



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ZONEAMENTO

MANOEL GALHART VIEIRA

SÃO CARLOS
2021

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LABORATÓRIO DE AERONAVES

ZONEAMENTO

MANOEL GALHART VIEIRA

**SÃO CARLOS, 1991
PUBLICAÇÃO 099/91**

ZONEAMENTO

SUMÁRIO

7.1	<u>APANHADO HISTÓRICO</u>	1
7.2	<u>CRITÉRIO FUNDAMENTAL</u>	2
7.3	<u>ZONEAMENTO DE AERONAVE CONFORME O PREVISTO NA ATA-100</u>	
7.3.1	Zonas Maiores	3
7.3.2	Sub-Zonas Maiores	3
7.3.3	Zonas	4
7.4	<u>REGRAS BÁSICAS DO ZONEAMENTO DE UMA AERONAVE</u>	4
7.5	<u>ZONEAMENTO DE JANELAS DE INSPEÇÃO E ABERTURAS DE ACESSO (CONFORME O PREVISTO NA ATA-100)</u>	
7.5.1	Critério	7
7.6	<u>ZONEAMENTO DO GRUPO MOTO-PROPULSOR</u>	
7.6.1	Critério	8
7.6.2	Observações Complementares	9
7.7	<u>EXEMPLO DE ZONEAMENTO</u>	9
7.7.1	Diagrama das Estações	9
7.7.1.1	Diagrama das Estações da Fuselagem	10
7.7.1.2	Diagrama das Estações da Asa	11
7.7.1.3	Diagrama das Estações da Nacele	11
7.7.1.4	Diagrama das Estações da Emp. Vertical	12
7.7.1.5	Diagrama das Estações da Emp. Horizontal	13
7.7.2	Designação por Zonas para o EMB-110 "BANDEIRANTE"	14
7.7.3	Detalhamento das Janelas de Inspeção	17
7.8	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	22



ZONEAMENTO

CAPITULO VII

CRITÉRIO PARA A DETERMINAÇÃO DOS DIVERSOS LOCAIS
DA AERONAVE - ZONEAMENTO7.1 - Apanhado Histórico

Um dos principais problemas tanto de quem dá instruções de Manutenção como de quem vai executar trabalhos deste ramo de atividade - como seja montar, desmontar, regular etc... componentes, sempre foi a localização dos mesmos.

No princípio a maneira mais eficaz foi fazer pequenos desenhos esclarecedores, onde a pessoa interessada visualizava o local e a peça. Este método, embora fosse o único usado até a década de 60 já apresentava deficiências na hora de se fazer relatórios ou mesmo de elaborar Rotinas de Manutenção.

Um caso típico ocorria quando era necessário abrir uma Janela de Inspeção. As Janelas de Inspeção são todas parecidas entre si e a solução era uma das duas seguintes:

- a) - Abrir a Janela de Inspeção entre as Nervuras correspondentes às estações 100.0 e 112.0 da Asa Esquerda, entre as Longarinas Central e Trazeira..., ou
- b) - Abrir a Janela de Inspeção nº 15.

NOTA

Neste caso o elemento necessitava de ter consigo um "mapa" das Janelas.

ZONEAMENTO

Alguns fabricantes iniciaram então uma sistemática que teve aceitação ampla, mais recentemente, quando se passou a fazer programas por computador. Foi o critério de dividir toda a aeronave em Zonas Numeradas, de modo, que a localização ficava restrita a apenas um número.

NOTA

Vale aqui a mesma restrição para o evento b) acima citado, ou seja, o elemento que for efetuar o trabalho precisa de ter consigo um "mapa" com as diversas localizações.

7.2 - Critério Fundamental

Este critério, com todas as eventuais restrições, revelou-se, porém, o melhor atendendo às necessidades citadas.

A Air Transport Association of America, através de sua especificação nº 100 - conhecida como ATA 100 - , no seu Capítulo 1-6 oficializou como Norma o critério citado, o qual tomou o nome de Zoneamento da Aeronave, e que consiste no seguinte:

- A Aeronave é dividida em Regiões ou Zonas, cada qual associada a um número.
- As Janelas de Inspeção ou mesmo Portas e Painéis de Acesso para serviços de Manutenção e Inspeção, tem designação especial, associada com o Zoneamento acima definido.
- As Áreas do Grupo MOTO-PROPULSOR, tal como as Janelas de Inspeção tem Zoneamento específico.

ZONEAMENTO

7.3 - Zoneamento de Aeronave Conforme o Previsto na ATA-100

7.3.1 - Zonas Maiores

Este Zoneamento consiste, na sua fase inicial, em dividir a aeronave em Zonas Maiores - (MAJOR ZONES) as quais se subdividem em SUB-ZONAS MAIORES - (MAJOR SUB-ZONES) - e estas por sua vez se subdividindo simplesmente em ZONAS - (ZONES).

Teríamos assim para uma aeronave típica, as Zonas MAIORES numeradas com tres digitos como segue:

ZONAS MAIORES	ÁREA
100	Fuselagem Dianteira (até uma estação a ser definida).
200	Fuselagem Trazeira (o restante da Fuselagem).
300	Empenagens
400	Grupo Moto-Propulsor
500	Asa Esquerda
600	Asa Direita
700	Trem de Pouso (com as respectivas Portas).
800	Portas da Cabine
900	Outros.

7.3.2 - Sub-Zonas Maiores

As Sub-Zonas Maiores são, em princípio, definidas a partir da variação numérica no 2º dígito do Zoneamento Maior.

ZONEAMENTO

Para o caso de Sub-Zonas Maiores, certos componentes estruturais bastante individualizados tem numeração individualizada, formando, necessariamente, uma Sub-Zona Maior. Entre tais componentes temos: Portas Principais e outras de entrada de Pessoal; Trem de Pouso, Portas dos Trens, Ailerons, Slots, Slats, Deriva, Lemes de Direção, de Profundidade, Estabilizador, Compensadores e Flapes.

Quando a Aeronave possuir versão Cargueira, o Zoneamento de certas áreas como Porta-Larga, Porta da Cauda etc... deve ser feito de modo a compatibilizar os dois casos.

As áreas dos Filetes, Barbatanas, e parte da Asa interna à Fuselagem, pertencem sempre à Fuselagem.

Teríamos como Sub-Zonas Maiores das Empenagens:

SUB-ZONAS MAIORES	ÁREA
310	Estabilizador Esquerdo
320	Estabilizador Direito
330	Profundor Esquerdo
340	Profundor Direito
350	Montante Esquerdo
360	Montante Direito
370	Deriva
380	Leme de Direção
390	Carenagem do Cone de Cauda

A.3.3 - Zonas

As Zonas são definidas a partir de variação numérica no 3º dígito do Sub-Zoneamento Maior. Teríamos, como exemplo de Zonas para a Deriva:

ZONEAMENTO

ZONAS	ÁREAS
371	Bordo de Ataque
372	Ponta da Deriva
373	Área Superior, entre nervuras das estações 39.0 e 78.0
374	Área Inferior, entre nervuras das estações 0.0 e 39.0

NOTA

Nã definição das Zonas, devem ser individualizados os Bordos de Ataque, de Fuga, Compartimentos de Trens, Naceles, Tanques de Combustível, Cabines, Co_{miss}árias, Toiletes etc..., que são áreas onde certamente existirão serviços de Manutenção.

Cada aeronave comporta um Zoneamento próprio. Os Engenheiros Aeronáuticos das áreas de Manuais, dos Fabricantes, são quem, em princípio, definem o Zoneamento de Aeronave.

7.4 - Regras Básicas do Zoneamento de uma Aeronave

Com a finalidade de facilitar-se os trabalhos de Manutenção, tanto nas suas fases de elaboração das Instruções de Manutenção, Planejamento dos Serviços e Execução, o Zoneamento deve atender a umas regras básicas a saber:

- 1 - O Zoneamento deve ser simples e possuir um ordenamento lógico; na ordenação seguir sempre:
 - da frente para trás,
 - da esquerda para a direita;
 - de baixo para cima;
 - de dentro para fora;
 - dígitos ímpares para itens à esquerda ou à frente.

ZONEAMENTO

- dígitos pares para ítems à direita ou atrás.
 - para ítems em áreas centrais podem ser usados números ímpares ou pares.
- 2 - O Zoneamento deve ser semelhante para aviões semelhantes; deve ser adaptável a futuras aeronaves;
- 3 - O Zoneamento deve ter uma codificação utilizável em várias áreas tanto da Manutenção como de Planejamento, como segue:
- Programação dos serviços de Manutenção;
 - Acompanhamento dos serviços de Manutenção;
 - Controle e Processamento da atividade de Manutenção;
 - Utilização pelo setor de Ensino;
 - Utilização por outros setores da Empresa, especialmente Operações.

Para uma boa definição do Zoneamento deve-se, sempre que possível, usar separações físicas da Estrutura, que sejam facilmente identificáveis.

Eventualmente o Engenheiro deve fazer descrições que ajudem no esclarecimento da posição.

EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO ZONEAMENTO EM MANUTENÇÃO.

Somente como exemplo vejamos as seguintes instruções para o Mecânico de Manutenção:

ZONA	SERVIÇO	OBS
300	Inspeccionar externamente a Estrutura	1
370	Inspeccionar externamente a Estrutura	2
372	Inspeccionar externamente a Estrutura	3

ZONEAMENTO

OBSERVAÇÕES

- 1 - Neste caso se quer inspecionar todas as Em
penagens;
- 2 - Neste caso se quer inspecionar apenas a De
riva - (Toda a Deriva).
- 3 - Neste caso se quer inspecionar apenas o Bor
do de Ataque da Deriva.

7.5 - Zoneamento de Janelas de Inspeção e Aberturas de Acesso (Conforme o Previsto na ATA-100).

7.5.1 - Critério

Este Zoneamento consiste em marcar as Janelas de Inspeção, Aberturas de Acesso, Filetes Aerodinâmicos, Painéis Removíveis de Conjunto de Rádio, Painéis do Teto, do Assoalho e de Áreas de Car ga etc..., usando como ponto de partida o Zoneamento da Aeronave.

Este Zoneamento consiste de dois conjuntos de dígitos, sepa rados por traço de união, a saber:

- a) - O primeiro conjunto de dígitos representa a Zona da Ae ronave onde está o componente;
- b) - O segundo conjunto de dígitos é formado por duas le tras, como segue:

- A primeira letra numeradas de A para Z define os Painéis e Janelas da Zona Considerada.

Exemplo: 373-A, 373-B e 373-C represen tam Janelas e Paineis da área 373 (Deriva)

ZONEAMENTO

- A segunda letra, com codificação própria, determina a posição da Janela ou Painel em relação à Aeronave. A codificação é a seguinte:

LETRA	SIGNIFICADO
B	Parte Inferior - (BOTTOM) -
T	Parte Superior - (TOP) -
L	Lado Esquerdo - (LEFT) -
R	Lado Direito - (RIGHT) -
Z	Interna -

Exemplo: 373-AT e 373-AB significariam Janelas ou Painéis localizados na Deriva, o primeiro na parte superior e o segundo na parte inferior.

7.6 - Zoneamento do Grupo Moto-Propulsor

7.6.1 - Critério

Este Zoneamento é um pouco diferente dos anteriores, embora use como ponto de partida a Zona Maior da Aeronave.

As Sub-Zonas Maiores são determinadas a partir de suas funções e não por estações como nos casos anteriores.

Assim, como tínhamos o código 400 representando o Grupo Moto-Propulsor, poderíamos ter por exemplo:

410 - Sub-Zona Maior do Difusor

420 - Sub-Zona Maior da Turbina, etc...

ZONEAMENTO

NOTA 1

Os Berços, coxins, parafusos de fixação dos Berços e Componentes associados aos coxins fazem parte do Grupo Moto-Propulsor.

NOTA 2

Qualquer componente que fica associado ao Motor por pré-instalação ou porque fica praticamente localizado além da Parede de Fogo ou da Estrutura da Aeronave, também pertence ao Grupo Moto-Propulsor.

7.6.2 - Observações Complementares

Para fins de se definir o que é esquerda ou direita no Motor, o observador deve se postar entre o Motor e a Cauda da Aeronave e olhando para a frente da Aeronave.

Para a correta localização de Janelas de Inspeção, Portas de Acesso etc... do Grupo Moto-Propulsor dois critérios são usuais.

- Definir por graus (geométricos) a partir da horizontal e no sentido contrário ao dos ponteiros do Relógio;

Ex: ... a 90° ...

- Definir por associação com as horas de um relógio.

Ex: ... às 3h30'

7.7 - Exemplo de Zoneamento

Segue nas páginas seguintes o Zoneamento do Bandeirante, - conforme feito pela Embraer.

7.7.1 - Diagrama das Estações

7.7.1.1 - Diagrama das Estações da Fuselagem

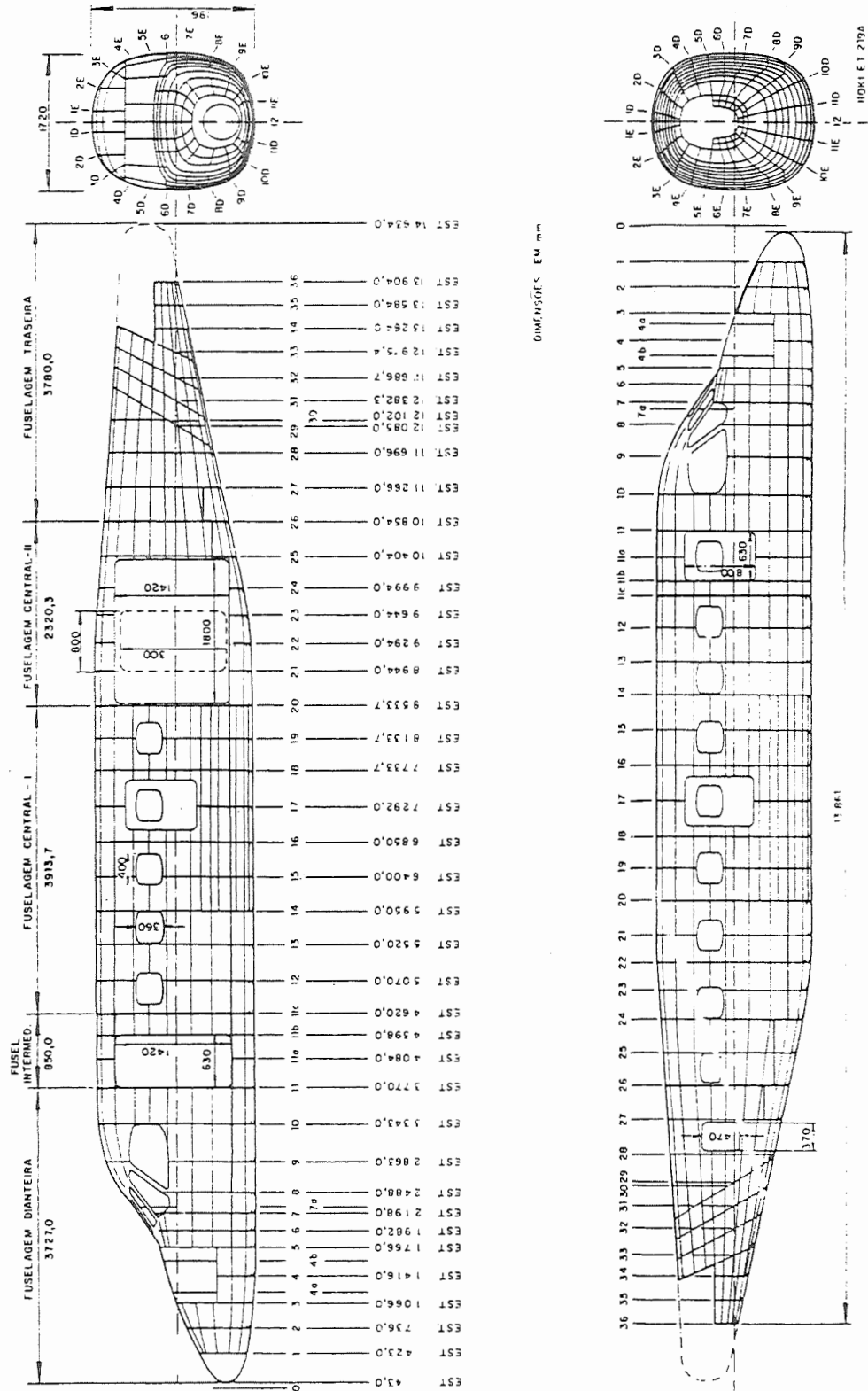


Figura 7.7-1 - DIAGRAMA DAS ESTAÇÕES DA FUSELAGEM

07 MAR 1985

ZONEAMENTO

7.7.1.2 - Diagrama das Estações da Asa

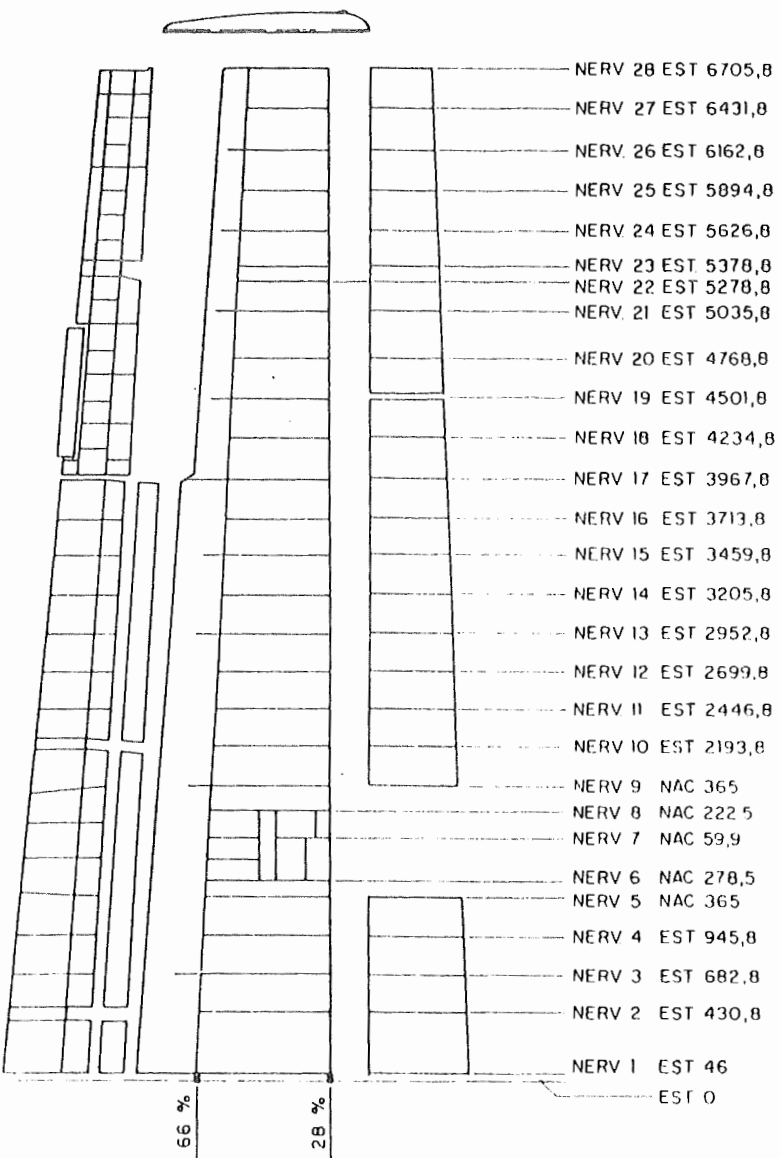
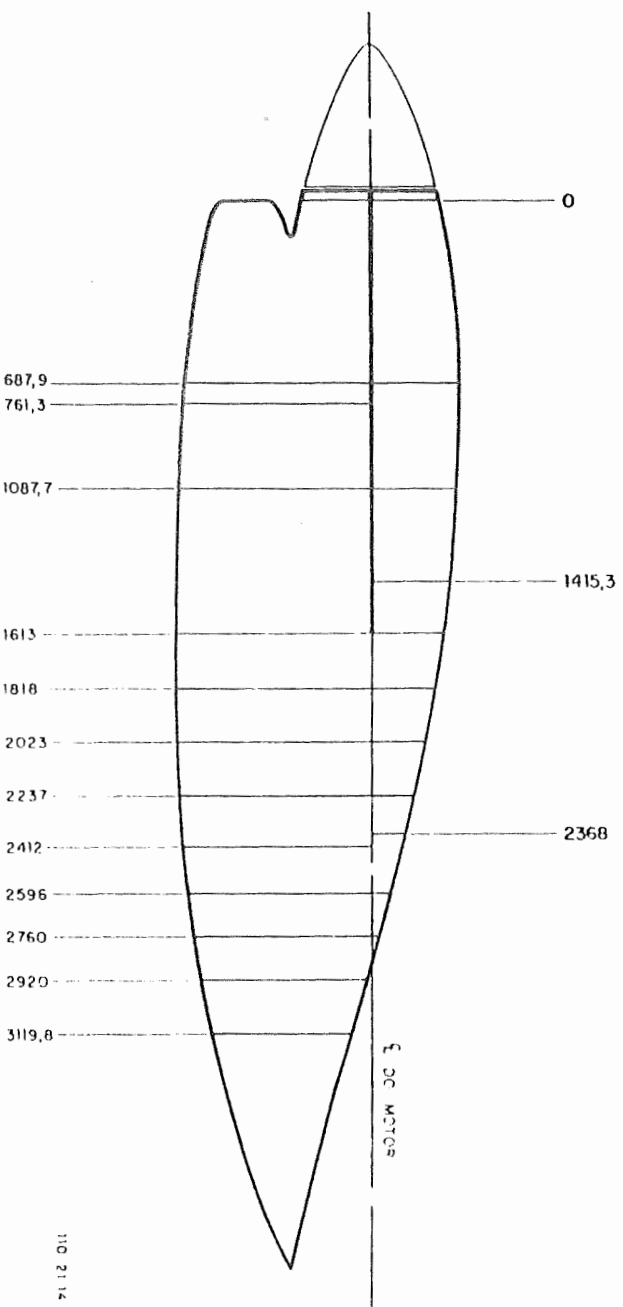


Figura 1-3. Diagrama das Estações - Asa (Folha 2 de 5)

7.7.1.3 - Diagrama das Estações da Nacela

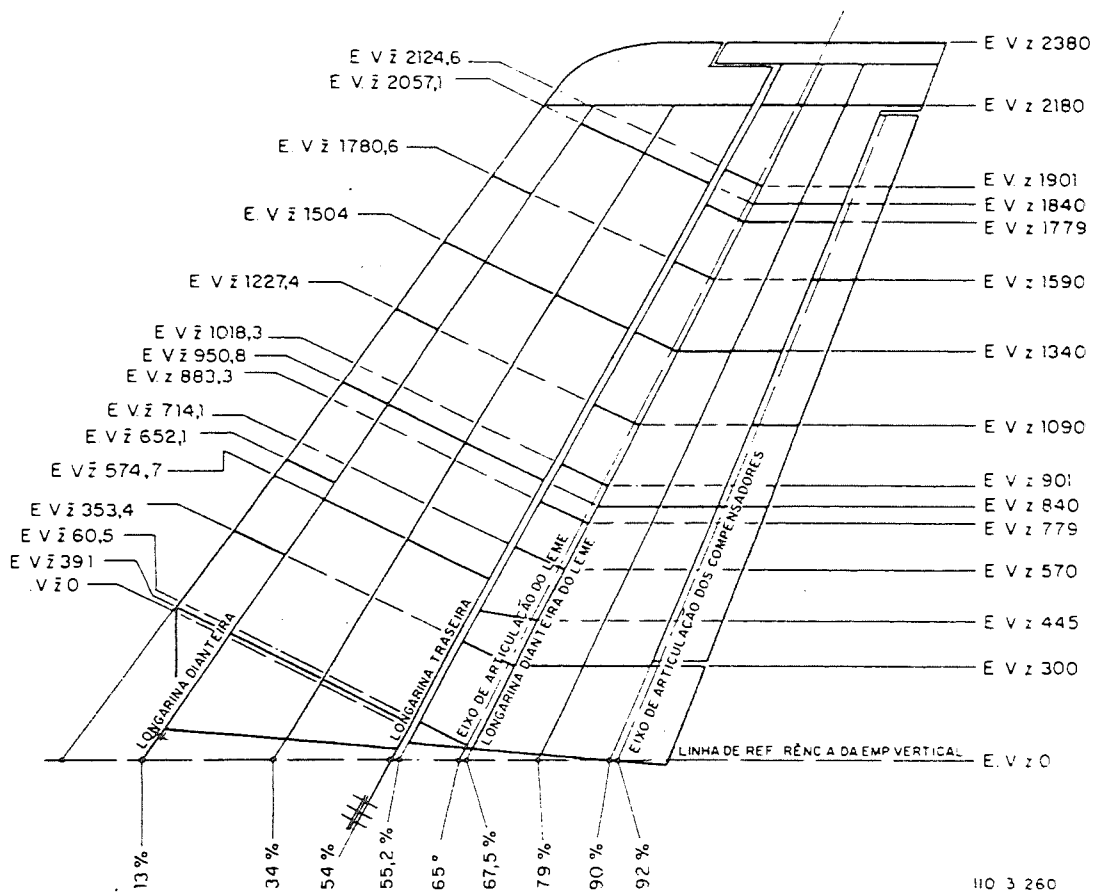


110 21 14

Figura 7.7-2 - DIAGRAMA DAS ESTAÇÕES ASA/NACELLE

07 MAR 1985

7.7.1.4 - Diagrama das Estações da Empenagem Vertical



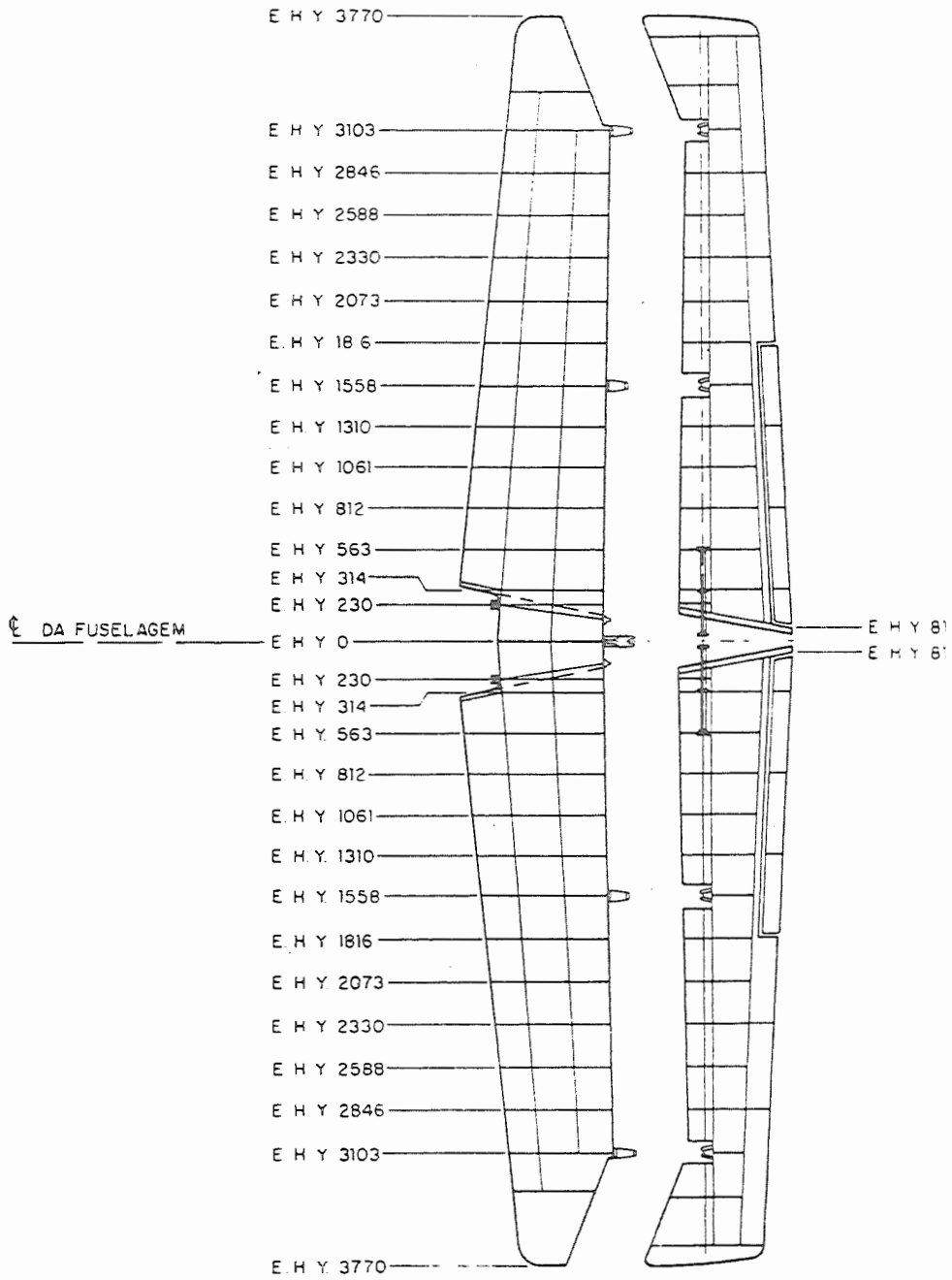
110 3 260

Figura 7.7-3 - DIAGRAMA DAS ESTAÇÕES EMP. VERTICAL

07 MAR 1885

ZONEAMENTO

7.7.1.5 - Diagrama das Estações da Empenagem Horizontal



110 3 262

Figura . 7.7-4 - DIAGRAMA DAS ESTAÇÕES EMP. HORIZONTAL

07 MAR 1985

7.7.2-DESIGNAÇÃO POR ZONAS PARA O EMB-110 "BANDEIRANTE"

ZONA	
100	NARIZ (entre a estação 0 e caverna 5)
110	● Radome
120	● Compartimento de eletrônica
130	● Alojamento do trem de pouso de nariz
200	CABINE (entre as cavernas 5 e 27)
210	● Cabine de comando
220	● Armário elétrico
230	● Bagageiro dianteiro e/ou "galley"
240	● Cabine de passageiros
250	● Toalete
260	● Compartimento de bagagem
270	● Portas
271	● ● Porta dianteira
273	● ● Porta principal
274	● ● Porta de carga
280	● Saídas de emergência
281	● ● Saída de emergência sobre a asa esquerda
282	● ● Saída de emergência sobre a asa direita
283	● ● Saída de emergência dianteira direita
300	SOB O PISO (entre as cavernas 5 e 27)
310	● Entre as cavernas 5 e 10
320	● Entre as cavernas 10 e 16
330	● Entre as cavernas 16 e 18
340	● Entre as cavernas 18 e 27

07 MAR 1985

400		EMPENAGEM (atrás da caverna 27)
	410	● Cone de cauda
	420	● Barbatanas vertical, dorsal e ventral
	430	● Leme de direção
	440	● Estabilizador
	450	● Profundor
	451	● ● Profundor esquerdo
	452	● ● Profundor direito
500		GRUPO TURBOPROPULSOR E NACELES
	510	● Hélices
	511	● Hélice esquerda
	512	● ● Hélice direita
	520	● Motor e berço do motor
	521	● ● Motor esquerdo com berço
	522	● ● Motor direito com berço
	530	● Parede de fogo
	531	● ● Parede de fogo esquerda
	532	● ● Parede de fogo direita
	540	● Naceles
	541	● ● Nacele esquerda
	542	● ● Nacele direita
	550	● Entradas de ar e capotas do motor
	551	● ● Capota esquerda
	552	● ● Capota direita
600		ASA
	610	● Bordos de ataque internos (entre a nacele do motor e a fuselagem)
	611	● ● Bordo de ataque interno esquerdo
	612	● ● Bordo de ataque interno direito
	620	● Bordos de ataque externos (entre a nacele do motor e a ponta da asa)
	621	● ● Bordo de ataque externo esquerdo
	622	● ● Bordo de ataque externo direito
	630	● Tanques internos

631	● ●	Tanque interno esquerdo
632	● ●	Tanque interno direito
640	●	Tanques externos
641	● ●	Tanque externo esquerdo
642	● ●	Tanque externo direito
650	●	Flapes e bordos de fuga
651	● ●	Flape esquerdo
652	● ●	Flape direito
660	●	Ailerons e bordos de fuga
661	● ●	Aileron esquerdo
662	● ●	Aileron direito
670	●	Raiz da asa (entre a fuselagem e a nervura)
671	● ●	Raiz da asa esquerda
672	● ●	Raiz da asa direita
680	●	Ponta da asa
681	● ●	Ponta da asa esquerda
682	● ●	Ponta da asa direita
700		TREM DE POUSO
710	●	Trem de pouso principal
711	● ●	Trem de pouso principal esquerdo
712	● ●	Trem de pouso principal direito
720	●	Trem de pouso de nariz
800		EXTERIOR DA FUSELAGEM

07 MAR 1985

7.7.3 - Detalhamento das Janelas de Inspeção

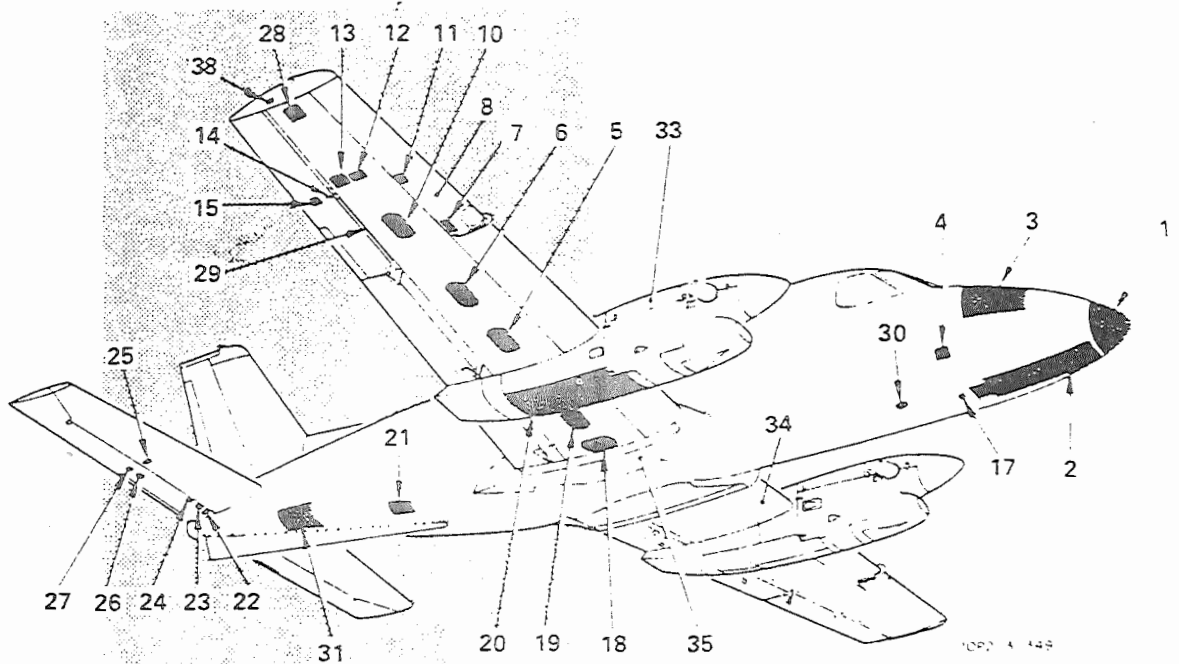
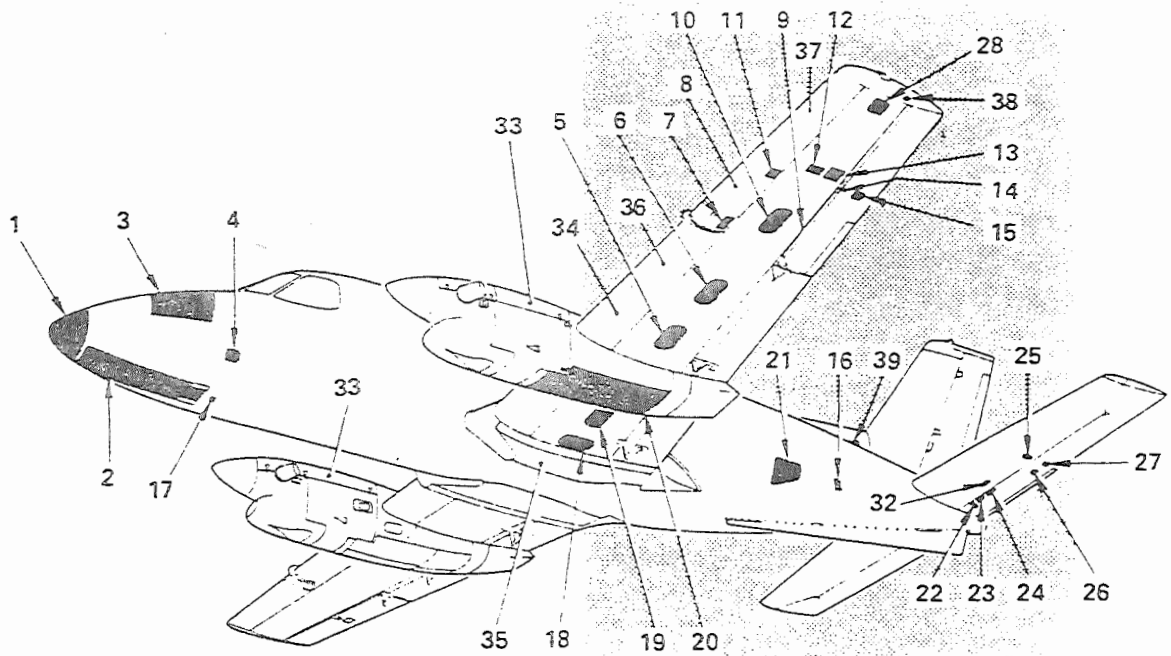


Figura 7.7-5 - DETALHAMENTO DAS JANELAS DE INSPEÇÃO

07 MAR 1985

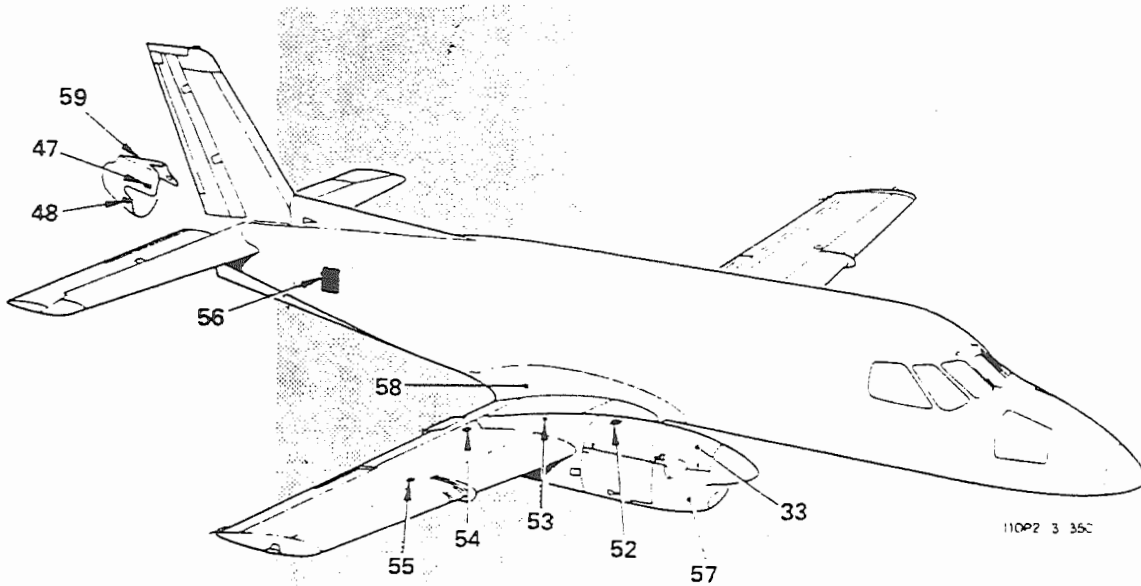
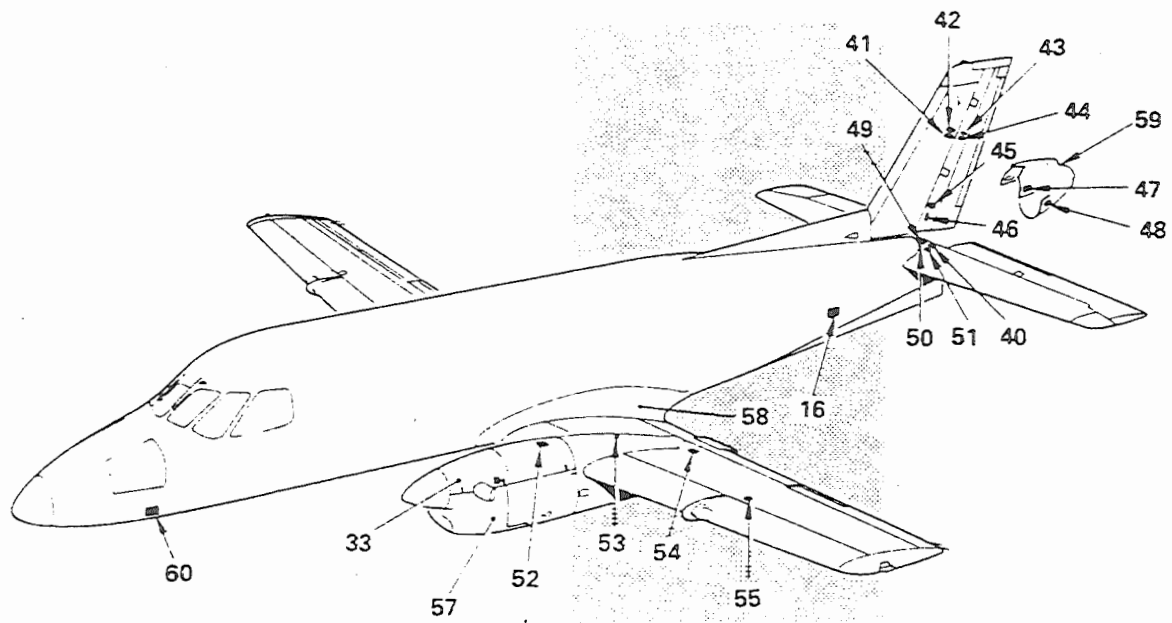


Figura 7.7-6 - DETALHAMENTO DAS JANELAS DE INSPEÇÃO

07 MAR 1985

Nº	ACESSO PARA:
1	Antena do radar
2	Compartimento do trem de pouso de nariz
3	Compartimento de eletrônica
4	Haste de ligação dos pedais do leme de direção
5	Tanque de combustível
6	Tanque de combustível
7	Solenóide do farol de aterragem
8	Raiz da asa, válvula ejetora de controle de fluxo do sistema de degelo
9	Suspiro do tanque de combustível
10	Tanque de combustível
11	Guinhol do aileron
12	Suspiro do tanque de combustível
13	Suspiro do tanque de combustível
14	Suspiro do tanque de combustível
15	Suporte da haste de comando do aileron
16	Conexão para reabastecimento de oxigênio
17	Cilindro atuador do trem de pouso de nariz
18	Bombas de combustível
19	Tanque de combustível
20	Alojamento do trem de pouso principal
21	Descarga do toalete
22	Fixação do tubo de torção do profundor
23	Fixação do tubo de torção do profundor
24	Fixação do tubo de torção do profundor
25	Parafuso de fixação do suporte central do profundor
26	Ferragem da dobradiça central do profundor
27	Ferragem da dobradiça central do profundor
28	Suspiro do tanque de combustível
29	Suspiro do tanque de combustível
30	Filtro de alta pressão e bomba manual hidráulica
31	Sistemas de ar condicionado e oxigênio, unidade do piloto automático, guinhol do profundor e instalação do sistema elétrico no cone de cauda.

NR	ACESSO PARA:
32	Parafuso de fixação do atuador do compensador do profundor esquerdo
33	Grupo turbopropulsor
34	Conexões dos sistemas de ar condicionado e elétrico: cabos de comando do motor, cabos de comando do aileron e inspeção da raiz da asa
35	Sistema elétrico, teleflex, cabos de comando
36	Fiação do farol de aterragem, comando do aileron, sistema de degelo
37	Ajustagem do aileron, conjunto do guinhol do aileron, sistema elétrico
38	Suspiro do sistema de combustível
39	Antenas, degelador do sistema de degelo
40	Parafusos de fixação das ferragens do estabilizador
41	Parafusos de fixação das ferragens do leme de direção
42	Parafusos de fixação das ferragens do leme de direção
43	Parafusos de fixação das ferragens de articulação do leme de direção
44	Parafusos de fixação das ferragens de articulação do leme de direção
45	Parafusos de fixação das ferragens de articulação do leme de direção
46	Parafusos de fixação das ferragens de articulação do leme de direção
47	Parafusos de fixação do estabilizador à fuselagem
48	Parafusos de ligação dos guinhóis do profundor
49	Parafusos de fixação das ferragens do estabilizador
50	Parafusos de fixação das ferragens do estabilizador
51	Parafusos de fixação das ferragens do estabilizador
52	Bocal de abastecimento e vareta de nível do óleo
53	Tubulações de combustível
54	Atuador do flape
55	Bocal de abastecimento do tanque de combustível
56	Reservatório de fluido hidráulico
57	Grupo turbopropulsor

07 MAR 1985

Nº	ACESSO PARA:
58	Instalação do ar condicionado no bordo de ataque e sob o piso; raiz da asa
59	Ajustagem do comando do profundor
60	Receptáculo de energia elétrica externa

7.8 - BIBLIOGRAFIA

- 1 - ATA Specification nº 100 (ATA-100), originalmente impressa em 1956, da Air Transport Association of America, intitulada "Specification Manufacturers' Technical Data".
- 2 - GAMA Specification nº 1 (GAMA-1) da General Aviation Manufacturers' Association.
- 3 - Norma MIL-H-25098 para Manuais de uso em Aviação e Technical Orders (T.O.), na sua última edição.
- 4 - Manuais de uso aeronáutico dos fabricantes EMBRAER, Piper, Cessna, Beechcraft, Douglas, Boeing e Lockheed.
- 5 - Henke, Harold Paul, "ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO DE AERONAVES", ed. CTA, 1958.