



Fig. 9.24(b) No Boeing 707, tanto os flapes de dentro quanto os de fora, na borda de fuga (mostrados totalmente defletidos), são equipados com entalhes duplos perto do pivô. Os entalhes conduzem o ar da superfície inferior para a superior do flape, criando um jato no sentido da corrente e fazendo com que o fluxo de ar permaneça mais próximo da superfície superior. Duas fileiras de curtas aletas em frente aos flapes são geradoras de vórtices; sua finalidade é forçar as camadas de ar lentas a seguir a superfície da asa mais de perto a fim de impedir a separação. Os painéis erguidos logo acima dos flapes são dispositivos anuladores de sustentação chamados defletores. Normalmente, eles são utilizados para controlar a sustentação na aterrissagem ou em manobras. Aqui eles estão erguidos para auxiliarem o avião a descer de altitude elevada. (A fotografia é cortesia da Boeing Airplane Company.)

fim de evitar esta região perigosa de operação instável, a Federal Aviation Administration (FAA) limita a operação de aviões comerciais a velocidades superiores a 1,2 vez a velocidade de estol.

Embora os detalhes das técnicas de controle das camadas-limite¹⁰ estejam além dos objetivos deste livro, o propósito básico de todas elas é retardar a separação ou reduzir o arrasto pela adição de quantidade de movimento à camada-limite, seja soprando, seja removendo por sucção fluido de baixa quantidade de movimento da camada-limite. Muitos exemplos de sistemas práticos de controle de camadas-limite podem ser vistos em aviões comerciais de transporte no aeroporto da sua cidade. Um dos sistemas mais sofisticados no Boeing 727 é mostrado na Fig. 9.24. Neste avião, os dispositivos da borda de ataque são usados conjuntamente com flapes triplos na borda de fuga a fim de prover um $C_{L_{max}}$ superior a 3,6.

EXEMPLO 9.8 — Desempenho Ótimo de Cruzeiro de um Avião de Transporte a Jato

Os motores a jato queimam combustível numa taxa proporcional ao empuxo produzido. A condição ótima de cruzeiro para um avião a jato é a velocidade máxima para um dado empuxo. Em vôo horizontal constante, o empuxo e o arrasto são iguais. A situação ótima de cruzeiro ocorre quando a razão entre a força de arrasto e a velocidade do ar é minimizada.

Um transporte a jato Boeing 727-200 tem área planiforme das asas $A_p = 1.600$ pés quadrados e razão de aspecto efetiva $ar = 6,5$. A velocidade de estol ao nível do mar, para esta aeronave, com os flapes erguidos e um peso bruto de 150.000 libras é 175 mph. Abaixo de $M = 0,6$, o arrasto devido aos efeitos de compressibilidade é desprezível, de modo que a Eq. 9.43 pode ser usada para estimar o arrasto total. $C_{D,0}$ para a aeronave é constante com o valor de 0,0182. Admita que a velocidade sônica ao nível do mar é $c = 759$ mph.

Avalie a envoltória de desempenho para este avião ao nível do mar plotando a força de arrasto versus velocidade entre estolagem e $M = 0,6$. Use este gráfico para estimar a velocidade ótima de cruzeiro nas condições ao nível do mar. Comente sobre as velocidades de estolagem e de cruzeiro a uma altitude de 30.000 ft num dia padrão.

¹⁰Veja o excelente filme, *Boundary Layer Control*, D. C. Hazen, diretor, para uma apresentação dessas técnicas.