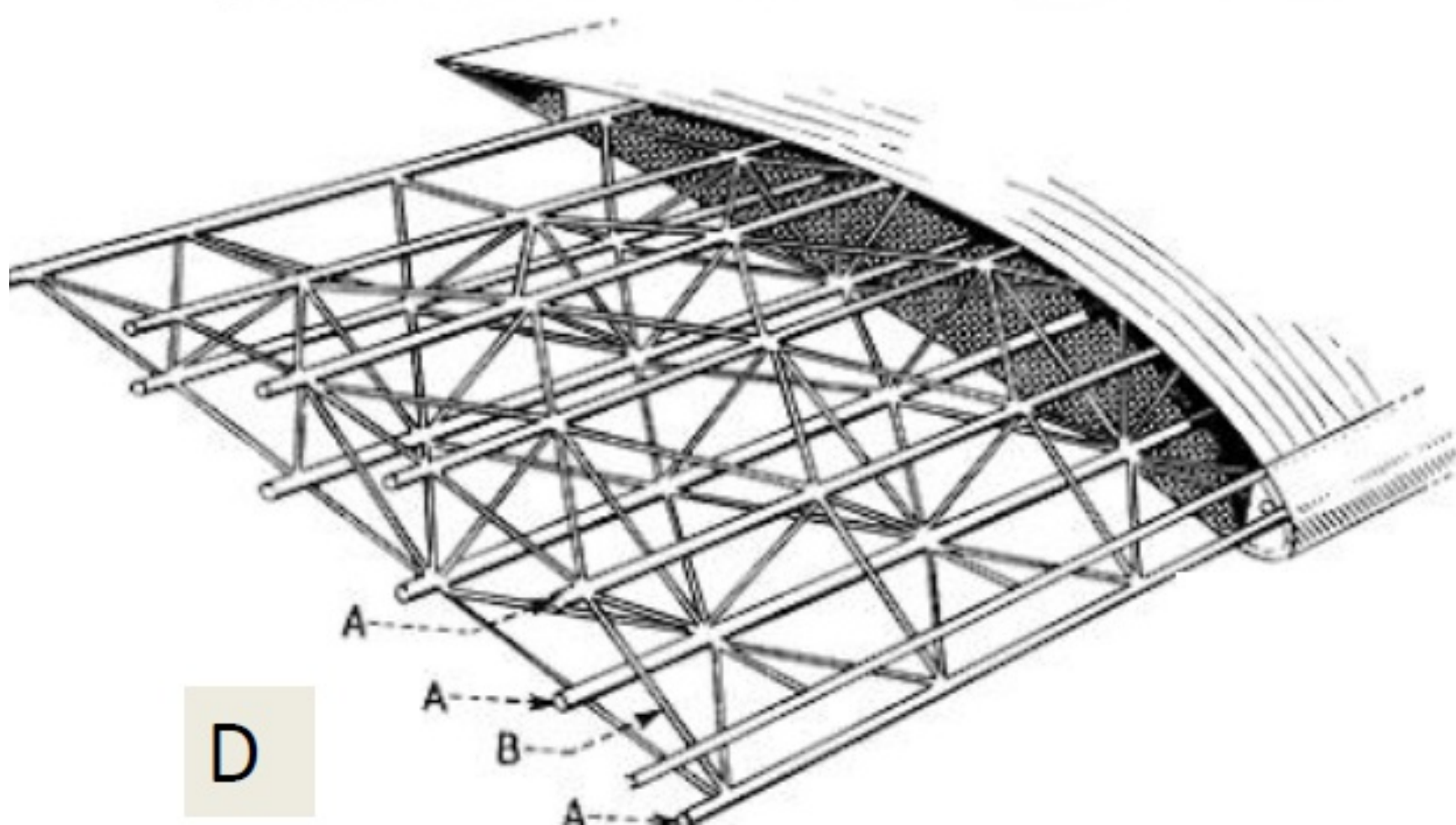


Douglas DC-3 (Stressed Metal Skin)



DC-3 (Junção painel externo da asa)

Junkers Ju-52 (Treliça alumínio)



Fuselagem do C-47 Skytrain

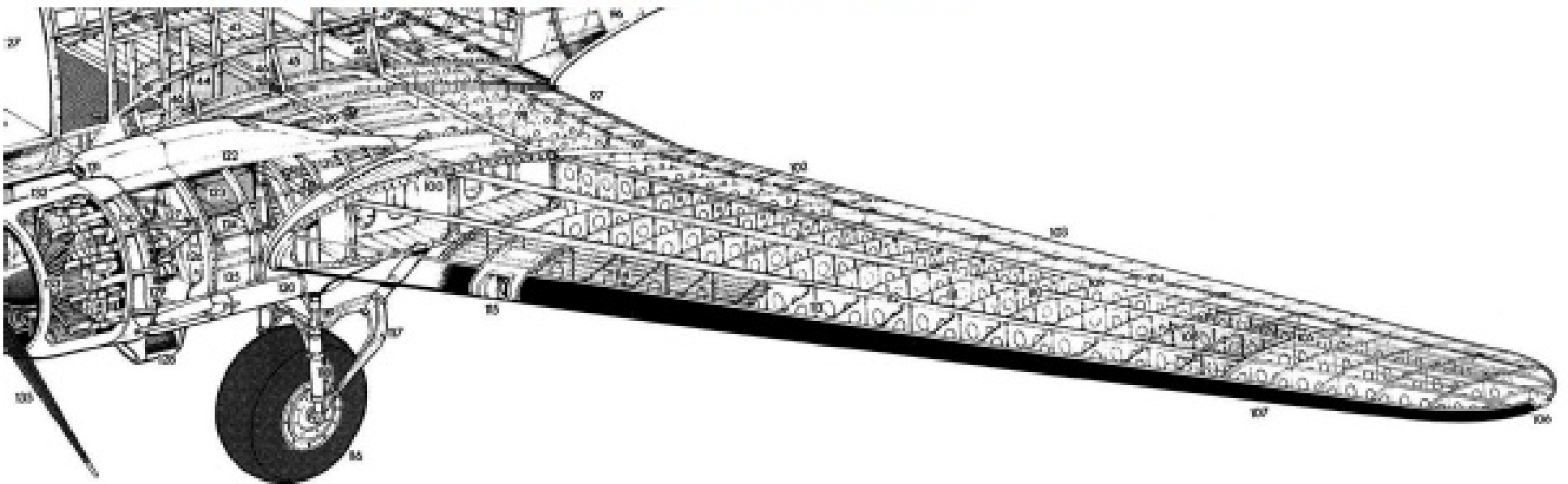


História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Intradorso da Asa do DC-3



Observem as janelas de inspeção, o que facilita muito a manutenção.



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

- **Aerodinâmica - Ensaios em Túnel da Configuração Completa**

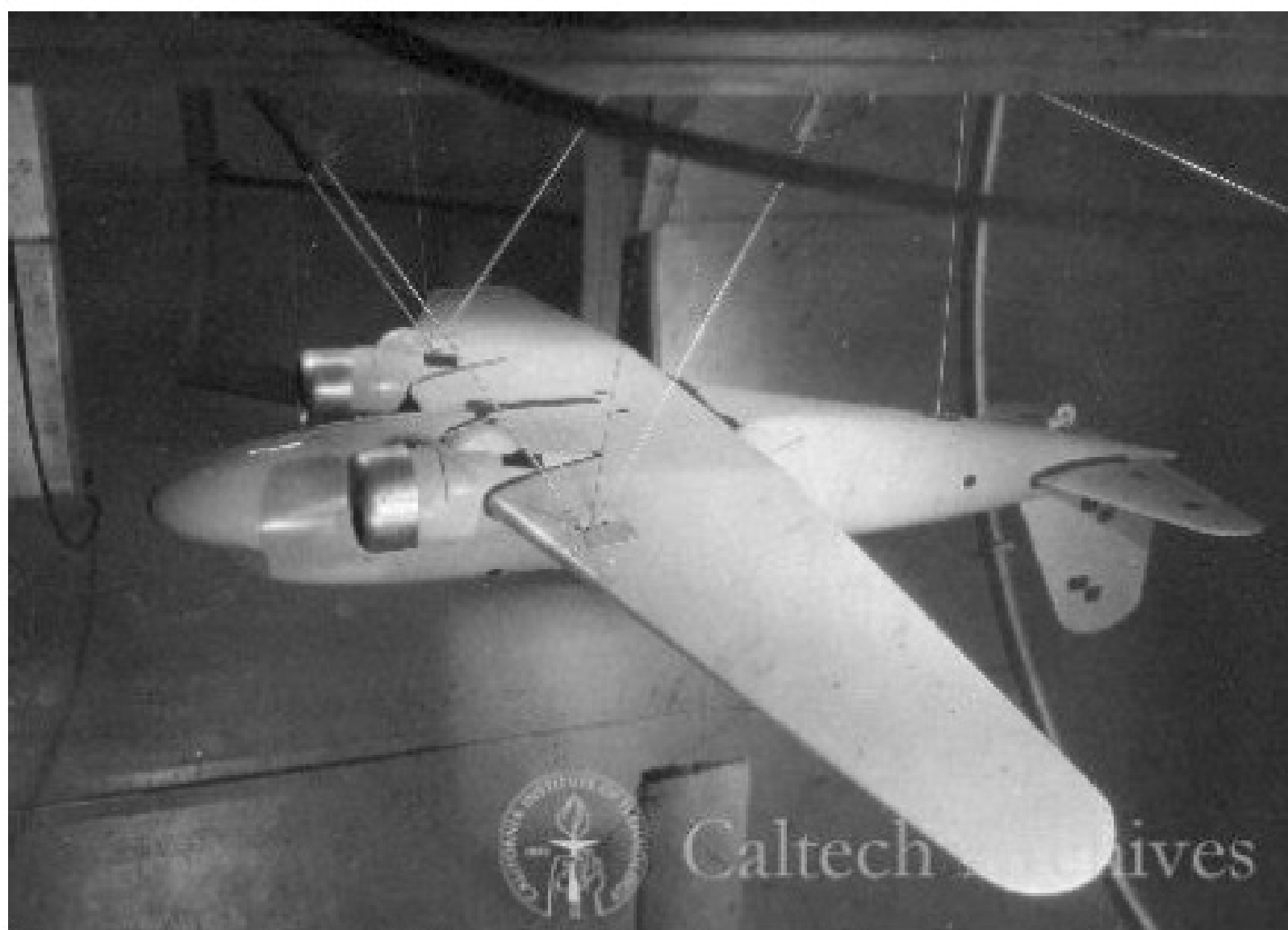
Os Ensaios em Túnel para os modelos DC-1 até o DC-3, definiram os seguintes pontos:

1. Forma em planta da asa. No início a aeronave não era termos laterais e até longitudinais, satisfatoriamente estável em.(1) A asa foi enflechada positivamente de forma que seu bordo de fuga ficasse reto. Isto resolveu o problema.
2. Posição dos motores, mostrando que instalado a frente das asas e com esbeltez de carenagens suficientes, o arrasto era reduzido.
3. Pontas de asa para o DC-3 (pontas mais afiladas e com menor raio).
4. Fillets asa fuselagem, bem como geometria da fuselagem traseira.
5. Dianteira da aeronave, e windshield (geometria do pára-brisas).
6. Modificações no leme de direção (balanceamento) e profundares.

Clark Millikan e Bailey Oswald com o modelo do DC-1 no tunel de vento GALCIT 10' (3m)



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Video excelente sobre o desenvolvimento do DC-3:
<https://www.youtube.com/watch?v=HIQDVLOVWu8>

Aerodynamics - Wind Tunnel Testing (Complete Configuration)



Aerodynamics – Fillets DC-1 and DC-2

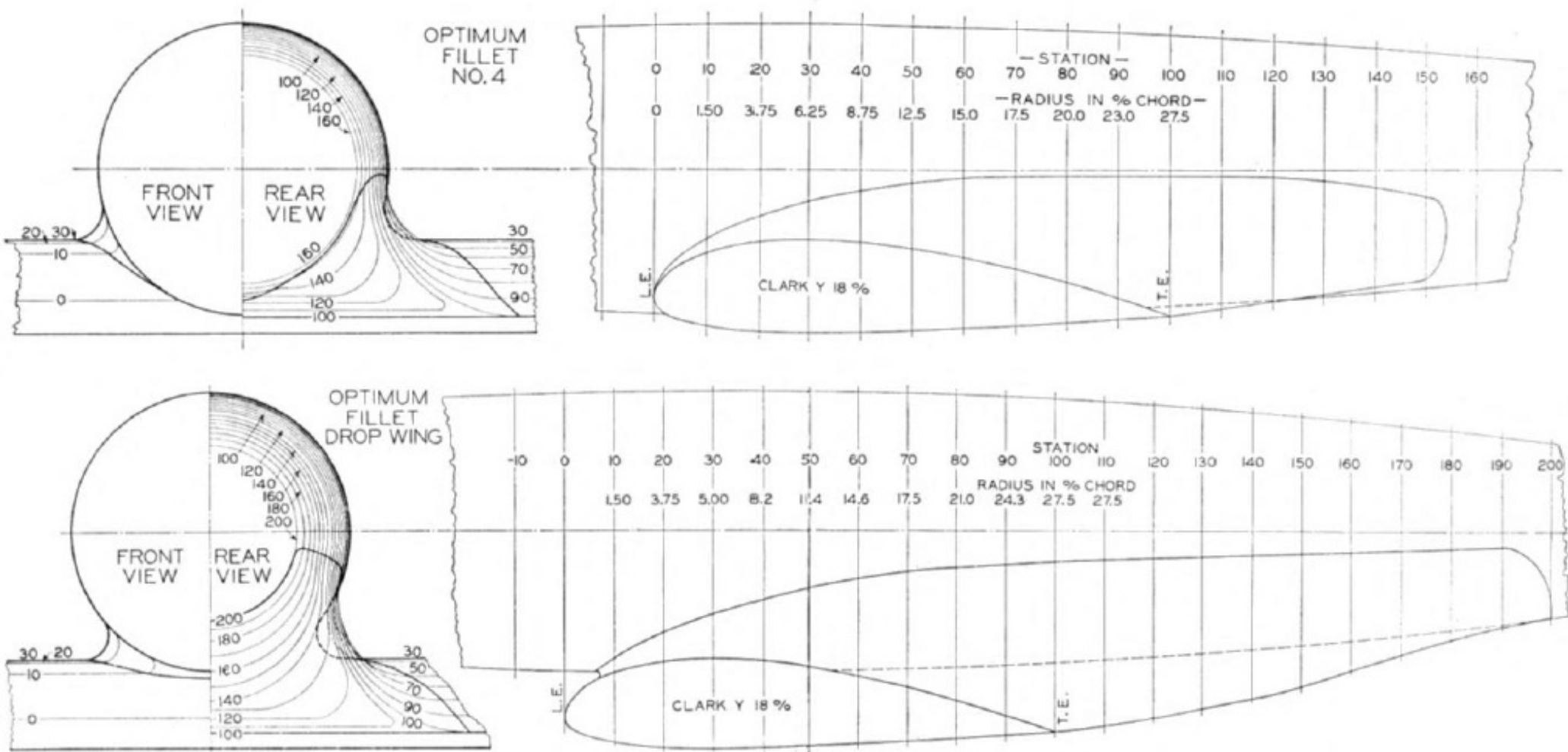


FIG. 5 LINES OF THE WRONG FILLET NO. 2, OPTIMUM FILLET NO. 4, AND FILLET D OF THE DROPPED WING

Aerodynamics – Fillets DC-1 and DC-2

Redução de 1.8% no arrasto e aumento de C_L de 1.27 para 1.34.

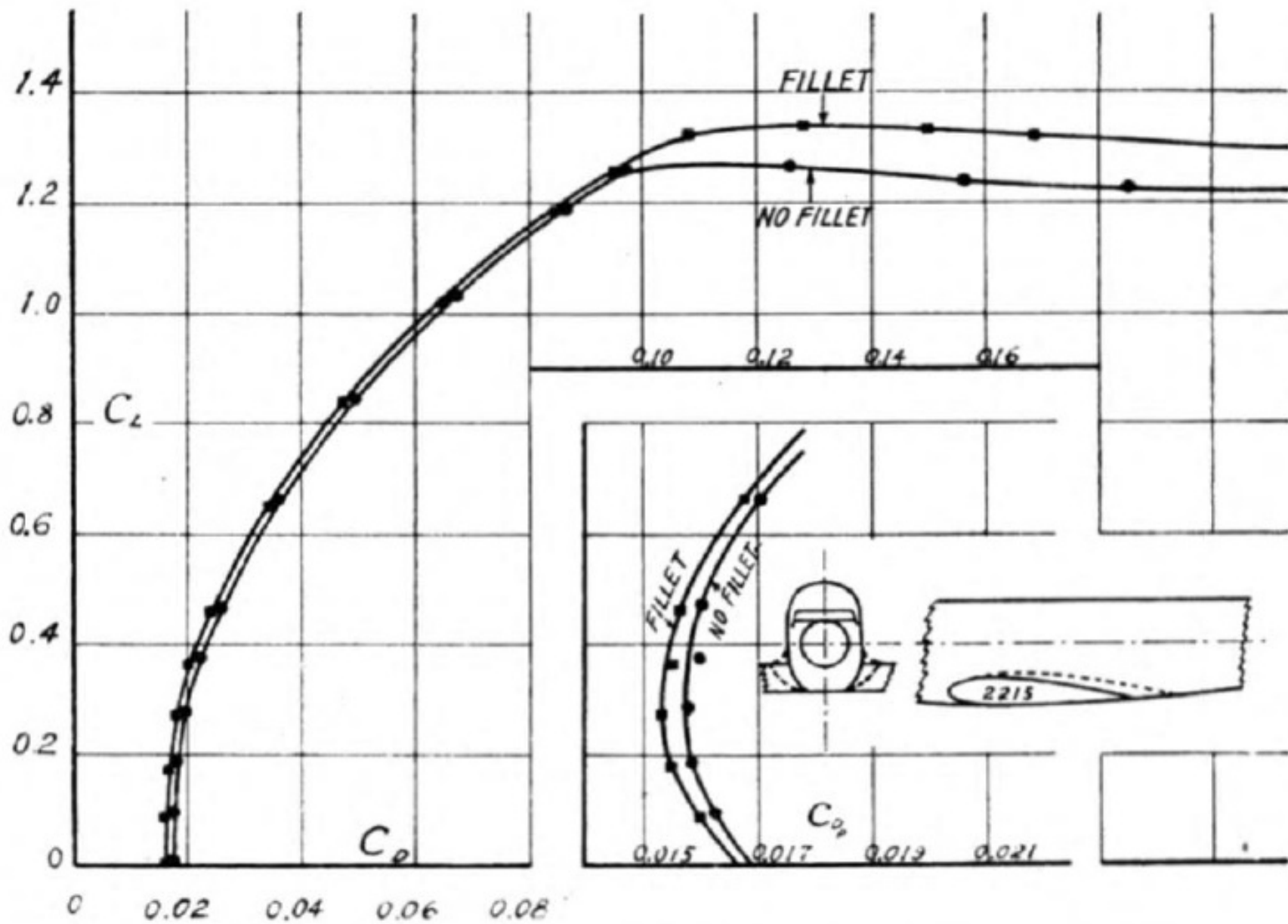


FIG. 15 LIFT AND DRAG POLAR CURVES FOR THE CASE OF A FUSELAGE WING COMBINATION IN WHICH THE FUSELAGE IS STRAIGHT SIDED

História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Lofting TODO em alumínio! Observem a geometria e a conformação necessária.



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Hélices de Passo Variável - Douglas DC-1 (counterweight-type, controllable pitch propeller)

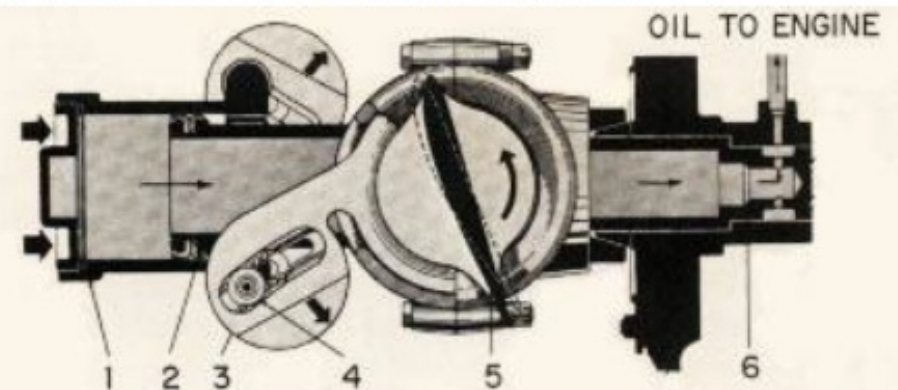
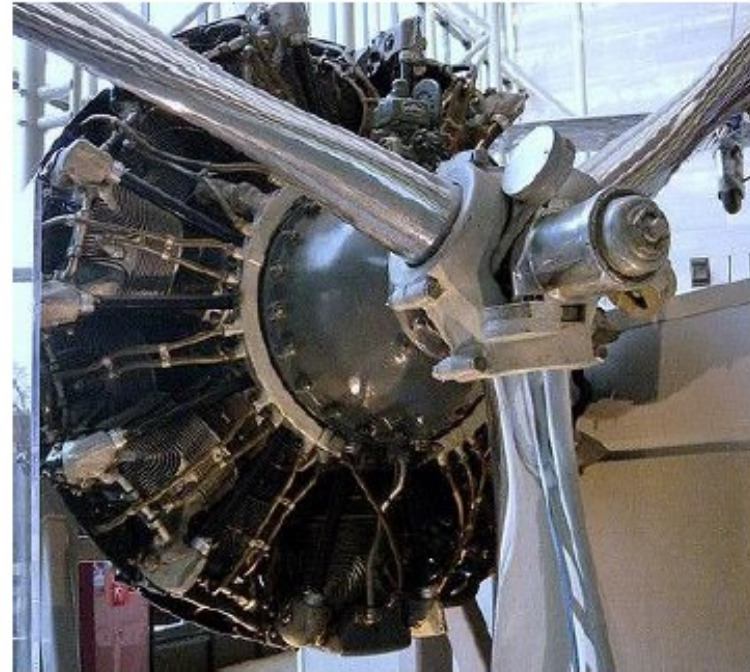


Diagram of Controllable Two Position Pitch Mechanism

(1) Propeller cylinder, (2) propeller piston, (3) propeller counterweight and bracket, (4) propeller counterweight shaft and bearing, (5) propeller blade, (6) engine propeller shaft.

História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

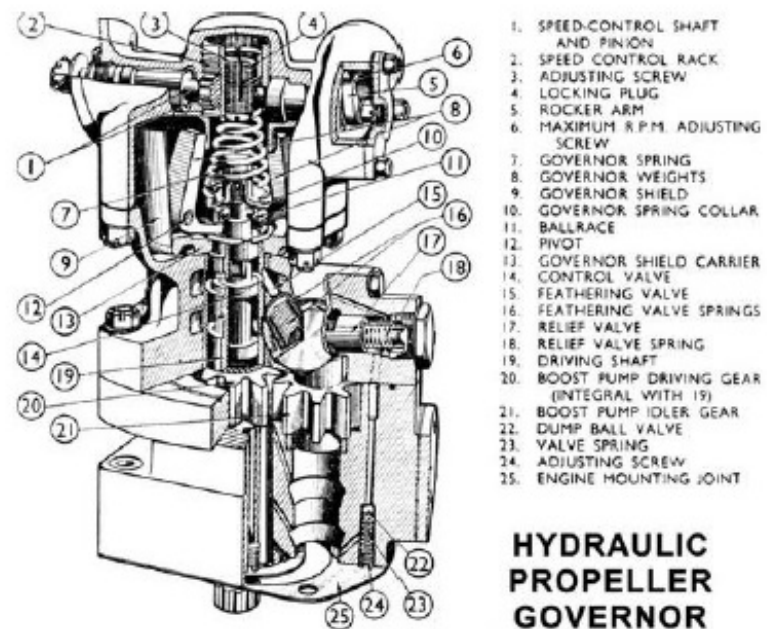
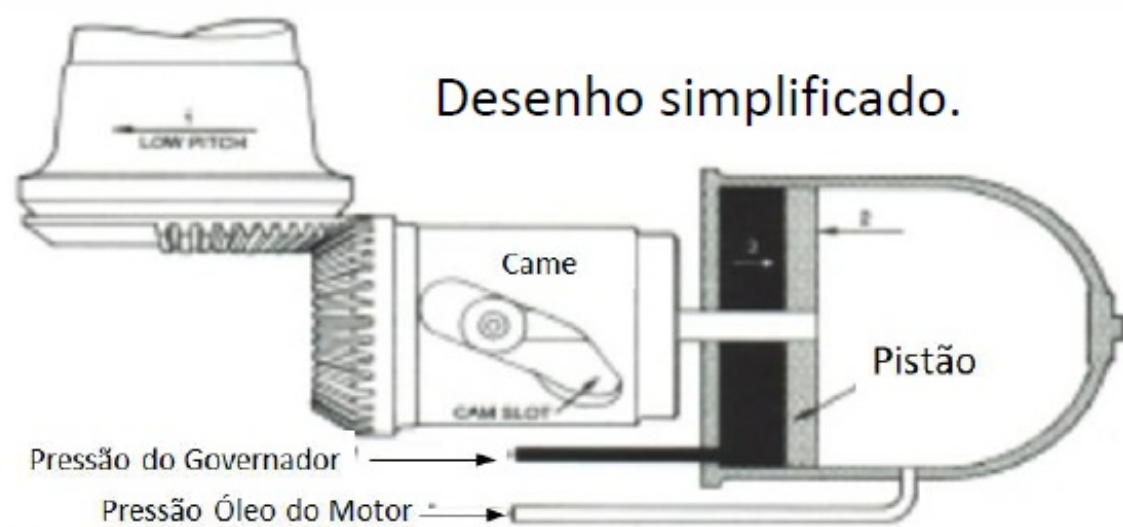
Hélices de Passo Variável - Douglas DC-3

3 pás [Hamilton Standard 23E50](#), 11 ft 6 in (3.5 m) diâmetro (após 1938)

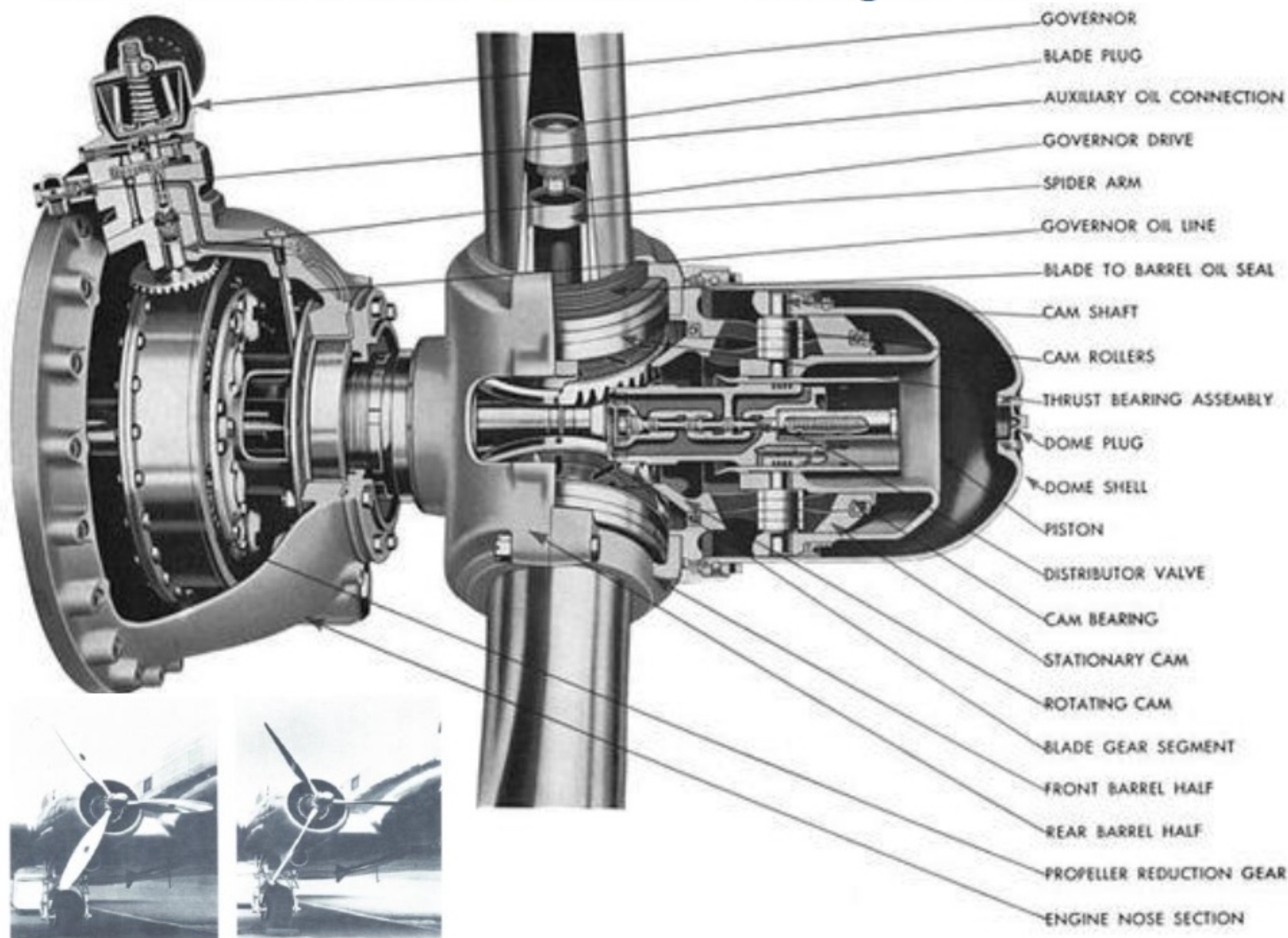


Hélice projetada no início da década de 1930 pela equipe de Frank W. Caldwell da Hamilton Standard.

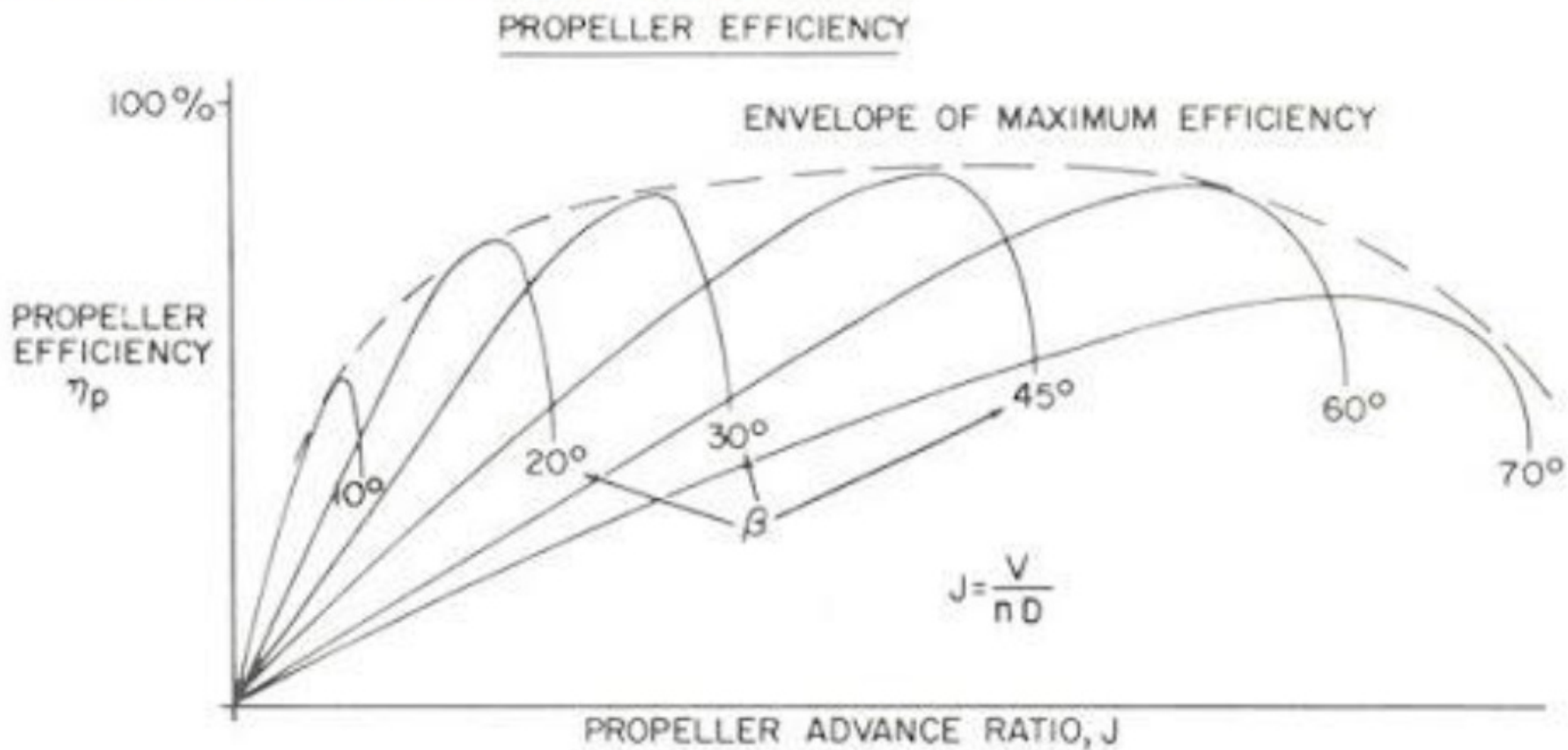
Este desenvolvimento foi tão impactante para a indústria aeronáutica que eles ganharam o [Collier Trophy](#) de 1933.



Hélices de Passo Variável - Douglas DC-3



Hélices de Passo Variável



The Razão de Avanço (**J**) é uma termo não dimensional dado por:

$$J = V_T / n.D$$

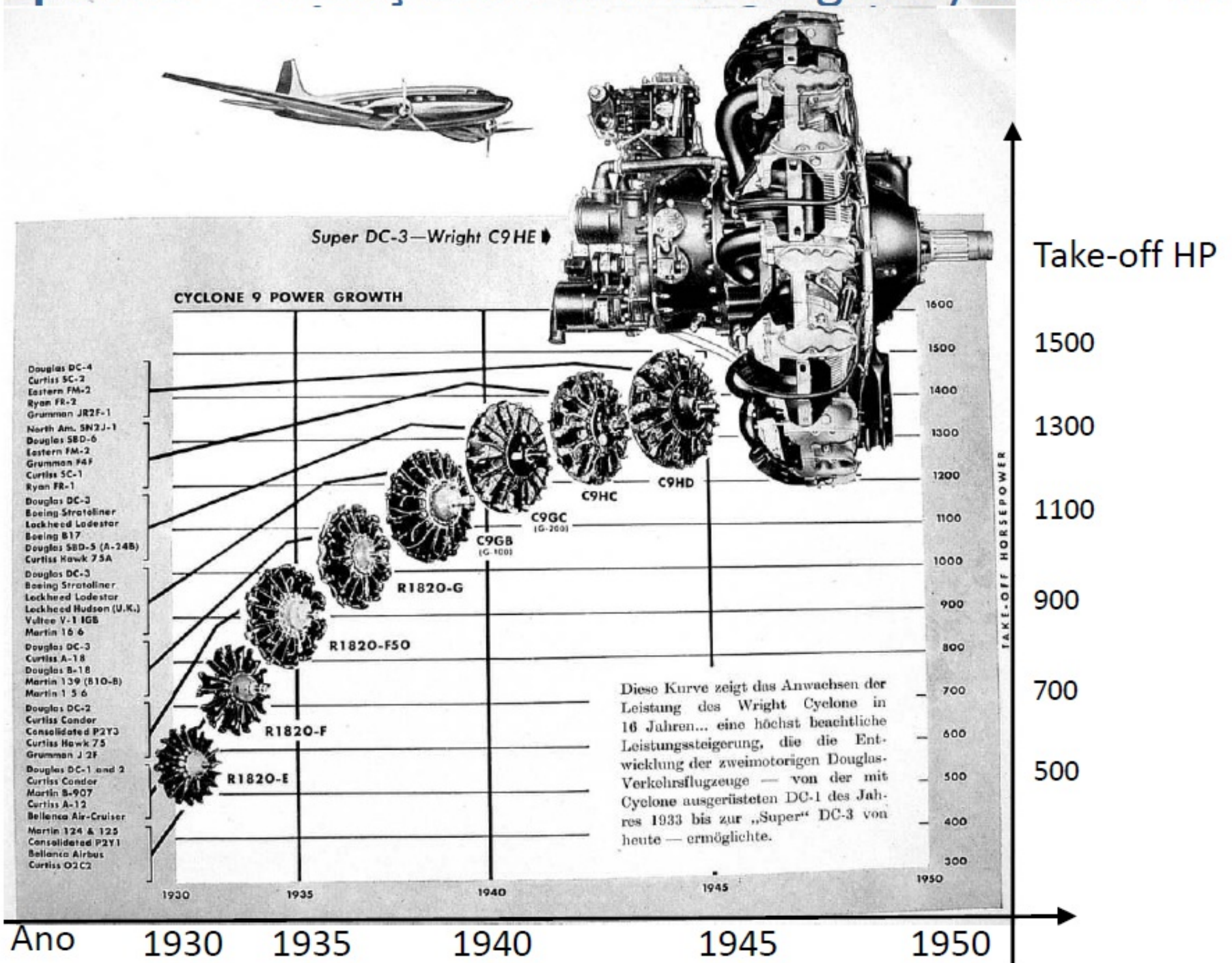
V_T velocidade do escoamento livre (sem perturbação)
onde normalmente usa-se a VTAS (True Airspeed)

n numero de rotações por segundo da hélice.

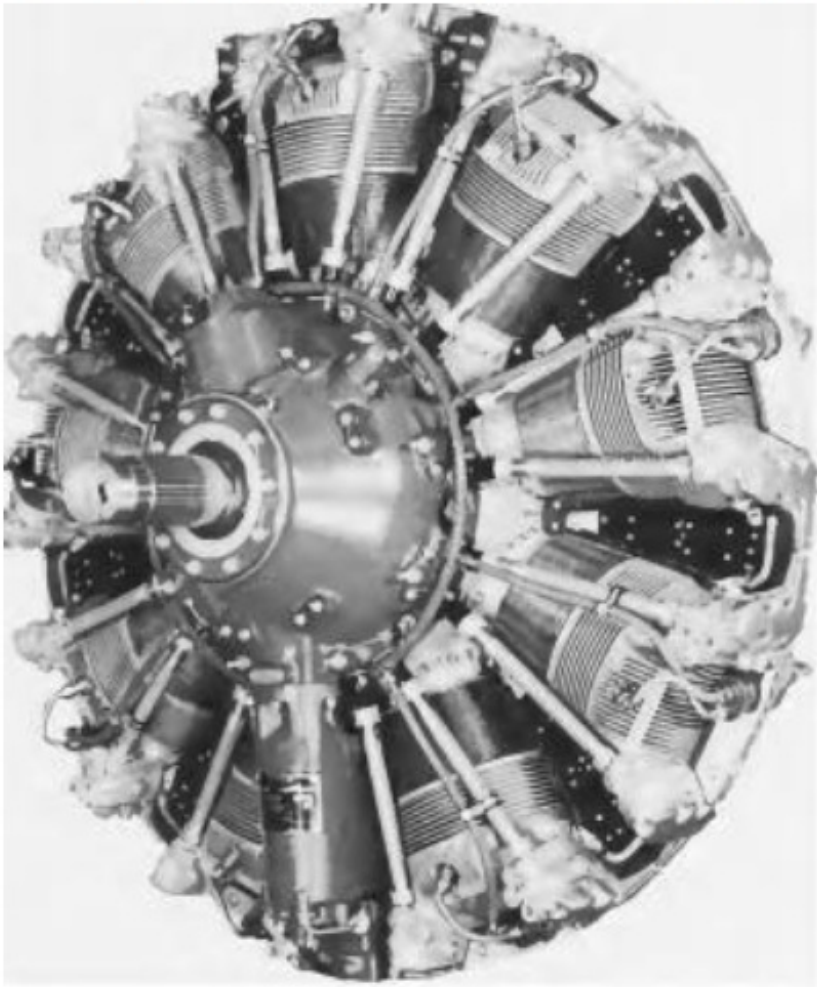
D diâmetro da hélice.

História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Propulsão – Evolução do Motor Wright Cyclone R-1820



Propulsão – A evolução dos Motores da Pratt & Whitney



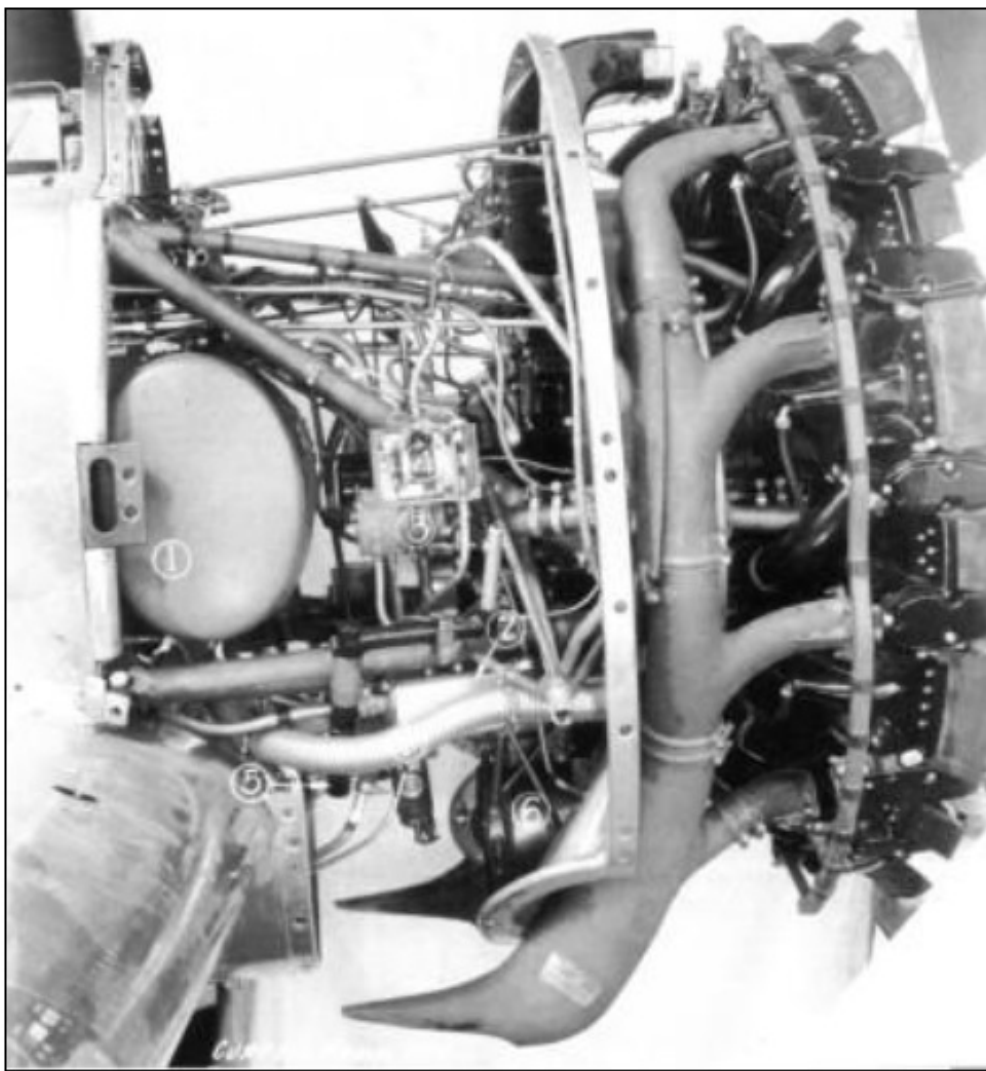
Wright Cyclone R-1820

- **Motor Wright Cyclone R-1820**, 9 cilindros. 525hp @ 1900rpm, (primeiro modelo de 1933)⁽²⁾. Primeiro motor com carcaça em liga de alumínio forjado⁽⁴⁾.
- **DC-1: Wright SGR-1820F3, 690hp** com supercharger.
- **DC-2: Wright GR-1820-F52, 710 a 875hp**, com supercharger.
- **DC-3: Wright GR-1820-G2, 1,000 hp** a 2.200 rpm decolagem (versão inicial)

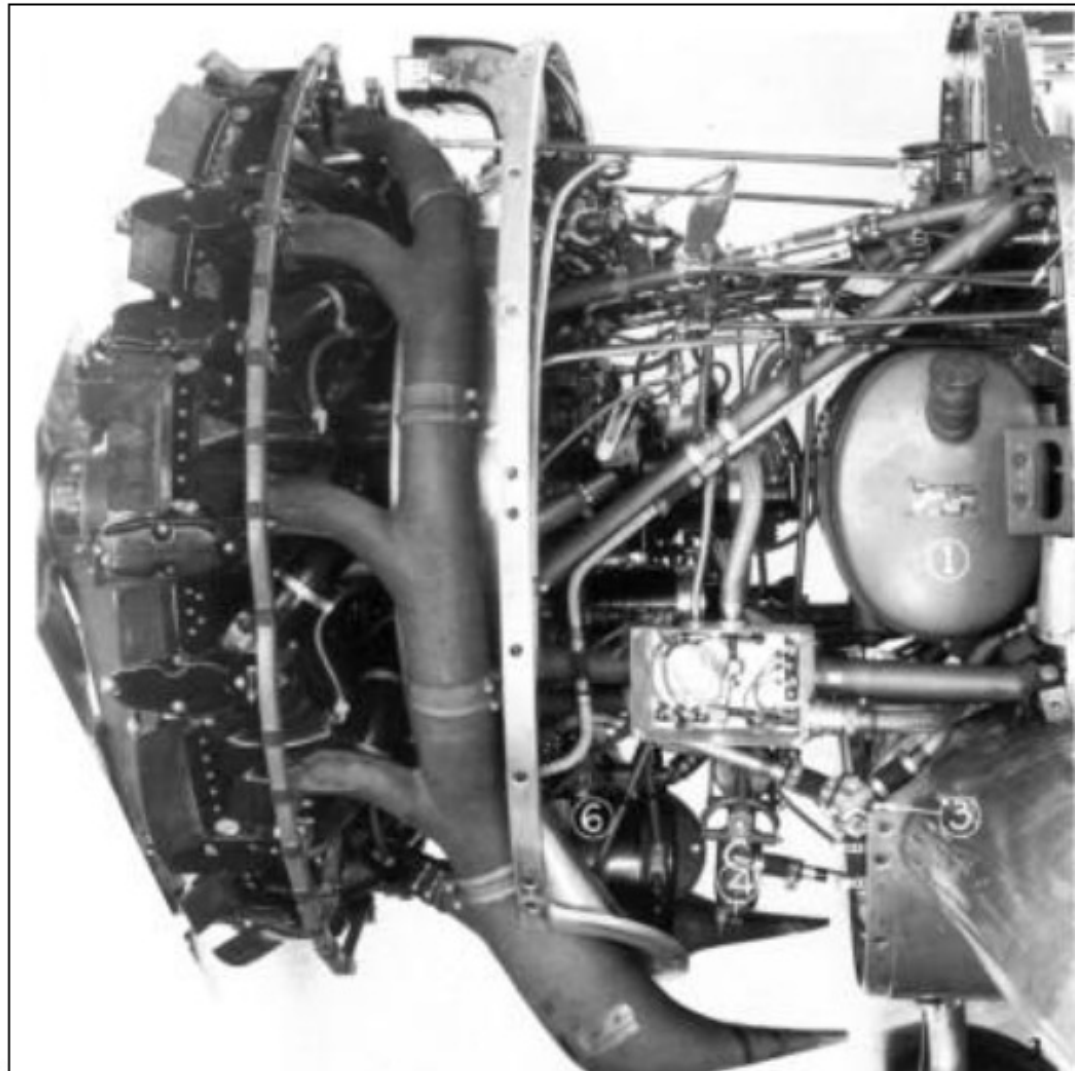
História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Propulsão – A evolução dos Motores da Pratt & Whitney

- **Motor Wright Cyclone R-1820, 9 cilindros.**



Instalação vista da direita



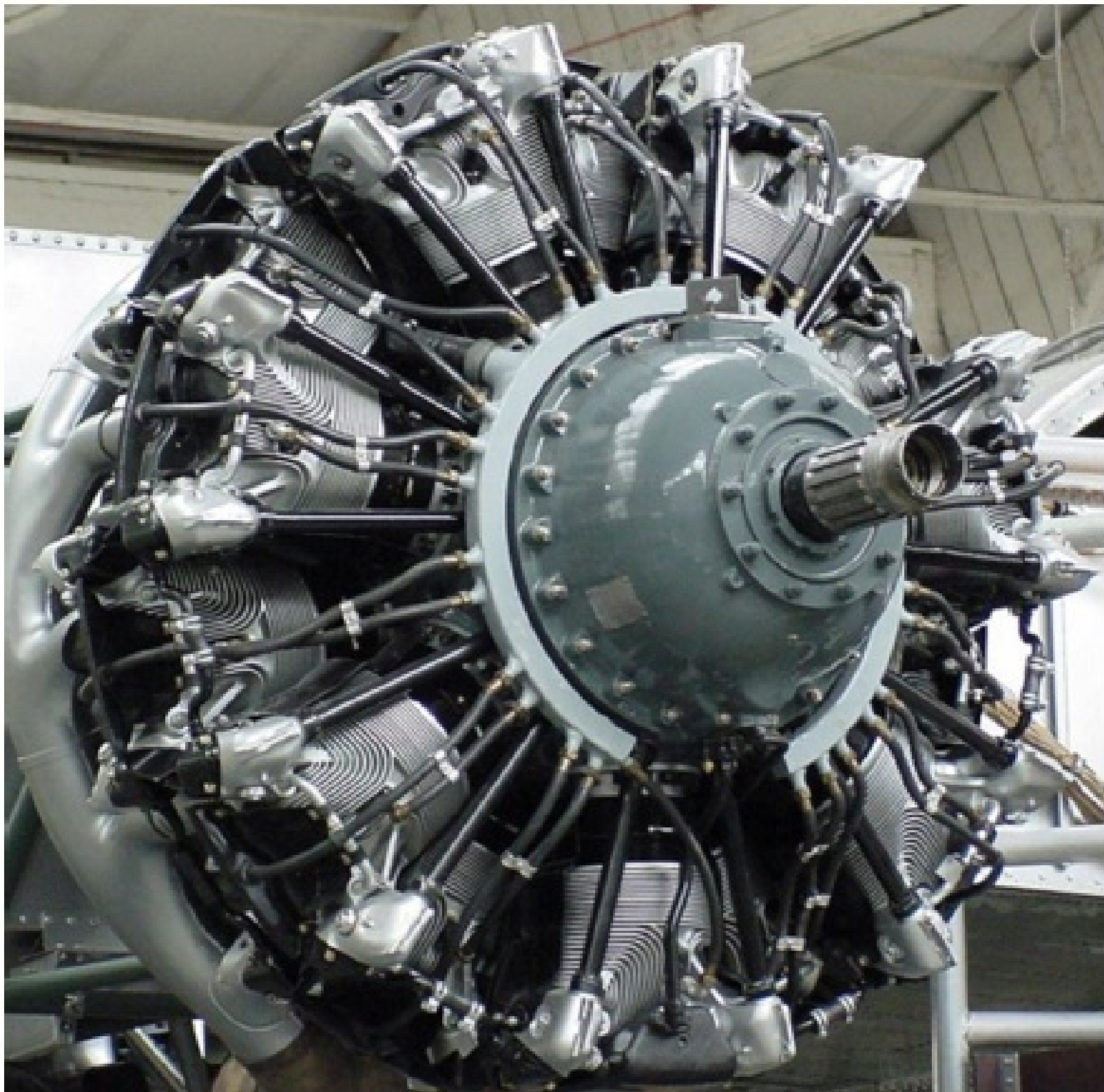
Instalação vista da esquerda

História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?



P&W Twin Wasp

DC-3: Posteriormente equipados com Pratt & Whitney R-1830 Twin Wasp (1000 a 1200 hp) (14 cilindros).



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Vídeo da Extensão do trem principal do DC-3

<https://www.youtube.com/watch?v=ANXRlvi90S8>

Pouso e Decolagem do DC-3

<https://www.youtube.com/watch?v=QRnLcm9ejCQ>

Trem de Pouso Retrátil

Não era uma solução inédita pois algumas aeronaves já utilizavam, exemplo o Boeing 247.



Trem principal se recolhia “parcialmente”.

História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Trem de Pouso Retrátil

O trem de pouso era retrátil mas não totalmente por um motivo claro. Maioria da aeronaves da época eram com trens fixos.

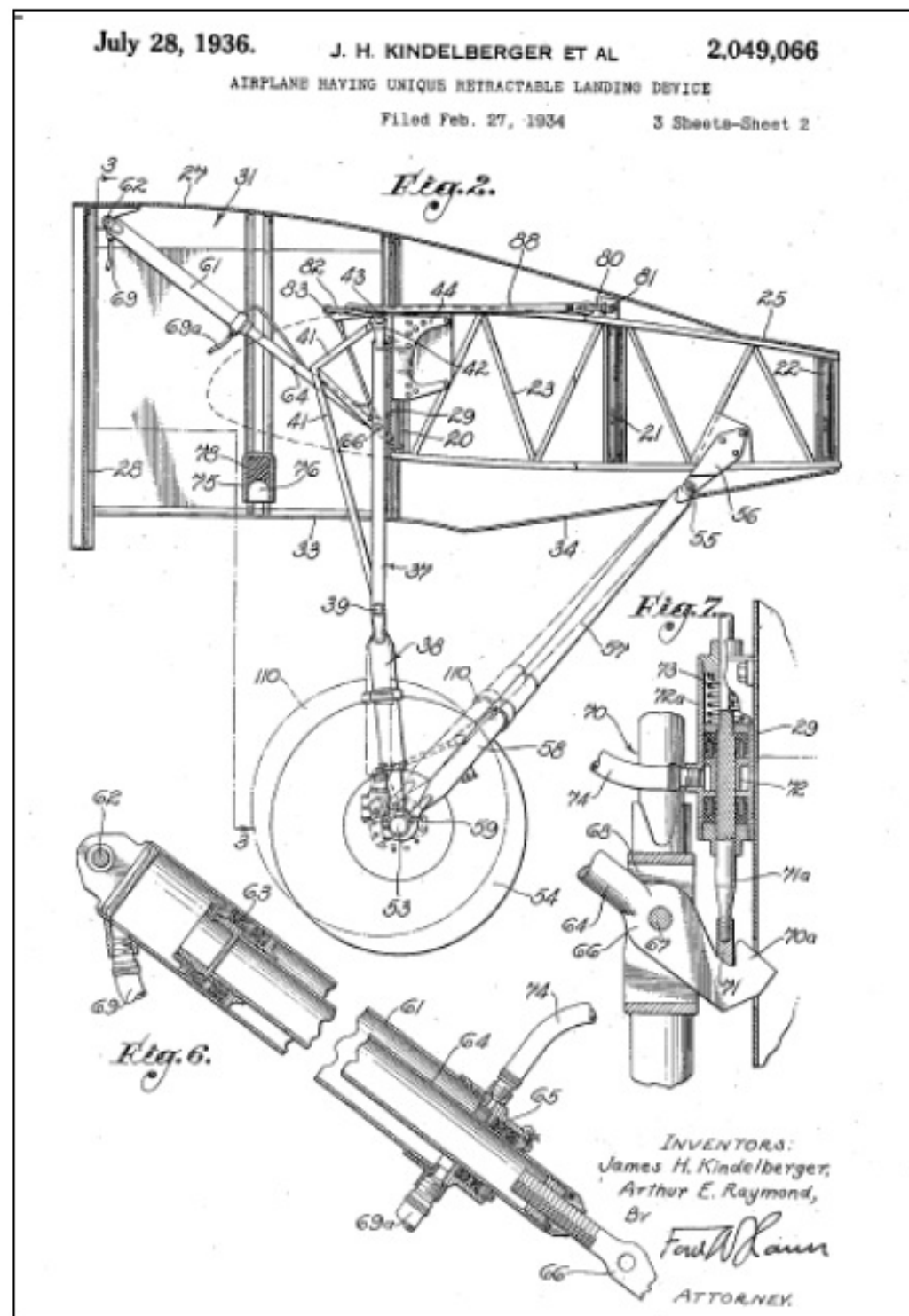
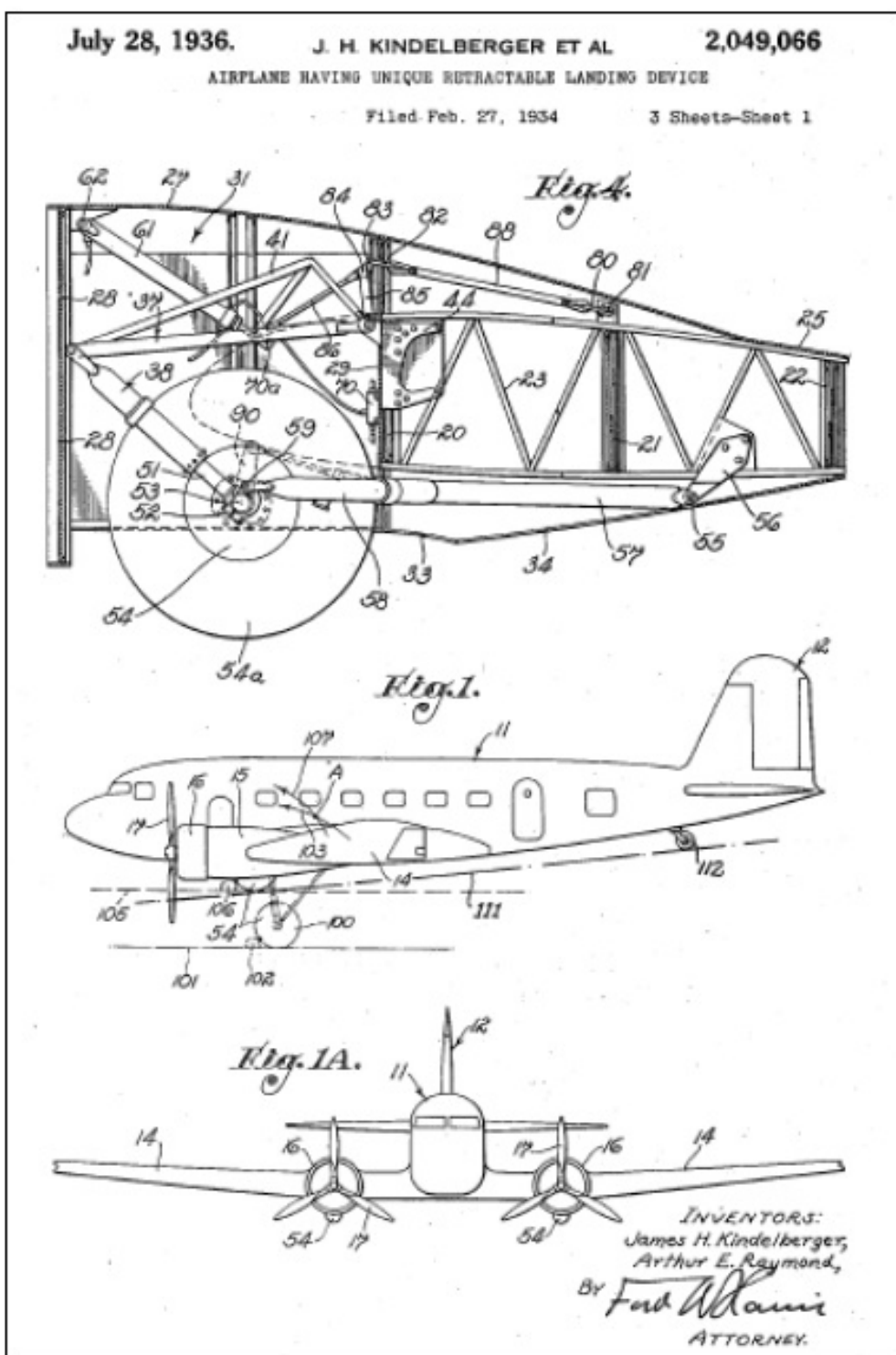


A aeronave Fairchild Republic A-10 Thunderbolt II usou o mesmo conceito.



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Trem de Pouso Retrátil (Patente)



Trem de Pouso Retrátil

Sem dúvida alguma é um trem de pouso robusto



Capitão Sanclamente (Air Colombia)

História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

- **Sistemas**

Alguns dos sistemas desenvolvidos (ou inseridos) no DC-3 ajudaram a torná-lo notório em termos de segurança e conforto de cabine.

Exemplos:

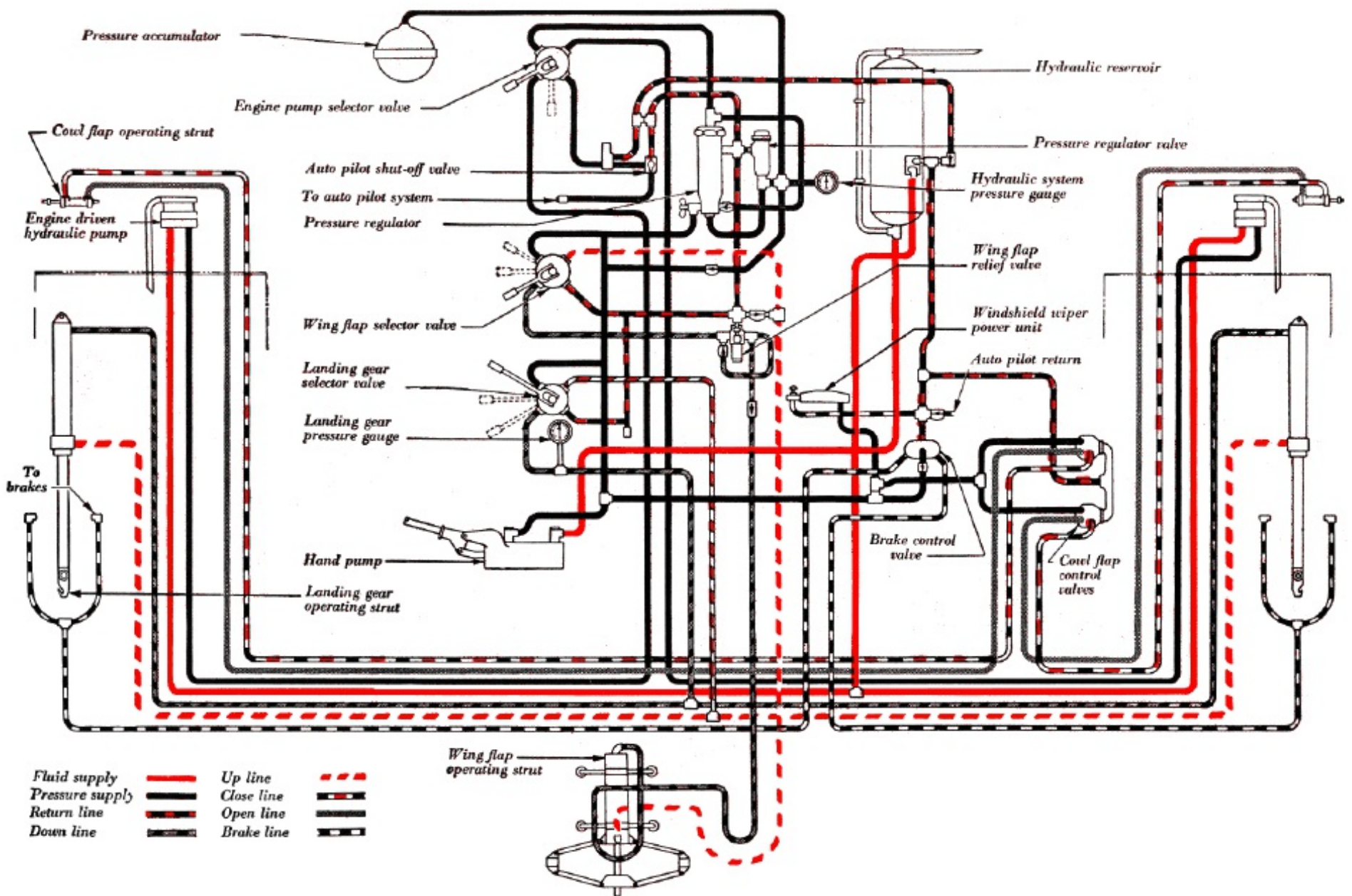
- Piloto Automático.
- Aquecimento de cabine.
- Interior com poltronas confortáveis e reclináveis.
- Galleys com aquecimento de alimentos.
- Atenuação acústica (paredes acolchoadas, carpetes no piso e amortecedores de vibração e suportes de choques).
- Sistema de de-gelo da B.F. Goodrich (Instalado após 1936).



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Sistemas – Sistema Hidráulico

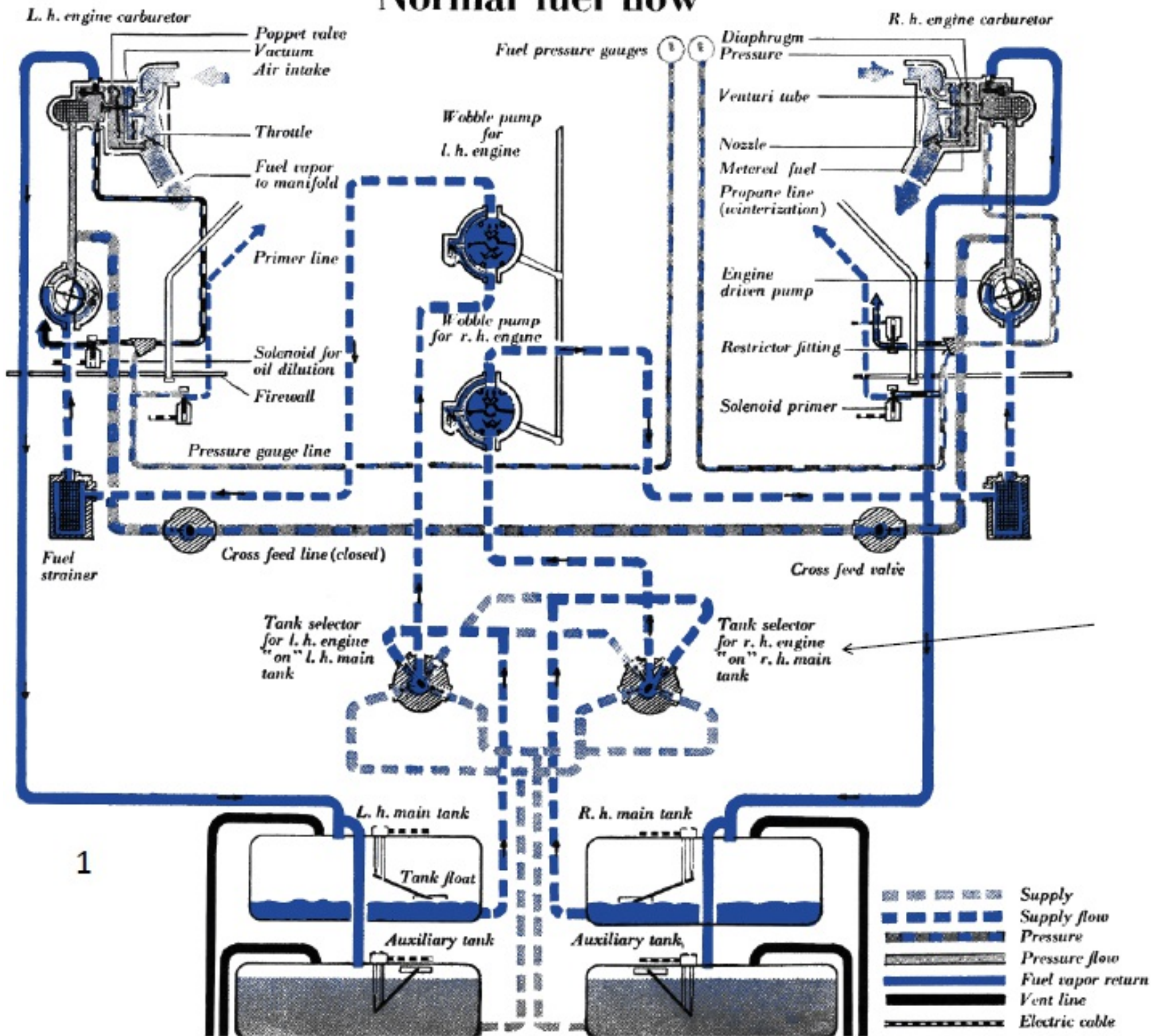
Acionava o Trem de Pouso, Freios, Flaps, Cowl-flaps e atuadores do piloto automático.



Hydraulic system

Sistemas – Sistema de Combustível

Normal fuel flow



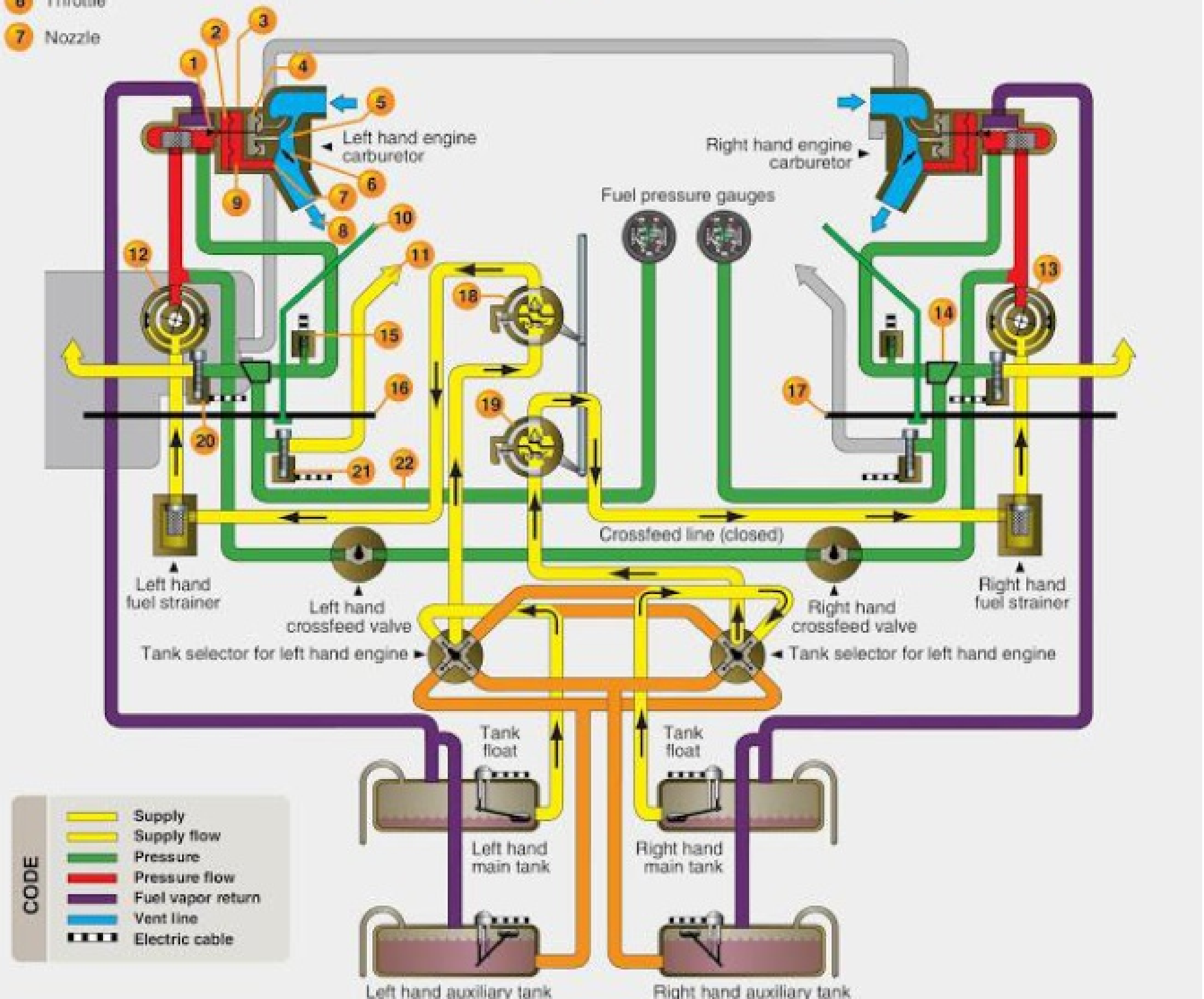
1

Válvula seletora de combustível



Sistemas – Sistema de Combustível

- | | | | |
|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 Poppet valve | 8 Fuel vapor to manifold | 13 Right hand engine-driven pump | 18 Wobble pump for left hand engine |
| 2 Vacuum | 9 Metered fuel | 14 Restrictor fitting | 19 Wobble pump for right hand engine |
| 3 Diaphragm | 10 Propane line (winterization) | 15 Fuel pressure warning switch | 20 Solenoid for oil dilution (closed) |
| 4 Pressure | 11 Prime line | 16 Left hand firewall | 21 Solenoid primer (closed) |
| 5 Venturi tube | 12 Left hand engine driven pump | 17 Right hand firewall | 22 Pressure gauge line |
| 6 Throttle | | | |
| 7 Nozzle | | | |



História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

- **Sistemas – Sistema de De-gelo (Boots) (após 1934)**

BF Goodrich, sob a liderança de William Geer em 1930 iniciaram o desenvolvimento das botas de borracha infláveis para um sistema de degelo (eliminação mecânica do gelo).

As linhas aéreas rapidamente adotaram este sistema com a United Airlines instalando em seus Boeing 247 em 1933 e a TWA em seus Douglas DC-2 e DC-3 no início de 1934.

Os custos e peso adicionais de um sistema de degelo (botas, válvulas e compressor) foram considerados vantajosos em função do extremo aumento da segurança. Um acidente fatal ocorreu com um DC-2 em função de gelo.

Sistema instalado com sucesso no Lockheed Vega com botas de degelo coladas nas asas, struts e empenagem horizontal.



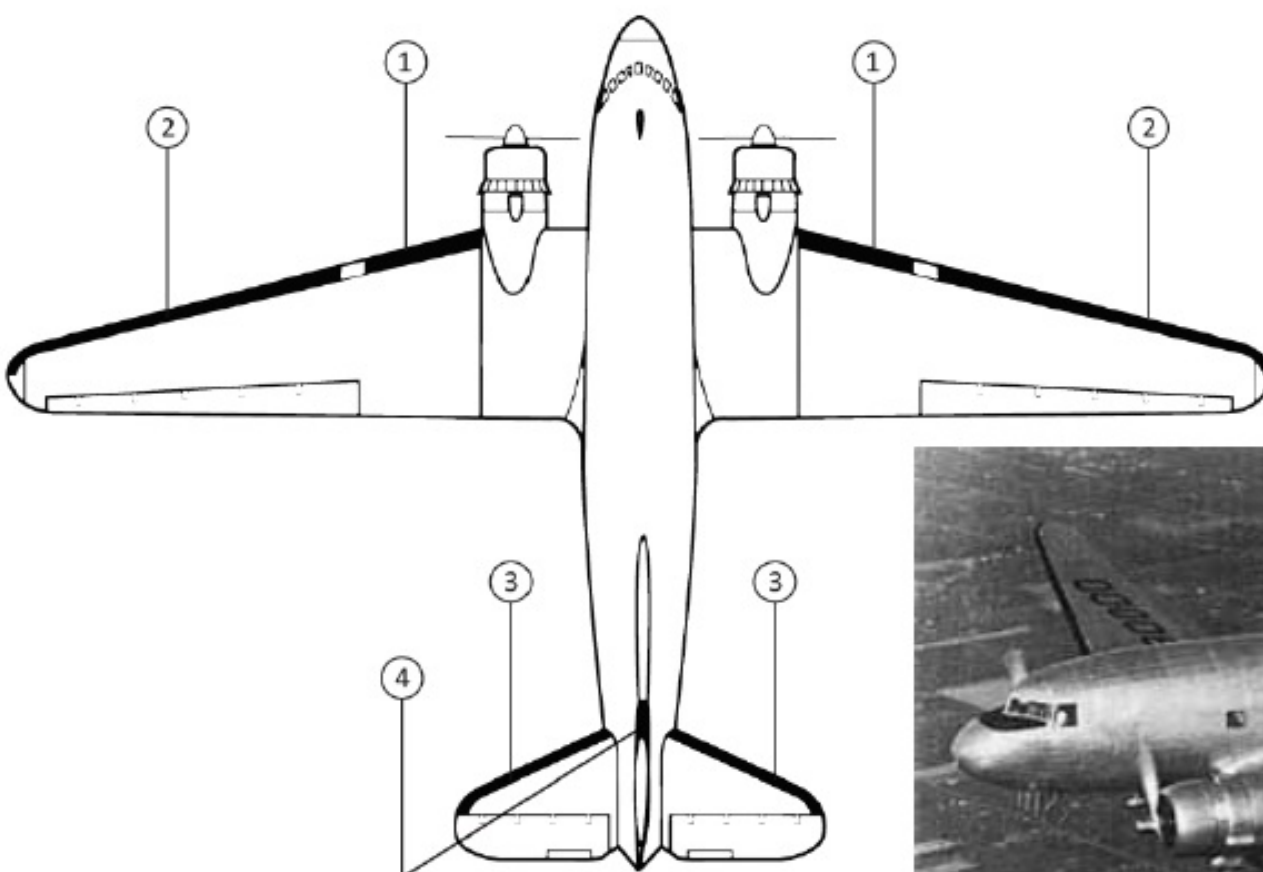
História do DC-3: As 'novas' tecnologias da época. Como isto contribuiu?

Sistemas – Sistema de De-gelo (Boots) (após 1936)

STANDARD DE-ICE BOOTS

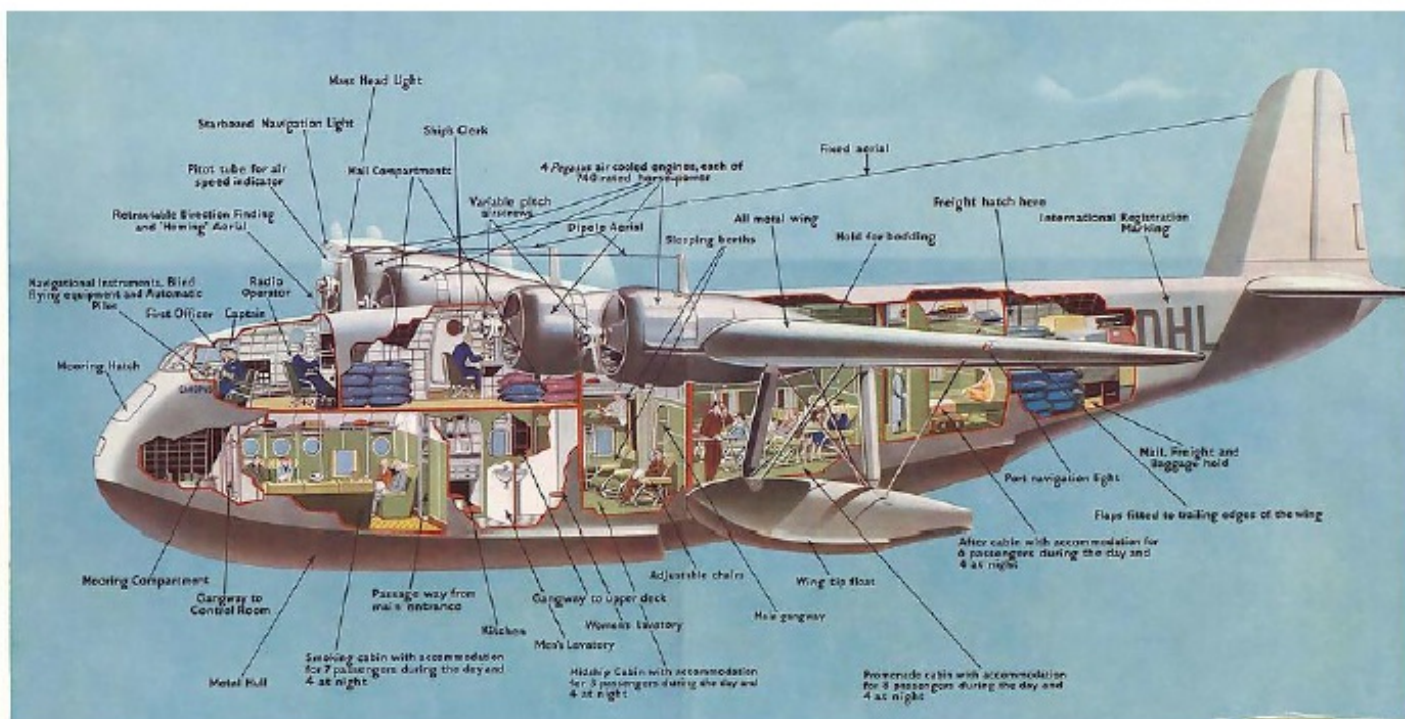
POSITION ID	GOODRICH PART NUMBER	AIRCRAFT OEM P/N	DESCRIPTION	QTY PER AIRCRAFT	WT
1	11-149-20-1		NACELLE-LIGHT LH/RH DE-ICE BOOT	2	7.3
2	11-149-21-1		LIGHT-TIP LH/RH DE-ICE BOOT	2	23.4
3	11-149-15-1		HORIZONTAL STABILIZER LH/RH DE-ICE BOOT (REPLACEMENT FOR 11-364 SERIES ON C-47 AIRCRAFT)	2	7.4
4	11-149-16-1		VERTICAL STABILIZER DE-ICE BOOT (CHECK W/ AIRCRAFT MANUFACTURER FOR CORRECT APPLICATION) (REPLACEMENT FOR 11-364 SERIES ON C-47 AIRCRAFT)	1	5.0

De-icing boots on wings and tail -- a critical life-saving advance that would make true all-weather flying safe and practical, greatly expanding the capability and reliability of airliners, and all airplanes.



Shorts S.23 Empire (1936) – Grã Bretanha

- Capacidade: 24 pax. + 5 crew
- Fabricados: 42
- Operado de: 1937 a 1947



Outras aeronaves da década de 1930 (posteriores ao DC-3)

Armstrong Whitworth AW.27 Ensign (1938) – Grã Bretanha

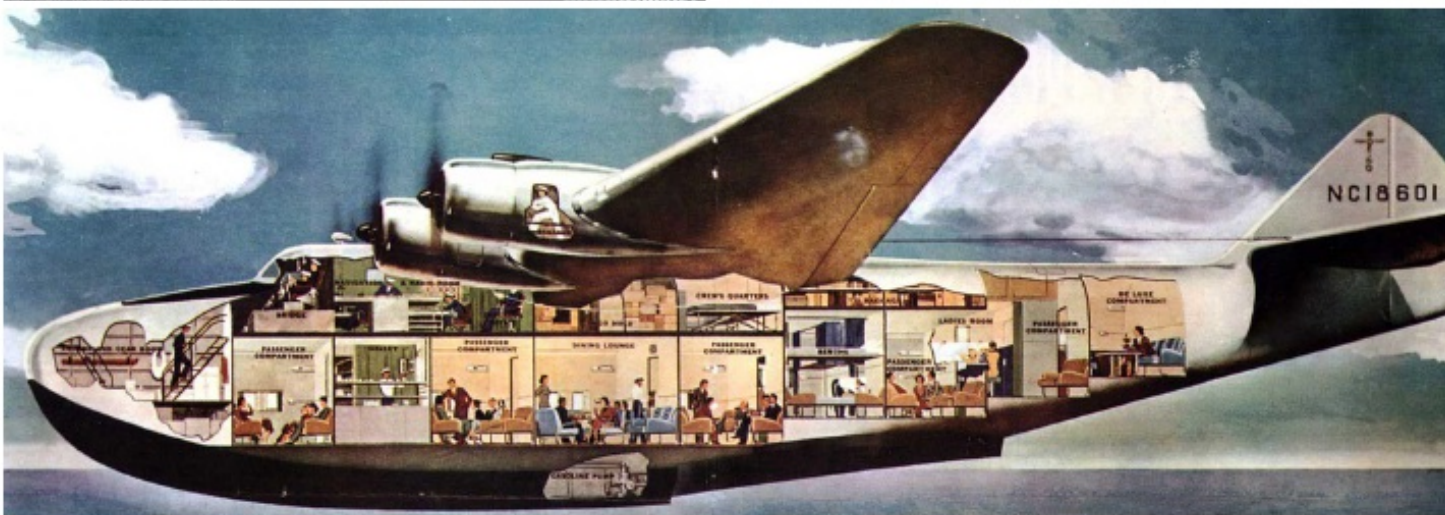
- Capacidade: 40pax. + 5 crew
- Fabricados: 14
- Operado de: 1938 a 1946



Outras aeronaves da década de 1930 (posteriores ao DC-3)

Boeing 314 Clipper (1938) - USA

- Capacidade: 68pax (ou 36 camas). + 11 crew
- Fabricados: 12
- Operado de: 1939 a 1948



Latécoère 631 (1942) - França

- Capacidade: 68pax (ou 36 camas). + 11 crew
- Fabricados: 12
- Operado de: 1939 a 1948

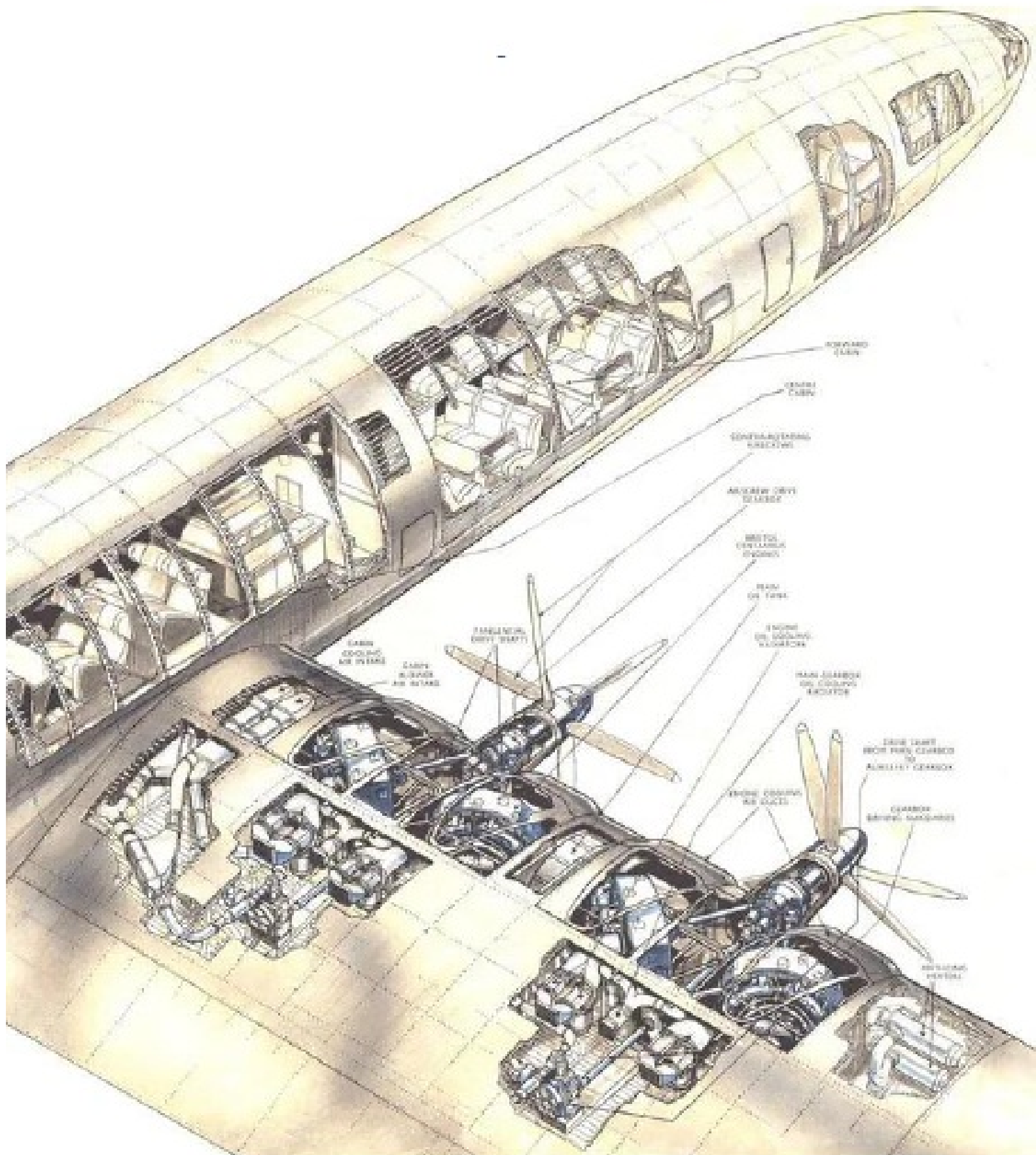


Bristol Brabazon (1949)

- Capacidade: 100 pax + 6 a 12 crew
- Fabricado: 1
- Operado de: 1949 a 1953



Bristol Brabazon (1949)



Posição inusitada dos motores
8 × Bristol Centaurus 18-cylinder
air-cooled.

Outras aeronaves da década de 1930 (posteriores ao DC-3)

Saunders-Roe SR.45 Princess (1952) – Grã Bretanha

- Capacidade: 105 pax (First Class) + 6 crew
- Fabricados: 1 (+ duas aeronaves inacabadas)
- Voo só do protótipo: 100 horas ou 46 voos.



Douglas C-47 Skytrain (ou Dakota)

Aeronave modificada se comparado com o DC-3:

- Porta dupla na traseira da fuselagem e interior modificado para 28 paraquedistas equipados;
- Piso reforçado para cargas ao longo da fuselagem;
- Motor mais potente (P&W R-1830-92 de 1200hp);
- Durante a guerra instalaram tanques auto selantes.
- Foram fabricados 10174 aeronaves Douglas C-47.



O Douglas C-47 na II Guerra Mundial

Douglas C-47 Skytrain

Desembarque na Normandia (6 Junho 1944)



O Douglas C-47 na II Guerra Mundial

Douglas C-47 Skytrain

Desembarque na Normandia (6 Junho 1944)



O Douglas C-47 na II Guerra Mundial

Douglas C-47 Skytrain

Desembarque na Normandia (6 Junho 1944)

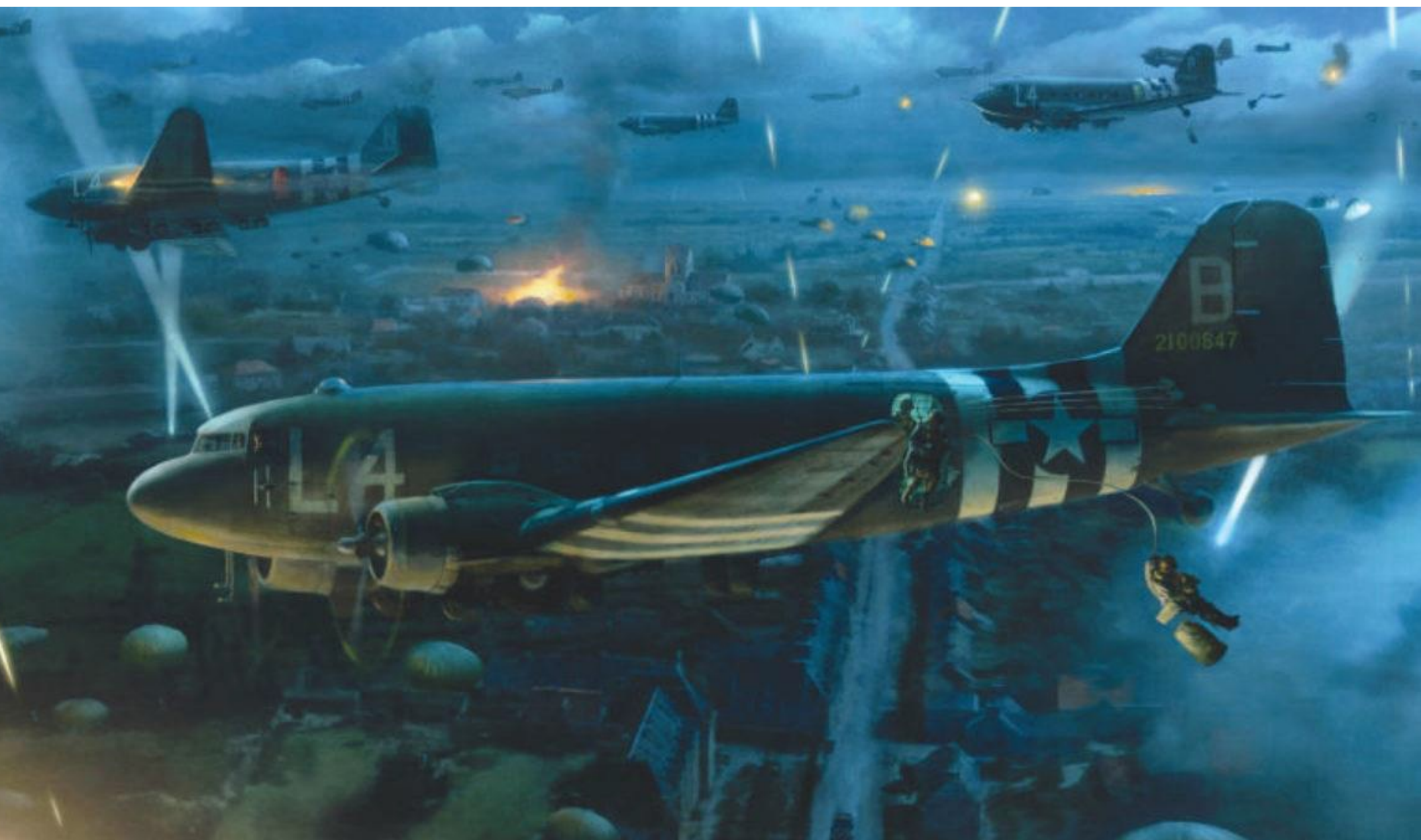


O Douglas C-47 na II Guerra Mundial

Douglas C-47 Skytrain

Desembarque na Normandia (6 Junho 1944)

Capacidade para cerca de 28 paraquedistas. Na noite do Dia D foram lançados cerca de 13100 paraquedistas.



O Douglas C-47 na II Guerra Mundial

Douglas C-47 Skytrain

Demonstração de flexibilidade operacional incrível. Será que a Douglas Aircraft pensou em inserir um Jeep Willys MB? Detalhe, Jeep Willys MB foi projetado em 1941. É sempre bom, se possível, pensar no que será possível transportar.



O Douglas C-47 na II Guerra Mundial

Douglas C-47 Skytrain

Usado para evacuação aero médica

For wounded soldiers, its ability to do medical evacuation was literally a life saver. The situation inside was crude by modern standards, but the C-47 was the only option in most theaters.



O Douglas C-47 na II Guerra Mundial

Douglas C-47 Skytrain

Usado para evacuação aero médica

For wounded soldiers, its ability to do medical evacuation was literally a life saver. The situation inside was crude by modern standards, but the C-47 was the only option in most theaters.



O Douglas C-47 na II Guerra Mundial

Alguns Operadores do C-47 SkyTrain

-  Argentina
-  Australia
-  Belgium
-  Benin
-  Biafra
-  Bangladesh
-  Bolivia
-  Brazil
-  Burma
-  Cambodia
-  Canada^[18]
-  Chad
-  Chile
-  China
-  Colombia
-  Republic of the Congo
-  Democratic Republic of the Congo
-  Cuba
-  Czechoslovakia
-  Denmark
-  Dominican Republic
-  Ecuador
-  Egypt
-  El Salvador
-  Ethiopia
-  Finland
-  France
-  Gabon
-  Germany^[19]
-  Greece
-  Guatemala
-  Haiti
-  Honduras
-  Hungary
-  Iceland
-  India
-  Indonesia
-  Iran
-  Israel
-  Italy
-  Ivory Coast
-  Jordan
-  Japan
-  Kenya
-  Laos
-  Libya
-  Madagascar
-  Malawi
-  Mali
-  Mauritania



O Douglas C-47 na II Guerra Mundial

Alguns Operadores do C-47 SkyTrain

-  Mexico
-  Monaco
-  Morocco
-  Netherlands
-  New Zealand
-  Nicaragua
-  Niger
-  Nigeria
-  Northern Rhodesia^[20]
-  Norway
-  Oman
-  Pakistan
-  Panama
-  Papua New Guinea
-  Paraguay
-  Peru
-  Philippines
-  Poland
-  Portugal
-  Rhodesia
-  Romania
-  Rwanda
-  Saudi Arabia
-  Senegal
-  South Africa
-  South Korea
-  South Vietnam
-  Somalia
-  Soviet Union (also as Lisunov Li-2)
-  Sri Lanka
-  Spain
-  Sweden
-  Singapore
-  Syria
-  Taiwan
-  Tanzania
-  Thailand
-  Togo
-  Turkey
-  Uganda
-  Uruguay
-  United Kingdom
-  United States
-  Venezuela
-  Vietnam
-  West Germany
-  Yemen
-  Yugoslavia
-  Zaire
-  Zambia^[20]



Douglas AC-47 Spooky (1964)

Armamento:

- 3 × 7.62 mm General Electric GAU-2/M134 miniguns, 2,000 rpm.

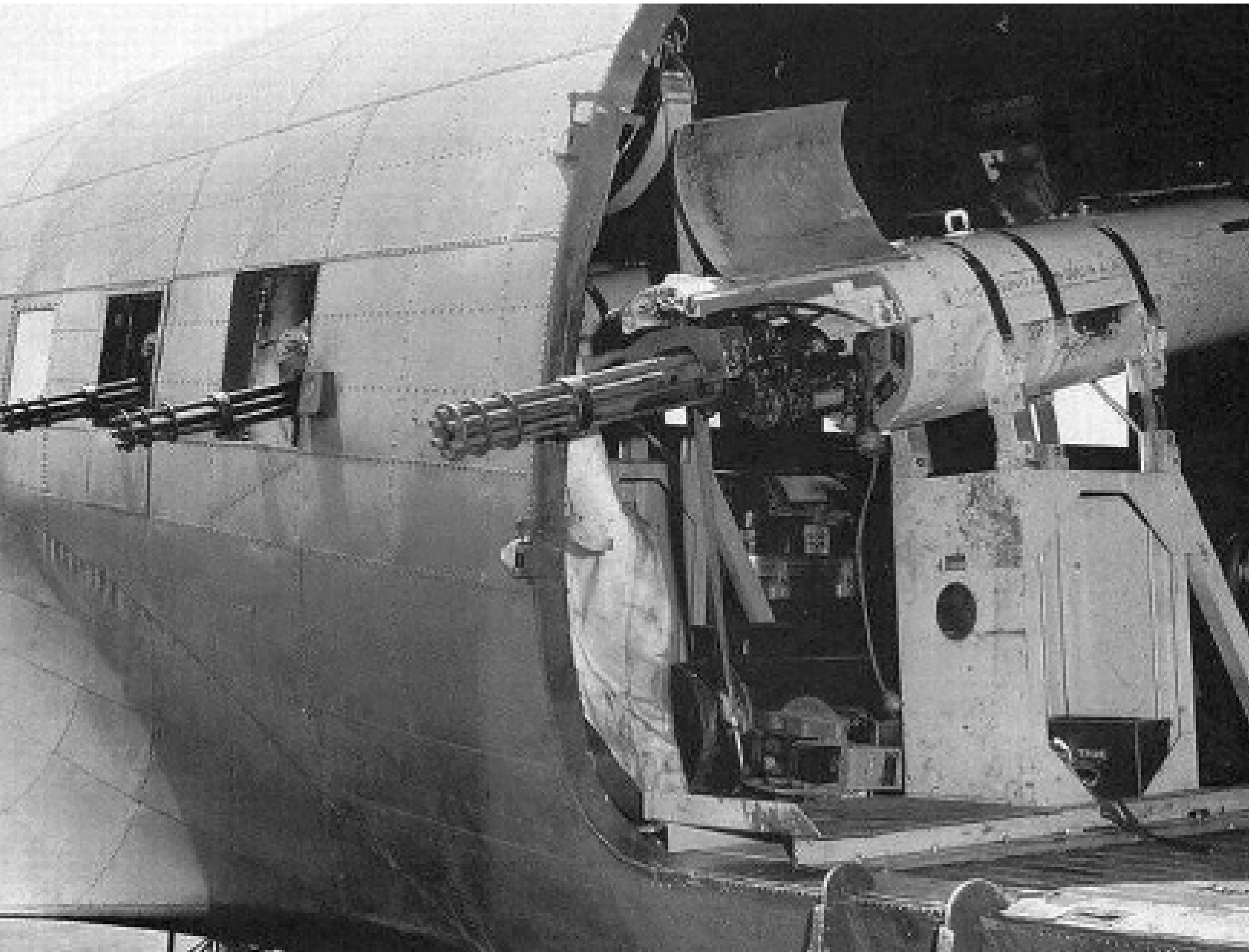
ou

- 10 × .30 in Browning AN/M2 machine guns.

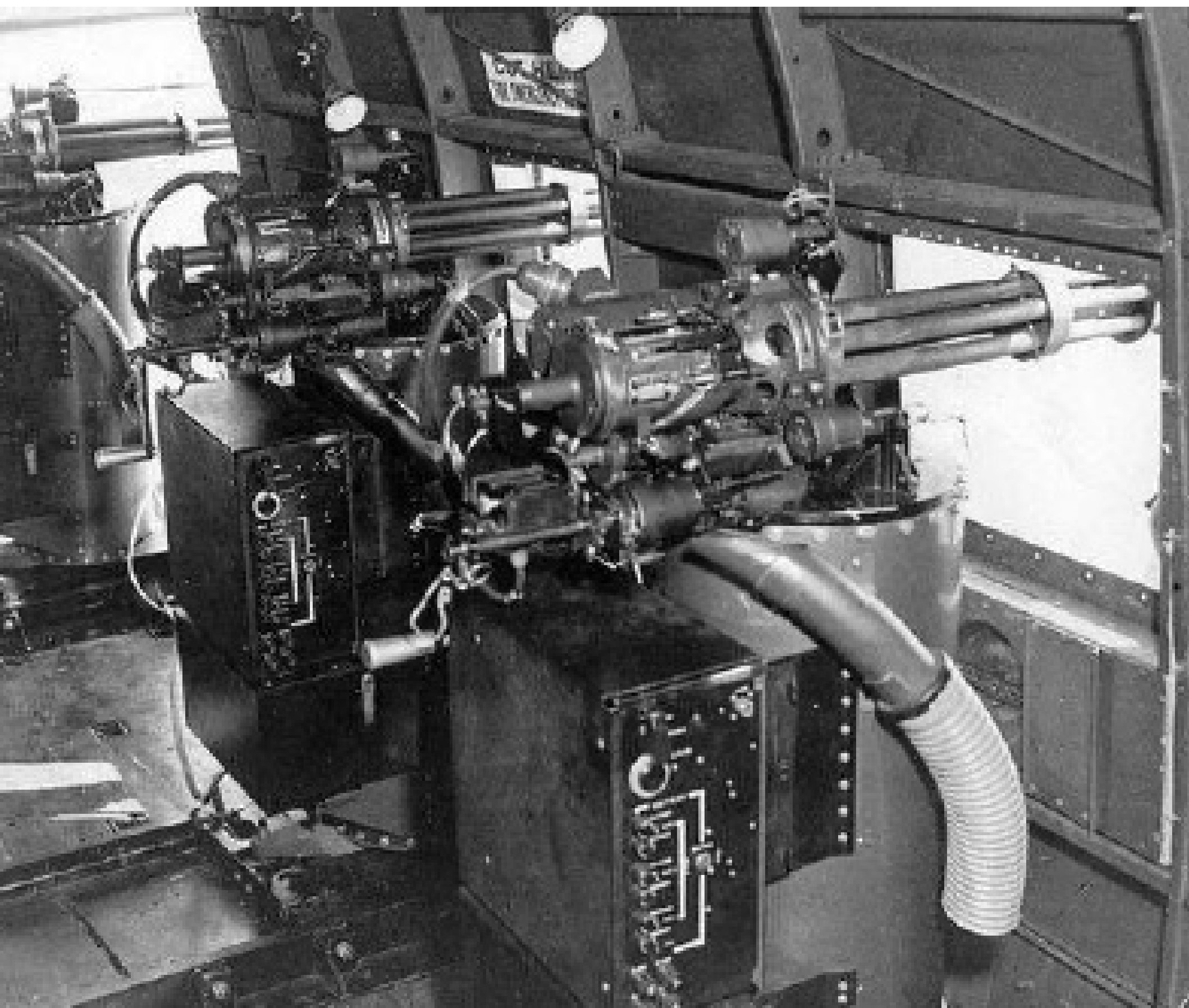
53 aeronaves fabricadas



Uma aeronave versátil (extremamente versátil)



Uma aeronave versátil (extremamente versátil)



Uma aeronave versátil (extremamente versátil)

The DC-3 has been recognized throughout the world as the most adaptable multi-purpose aircraft in history



Uma aeronave versátil (extremamente versátil)

**Christler Flying Service DC-3 (1000 gallon belly tank)
Photo: Mel Christler**



Uma aeronave versátil (extremamente versátil)

DC-3 Turboprop. (1969)

Este é o primwiro Turbo-Three, N4700C. 2 x 1,600 shp Rolls Royce Mk. 510 turboprops. Velocidade de cruzeiro passou de 170 mph para 215 mph.

É visto aqui no Aeroporto de Santa Barbara, 12 de Abril, 1972.



Uma aeronave versátil (extremamente versátil)

Tri-Turbo – Utilizado no Canada pela Polair and Maritime Patrol And Rescue. (Aposentado)

**3 × Pratt & Whitney Canada PT6A-45 turboprop
Aprox. 50 kts mais rápido que o DC-3 original.**



Uma aeronave versátil (extremamente versátil)

Um exemplo de DC-3 Executivo

Construído em 1941, este DC3 foi usado pela primeira vez pela TWA. Em 1956, a aeronave foi transferida para a Union Oil Company (Union76) e foi usada para transportar executivos da empresa. Atualmente, a aeronave está estacionada no LAX (Los Angeles International Airport) no Flightpath Learning Center.



Uma aeronave versátil (extremamente versátil)

Um exemplo de DC-3 Executivo

Construído em 1941, este DC3 foi usado pela primeira vez pela TWA. Em 1956, a aeronave foi transferida para a Union Oil Company (Union76) e foi usada para transportar executivos da empresa. Atualmente, a aeronave está estacionada no LAX (Los Angeles International Airport) no Flightpath Learning Center.



Uma aeronave versátil (extremamente versátil)

DC-3 Anfíbio (2 x P&W R1830-92 Twin Wasp 1200hp)

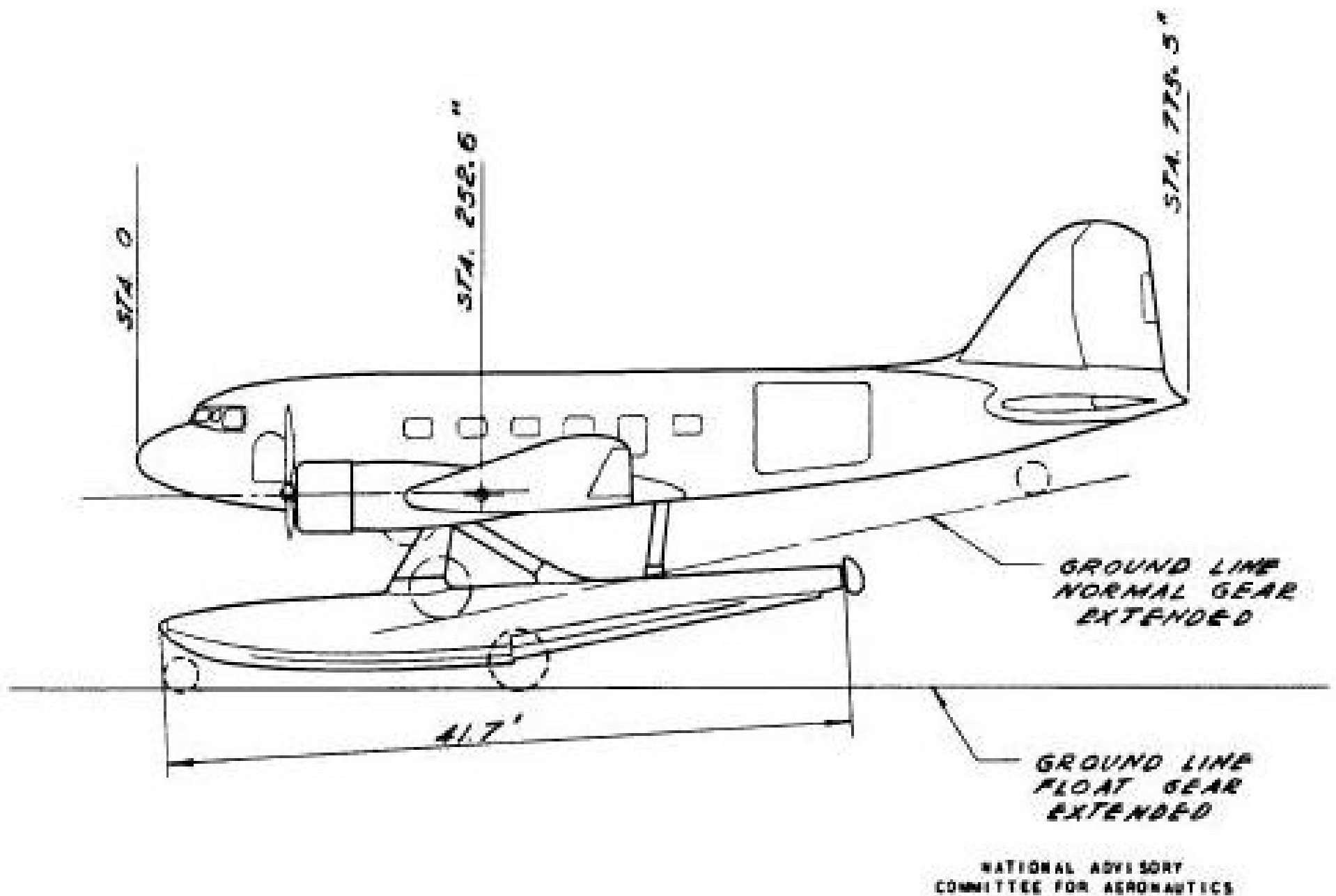
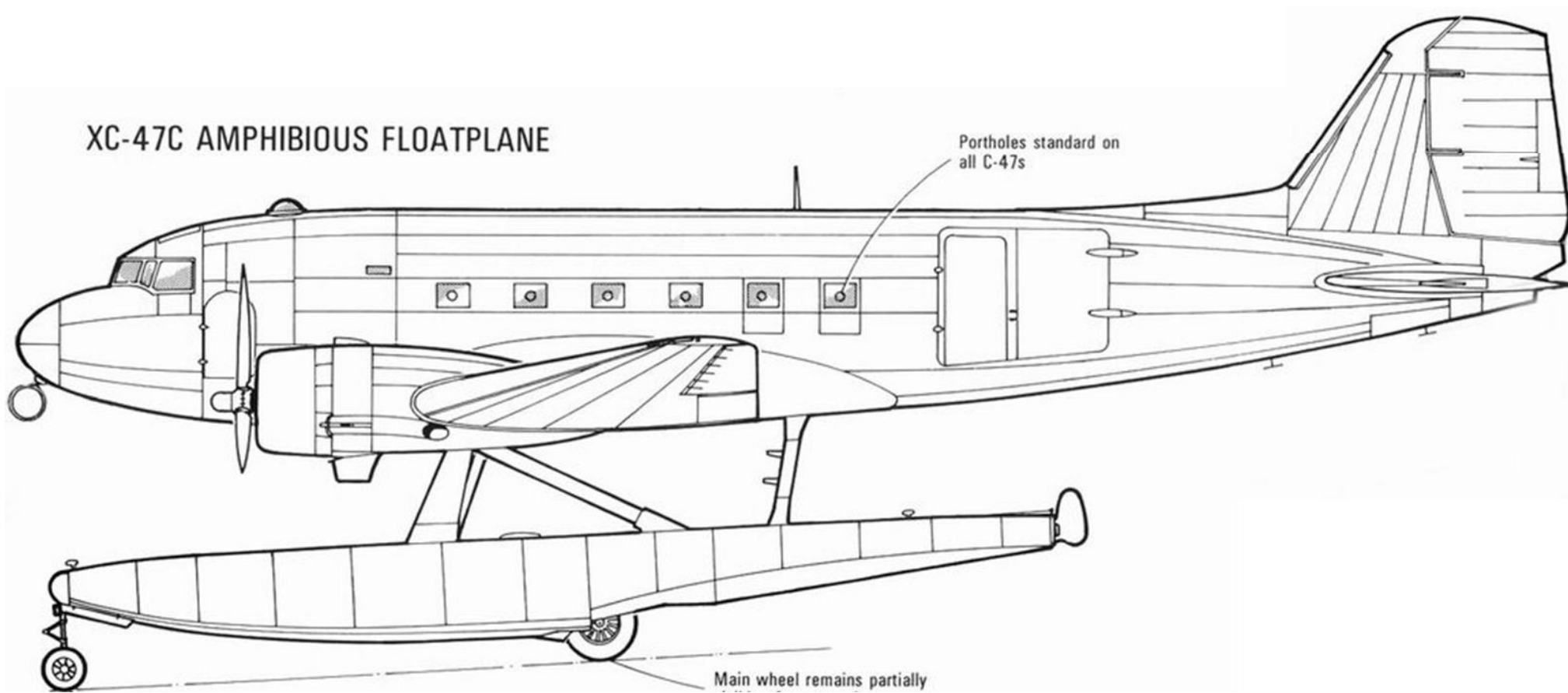


FIG. 1- THREE VIEW DRAWING OF THE TWIN-ENGINE CARGO AIRPLANE

estudo inicial

Uma aeronave versátil (extremamente versátil)

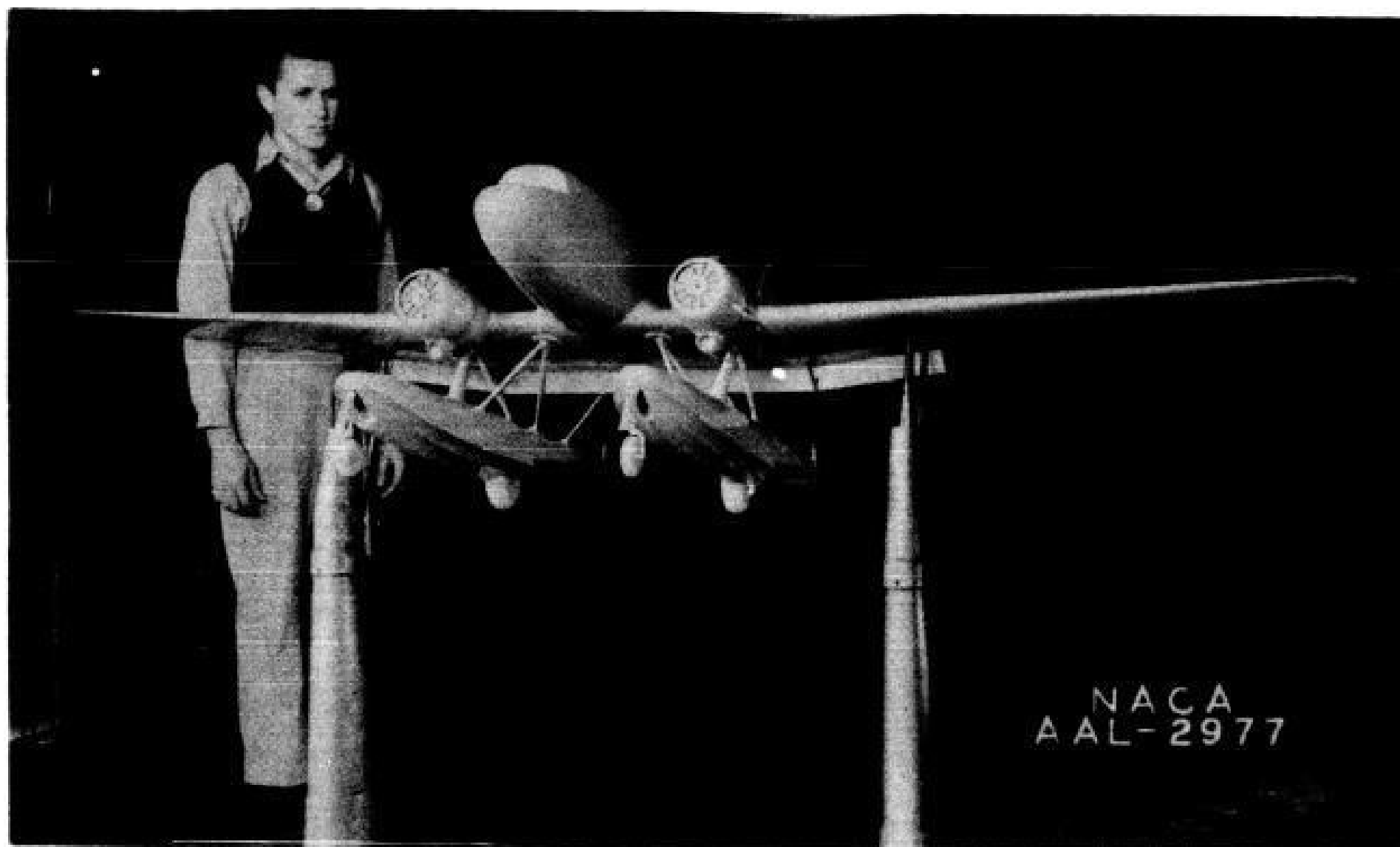
DC-3 Anfíbio
(2 x P&W R1830-92 Twin Wasp 1200hp)



estudo inicial

Uma aeronave versátil (extremamente versátil)

**DC-3 Anfíbio
(2 x P&W R1830-92 Twin Wasp 1200hp)**



ensaios em túnel de vento

Uma aeronave versátil (extremamente versátil)

DC-3 Anfíbio (2 x P&W R1830-92 Twin Wasp 1200hp)

Type: *Amphibious Transport Floatplane.* **Power Plants:** *Two 1,200 h.p. Pratt and Whitney R-1830-92 Twin Wasp fourteen-cylinder radial air-cooled engines.* **Performance:** *Maximum speed, 192 m.p.h. at 5,000 ft., 185 m.p.h. at 10,000 ft.; cruising speed, 159 m.p.h. at 5,000 ft., 157 m.p.h. at 10,000 ft.; initial climb rate, 750 ft./min.; time to 5,000 ft., 6.5 min., to 10,000 ft., 13.6 min., to 15,000 ft., 24.4 min.* **Weights:** *Loaded, 29,800 lb.* **Dimensions:** *Span, 95 ft. 0 in.; length, 65 ft. 4 in.; height, 26 ft. 9 in.; wing area, 987 sq. ft.*



Flagship Detroit Foundation: Fundação dedicada a preservação do legado do DC-3. O objetivo da fundação é manter e operar um DC-3.

The Flagship Detroit was the 21st DC-3 built for American Airlines in 1937. This airplane is one of the oldest airworthy DC-3s in existence.



Os DC-3 hoje: Alguns Exemplos onde este ainda opera.

DDA Classic Airlines: The fleet consists of a DC-3 Dakota, the royal PH-PBA 'Prinses Amalia'.



Os DC-3 hoje: Alguns Exemplos onde este ainda opera.

DDA Classic Airlines: The fleet consists of a DC-3 Dakota, the royal PH-PBA 'Prinses Amalia'.



Importantes lições de Projeto do Douglas DC-1 / 2 e DC-3

1. Entendimento do Mercado para qual o novo projeto seria inserido. Isto estabeleceu o DNA da MISSÃO. O foco do design da aeronave era o conforto dos passageiros, a segurança e a maximização dos retornos financeiros para os operadores.
2. Trabalharam em conjunto com os clientes ou operadores das aeronaves. É uma prática que muitas vezes foi fundamental e está presente nos melhores projetos da historia. Isto traz as necessidades dos operadores, e em conjunto os desejos e anseios dos passageiros, clientes das empresas aéreas.

Importantes lições de Projeto do Douglas DC-1 / 2 e DC-3

3. Pesquisaram e aplicaram as novas tecnologias (da época) e aplicaram de forma consciente e tudo com o devido background experimental e que fosse alinhado com a missão primordial da aeronave.

4. Testaram diversas soluções utilizando para isto muitos desenhos (croquis e prancheta), modelos e mock-ups, análise de engenharia e ensaios de várias possíveis soluções, globais e específicas (ensaios em túnel, de sistemas, estruturais entre outros. Tudo com o foco estabelecido no item 1.

Importantes lições de Projeto do Douglas DC-1 / 2 e DC-3

5. A Douglas Aircraft foi, ao meu ver, uma precursora do que hoje chamamos de 'User Experience (UX)' ou Experiência do Usuário (EU). Eles foram até o cliente e o usuário final, o passageiro, de forma a buscar tudo aquilo que tinha valor para eles o que muitas vezes agregava valor ao produto, incluído chegar rápido ao destino (melhor aerodinâmica) e custo acessíveis das passagens (aeronave com mais passageiros). O que também era bom para a Linha Aérea e no fim, para o próprio fabricante.

Lições adicionais

Como já citado no início desse Ebook:

O melhor professor de Projeto Aeronáutico é a História de Aviação.

Interessem pela história e pelo desenvolvimentos dos projetos. Isso ajuda muito!

Sejam questionadores antes de tudo, mas sempre de forma positiva. Porque fizeram deste ou daquele jeito? Nem tudo tem uma razão técnica inclusive hoje em dia, mesmo com todas as ferramentas de análise disponíveis.

Lições adicionais

Ferramentas computacionais, estas são imprescindíveis para um bom projeto?

Se considerarmos que até a década de 1960 não existiam ferramentas computacionais como hoje conhecemos (CAD, Softwares de Cálculo, Otimização, CFD, etc.), fica a pergunta:

O que realmente é importante para que um bom projeto seja desenvolvido?

Exemplos: DC-3, Boeing B-29, North America P-51, Lockheed SR-71, Concorde, Projeto Apollo, Boeing 747 entre muitos outros.

Lições adicionais

Ferramentas computacionais, estas são imprescindíveis para um bom projeto?

Hoje, eu diria que sim!

Ex.: Boeing 787, Airbus A350, Embraer E2, entre diversos outros.

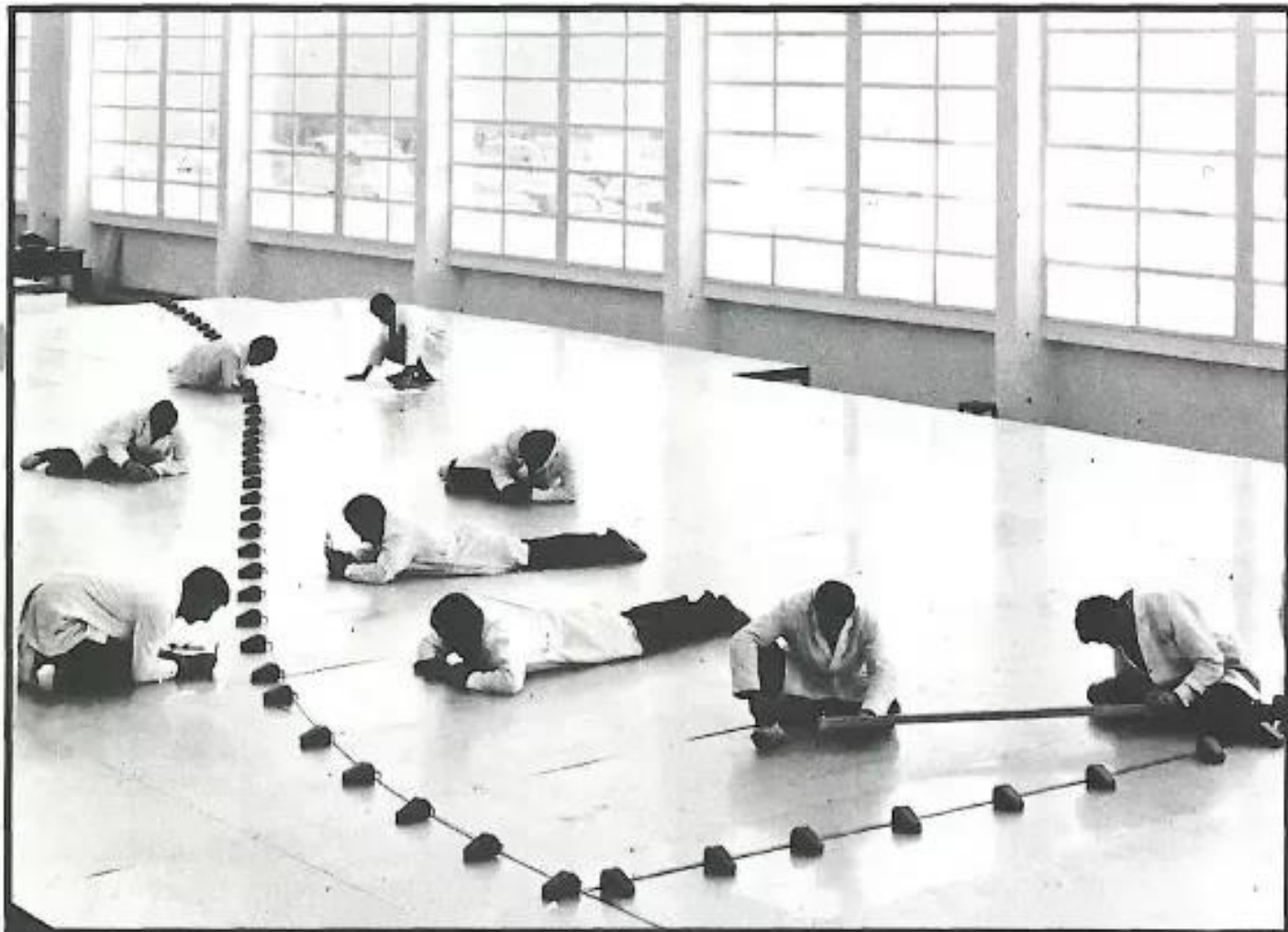
Tais ferramentas trouxeram um ganho de tempo, melhoria dos resultados em termos de geometrias mais complexas, projetos com alta eficiência estrutural, integração entre áreas, integração de sistemas entre diversos outros ganhos.

A ideia por trás desta reflexão é somente mostrar que, independente das ferramentas, excelentes projetos podem ser feitos, e boa parte disto depende do entendimento da equipe de engenharia quanto a Missão para a qual a aeronave será projetada.

Nunca se limitem pela “falta” das ferramentas.

Importantes lições de Projeto Aeronáutico

1930-1940

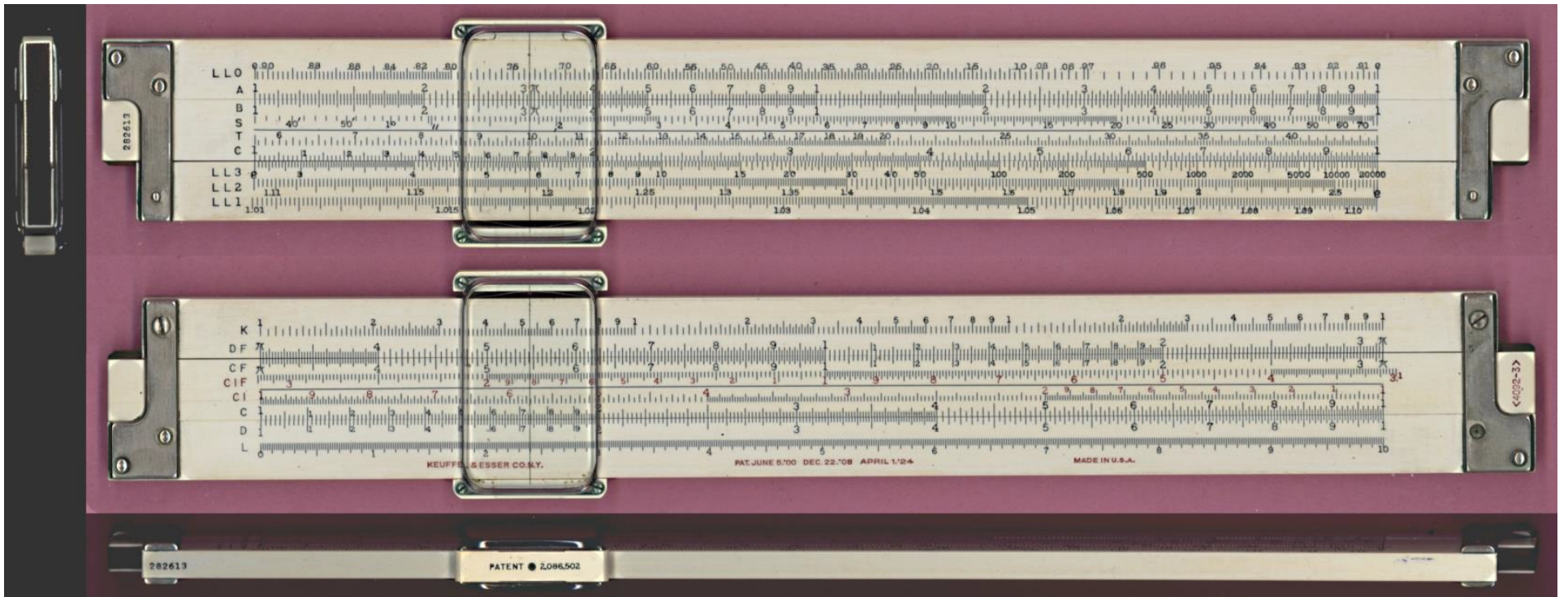


Britânicos no início do lofting da asa do Concorde

Importantes lições de Projeto Aeronáutico

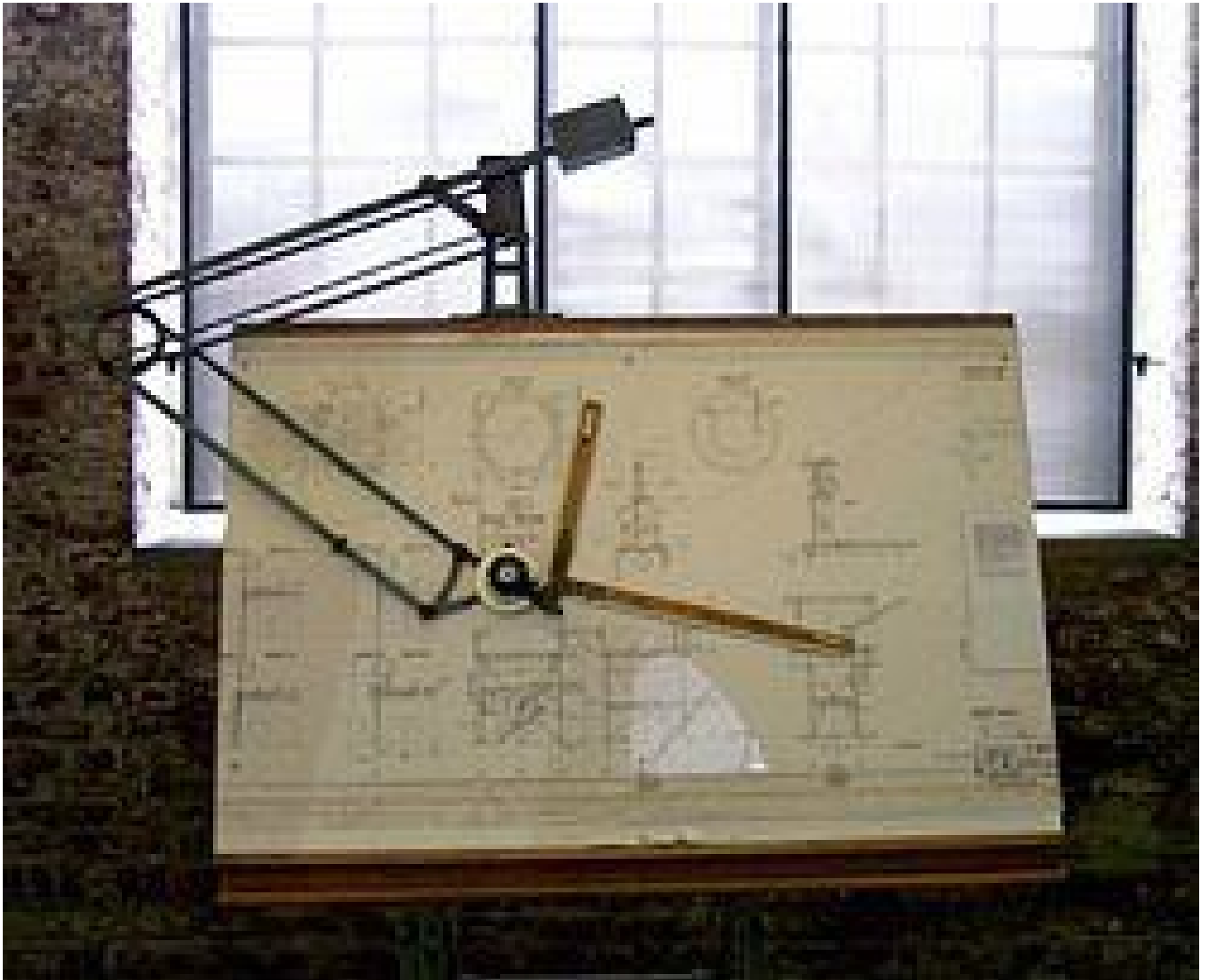
1930-1940

Régua de Calculo (KE 4091-3 Log Log Duplex Decitrig)



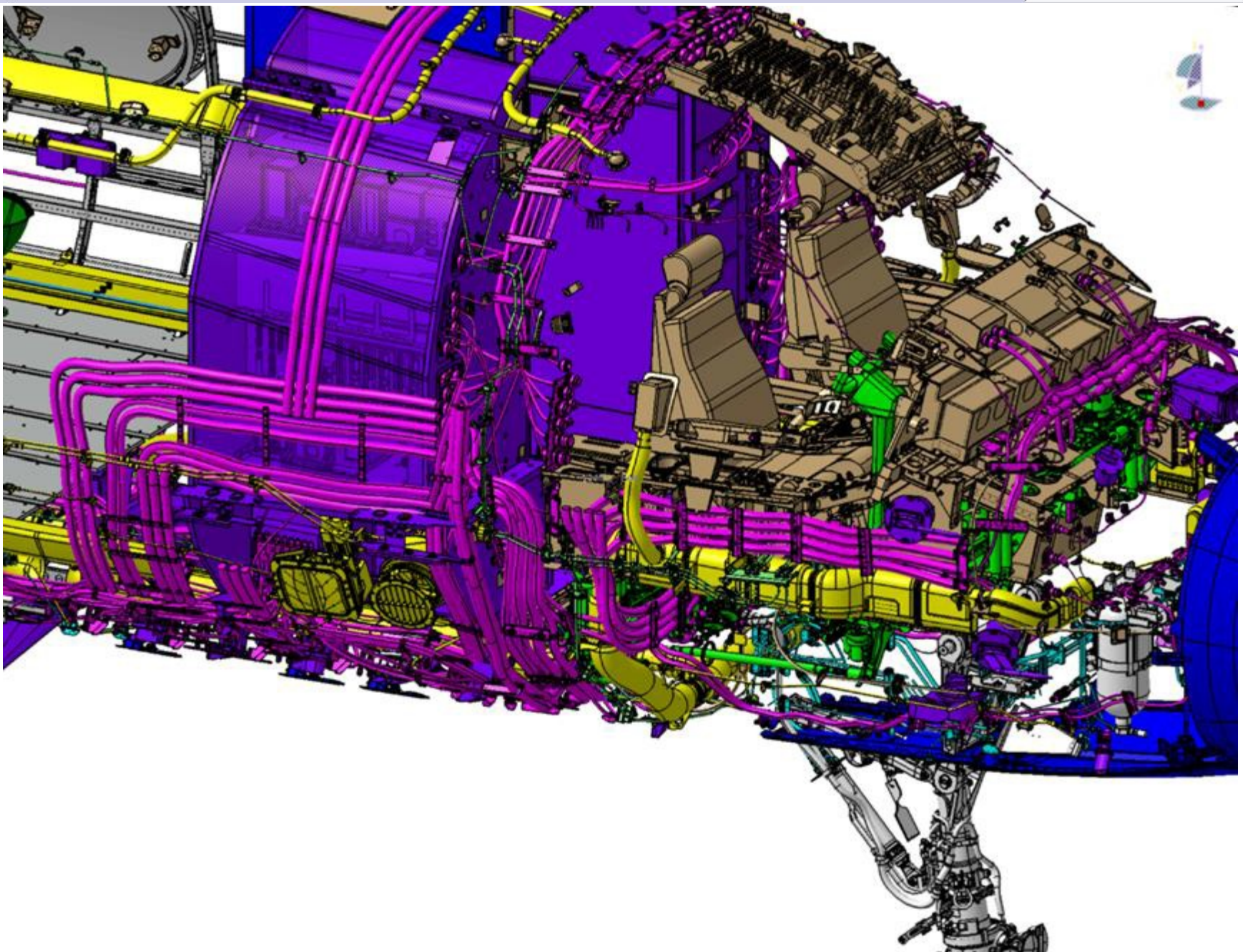
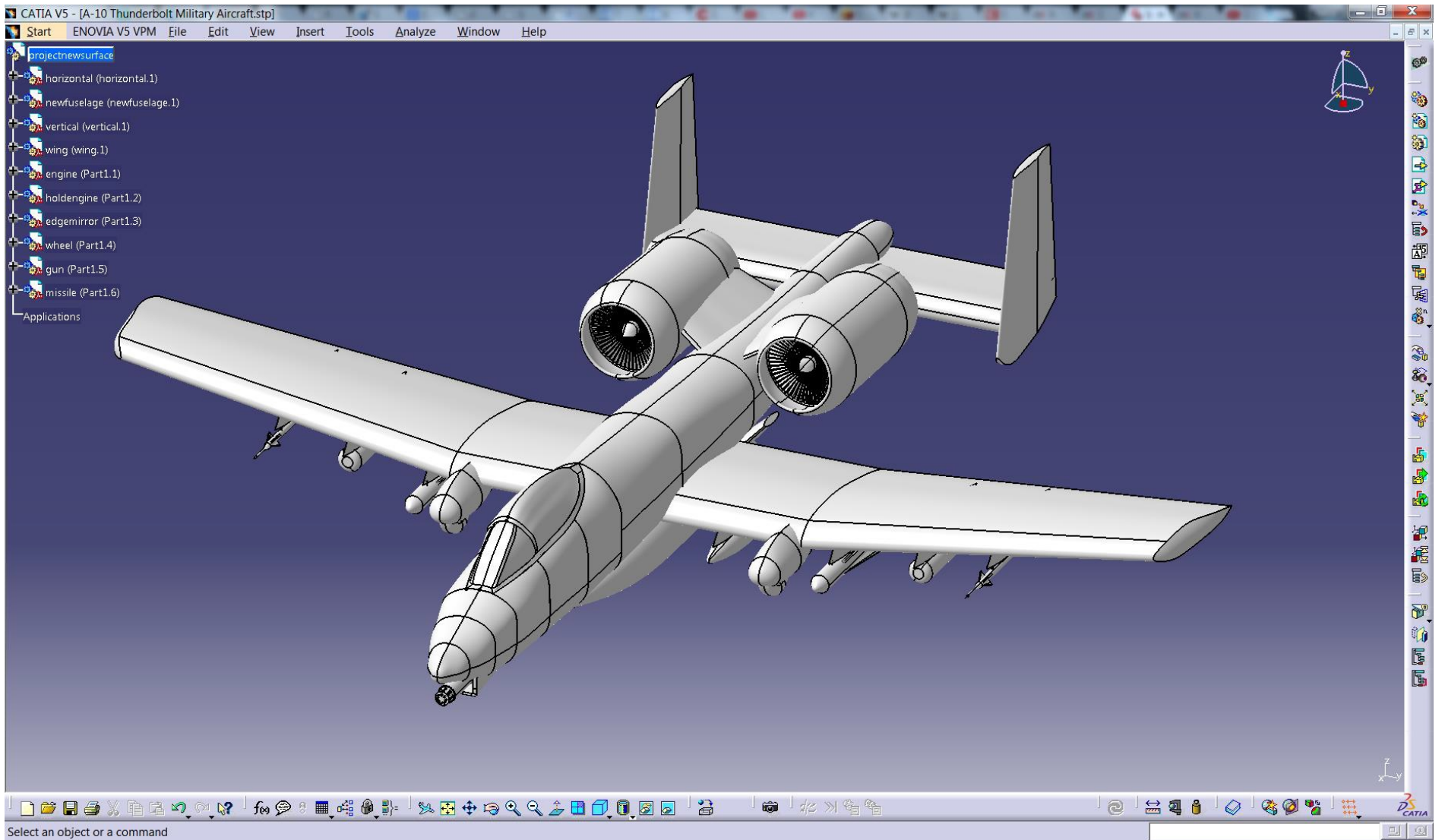
Importantes lições de Projeto Aeronáutico

1930-1940



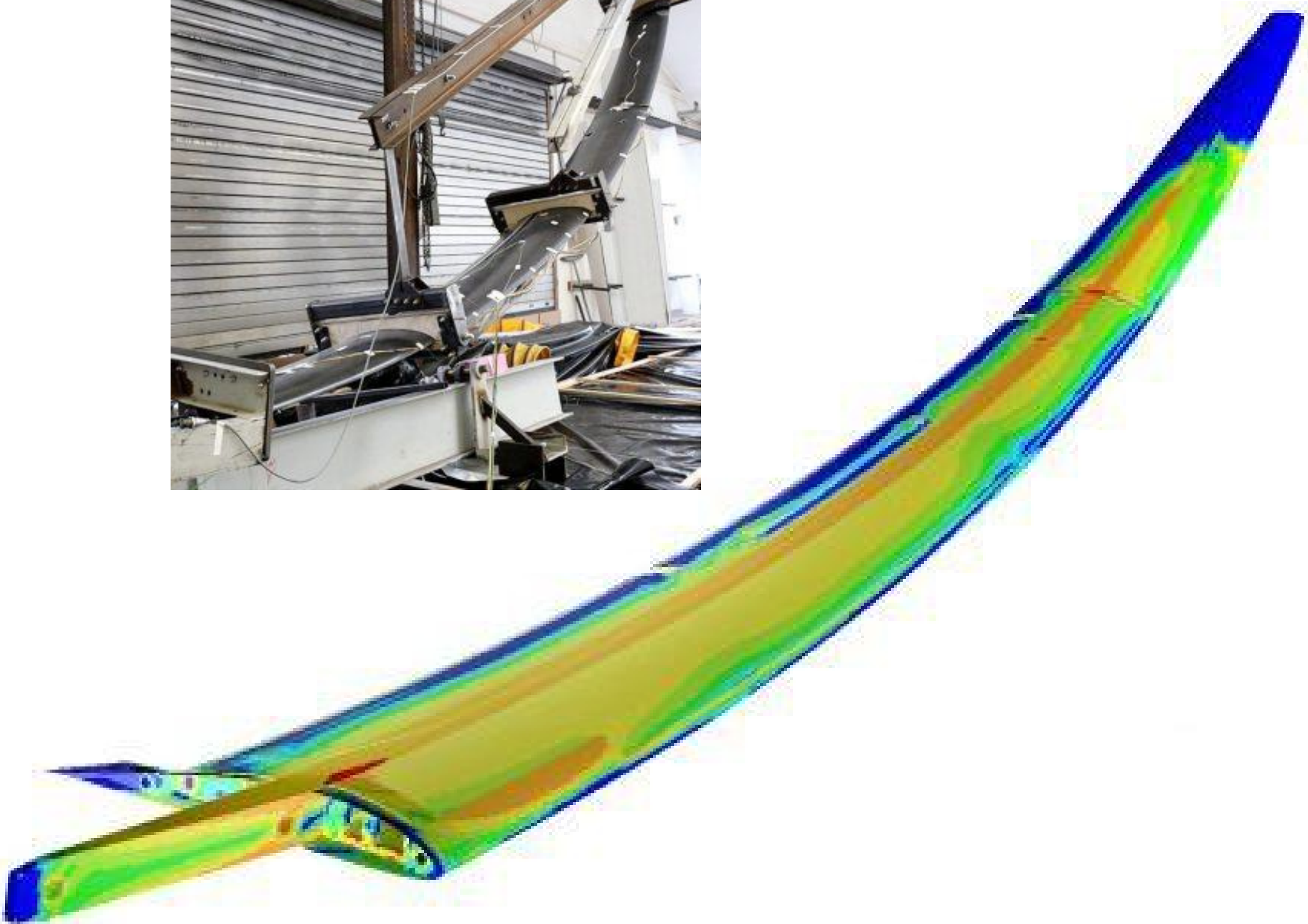
Importantes lições de Projeto Aeronáutico

2010-2020



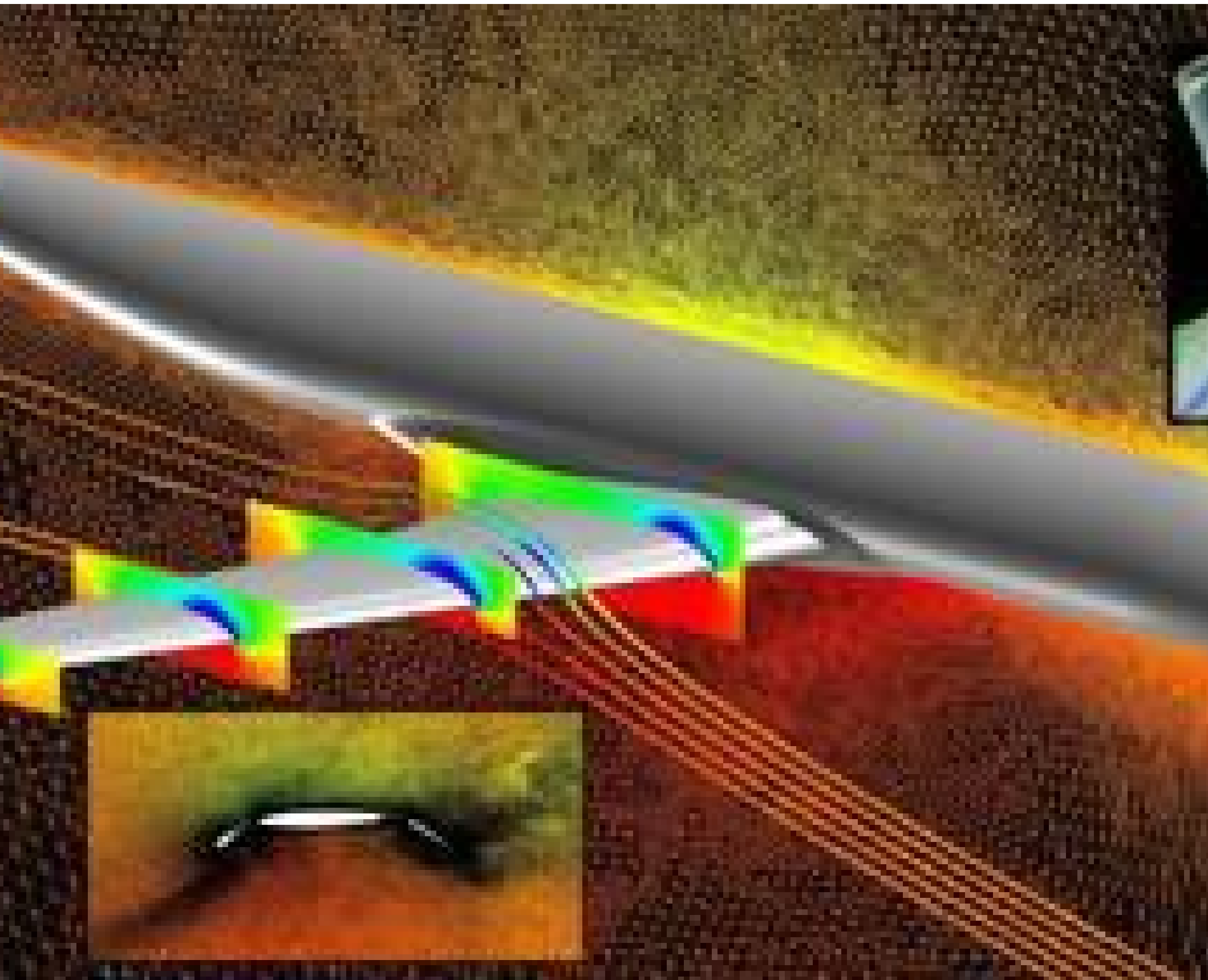
Importantes lições de Projeto Aeronáutico

2010-2020



Importantes lições de Projeto Aeronáutico

2010-2020



Importantes lições de Projeto Aeronáutico

Donald W. Douglas e sua equipe recebendo do Presidente Harry S. Truman o Troféu Collier em 1935, for outstanding twin-engined transport airplane.



https://en.wikipedia.org/wiki/1931_Transcontinental_%26_Western_Air_Fokker_F-10_crash#Public_impact_and_aviation_legacy
<http://ndfootballhistory.com/explaining-the-rockne-crash-truth-vs-fiction>
<https://www.secretprojects.co.uk/threads/arjens-fokker-cutaways-collection.15830/>
René J. Francillon; McDonnell Douglas Aircraft Since 1920 - Volume I (1988)
René J. Francillon; Douglas Propliners (2011)
https://en.wikipedia.org/wiki/United_States_government_role_in_civil_aviation
<https://www.youtube.com/watch?v=rp3nRHdLneI>
Douglas Propliners. René J. Francillon (2011)
<https://www.aei.org/wp-content/uploads/2016/10/Travel2.png>
https://en.wikipedia.org/wiki/Jack_Northrop
McDonnell Douglas Aircraft Since 1920; René J. Francillon (1988)
https://en.wikipedia.org/wiki/Douglas_DC-1
https://www.reddit.com/r/HistoryPorn/comments/702h7b/cabin_of_the_only_douglas_dc1_built_1933_1872x1440
<https://br.pinterest.com/pin/550846598156372600/>
Inside the Douglas Transport; Flight Magazine. 1934
https://books.google.com.br/books?id=99pjuOJ9aFYC&pg=PA85-IA1&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
<https://patents.google.com/patent/USD94427>
<https://mountainsofmadness.org/keeper-journal/2019/5/14/on-the-boeing-247d>
The Road to The 707, William H. Cook, (1991),
http://www.dept.aoe.vt.edu/~mason/Mason_f/SD1L3.pdf
<https://conceptbunny.com/douglas-c-47-skytrain/>
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fokker_F.VII_interior_photo_NACA_Aircraft_Circular_No.74.jpg
<https://airandspace.si.edu/collection-objects/ford-4-or-5-tri-motor-interior-airlines-transcontinental-air-transport-tat-usa>

REFERÊNCIAS

<http://www.goldenwingmuseum.com/collection/AC-Pages/Ford-1077.htm>
Aeronautic Branch of the United States Department of Commerce (Air Commerce Act of 1926)

https://en.wikipedia.org/wiki/Douglas_DC-2

<https://www.airliners.net/photo/KLM-Royal-Dutch-Airlines-Aviadrome/Douglas-DC-2-142/1553186>

<https://www.air-and-space.com/Douglas%20DC-3%20History.htm>

The Illustrated History of McDonnell Douglas Aircraft, Mike Bedrock & Bill Gunston (1999)

<https://www.thisdayinaviation.com/tag/douglas-dst/>

<http://airportjournals.com/the-douglas-dc-3-legacy/>

The Road to The 707, William H. Cook, (1991), pag.56

https://dc3airways.net/tech_editor/real_wgt_bal.htm

<https://www.deltamuseum.org/events/events/2020/03/10/default-calendar/dc-3-ship-41-tour>

<https://airandspace.si.edu/collection-objects/douglas-dc-3-interior-passenger-cabin-united-air-lines-usa-operations-food>

<https://www.pearlharboraviationmuseum.org/pearl-harbor-blog/douglas-c-47dc-3-cheeky-charlie-7/>

<https://newsassets.cirium.com/Assets/GetAsset.aspx?ItemID=37457>

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Douglas_DC-3_family_variants

Fifty Glorious Years; Arthur Percy, 1985

<https://history.nasa.gov/sp4226.pdf>

Technical Report No 313, Drag and Cooling With Various Forms of Cowling
History of AeroDynamics, John D. Anderson (1998), pag. 330 to 341

Technical Report No 313, Drag and Cooling With Various Forms of Cowling.

https://en.wikipedia.org/wiki/NACA_cowling

<https://www.dc3dakotahunter.com/blog/dc-3s-immortality-captured-in-your-own-c-47-war-relic-skin-panel-vol-1/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Alpha

<https://airandspace.si.edu/exhibitions/america-by-air/online/innovation/innovation07.cfm>

REFERÊNCIAS

The International Encyclopedia of Aviation, David Mondey, 1988 (Octopus Books Ltda). Pag. 79
http://legendsintheirowntime.com/LiTOT/Content/1941/Ju52_Av_4108_sk_p099_W.png
<https://www.pinterest.co.uk/pin/577657089679863609/>
<https://airandspace.si.edu/multimedia-gallery/nasm-a19530075000-nasm2018-10592jpg>
<https://calisphere.org/item/64f1737e6365a50104f9f34cab1060e1/>
Effect of Fillets on Wing-Fuselage Interference, A. L. KLEIN, PASADENA, CALIF. (1934)
http://cybra.p.lodz.pl/Content/6345/AER_56_1.pdf
<https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/ResourceFiles/AboutASME/Who%20We%20Are/Engineering%20History/Landmarks/149-Hydromatic-Propeller.pdf>
<http://www.aviation-history.com/engines/cyclone1820.htm>
AIRCRAFT PROPULSION A Review of the Evolution Of Aircraft Piston Engines, C. FAYETTE TAYLOR (1971).
https://en.wikipedia.org/wiki/Wright_R-1820_Cyclone
https://en.wikipedia.org/wiki/Wright_Cyclone_series
<http://www.aviation-history.com/engines/cyclone1820.htm>
<http://www.aviation-history.com/engines/cyclone1820.htm>
AIRCRAFT PROPULSION A Review of the Evolution Of Aircraft Piston Engines, C. FAYETTE TAYLOR (1971).
<http://www.aviation-history.com/engines/pr-1937.htm>
<https://patents.google.com/patent/US2049066A>
<http://www.oldjets.net/air-colombia.html>
<https://www.historynet.com/lawrence-sperry-autopilot-inventor-and-aviation-innovator.htm>
http://legendsintheirowntime.com/LiTOT/C47/C47_AirTech_4409_DA.html
http://legendsintheirowntime.com/LiTOT/Content/1944/C47_AirTech_4409_DA_hydraulics_p020_W.png
http://legendsintheirowntime.com/LiTOT/Content/1944/C47_AirTech_4409_DA_fuel_p021_W.png
http://legendsintheirowntime.com/LiTOT/C47/C47_AirTech_4409_DA.html
https://www.maam.org/airshow/r4d_cockpit.htm
<https://www.aircraftsystemstech.com/p/eachmanufacturer-designs-its-own-fuel.html>
<http://dc3training.com/wp-content/uploads/2012/05/120515-N28AA-Manual-FuelSystemSection9.pdf>

REFERÊNCIAS

We Freeze to Please, NASA SP-2002-4226, Leary, W. <https://history.nasa.gov/sp4226.pdf>
Commercial Aviation in the Jet Era and the Systems that Make it Possible; Thomas Filburn, Springer International Publishing (2020).
http://home.iwichita.com/rh1/hold/av/avhist/a8/a8_dc3.htm
https://en.wikipedia.org/wiki/Short_Empire
World Encyclopedia o Civil Aircraft, Enzo Angelucci, 2001
https://en.wikipedia.org/wiki/Armstrong_Whitworth_Ensign
World Encyclopedia o Civil Aircraft, Enzo Angelucci, 2001
https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_314_Clipper
https://en.wikipedia.org/wiki/Lat%C3%A9co%C3%A8re_631
https://en.wikipedia.org/wiki/Bristol_Brabazon
<https://www.airlinerratings.com/news/brabazon-palace-skies/>
https://www.reddit.com/r/WeirdWings/comments/ge79jj/bristol_brabazon_and_its_odd_engine_placement/
<https://www.thisdayinaviation.com/tag/g-agpw/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Saunders-Roe_Princess
<https://www.deviantart.com/supersams89/art/Saunders-Roe-Princess-325317893>
https://en.wikipedia.org/wiki/Douglas_C-47_Skytrain
<https://militaryhistorynow.com/2017/08/02/the-plane-that-really-won-ww2-everything-you-need-to-know-about-the-c-47-skytrain/>
<https://www.historynet.com/d-day-heroes-braved-flak-to-secure-allied-victory.htm>
https://en.wikipedia.org/wiki/American_airborne_landings_in_Normandy
<https://military-classic-memorabilia.com/en/product/double-portes-de-c-47-skytrain/>
<https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/196161/winged-angels-usaaf-flight-nurses-in-wwii/>
<https://www.pearlharboraviationmuseum.org/pearl-harbor-blog/douglas-c-47dc-3-cheeky-charlie-7/>

REFERÊNCIAS

https://en.wikipedia.org/wiki/Douglas_AC-47_Spooky
<https://www.youtube.com/watch?v=JAFVuG2KQqk>
<https://www.baslerturbo.com/mission-versatility.html>
<https://www.air-and-space.com/conroy.htm>
<https://www.airliners.net/photo/Maritime-Patrol-And-Rescue/Douglas-Conroy-Tri-Turbo-Three-DC-3/1045412>
https://en.wikipedia.org/wiki/Conroy_Tri-Turbo-Three
<https://www.airliners.net/photo/Spirit-of-Seventy-Six/Douglas-DC-3-362/1488763>
http://www.michaelprophet.com/News_articles/imagesDC3/DC3.html
<https://br.pinterest.com/pin/460844974340667078/>
<https://www.secretprojects.co.uk/threads/douglas-dc-3-with-floats.9976/>
<https://www.flagshipdetroit.org/>
<https://www.dutchdakota.nl/en/home/>
<https://www.dutchdakota.nl/en/book-flight/>
https://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%Aancia_do_usu%C3%A1rio
https://en.wikipedia.org/wiki/Slide_rule
<https://medium.com/technical-illustration/solidworks-and-catia-i-love-both-4a747fa9dc08>
<https://www.alexander-schleicher.de/en/as-33-fluegelbelastungsversuch-erfolgreich-absolviert/>
<https://www.engineersrule.com/mbd-history-successes-gulfstream/>
<https://www.nasa.gov/aero/aeronautical-simulation.html>
<https://naa.aero/awards/awards-and-trophies/collier-trophy/collier-1930-1939-winners>
<https://naa.aero/awards/awards-and-trophies/collier-trophy>



Engenharia
Aeronáutica



www.EngenhariaAeronautica.com.br