

ORIGINAL



MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

GABINETE DE PREVENÇÃO E INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES COM AERONAVES

GPIAA

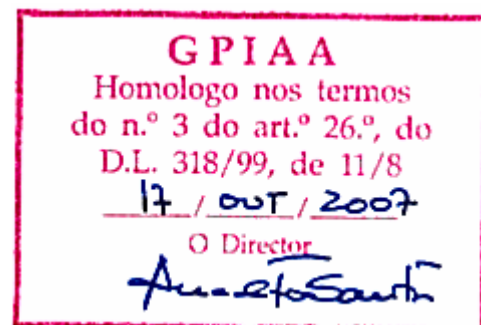
RELATÓRIO FINAL DE INCIDENTE

RAYTHEON HAWKER 800XPC

CS-DFY

Aeroporto de Lisboa

03 de JANEIRO de 2007



RELATÓRIO Nº 01/INCID/2007



NOTA

O presente relatório exprime as conclusões técnicas apuradas pela Comissão de Investigação às circunstâncias e às causas desta ocorrência.

Em conformidade com o Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, Chicago 1944, com a Directiva do C.E. n.º 94/56/CE, de 21 de Novembro de 1994 e com o n.º 3 do art.º 11º do Decreto-Lei n.º 318/99 de 11 de Agosto, a investigação, análise e conclusões deste relatório não têm por objectivo o apuramento de culpas ou a determinação de responsabilidades mas, e apenas, a determinação de causas e a formulação de recomendações que evitem a sua repetição.

O único objectivo deste relatório técnico é retirar ensinamentos susceptíveis de prevenir futuros acidentes.

ÍNDICE

	Pág.
NOTA	2
ÍNDICE	3
SINOPSE	4
1. INFORMAÇÃO FACTUAL	5
1.1 História do voo	5
1.2 Danos pessoais	6
1.3 Danos na aeronave	6
1.4 Outros danos	6
1.5 Informação sobre a tripulação	7
1.6 Informação sobre a aeronave	8
1.7 Informação meteorológica	8
1.8 Ajudas à navegação	8
1.9 Comunicações	8
1.10 Informação sobre o aeródromo	8
1.11 Registadores de voo	8
1.12 Informação sobre o local de impacto e destroços	9
1.13 Informação médica e patológica	9
1.14 Incêndio	9
1.15 Sobrevivência	9
1.16 Ensaios e pesquisas	9
1.16.1 Sistema de pressurização	9
1. Geral	10
2. Sistema <i>Squat WOW Circuit Logic</i>	10
3. Terminal eléctrico	10
1.16.2 Testes	11
1.17 Organização e gestão	11
1.18 Informação adicional	11
1.19 Técnicas de investigação	11
2. ANÁLISE	12
3. CONCLUSÕES	14
3.1 Factos estabelecidos	14
3.2 Causas do incidente	15
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	16
ACRÓNIMOS	17



SINOPSE

No dia 03 de Janeiro de 2007, a aeronave Raytheon Hawker 800XPC, matrícula CS-DFY, descolou do aeroporto de Lisboa, para efectuar um voo *ferry*, com destino ao aeroporto de Marraquexe.

Durante a subida, ao cruzar o FL203, a aeronave teve uma falha no sistema de pressurização. A tripulação solicitou ao ATC de Lisboa a interrupção de subida a FL210 para resolução da avaria.

Por agravamento da avaria, os pilotos colocaram as máscaras de oxigénio e, sem sentirem necessidade de declarar emergência, solicitaram autorização para descer para o FL150, dando conhecimento da natureza do problema ao ATC.

Não tendo tido sucesso na resolução da avaria, o comandante decidiu regressar a Lisboa.

Na aterragem, o sistema de *reverse* não actuou mas a manobra foi concluída sem mais incidentes.

O GPIAA foi notificado da ocorrência pela ANA, S.A. e pela NetJets.

A CI deslocou-se ao aeroporto de Lisboa para acompanhar os trabalhos de pesquisa efectuados à aeronave.

1. INFORMAÇÃO FACTUAL

1.1 História do voo

No dia 03 de Janeiro de 2007, pelas 21:31 horas¹, a aeronave da marca Raytheon, modelo Hawker 800XP-Collins, matrícula CS-DFY, em voo *ferry*² de Lisboa para Marraquexe, registou uma avaria no sistema de pressurização durante a subida.

Ao cruzar FL203, as luzes âmbar MAIN VALVE 1 e MAIN VALVE 2 acenderam-se no painel avisador principal (MWS) (Fig. 1).

A tripulação solicitou autorização ao ATC para nivelar a aeronave a FL210.

Durante a comunicação acendeu-se também a luz vermelha avisadora de CABIN ALTITUDE (Fig. 1), indicando que a pressão presente na cabine de pilotagem correspondia a uma altitude superior a 10.000’.

A iluminação desta luz é, normalmente, acompanhada por aviso sonoro, o que não se verificou nesse momento. No *pre-flight checklist*, o sistema tinha respondido com êxito ao respectivo teste.



Fig. 1 – Painel avisador principal.

Os pilotos colocaram as máscaras de oxigénio, e solicitaram descida para FL150, informando o ATC de estarem a sentir problemas de pressurização sem, contudo, sentirem necessidade de declarar emergência.

Durante esta fase do voo, o piloto automático foi desligado e mantida uma razão de descida de 2 000 pés/minuto. O comandante manteve o controlo do voo enquanto o co-piloto se encarregava das comunicações.

¹ - Todas as horas referidas neste relatório são UTC.

² - Voo Ferry – tipo de voo que se destina a regressar à base, a transportar a aeronave de um local para outro, ou mover a aeronave de e para a base de manutenção. Este tipo de voo, sob determinadas condições, pode ser efectuado com uma autorização especial de voo.

Sendo a altitude da cabine superior a 10 000 pés, a tripulação decidiu seguir os procedimentos do *check list* (página EP12), que não resultaram na resolução da avaria.

O piloto decidiu mudar o sistema de pressurização de *AUTO* (automático) para *OVRD* (manual) (Fig. 2 a.), um procedimento constante do *Abnormal Checklist*, mas igualmente sem quaisquer efeitos satisfatórios.

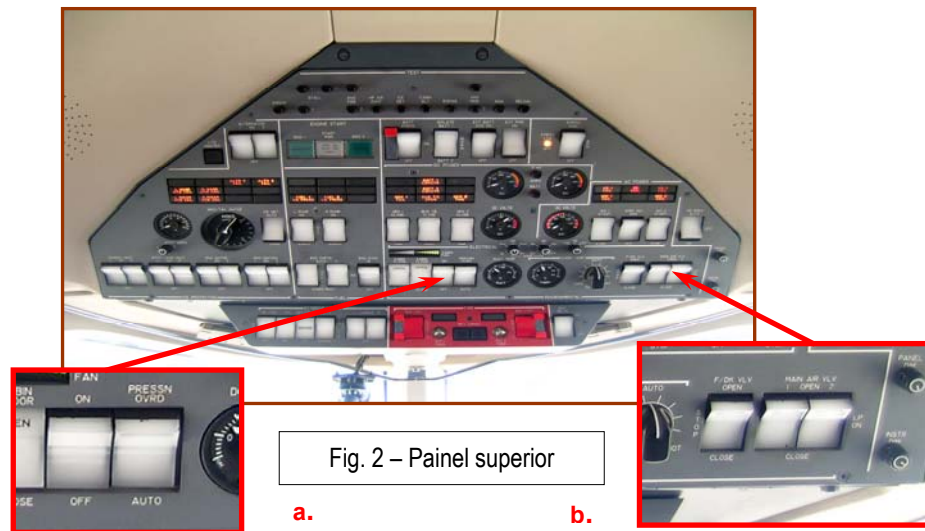


Fig. 2 – Painel superior

O comandante decidiu, então, regressar ao aeroporto de partida, transmitindo a intenção ao ATC, que instruiu a tripulação a dirigir a aeronave para o NDB “CP” e iniciar uma aproximação ILS à pista 03.

Na aterragem o *reverser* não actuou não tendo, no entanto, comprometido a travagem da aeronave dado o comprimento da pista.

1.2 Danos Pessoais

DANOS	TRIPULAÇÃO	PASSAGEIROS	OUTROS
FATAIS	-	-	-
GRAVES	-	-	-
LIGEIOS	-	-	-
ILESOS	2	-	-

1.3 Danos na aeronave

Não houve danos na aeronave.

1.4 Outros danos

Não houve danos a terceiros.



1.5 Informação sobre a tripulação

1.5.1 Piloto comandante

Identificação:	Sexo: Masculino Idade: 42 anos Nacionalidade: Holandesa
Licença:	Designação/Nº: ATPL(A)/2007.93044-15732 Emitida por/em: 01/11/2004 Validade: 28/04/2011
Experiência de Voo:	Total: 5.078h00 No tipo: 1.300h00 Nos últimos 90 dias: 34h00 Nos últimos 30 dias: 02h36 Nos últimos 7 dias: 00h48 Nas últimas 24 horas: 00h48
Exame Médico Aeronáutico:	Classe: Classe I Validade: 15/04/2007 Restrições e/ou limitações: NIL

1.5.2 Co-Piloto

Identificação:	Sexo: Masculino Idade: 31 anos Nacionalidade: Sueca
Licença:	Designação/Nº: CPL SE-7512216610 Emitida por/em: 13/06/2006 Validade: 15/02/2007
Experiência de Voo:	Total: 398h00 No tipo: 398h00 Nos últimos 90 dias: 145h00 Nos últimos 30 dias: 34h00 Nos últimos 7 dias: 11h30 Nas últimas 24 horas: 00h00
Exame Médico Aeronáutico:	Classe: Classe I Data: 15/02/2006 Restrições e/ou limitações: VDL



1.6 Informação sobre a aeronave

REFERÊNCIA	CÉLULA	APU	MOTOR 1	MOTOR 2
Fabricante:	RAYTHEON AIRCRAFT CO	GARRETT	ALLISON	
Modelo:	HAWKER 800XP	GTPC 150	TFE731-5BR-1H	
Nº de Série:	258663	P775	PI 07401	PI 0980
Horas de Voo:		2436.0	2669.7	816.6
Ano de fabrico:	2004			
Última Inspeção:	25-05-2006			
MTOM:	28.000LBS			
Max. POB:	2 / 7			
Certificado de Matrícula:	2506/2 INAC			
Certificado de Navegabilidade:	2506/1 INAC - 16/01/2006 a 19/06/2008			

1.7 Informação meteorológica

Vento calmo, céu limpo, visibilidade superior a 10 km, temperatura de 11 °C.

1.8 Ajudas à navegação

Não relevante para a investigação.

1.9 Comunicações

As comunicações estabelecidas entre a aeronave e os diferentes órgãos de ATC foram inequívocas e de acordo com as normas ICAO.

1.10 Informação sobre o aeródromo

O aeroporto internacional de Lisboa está localizado a 38° 46' 27" N 009° 08' 03" W (WGS 84) e a uma altitude de 114m. Tem duas pistas em asfalto, tendo a aeronave aterrado na pista 03 que tem um comprimento de 3 805m e 45m de largura, com o QFU 03/21.

1.11 Registadores de voo

Não relevante para a investigação.



1.12 Informação sobre o local do impacto e destroços

Não aplicável.

1.13 Informação médica e patológica

Os pilotos tinham as licenças médicas válidas.

1.14 Incêndio

Não houve incêndio.

1.15 Sobrevivência

Não relevante para a investigação.

1.16 Ensaios e pesquisas

1.16.1 Sistema de Pressurização

1. Geral – A pressurização do Hawker é garantida pelo fornecimento constante do fluxo de ar gerado pelos reactores para a cabine e controlada pela acção de duas válvulas de segurança de escape (*outflow/safety valves*) que vão variando automaticamente a sua abertura/fecho em função do diferencial de pressão para o qual foram calibradas ($8.65 \pm 0.10\text{psi}$).

Para prevenção de uma anomalia no sistema de pressurização, cada uma das *outflow/safety valves* tem um regulador incorporado que, em conjunto com o outro, mantém a altitude de cabine a $13\,500 \pm 1500$ pés. Quando esta altitude é ultrapassada, os reguladores actuam de modo a manter a pressão calibrada, fechando as respectivas válvulas.

Estas válvulas actuam da mesma maneira quando em operação normal, isto é, com o sistema automático seleccionado. No entanto, para ultrapassar uma deficiência no sistema, há a possibilidade de se poder controlar manualmente a pressurização, mudando o interruptor PRESSN da posição “AUTO” (*automatic*) para “OVRD” (*override*) originando a mudança do sistema automático para sistema manual.

2. Sistema Squat WOW Circuit Logic – O Hawker possui dois interruptores *Squat (WOW) logic* situados um em cada perna do trem principal.

O *squat (WOW) logic* da perna esquerda é o interruptor que dá condições, entre outras³, de “avião em voo” ou de “avião aterrado”, influenciando na operacionalidade da pressurização da aeronave, sempre que esta esteja a ser garantida pelo sistema automático (interruptor PRESSN em “AUTO”).

- Quando a aeronave está em terra, com o peso sobre as rodas (*WOW = Weight On Wheel*), o interruptor está premido pela estrutura da perna do trem e as *outflow safety valves* recebem indicação para permanecerem abertas, obviando à pressurização da aeronave.
- Quando a aeronave descola, a estrutura da perna do trem liberta o interruptor, que deixa de estar premido, e envia às *outflow valves* indicação para o seu fecho, de modo a permitir a pressurização da cabine.

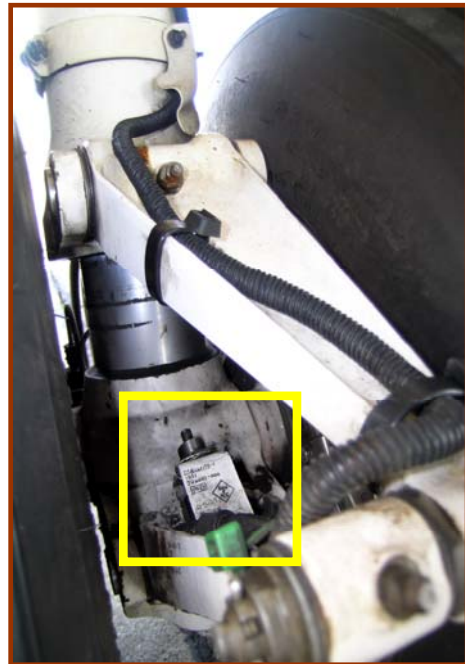


Fig. 3 – Interruptor do sistema *Squat WOW*.

3. Terminal eléctrico –

Num compartimento localizado na fuselagem, por cima da asa esquerda, está alojado um terminal eléctrico (fig. 4) de onde partem os fios de alimentação ao interruptor *Squat (WOW) Logic*.

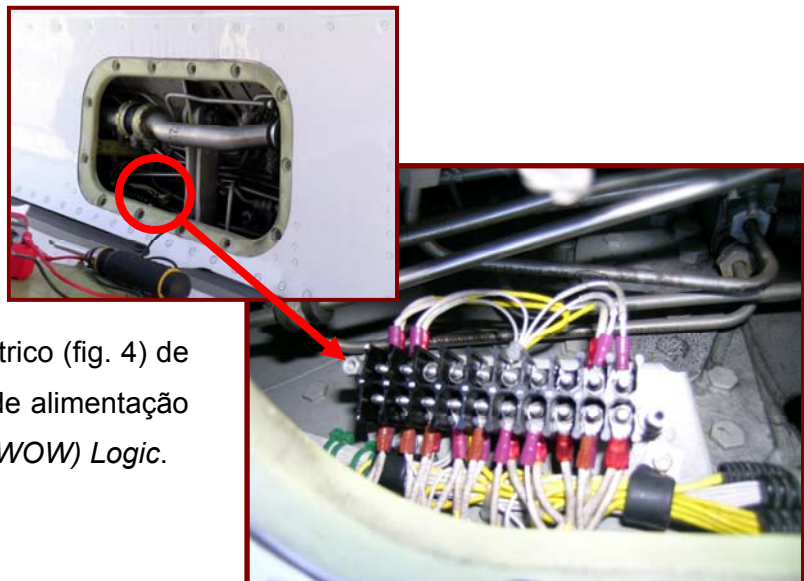


Fig. 4 – Terminal eléctrico

³ No caso do Hawker, o *reverser* também recebe informações do *Squat WOW Logic* esquerdo.



1.16.2 Testes

1. Depois de parqueada a aeronave, a tripulação efectuou testes adicionais para pesquisa da solução, que consistiram nos seguintes passos:
 - Comutação do sistema de pressurização para a posição *override* (Fig. 2a - pág. 6);
 - Abertura e fecho manual das *outflow valves* (Fig. 2b. - pág. 6);
 - Limpeza de interruptor *Squat WOW circuit logic*, situado na perna esquerda do trem (Fig. 3);
 - Colocação em marcha o motor #1 e accionamento do *reverser* de potência.

Não se registaram quaisquer alterações aos factos registados em voo e na aterragem.

2. Depois da intervenção da manutenção da frota Hawker, a aeronave realizou um OCF (voo de verificação operacional). Na altura a anomalia parecia ter ficado resolvida mas esta recorreu num voo a Paris, provocando o regresso da aeronave ao aeroporto de partida.
3. Num estudo mais aprofundado, a manutenção decidiu-se pela desmontagem e limpeza profunda do interruptor do sistema *Squat WOW Logic* e do terminal eléctrico. De novo entregue à linha, a aeronave cumpriu vários voos sem que a anomalia se voltasse a registar.

1.17 Organização e gestão

Não aplicável.

1.18 Informação adicional

Na sequência da investigação, apurou-se que a aeronave tinha efectuado um voo recente a um país nórdico onde foi necessário efectuar-se um *de-icing*.

1.19 Técnicas de investigação

Não aplicável.



2. ANÁLISE

1. O Hawker possui um interruptor *Squat (WOW) Logic* que tem como função, entre outras, evitar que o avião pressurize no chão e despressurize em voo.

Uma anomalia neste interruptor pode provocar informações erradas, enviando sinais de “avião aterrado” quando este está em voo, e iniciar o processo de despressurização, facto que configura este incidente.

A tripulação cumpriu o *Abnormal Procedures Check-list*, que manda a colocação do interruptor/selectora da pressurização em “*override*”. Esta acção muda o modo de pressurização que deixa de ser automático para passar a ser manual. Desta forma, é ultrapassada a informação enviada pelo *Squat (WOW) Logic Switch* e as válvulas de saída de ar voltam a fechar e a pressurizar a aeronave.

No entanto, a tripulação continuou a ler no indicador a informação de a aeronave continuar a despressurizar.

Como o sistema é pneumático e não electrónico, decorre um lapso de tempo para o sistema recuperar depois da passagem da posição “automático” para a posição “manual”. Se a tripulação não esperar o tempo suficiente para a recuperação da pressurização, o indicador continua a mostrar um défice de pressão na cabine.

Por outro lado, a pressurização da cabine é garantida pelo fornecimento do fluxo do ar gerado pelos motores, forçado pelas turbinas para o interior da cabine. Os pilotos pediram ao ATC para descer de nível (de 210 para 150) enquanto tentavam a solução da avaria. Para o efeito, desligaram o piloto automático e fizeram a descida a 2000 pés/minuto. Assim, a aeronave demorou 3 minutos a atingir o novo nível de voo, com os reactores a funcionarem em baixo regime de potência. O fluxo gerado pelos reactores neste regime de potência é insuficiente para, em tempo útil, repor o défice de pressão normal na cabine, deficit que se manteve quando a descida continuou até ao nível de voo 60.

2. O interruptor *Squat (WOW) Logic*, devido à sua localização no exterior da perna do trem, está exposto a humidades e condensações que podem conduzir à alteração das suas características funcionais.

De igual modo, e apesar de encerrado num compartimento, o terminal eléctrico pode ser contaminado por condensações de humidade.



Estas condensações de humidade têm origem em diversos agentes tais como alterações climatéricas ou acções de *de-icing*. No decurso da investigação, apurou-se que a aeronave tinha efectuado um voo a um aeroporto onde foi necessário este tipo de intervenção.

Presume-se que tenha havido uma contaminação do terminal dos cabos eléctricos de alimentação ao *Squat Logic Switch* por humidade do ar em voo ou pela acção do fluido de degelo.

Devido à resistência do circuito ser extremamente baixa, alterações ambientais teriam tido um efeito na contaminação na resistência e no próprio circuito eléctrico. O terminal eléctrico foi provavelmente submetido a uma alta resistência eléctrica entre os seus terminais. Este factor poderá ter causado uma queda de voltagem e a subsequente anomalia do interruptor *L/H Squat (WOW) Logic*.

Assim, este interruptor forneceu uma informação errónea "*ON Ground*" enquanto a aeronave se encontrava em voo, provocando a abertura das válvulas *out-flow* conduzindo à despressurização da cabine.

Depois de limpos os terminais e o *Squat Logic Switch*, foi efectuado um voo de teste, seguido de voos operacionais, sem que se registassem novos eventos.



3. CONCLUSÕES

3.1 Factos estabelecidos

- a. Os pilotos e a aeronave tinham a documentação válida;
- b. A viagem decorreu sem incidentes até ao momento que foi detectado uma anomalia relacionada com o sistema de pressurização da aeronave;
- c. O terminal eléctrico poderá ter sido contaminado por condensação de humidade originária da massa de ar onde a aeronave voou ou no processo de degelo a que a aeronave se tinha sujeitado num passado recente;
- d. Este factor poderá ter causado uma queda de voltagem e a subsequente anomalia do interruptor *L/H Squat (WOW) Logic*;
- e. Com a sua funcionalidade alterada, o *Squat (WOW) Logic switch* enviou informação "ON GROUND" à aeronave em voo, provocando a abertura das *outflow valves* e a subsequente despressurização;
- f. No momento da aterragem, o *reverser* de potência, ao ser accionado, não actuou, uma vez que este elemento também indicações do *Squat (WOW) Logic Switch*;
- g. A tripulação executou o *Abnormal Procedures Check-list* sem resultado eficaz tendo decidido o regresso ao aeroporto de origem;
- h. A eficácia das acções tomadas para resolução da avaria poderá ter ficado eventualmente comprometida por insuficiência de fluxo de ar forçado pelos reactores, que estavam em baixo regime de potência, e pelo pouco tempo de espera concedido pelos pilotos para que a pressurização se restabelecesse;
- i. A única acção correctiva efectuada, com resultados concludentes, foi a limpeza profunda dos terminais eléctricos de alimentação e o *Squat (WOW) Logic Switch*, o que, aliado ao facto de não ter havido substituição de qualquer componente, reforça a hipótese avançada;
- j. O vento era calmo, noite com boa visibilidade, as condições meteorológicas não tiveram qualquer implicação na aterragem;



3.2 Causas do incidente

A anomalia verificada não esteve relacionada directamente com os sistemas de fornecimento de ar ou de pressurização.

Dos factos apurados e da análise efectuada concluiu-se que o incidente teve, como:

- Causa provável – Alteração da funcionalidade do *Squat (WOW) Logic Switch* que originou a despressurização da cabine da aeronave.
- Causas contributivas – Eventual deficiente quantidade de fluxo de ar forçado para o interior da cabine e escasso tempo de espera concedido pelos pilotos para que o restabelecimento da pressurização se verificasse.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Nenhuma.

Lisboa, 02 de Outubro de 2007

O Investigador Responsável



Artur A. Pereira

O Investigador Técnico,



António Barros



ACRÓNIMOS

#	Número
A	Aeronave
ANA	Aeroportos de Portugal
ATC	<i>Air Traffic Control</i>
ATPL	<i>Air Transpor Pilot License</i>
°C	Graus Centígrados
CI	Comissão de Investigação
CP	Caparica
CPL	<i>Comercial Pilot License</i>
EP	<i>Emergency Procedure</i>
FL	<i>Flight Level</i>
GPIAA	Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
ILS	<i>Instrument Landing System</i>
INAC	Instituto Nacional de Aviação Civil
INCID	Incidente
Lbs	Libras
L/H	<i>Left Hand</i>
m	metros
MEL	<i>Multi Engine License</i>
MTOM	<i>Maximum Take-off Mass</i>
MWS	<i>Master Warning System</i>
NDB	<i>Non Directional Beacon</i>
NJE	NetJets – Transportes Aéreos S.A,
NIL	Nada
NM	<i>Nautical Miles</i>
OCF	<i>Operational Check Flight</i>
OVRD	<i>Override</i>
Psi	<i>Pressure per square inch</i>
QFU	Sigla indicativa (Código “Q”) da orientação magnética da pista
PRSSN	<i>Pressure Sensor</i>
TWR	<i>Tower</i>
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i>
VDL	<i>Visual Distance Lenses</i>
WGS	<i>World Geodetic System</i>
WOW	<i>Weight-On-Wheel</i>