



© Jean-Claude Pistoresi 'Mangueira'

Curso n°18

HUD

Em redor de uma polemica

Gilbert KLOPFSTEIN

Engenheiro chefe do armamento, piloto de ensaio.

Uma mira de pilotagem que apresenta uma pista sintética, o horizonte, o vetor velocidade ar, variometro à energia total, a estrada, permite muito pilota que deseja iniciar-se à sua utilização de pôr um avião sem nada ver parte, e pará-lo sobre a pista em condições também severas que as seguintes:

- vento 3/4 adia atingindo 15 nos em rabanadas
- turbulências fortes.

No entanto tal sistema suscita uma controvérsia importante e é interessante analisá-lo. Em primeiro lugar, convem inclinar-se sue as objeções que se poderia qualificar de sérios. Um de as que retornam geralmente é certamente a controvérsia entre o vetor velocidade ar ou a trajetória em relação ao solo. É inegável que mantivesse-se o vetor velocidade ar sobre o ponto de impacto escolhido o avião descreveria por forte vento uma trajetória à concavidade dirigida para a parte superior do tipo "curva do cão", que teria por inconveniente de apresentar o avião em início de arredondamento sobre uma inclinação geográfica (posição do avião por relatório ao plano de descida escolhido) demasiado fraca.

Esta objeção conduz duas respostas: a estréia é que só componente de vento extremamente importantes, de aproximadamente 50 nos ou mais, poderiam criar uma situação perigosa assim, além disso, o piloto controlou só uma vez para 500 pés a sua inclinação geográfica. Isto essencialmente do fato de as inclinações praticadas na aviação comercial são fracas, da ordem de 4 à 5° ao máximo, e que a derivação no plano vertical associada à tais inclinações é fraca. Em efeito à baixa altitude o vento é paralelo ao solo, isto uma "*condição aos limites*" do escoamento, e o fato de haja da inclinação inválido em nada esta afirmação. Descendo à 3 ou 4°, o avião quase voa na "cama do vento" e as derivações verticais correspondentes são pouco importantes; A segunda resposta é que o procedimento de emprego de uma mira de pilotagem, tal que é

escrita e ensinada em vôo, nunca pediu ao piloto que "visasse" um ponto da pista com o vetor velocidade.

O procedimento correto é alinhar um "*indicador de inclinação*" sobre um ponto convenientemente escolhido (e dependendo evidentemente das dimensões do avião utilizado) da pista. Este indicador é ligado apenas à direção da vertical e o vento não sopra sobre eretor de giroscópio e ainda menos sobre um pêndulo de Schüler.

O respeito de este método assegura, por conseguinte uma trajetória que permanece parenta da inclinação geográfica escolhida e isto contra ventos e... inclinações. Em tanto como informação de orientação, o vetor velocidade ar deve ser considerado essencialmente como um meio para obter trajetórias estabilizadas precisas, ditadas pelo desvio do indicador de inclinação por relatório ao ponto solo escolhido.

O objetivo principal é anular este desvio, a distância do vestígio ao solo do vetor velocidade por relatório à este ponto solo é em fato um termo derivado que ajuda o piloto em manipulação do avião. Convém igualmente recordar que é extremamente difícil, por conseguinte caro, obter um vetor velocidade solo com uma fiabilidade suficiente para permitir uma utilização sistemática ao arredondamento e o impacto. Em efeito dos técnicos não avisados pensam que esta informação é fácil de obter com uma plataforma inercial. Que de mais simples em efeito, que de pôr sobre esta plataforma que continua a ser horizontal um acelerômetro à eixo sensível vertical e de integrar para obter a velocidade vertical.

O relatório de este último à velocidade horizontal dá tangente do ângulo de inclinação da trajetória.

Estes Senhores esquecem Newton. Quando efetua um recurso que aumenta a vossa velocidade vertical (positivo para cima neste caso) cerca de 5 m/s o acelerômetro medirá 1,5 vezes a aceleração da gravidade. Em do 1,5 vez lá terá uma que será devida gravidade à própria e o resto, ou seja, 0,5, será uma consequência do recurso. O acelerômetro não sabe comunicar as coisas e para ter a velocidade vertical será necessário, antes de integrar a sua indicação, cortar-lhe o valor que corresponde ao campo local da gravidade, mas então ele não é necessário esquecer que a atração da terra varia em razão oposto do quadrado da distância ao seu centro. Sob as nossas latitudes à nível do mar a aceleração da gravidade vale 9.8066 m/s/s, à 12 km de altitude, ela não vale mais único 9.7697 m/s/s. À esta variação é necessário acrescentar à que depende da velocidade do avião e que depende... da estrada seguida!

Avião é mais um ligeiro quando se desloca para o Leste. Estas correções podem parecer insignificantes, mas quando é necessário integrar, não é necessário mais negligenciá-lo.

Isto quer dizer que o navegador inercial vertical deve resolver uma equação diferencial ou aparece a altitude. A solução existe, mas é infelizmente divergente. Aquilo quer dizer que para que este conjunto funcione, seria necessário inserir a partida, em mais das coordenadas sobre a terra, a distância ao centro da terra com uma grande precisão, da ordem do metro.

Em prática introduz-se um acoplamento com uma altitude barométrica.

Nestas condições, apesar de recalagem preciso em início de abordagem, a probabilidade de ter em fim de aterragem dos erros sobre o vetor velocidade solo análogos às que resulta de um vento de 40 nos sobre o vetor de velocidade ar não é negligenciável, e um procedimento de conservação de inclinação geográfico seria igualmente indispensável.

Mas quando o vento tem uma componente longitudinal de 40 nós conhece-se o sinal da correção do vetor de velocidade ar: é necessário colocá-lo cerca de 1° acima do ponto escolhido, então que é impossível conhecer à priori o erro do navegador inercial vertical.

A simplicidade de medida do vetor velocidade ar permite por conseguinte encarar uma utilização até ao impacto cujas redundâncias necessárias são acessíveis. Não é mesma para o vetor velocidade solo que emprega uma cadeia de cálculo que utiliza um número importante de elementos complexos.

E qualquer isto negligencia o fato essencial: a utilização do vetor velocidade solo impõe o regresso badin e o abandono de todas as vantagens que resultam da pilotagem da incidência. Porque uma segunda objeção que se poderia ainda qualificar de sério, mas que não o é é a ausência de indicação anemométrica em figuração de aterragem.

A partir dos primeiros balbuciações da aerodinâmica os especialistas puseram-se de acordo sobre o fato de o escoamento em redor do perfil, gerador da sustentação, era ligado à incidência. Então porque, dado que esta ciência quer que o utilize-se a incidência, o anemômetro foi apresentado quase sempre ao piloto?

A explicação, ou antes, as explicações são simples:

- a estréia é que este instrumento é, como sabem-no todos os profissionais da Aeronáutica, um manômetro diferencial que dá um excelente resumo das forças de pressão resultantes da corrente de ar, que se exercem sobre o avião. Estas forças de pressão podem tornar-se importantes e tornar vôo o perigoso (aérodistorções, hesitações). Este manômetro é, por conseguinte indispensável para evitar quando o avião voa rapidamente, sair do domínio de vol.
- o segundo é que pessoas graduaram-no em velocidades (de maneira perfeitamente arbitrária à nível do mar em atmosfera Standard) e que as suas indicações são pouco perto de exatos à baixa altitude. Aquilo he deu um nome e tem-no feito muito tempo durante um instrumento insubstituível... de navegação! E mesmo quando se dispõe de meios mais potentes, é ele que serve para navegar o longo da pista durante a decolagem.

De outra parte as tentativas de implantação incidencímetros nas tábuas de bordo deram muito frequentemente lugar à malogros: se por azar tenta-se que tenha a incidência com governe de profundidade constata-se que tem-no êxito-se muito efetivamente dado que é o seu papel...

Mas então a mecânica do vôo elementar (e a experiência no céu) mostra que o avião descreve curva de aspecto sinusoidal chamada phugoïde.

É este misterioso phugoïde que faz que os especialistas da mecânica do vôo sejam tratados às vezes pelas tripulações de "*cientistas cosinus*" (é normal dado que é a forma da trajetória). O que é, por conseguinte?

Imaginem um avião voando em troço retilíneo uniforme, por conseguinte à velocidade constante, aparar são regulados, a empurrão é ajustada perfeitamente e equilibrada o rasto, portance equilibra o peso.

Sem estar a tocar governe de profundidade, empurra-se os alavancas durante alguns segundos e reajusta-se com cuidado os motores ao ponto de funcionamento anterior (não é exatamente o que procede -se assim em pilotagem de ensaio, mas isto é um outro negócio). Que se passa?

A velocidade aumentou ligeiramente. Dado que a profundidade permaneceu à mesmo lugar, a incidência não variou. O coeficiente portance é, por conseguinte o mesmo. Mas portance aumentou-se, tem por valor o peso do avião que multiplica o quadrado do relatório da velocidade após da manobra à velocidade de equilíbrio prévia. O avião sujeita a um ligeiro fator de carga e a trajetória curva-se para a parte superior. Os gases reajustados um valor que dava uma velocidade constante em troço, o avião vai começar a desacelerar. Portance à redescrescer dado que a incidência é constante ($1/2 V^2$ diminui). Quando vai passar a um valor sensivelmente igual ao peso do avião, ou ao momento onde a velocidade vai passar ao valor de equilíbrio inicial, a trajetória vai cessar curvar-se para a parte superior, mas como é então francamente ascendente o avião vai continuar a montar, mas em menos mais rapidamente. Portance continua a diminuir e a trajetória tem então uma concavidade para a parte inferior. A ascensão vai parar-se, o avião vai retornar, a sua velocidade vai aumentar etc. os que fizeram de voar planadores exemplares reduzidos recordar-se-ão que quando o lança-se demasiado devagar ele começa-se por picar seguidamente eles sobe-se, quando o lançam-se muito rapidamente eles pode-se mesmo passar um anel que é um caso específico do phugoïde.

Qualquer aquilo para dizer que se se tem a incidência constante "*à manga*" as variações inegáveis da velocidade devidos aos ligeiros erros de pre afixação dos gases, as rabanadas, os inclinações dão lugar constantemente à arcas de phugoïde.

Qualquer aquilo para dizer que se se tem a incidência constante "*à manga*" as variações inegáveis da velocidade devidas aos ligeiros erros de pre afixação dos gases, as rabanadas, os inclinações dão lugar constantemente à arcas de phugoïde.

Ver-se-á que só uma modulação permanente da incidência com a manga em função das variações da velocidade permite estabilizar a trajetória de um avião.

Isto explica que as tentativas de apresentação ao piloto dos incidencímetros, não acompanhadas de uma instrução de utilização muito estrita, saldaram-se por malogros. Mas quando por azar incidencímetros era utilizada para controlar um eventual erro sobre o cálculo da velocidade, a incidência era pilotada como o anemômetro, ou modulando a velocidade.

Pode-se citar igualmente o caso dos aviões embarcados aonde a orientação de precisão em abordagem conduzia obrigatoriamente a um procedimento conveniente.

A incidência tem a imensa vantagem, por relatório à velocidade, de não depender do carregamento, o petróleo restante e a evolução em cursos: para aquilo é suficiente simplesmente inverter a instrução, fixa-se-se uma incidência e recorta-se a indicação incidencímetros pelo anemômetro. Constatar-se-á quando efectua-se das curvas um pouco apertados que badin aumenta, aquilo não vale melhor?

A incidência tem outras vantagens indiscutíveis sobre os aviões modernos fortemente hyper sustentados (comparados que davam as vertentes do Dakota). Antes decrochagem quando a incidência aumenta aparece uma degradação do escoamento ao redor do perfil que não se manifesta o aparecimento de turbilhões que é gordos comedores de energia. Aquilo quer dizer que antes decrochagem produz-se um aumento importante do rasto.

Aquilo se traduz no fato de para ter o troço estabilizado à incidência crescente (ou velocidade decrescente, é a mesma coisa) é necessário em mais empurrão. O fenómeno chamado segundo regime é marcado muito. Na regulamentação atual Vzrc (zero erra of climb) tende a substituir decrochagem.

Ora estes fenômenos turbilhonarios são ligados à incidência, a sua presença é detectada facilmente incidencímetros, muito mais dificilmente pelo anemômetro. O vôo pode começar a ser dizernumber_2 delicado à Vref-3 nos sobre certos aviões e erro de cálculo sobre Vref é um perigoso. Mais é necessário efetivamente olhar o instrumento para ver tais desvios, mas uma incidência demasiado forte de 1° numa mira não passa nunca despercebida. E não há cálculo a efetuar. É que afirmam que a velocidade é mais fácil de medir que a incidência. Isto é falso. É verdadeiro que por seqüência erramentos previamente assinalados é-se-se muito mais inclinados por medida velocidade.

Para medir a velocidade (convencional deve dizer, IAS para muito) é necessário colocar um manômetro entre uma tomada de pressão total que é bastante fácil obter corretamente e uma tomada estático que é impossível medir... Em efeito recordam que esta pressão é à que é dada por um barômetro imóvel colocado à mesma altitude que o avião. O avião avança e cria deste fato um campo de pressões que falseia a medida, que é válida apenas ao estacionamento. Pode-se encontrar pontos sobre a "pele" do avião que são à uma pressão vizinha ambiental, mas há sempre um erro porque o escoamento varia com o número Mach e a incidência. Em qualquer rigor seria necessário um medidor do número de mach e uma sonda de incidência para medir a velocidade!

Por contra dado que o escoamento depende Mach e da incidência existe à cada número Mach uma correspondência entre a incidência verdadeira, chamado infinito parte superior, e a direção do escoamento não importa qual ponto da pele do avião. Certas zonas são evidentemente mais favoráveis, mas não se opõe nada medida à correta da incidência. (Excepto talvez à passagem de $M=1$, mas então a velocidade é, própria, tão fácil a corrigir?)

Cada vez que o problema foi abordado, que fosse sobre Mirage III, Etendard IV, Jaguar, Mirage F1, Bréguet 941, Caravelle, Boeing 707, Boeing 747, CD 8-62 e 63, Transall, Mistério 20, Mercúrio, Norte 262, etc., uma solução foi encontrada. As sondas existem, não são mais protótipos e são fabricadas à milhares de exemplares. Uma instalação completa de medida de incidência é finalmente tecnologicamente mais simples que uma instalação anemométrica, necessita técnicas de calibração adequadas que são nem mais simples nem mais complicadas apenas para este último. No que se refere à pilotagem do vetor velocidade é necessário notar que o procedimento empregado é criticado por certos pilotos e perfeitamente assimilado e utilizado outros.

É curioso constatar que sobre uma amostragem que excede largamente 200 pilotos de linha, a proveniência e mesmo a companhia influenciam sobre a primeira reação do assunto na frente do enunciado de esta.

Certos pilotos apoiaram, antes de ter sido transformado, que era ridículo afirmar que a manga pilota a trajetória, os gases a incidência.

A melhor demonstração que é assim é muito simplesmente pilotar através uma mira que apresenta estas informações... é praticamente impossível fazer diferentemente: pode-se deslocar rapidamente e com precisão a trajetória com a manga, é praticamente impossível aos gases. Pode-se por contra fixar uma incidência com a manga, é suficiente bloqueá-lo, mas então se descreve do phugoïde. O ajustamento de uma incidência com os gases, mas mantendo, além disso, uma trajetória estabilizada à manga não apresenta dificuldades.

Qualquer isto se explica simplesmente. Qualquer que seja a instrumentação utilizada, o piloto aplica este procedimento mesmo se for persuadido fazer diferentemente. Em efeito a um

momento dado o avião tem uma velocidade (isto é uma verdade dita do Sr. de forma-o), mesmo se esta não for desejada. Por conseguinte certo valor da quantidade $1/2 \rho V^2$.

Para manter a trajetória estabilizada qualquer, que seja um troço, uma subida uma descida, uma curva permanente, é necessário certo portance. Este portance deve ser igual ao peso do avião em troço ($n=1$), muito ligeiramente inferior em descida e subida (alguns vão crer que esta última palavra é falsa, eles devem ter-se pena de), igual à 1,41 vezes o peso do avião em curva em troço à 45° de inclinação.

À este momento, umas únicas incidências assegurará por conseguinte este portance específico, a evolução em cursos por conseguinte será prosseguida mantendo a manga à posição que corresponde à esta incidência (à centragem dada bem certa). Mas é bem evidente que se à este mesmo momento lê-se uma incidência demasiado forte, ou o que retorna mesmo velocidade demasiado à fraca, uma evolução de velocidade à evolução constante (ou mantendo o troço se estivesse-se troço, a subida ou a descida se encontrasse-se -se) conduzirá, para manter esta evolução uma ação a empurrar sobre a manga que diminuirá a incidência o que era o objetivo procurado. Este aumento de velocidade à evolução constante pode ser obtido apenas criando com os motores um empurrão superior ao rasto.

Ninguém nunca não pretendeu que não era necessário empurrar as alavancas para montar. Mas em realidade para o efeito é necessário tirar a manga seguidamente entregá-lo imediatamente praticamente à mesma lugar, seguidamente é bem evidente que se curv-o-ar-se a trajetória para a parte superior cerca de 5° de 44 minutos (ângulo cujo seno vale 0,1) sem estar a aumentar simultaneamente a empurrão dos motores do 1/10ème do peso do avião este vai perder 1 m/s todos os segundos, ou seja 120 nos num minuto à baixa altitude. Não é uma situação de futuro.

Isto conduz-nos variometro à energia total que não é nada de outro que um dispositivo simples de medida simultânea de inclinação e de aceleração que permite fazer em permanência o pequeno cálculo precedente todas as nas condições de vôo e apresentar ao piloto o resultado sob uma forma intuitiva.

Infelizmente permanecem algumas velhas glórias da pilotagem que recusam utilizar este instrumento mesmo em apresentação cabeça baixa. Ora infelizmente um estudo sério o seu tratamento razão contra um número importante de pessoas insuficientemente informadas que queriam que uma primeira etapa consistisse a utilizar este instrumento em tábua de bordo, porque variometro à energia total é um instrumento adaptado à pilotagem cabeça elevada.

Isto deve ser realizado apenas quando se encontra à boa incidência. Ora entre as vantagens incontestáveis da incidência no anemometro figura a sensibilidade à detecção de um desvio. O vario à energia total pode ser associado ao comportamento de velocidade, mas este procedimento é perigoso por forte inclinação de vento porque a necessidade de um reajuste de empurrão aparecerá apenas tardiamente. O procedimento que consiste a manter a incidência ajudando-se do V.E.T. é são: qualquer variação será detectada muito cedo e impõe então em todas as circunstâncias um desfazimento dos dois marcadores, e efetivamente é conhecido que impor em casos difíceis manobra que é executada normalmente em qualquer o caso é um fator muito favorável segurança à aérea. É noutro lugar de significativo que as 2 informações de vetor velocidade e de energia total apresentadas à ajuda 2 retículos móveis apenas representam 2 parâmetros num quadro de controlo (a inclinação e o V.E.T.) e 3 parâmetros numa mira: a trajetória, a incidência e o V.E.T. (associando unicamente um marcador fixo). Se o acrescenta-se então um indicador de inclinação ele obtém em cabeça elevada um conjunto utilizável e numa apresentação cabeça baixa uma confusão inextricável (excepto evidentemente com muito treino, faz-se à todo).

Porque o fundo da controvérsia está lá: cabeça elevada ou baixa.

Desde muito tempo os pilotos de caça utilizam miras ditas de TIR, que são, com efeito, miras de pilotagem, porque colocar um avião de modo que o TIR às armas de bordo seja eficaz é, sobretudo pilotar este avião. Ora nunca estes pilotos não pretenderam que a mira impedia-o ver parte.

Não era assim para os primeiros "*head up display*" utilizados a fins civis. Tem crido-se muito tempo que o problema principal na hora da transição do vôo aos instrumentos ao vôo à vista era a acomodação.

Não é nada porque é possível em curta final "lançar um olhar" sobre badin e trazer o olhar sobre a pista sem estar a ser obstruído. O problema está realidade ligada à diferença dos processos mentais em vôo aos instrumentos e vôo à vista e à dificuldade que há a reconhecer rapidamente que se apercebe. Esta idéia falsa fez de cometer um grave erro que pesa ainda pesadamente hora à atual: a projeção ao infinito, no pára-brisa, dos instrumentos da tábua de bordo. Neste caso pode-se certamente ser cortado da parte externa.

Suponham que figura-se, ao infinito, badin. Um índice desfile na frente de uma escala (ou uma escala na frente de um índice...) e o índice encontra-se por exemplo na frente do número 130. o avião voa à 130 nos. O cérebro pede ao olho a posição relativa deste índice e os números da escala e deduz uma ação a empreender. Mas se o índice aparece na paisagem à cimeira da torre de controlo aquilo não quererá dizer em nenhuma maneira que esta volta mede 130 pés. Na leitura das posições relativas dos dois símbolos tem-se apenas fazer da torre de controlo: olha-o-se e não se o vê. O cérebro não é "requerente" do mundo externo e este anemômetro impediu o piloto que faz o vôo aos instrumentos ver parte.

Mas quando um piloto de caça faz coincidir o ponto de impacto seus projétil com a posição futura do seu alvo conduzindo um símbolo convenientemente calculado da sua mira sobre a posição presente do avião hostil, este símbolo impede de modo algum ver este hostil porque o seu cérebro interessa-se à vez aos dois objetos. No primeiro caso tínhamos negócio "*head up display*", mas não à uma mira de pilotagem. Em resumo não se pode pôr não se importa qual numa mira: mesmo por visibilidade nula os símbolos devem incitar o cérebro a procurar o mundo externo, por conseguinte dar uma representação figurada simples.

Os H.U.D. que não respeitavam este princípio foram malogros que marcam ainda a controvérsia atual.



Fotografia do HUD Marconi equipando o B737-800

(No comment)

Uma outra razão, aquela fisiológica, tenderia a procurar soluções que utilizam miras. Foi explicada num papel redigido pelo doutor Lavernhe e que vai ser publicado sob pouco. É ligada ao fenômeno chamado "*nistagmos*" e espero que este autor não me queira se baixo o nível do seu estudo ao de uma vulgarização.

O olho é um dispositivo de continuação. Aquilo quer dizer que se pendura sobre objetos definidos bem, fixos ou móveis, e tende a conservar a sua imagem sobre uma parte retina chamada "*fóvea centralis*" que está à vizinhança da sua intersecção com o eixo óptico.

Entre as funções que tendem a assegurar esta continuação, que constatou certamente é muito rápido, figura uma "rota" estreita entre os canais semicirculares (labirintos) sensíveis às acelerações angulares da cabeça e o sistema oculomotor. O seu objetivo é o seguinte: se fixa um objeto e que a cabeça vira brutalmente à direita, a detecção do movimento de esta pelos labirintos tende a deslocar os globos oculares nas órbitas para a esquerda para manter a imagem deste objeto ao centro retine.

Todo o mundo pode entregar-se pequena experiência à conhecida bem que consiste girar uma dezena de vezes para a direita, por exemplo. A massa gelatinosa contida nos canais horizontais vai ser provocada neste movimento. Se o para-se brutalmente, esta massa vai continuar durante alguns momentos o seu movimento para a direita, equivalendo em coxeia-o craniano à aquele que efetuar, se partir do acórdão, gira-se a cabeça para a esquerda. Os globos oculares vão ser empurrados para a direita por um movimento reflexo e durante este movimento ter-se-á a impressão de ver o mundo externo virar à esquerda. Os globos chegam a fim de corrida, a dependência desprego, os olhos retornam rapidamente ao meio e a oscilação recomeça que mantem a impressão falsa de rotação. Em realidade não se vê girar nada, as percepções são postas em defeito. Este fenômeno explica que o percebe-se "*visualmente*" a rotação à decolagem ou uma aposta em curva quando é momentâneo a noite num avião de linha.

Na hora da rotação a empinar os labirintos detectam a aceleração angular para a parte superior, empurram os olhos para a parte inferior e criam uma falsa percepção de rotação da cabina para a parte superior ao redor do crânio do assunto. Qualquer isto prova que o ser humano encontra normal de ver o mundo partir para a parte inferior quando a sua cabeça balança para a parte superior, ele sente então nenhuma perturbação fisiológica.

Mas quando se destrói esta correlação natural, pode evidentemente suportá-lo mais ou efetivamente, mas aparecem então sintomas de desorientação.

É o caso quando se lê num automóvel quando vira à direita e que o olha-se parte ele vê-se a paisagem desfilas para a esquerda, se o fixa-se um livro ele é necessário-se um esforço anormal do sistema oculomotor para manter o olhar sobre o livro, porque os globos oculares tendem a partir à esquerda.

Volteio aéreo é agradável quando se olha parte, ela pode ser muito penosa se o fixa -se um ponto no avião.

Uma mira concebida bem apresenta um horizonte à escala 1, uma pista sintética que tem os mesmos movimentos que a verdadeira pista, o vetor velocidade que é a trajetória (em sítio) do avião na paisagem, o símbolo de estrada que é a trajetória em azimute, a energia total que é uma inclinação "energética" deleitada a partir do horizonte. Existe praticamente apenas um único símbolo, muito pequeno, ligado ao avião, é o marcador de incidência. Volteio, ver simultaneamente a cobertura e o horizonte não é embaraçoso; o marcador de incidência é a cobertura.

Esta teoria simples foi verificada praticamente. "*Real o Aircraft Estabelecimento*" canadiano apresentou pilotos à acelerações oscilatórias crescentes sobre um movimento cabina de simulador especialmente concebido. Todos os casos a leitura de uma instrumentação de tábua apagava-se antes de a de símbolos projetados ao infinito.

Ao curso de um vôo sobre o Norte 262 utilizado para estes estudos de mira, a turbulência era tal que a leitura da tábua de bordo era às vezes impossível aos três membros da tripulação. Aproximações invistam completas puderam ser realizadas com o TC 121. Então porque esta oposição?

Alguns falam de cansaço visual, de volume de trabalho. É bem objetivo dado que outros (cujos USAF e MIT) afirmam que cargo de trabalho é diminuído? Pilotos de linha utilizaram a mira durante mais de duas horas consecutivas por forte turbulência e vento traseiro para executar séries de abordagens e aterragens invistais sem o mais mínimo cansaço visual. De qualquer maneira não é pergunta de impor a mira durante todo o cruzeiro, mas unicamente durante as fases do vôo em que uma grande precisão é necessária: decolagem e subida inicial, procedimentos anti-ruído, trajetórias de partida, fim de penetrações, procedimentos de aterragem e acórdão do avião sobre a pista.

Para o resto do vôo ver-se-á ao uso e não é pergunta de suprimir o altímetro ou badin (repete o indispensável à grande velocidade...).

A mira resolve elegantemente o problema da transição porque não impõe mudança de modo de pilotagem. Um procedimento único é empregado e este procedimento é a mesma por bonito tempo ou de noite. Isto provoca, além disso, uma simplificação do treino, da formação e a manutenção da qualificação.

Evita os acidentes provocados por uma passagem prematura do vôo aos instrumentos ao vôo por relatório à referências externas mal identificadas.

Uma objeção, no entanto resto válido é invocado frequentemente pelos detratores: é a presença da mira ele mesmo. O sonho seria ter as imagens diretamente no pára-brisa. Será talvez o caso um dia quando se souber realizar um paralelismo suficiente das diversas lâminas que compõem o pára-brisa. Já é realizada sobre o avião de combate F 14 do EUA Navy.



Fotografia do HUD equipando os C-130J

Este inconveniente não existe quando a mira está prevista a partir da concepção da cabina do piloto. Quando a instalação deve ser objeto "*retrofit*" sobre um avião, dos compromissos são evidentemente necessários e aquilo conduz uma recusa de colaboração da parte alguns.

Quando à manutenibilidade das qualidades do material, ou essencialmente da precisão da harmonização, o problema foi resolvido desde muito tempo. Em efeito, a precisão pedida é da mesma ordem que a da mira de TIR de um avião de combate cujo funcionamento deve ser assegurado sobre o campo de batalha. À mira acusa-se igualmente a polarização. Diz-se que o piloto "*é cortado*" da tábua de bordo.

Numa boa mira de abordagem há pouca coisa, mas há todo. Apenas seis parâmetros são representados:

- a inclinação geográfica, sob a forma do desvio do ponto de impacto escolhido em relação ao indicador de inclinação. Pode-se resumir esta informação sob a forma "*elevada, Baixa*".
- o desvio lateral em relação ao eixo de pista deduz do perfil da pista. Em resumo "*Direito, Esquerdo*"
- o desvio de incidência por relatório incidência à correta sob forma de vetor velocidade e um símbolo fixo. Isto é "*rapidamente a informação, Lento*"; e as três derivadas destes parâmetros de base:
 - o vetor velocidade, cuja posição em relação ao ponto de impacto desejado é a derivada da inclinação geográfica
 - a estrada, cujo desvio por relatório à linha de fuga da pista é a derivada do desvio lateral
 - o **V.E.T.** cujo desvio por relatório ao vetor velocidade dá a aceleração.

O procedimento correto de utilização consiste a manter à zero os três parâmetros de base agindo sobre as três derivadas. Que de mais simples e mais lógico!

Quando o avião não é nem elevado nem baixo, nem à direita nem à esquerda, não vai nem demasiado rapidamente nem demasiado devagar e que as três derivadas são fracas ele não tem mais único de esperar, não pode chegar nada de deplorável no imediato. Nestas condições o que tem necessidade de ir procurar na tábua? Pilotos, por conseguinte tiraram apressadamente a conclusão que não podiam vê-lo porque não o tivessem olhado. Outros dizem que todo é perfeito porque se tem mais necessidade de procurá-lo.

Quando se tem certo hábito de esta pilotagem termina-se por convencer-se por que quando as derivadas são fracas ele tem o tempo de fazer outra coisa, ou que a frequência de amostragem pedida no entender pelo cérebro pode diminuir. Praticamente aprende-se a ler a mira mais rápida e mais frequentemente, e é fácil olhar noutra lugar que se deseja. É necessário evidentemente certo costume para chegar à presente fase.

Ataques violentos vêm às vezes de pessoas que defendem ferozmente a aterragem automática (e que vão até a assimilar-lhe à aterragem todos os tempos). Pretendem que os que querem demonstrar que a aterragem manual invisual é possível são resistentes ao calor ao progresso.

Não há nenhuma incompatibilidade entre os dois modos, ao contrário, eles são perfeitamente complementares. Os pilotos do **IFALPA** convidados a uma transformação sobre a iniciativa do SNPL foram unânimes sobre este assunto: uma mira é melhor meio para supervisionar um piloto automático.

Uma mira capaz da aterragem invisual é menos cara que um piloto automático e oferece uma redundância indispensável à segurança.

Para muitos pilotos de linha um sistema automático não pode, em caso algum, substituir à tripulação, e deve permanecer um meio posto à sua disposição.

É ridículo preconizar a automatização à qualquer preço e ir até à esquemas "*non-intervention*". Se o chegasse-se a estes extremos, solução mais simples para assegurar este "*non-intervention*" seria quer colocar o piloto à torre de controlo, quer suprimir a manga, o balancim e as alavancas.

Verdadeiro automatista sabe que para fazer aterrar um avião tem muito mais entradas aleatórias que no funcionamento de um laminador.

Isso significa que as probabilidades de acidente calculadas para aos pilotos automáticos mais sofisticados são inferiores que se pode encontrar em exploração. É necessário, por conseguinte que independentemente seguranças e redundâncias o piloto possa supervisionar estreitamente o funcionamento dos sistemas. A melhor maneira de efetuar esta vigilância é vigiar 2 ou 3 derivadas fáceis a ler e interpretar numa mira: o vetor velocidade deve permanecer "para" a entrada de pista, a estrada não se afastar mais de 2 ou 3 graus da linha de fuga de a CI. Na hora de uma anomalia, a leitura das 3 posições de base permitirá decidir instantaneamente entre a continuação manual ou a interrupção da abordagem.

Os muitos pilotos observaram que a ampliação da imagem de pista perto do solo provocava uma "atenção" natural ao momento em que passava a ser necessário. Por oposição, a instrumentação clássica conduz progressivamente um abrandamento da atenção que é difícil superar.

Alguns não negam a validade das informações novas (incidência, VET, estrada, pista), mas pedem em visualizações "*cabeça baixa*".

É esquecer que para conservar a precisão de leitura e conformar-se à necessidade fisiológica em questão mais elevada, a escala 1 é indispensável.

O instrumento de tábua satisfatório à esta condição deveria medir nos 60 centímetros para conservar um campo suficiente. É ainda mais difícil integrar numa cabina do piloto que uma mira. Se o comprime-se a imagem, a precisão diminui, se o conserva-se a escala e que "*falsifica-o-se*" a imagem deslocando-o para mantê-lo num pequeno écran ela fica-se mais difícil interpretar. É notório que os estudos de indicadores de base anamorfoses levaram a não exceder 1,4 a 1,6 vezes o que se fazia frente, o que dá 4 a 5 vezes menos que as miras.

Então porque qualquer esta controvérsia?

Refletindo ligeiramente se constata que não há controvérsia.

Os pilotos de todas as proveniências que aceitaram receber uma informação válida sobre as miras recentes calculam-se agora por centena. Entre estes os detratores contam-se com os dedos de umas únicas mãos.

Constata-se que as críticas vêm sobretudo os que não viram, de os que não quiseram inclinar-se sobre o problema ou de os que creram de ver e avaliar convenientemente estes princípios novos. Os que não viram são escusáveis, são infelizmente muito numerosos porque os materiais são ainda raros. As suas críticas fazem que estes materiais continuem a ser raros, onde um círculo vicioso...

Os que não quiseram ver, tendo uma ocasião válida, não merecem a ser tomados em consideração.

Os que creram de ver estão igualmente escusáveis, mas são mais nefastas. Com efeito, um erro foi cometido: é a de pôr miras em experimentação fornecendo unicamente notas mais ou redigidas mais bem aos utilizadores. Constatou-se que pilotos, no entanto que têm compreendido os princípios de base podiam ser desorientados completamente durante os primeiros minutos de utilização. Curvavam então o gelo, o que era uma boa manobra, mas afirmava seguidamente que aquilo não funcionava e que tivessem visto!

É indispensável efetuar uma qualificação sobre estes materiais. Quando adquirir será seguidamente válido sobre todos os aviões. O ideal seria, por conseguinte obtê-lo em escola.

Não é a leitura uma ou duas páginas, à pressa, antes de um correio, que pode permitir passar-se de instrumentos utilizados desde mais terna a infância aeronáutica. Fazer confiança à incidência antes que badin não se improvisa em abordagem Kennedy, associar "narizes baixos" pode à demasiado rapidamente pedir mais que alguns segundos e todo é rejeitado.

Esta transformação é uma condenação destes princípios? Uma mira americana, destinada unicamente à aproximação VFR, é mais simples de interpretar para um novato que o CV 91 do Thomson CSF, concebida para o mesmo uso, mas baseada no vetor velocidade. Não necessita transformação dos pilotos. No entanto foi rejeitada após avaliação comparativa uma grande companhia aérea francesa. A escolha final levou-se sobre o CV 91.

A qualificação pede um à dois vôos para uma utilização VMC; um vôo suplementar para uma mira IMC. Uma experimentação está em curso numa outra grande companhia francesa para obter esta transformação sobre simulador.

A informação válida não é, por conseguinte em fato de uma sessão de instrução, não é necessário ter medo das palavras.

Quando este reciclagem é aceite, estes novos princípios de pilotagem quase fazem a unanimidade. À hora atual existem à Air França, à União dos Transportes Aéreos e Air Inter pilotos perfeitamente qualificados para servir-se e para falar. Único seu parecer é válido. A assinalar igualmente a ação internacional empreendida pela Comissão técnica do SNPL que obteve que membros dos Comitês especializados do **IFALPA** e associações estrangeiras sofrem a transformação completa. *“Estas informações são um pouco rápidos, as presenças destes pilotos estrangeiros na França que não podem exceder um ou dois dias, e a instruções”* prévias bastante longas. Todos os pilotos puderam ter êxito das aterragens invistais com acórdão do avião sobre a pista em condições meteorológicas às vezes severas. Todos são favoráveis à instalação das miras sobre os aviões de linha. Isto levou a adoptar em Outubro de 1974, à reunião do **"AWOP"**, uma resolução que é uma verdadeira apologia da mira.

Não há, por conseguinte controvérsia...

Durante anos (a teoria de base data de 1964), estas idéias muito simples, mas novas defrontaram-se com tal muro de incompreensão que os trabalhos correspondentes falharam ser parados. É graça à pilotos da Direção das Operações Aéreas de Ar a França, o Sector CD 8 UTA, a marca Mercúrio de Ar inter e a Comissão técnica do SNPL que miras de demonstração, muito imperfeitas, puderam ser mantidas em estado de vôo.

Regresso em parte traseiro não deixa de ser um possível porque, mesmo se nenhuma seqüência for dada na França à estas primeiras realizações, a pilotagem completa em mira durante certas fases do vôo nós retornaria dos Estados Unidos: os últimos aviões de combate USAF possuem em "tábua" apenas uma instrumentação de socorros e os aviões civis seguirão inevitavelmente.

Gilbert KLOPFSTEIN



© Direction Générale de l'Aviation Civile

Tradução em português:

Comandante Jean-Claude Pistoressi 'Mangueira'
Piloto instrutor privado – Air Languedoc (França)