

AVIAÇÃO CIVIL

Água Longa - Santo Tirso - PORTUGAL

26 de maio de 2015, 18:20 UTC

Falha no sistema de *flaps*

CIVIL AVIATION

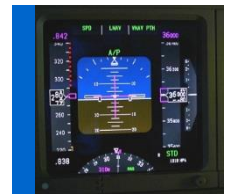
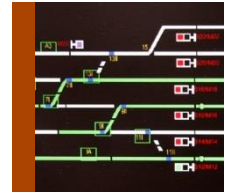
Água Longa - Santo Tirso - PORTUGAL

2015, May 26th 18:20 UTC

Flaps system failure

Dyn'aero MCR 4S-2002

PARTICULAR / PH-VGH



RELATÓRIO FINAL DE
 INVESTIGAÇÃO DE SEGURANÇA
 DE ACIDENTE

ACCIDENT
 SAFETY INVESTIGATION
 FINAL REPORT

[08/ACCID/2015]

PÁGINA DEIXADA EM BRANCO PROPOSITADAMENTE

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

**RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO DE SEGURANÇA DE
ACIDENTE**

||

ACCIDENT SAFETY INVESTIGATION REPORT

**PRIVADO || PRIVATE
DYN'AERO MCR 4S-2002**

PH-VGH

FALHA NO SISTEMA DE *FLAPS*

||

FLAPS SYSTEM FAILURE

**ÁGUA LONGA, SANTO TIRSO
PORTUGAL**

**26 de Maio 2015 - 18:20 UTC
2015, May 26th - 18:20 UTC**

Publicação || Published by:

GPIAAF - Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários

Endereço || Postal Address:

Praça Duque de Saldanha, 31 - 4.º
1050-094 Lisboa
Portugal

Telefones || Telephones:

(+ 351) 21 273 92 30

Notificação de acidentes/incidentes || Accident/incident notification:

(+ 351) 915 192 963 / (+351) 272 739 255

Fax: + 351 21 791 19 59

E-mail: geral@gpiaaf.gov.pt

Internet: www.gpiaaf.gov.pt

No interesse de aumentar o valor da informação contida nesta publicação, com a exceção de fins comerciais, é permitido imprimir, reproduzir e distribuir este material, mencionando o GPIAAF - Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários como a fonte, o título, o ano de edição e a referência “Lisboa - Portugal”, e desde que a sua utilização seja feita com exatidão e dentro do contexto original.

No entanto, direitos de autor sobre o material obtido a partir de outras agências, indivíduos ou organizações privadas, pertencem às entidades originárias. Onde for pretendido usar esse material o interessado deverá contactá-las diretamente.

In the interest of enhancing the value of the information contained in this publication, and with the exception of commercial uses, you may print, reproduce and distribute this material acknowledging the GPIAAF - Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e Acidentes Ferroviários as the source, along with the publication title, date and the reference “Lisbon - Portugal”, and provided that its use is made with accuracy and within the original context.

However, copyright in the material obtained from other agencies, private individuals or organizations, belongs them. Where you want to use their material you will need to contact them directly.

Controlo documental || Document control

Informações sobre a publicação original Original publication details	
Título Title	Privado Private / DYN'AERO MCR 4S-2002 / PH-VGH Falha no sistema de <i>flaps</i> Flaps system failure
Tipo de Documento Document title	Relatório de investigação de segurança Safety Investigation Report
N.º do Documento Document ID	AC_08/ACCID/2015_RF
Data de publicação Publication date	2018-06-29

Registo de alterações no caso de o Relatório ter sido alterado após a sua publicação original Track of changes where the report has been altered following its original publication		
Revisão Revision	Data Date	Resumo das alterações Summary of changes
01	2018-07-12	Correção na ref. da AD no ponto 3.3 AD ref. correction on 3.3

PREFÁCIO || FOREWORD

A investigação de segurança é um processo técnico conduzido com o único propósito da prevenção de acidentes o qual inclui a recolha e análise da informação, a determinação das causas e, quando apropriado, a formulação de recomendações de segurança.

Em conformidade com o Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, Chicago 1944, com o Regulamento (UE) n.º 996/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20/10/2010, e com o n.º 3 do art.º 11º do Decreto-lei n.º 318/99, de 11 de Agosto, a investigação e o relatório correspondente não têm por objetivo o apuramento de culpas ou a determinação de responsabilidades.

NOTA IMPORTANTE:

Este relatório foi preparado, somente, para efeitos de prevenção de acidentes. O seu uso para outro fim pode conduzir a conclusões erradas.

Este relatório é publicado em duas línguas, Português e Inglês.

Em caso de discrepância, o texto em Português terá prevalência.

Safety investigation is a technical process aiming to accidents prevention and comprises the gathering and analysis of evidences, in order to determine the causes and, when appropriate, to issue safety recommendations.

In accordance with Annex 13 to the International Civil Aviation Organisation Convention (Chicago 1944), EU Regulation Nr. 996/2010 from the European Parliament and Council (20th OCT 2010) and article 11, nr. 3 of Decree-Law nr. 318/99 (11th AUG 1999), it is not the purpose of the safety investigation process and associated investigation report to apportion blame or liability.

IMPORTANT NOTE:

The only aim of this report is to collect lessons which may help to prevent future accidents. Its use for other purposes may lead to incorrect conclusions.

This report is published in two languages, Portuguese and English.

In the event of any discrepancy between these versions, the Portuguese text shall prevail.

ÍNDICE || TABLE OF CONTENTS

TÍTULO TITLE	PÁGINA PAGE
PREFÁCIO FOREWORD	5
ÍNDICE TABLE OF CONTENTS	6
TABELA DE FIGURAS TABLE OF FIGURES.....	8
SINOPSE SYNOPSIS	9
ABREVIATURAS ABBREVIATIONS	11
GLOSSÁRIO GLOSSARY.....	12
1. INFORMAÇÃO FACTUAL FACTUAL INFORMATION	13
1.1. História do Voo Flight History	13
1.2. Lesões Injuries to persons	15
1.3. Danos na aeronave Damage to aircraft	15
1.4. Outros Danos Other damage.....	15
1.5. Informação pessoal Personnel information.....	15
1.5.1. Piloto Pilot.....	15
1.5.2. Passageiro Passenger.....	17
1.6. Aeronave Aircraft information	17
1.6.1. Generalidades General	17
1.6.2. Aeronave acidentada Crashed aircraft	18
1.6.3. Combustível Fuel	19
1.6.4. Manutenção Maintenance	19
1.6.5. Massa e Centragem Mass and balance	20
1.7. Informação meteorológica Meteorological information	20
1.8. Ajudas à navegação Aids to navigation	21
1.9. Comunicações Communications.....	21
1.10. Informação do aeródromo Aerodrome information.....	21
1.11. Registadores de Voo Flight Recorders	22
1.12. Informação sobre os destroços impacto Wreckage and impact information	22
1.13. Informação médica e patológica Medical and pathological information	24
1.14. Incêndio Fire	25
1.15. Aspectos de sobrevivência Survival aspects.....	25
1.16. Ensaios e pesquisas Tests and research	26

1.17. Organização e gestão Organizational and management information	26
1.18. Informação adicional Additional information.....	27
1.19. Técnicas de investigação utilizadas Useful or effective investigation techniques..	28
2. ANÁLISE ANALYSIS	29
2.1. Sistema de controle de <i>flaps</i> Flap control system	29
2.2. Análise visual ao conjunto haste/porca Rod/nut assembly visual analysis	31
2.3. Análise laboratorial ao conjunto haste/porca Rod/nut assembly laboratorial analysis.	32
2.4. Observação visual Visual observation	33
2.5. Microscopia ótica Optical microscopy.....	34
2.6. Microscopia electrónica de varrimento Scanning electronic microscopy	36
2.7. Conclusão da peritagem Expertise conclusions.....	38
2.8. Composição química da porca Nut chemical composition	39
2.9. Câmara Garmin VIRB Elite Garmin VIRB Elite action camera.....	42
2.10. Directiva de Aeronavegabilidade Airworthiness directive	43
2.11. Manutenção do avião Airplane maintenance	48
2.12. Revalidação do Certificado de Aeronavegabilidade Especial Special Airworthiness Certificate revalidation	49
2.13. Assimetria dos flaps Flaps asymmetry.....	50
2.14. O momento do acidente The accident moment.....	52
3. CONCLUSÕES CONCLUSIONS	53
3.1. Evidências Findings	53
3.2. Causas Causes	54
3.3. Fatores contributivos Contributing factors.....	54
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA SAFETY RECOMMENDATIONS	54

TABELA DE FIGURAS || TABLE OF FIGURES

Num	Descrição	Description	Pag.
1	Local do acidente	Crash location	14
2	Estado do avião após o acidente	Airplane condition after the accident	15
3	Vista de três lados	Three side view	18
4	Vista aérea de Vilar de Luz	Vilar de Luz aerial view	22
5	Local do acidente	Crash location	23
6	Cubo da hélice	Propeller hub	24
7	Boletim de serviço	Service bulletin	27
8	Conjunto porca/haste (fonte BEA)	Nut/rod assembly (source BEA)	28
9	Sistema de controlo de <i>flaps</i> (fonte BEA)	Flaps control system (source BEA)	30
10	Porca de bronze do lado direito	Right side bronze nut	31
11	Porca de bronze do lado esquerdo	Left side bronze nut	32
12	Porca do lado esquerdo (fonte IST)	Left side nut (source IST)	34
13	Porca, sentido desapertar (fonte IST)	Nut, release direction (source IST)	35
14	Porca, sentido apertar (fonte IST)	Nut, tighten direction (source IST)	36
15	Porca, sentido desapertar (fonte IST)	Nut, release direction (source IST)	37
16	Porca, sentido apertar (fonte IST)	Nut, tighten direction (source IST)	38
17	Localização da medição e imagem da zona de medição (fonte IST)	Measuring location and imaging (source IST)	40
18	Elementos químicos presentes na amostra (fonte IST)	Chemical elements present at the sample (source IST)	41
19	Ferramentas de Publicações de Segurança da EASA	EASA Safety Publications Tools	46
20	<i>Ailerons e flap</i>	Aileron and flap	52

SINOPSE || SYNOPSIS

PROCESSO GPIAAF GPIAAF PROCESS ID 08/ACCID/2015		Classificação Classification	
		Acidente Accident	
		Tipo de evento Type of event	
		SCF-NP Falha Componente Flap SCF-NP Flap System Failure	
OCORRÊNCIA OCCURRENCE			
Data Date	Hora Time	Local Location	
26-05-2015	18:20 UTC ¹	Água Longa, Santo Tirso, Portugal - 41° 15' 40'' N / 008° 30' 22'' W	
AERONAVE AIRCRAFT			
Aeronave Aircraft		N.º de série Serial Nr.	Matrícula Registration
Avião de construção amadora Amateur built airplane		024	PH-VGH
Tipo Type		Operador Operator	
Dyn'Aero MCR 4S-2002		Particular Private	
VOO FLIGHT			
Origem Origin		Destino Destination	
Aeródromo Municipal da Maia Maia Municipality Aerodrome (LPVL)		Aeródromo Municipal da Maia Maia Municipality Aerodrome (LPVL)	
Tipo de voo Type of flight		Tripulação Crew	Passageiros Passengers
Voo Local Particular Local Private Flight		01	01
Fase do voo Phase of flight		Condições de luminosidade Lighting conditions	
Aproximação Approach		Diurno Daylight	
CONSEQUÊNCIAS CONSEQUENCES			
Lesões Injuries	Tripulação Crew	Passageiros Passengers	Outros Other
Fatais Fatal	01	01	-
Graves Serious	-	-	-
Ligeiras / Nenhuma Minor / None	-	-	-
Danos na aeronave Aircraft damage		Outros danos Other damage	
Destruída Destroyed		Ligeiros numa estrada Minor to a road	

No dia 26 de maio de 2015, pelas 18:20, o avião de construção amadora modelo Dyn'Aero MCR 4S-2002 com marcas de nacionalidade e registo PH-VGH efetuava um voo de lazer no aeródromo de Vilar de Luz (LPVL).

On May 26th, 2015, at 18:20, the amateur built airplane model Dyn'Aero MCR 4S-2002 with nationality and registration marks PH-VGH performed a leisure flight at the Vilar de Luz aerodrome (LPVL).

¹ Todas as horas referidas neste relatório, salvo indicação em contrário, são horas UTC. || All times referred in this report, unless otherwise specified, are UTC time.

O voo consistiu de alguns circuitos quando, depois de terminar a volta para a final da pista 34, o avião rolou descontroladamente para a esquerda e viria a despenhar-se numa estrada alcatroada de acesso a um campo de futebol.

O acidente provocou a morte de ambos os ocupantes e a destruição da aeronave.

O GPIAA foi notificado do acidente às 19:06.

Foi identificada como causa uma falha no sistema de controlo de *flaps* devido ao desgaste de uma porca de bronze que não foi substituída dentro dos limites especificados pelo fabricante.

The flight consisted of a few traffic patterns when, after finishing the turn to the final of runway 34, the airplane rolled uncontrollably to the left and crashed on a tarmac road accessing to a football field.

The accident caused the death of both occupants and the destruction of the aircraft.

GPIAA was notified of the accident at 19:06.

A fault in the flap control system has been identified as cause due to wear of a bronze nut that has not been replaced within the limits specified by the manufacturer.

ABREVIATURAS || ABREVIATIONS

AGL	Acima do nível do terreno Above Ground Level
AMSL	Acima do Nível Médio das Águas do Mar Above Mean Sea Level
ANAC	Autoridade Nacional de Aviação Civil National Civil Aviation Authority
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (France)
EASA	Agencia Europeia para a Segurança da Aviação European Aviation Safety Agency
GPIAA	Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves (integrated in GPIAAF) Safety Investigation Authority (integrated in GPIAAF)
GPIAAF	Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários Safety Investigation Authority
hPa	Hectopascal Hectopascal
kg	Kilograma Kilogram
m	Metro Meter
METAR	Reporte Meteorológico de Aeródromo Meteorological Aerodrome Report
mm	Milímetro Milimeter
SEP	Monomotor a pistão Single engine piston
UTC	Tempo Universal Coordenado Universal Time Coordinated
VDL	Lentes corretivas Corrective lenses
VMC	Condições Meteorológicas Visuais Visual Meteorologic Conditions

GLOSSÁRIO || GLOSSARY

Abeam: de través.

Autoridade dos ailerons: capacidade dos ailerons para impedir um movimento de rotação longitudinal do avião.

Flaps: são um dispositivo para incrementar a sustentação aerodinâmica, composto por um painel articulado ou painéis montados na borda de fuga da asa. Quando estendidos, eles aumentam a curvatura e, na maioria dos casos, a corda e a área de superfície da asa resultando num aumento da sustentação e resistência e numa diminuição da velocidade de perda.

Pranchamento: rotação do avião em torno do seu eixo longitudinal.

Spin: uma perda agravada por guinada que resulta numa rotação sobre o eixo da *spin*. A aeronave segue uma trajetória descendente íngreme, tipo "saca-rolhas".

Abeam: self-explanatory.

Ailerons authority: ailerons ability to prevent the airplane rotation on its longitudinal axis.

Flaps: are a high lift device consisting of a hinged panel or panels mounted on the trailing edge of the wing. When extended, they increase the camber and, in most cases, the chord and surface area of the wing resulting in an increase of both lift and drag and a reduction of the stall speed.

Bank: airplane rotation about its longitudinal axis.

Spin: a yaw aggravated stall which results in rotation about the spin axis. The aircraft follows a steep, "corkscrew" like, downward path.

1. INFORMAÇÃO FACTUAL || FACTUAL INFORMATION

1.1. História do Voo || Flight History

Na tarde do dia 26 de maio de 2015 o piloto deslocou-se ao Aeródromo Municipal da Maia, em Vilar de Luz (LPVL) para fazer um voo de lazer acompanhado por um amigo.

O piloto voava com alguma regularidade no avião Dyn'Aero, propriedade de outro seu amigo.

Naquela tarde o voo consistiu em realizar circuitos de tráfego. As condições de vento ditavam a utilização da pista 34, estando publicado que os circuitos são realizados pela esquerda, a 1500 pés AMSL.

As condições meteorológicas eram de céu limpo, boa visibilidade e o vento soprava do quadrante oeste com cerca de 5 nós. A pressão local era de 1017 hPa e a temperatura ambiente era de 21°C.

O voo decorreu sem problemas até que, no momento em que o piloto termina a volta para final da pista 34, o avião coloca a asa esquerda em baixo e, descontroladamente, precipita-se até embater no solo.

O avião embateu no solo com o motor em funcionamento, sendo o primeiro impacto feito pelo cubo da hélice numa estada alcatroada de acesso a um campo de futebol a cerca de 0,7 milhas náuticas (≈1300 metros) da cabeceira da pista 34 (figura n.º 1).

On the afternoon of May 26th, 2015, the pilot travelled to Maia Municipal Aerodrome in Vilar de Luz (LPVL) to perform a leisure flight accompanied by a friend.

The pilot flew with some regularity on the Dyn'Aero plane owned by another friend of his.

In that afternoon the flight consisted of conducting some traffic patterns. The wind conditions dictated the use of runway 34, being published that the circuits are performed by the left, at 1500 ft AMSL.

The weather conditions were clear sky, good visibility and the wind was blowing from the west around 5 knots. The local pressure was 1017 hPa and the temperature was 21°C.

The flight went smoothly until, by the time the pilot finishes the turn to final of runway 34, the airplane puts the left wing down and, uncontrollably, rushes down to hit the ground.

The airplane hit the ground with the engine running, the first impact being made by the propeller hub on a tarmac road accessing a football field about 0,7 nautical miles (≈1300 meters) from the threshold of runway 34 (figure no. 1).

Nos últimos instantes do voo o avião trazia uma trajetória com um ângulo superior a 60 graus pois embateu diretamente no solo sem tocar nas árvores, redes e cabos elétricos que circundavam o local de queda.

Testemunhas oculares do acidente deram o alerta imediatamente.

O impacto foi de extrema violência, provocando a desintegração de grande parte do avião e a morte dos dois ocupantes.

In the last moment of flight the airplane path was higher than 60 degrees because it struck directly the ground without touching the trees, fences and electrical cables that surrounded the site of impact.

Eyewitnesses to the accident gave the alert immediately.

The impact was of extreme violence, causing the disintegration of much of the airplane and the death of the two occupants.

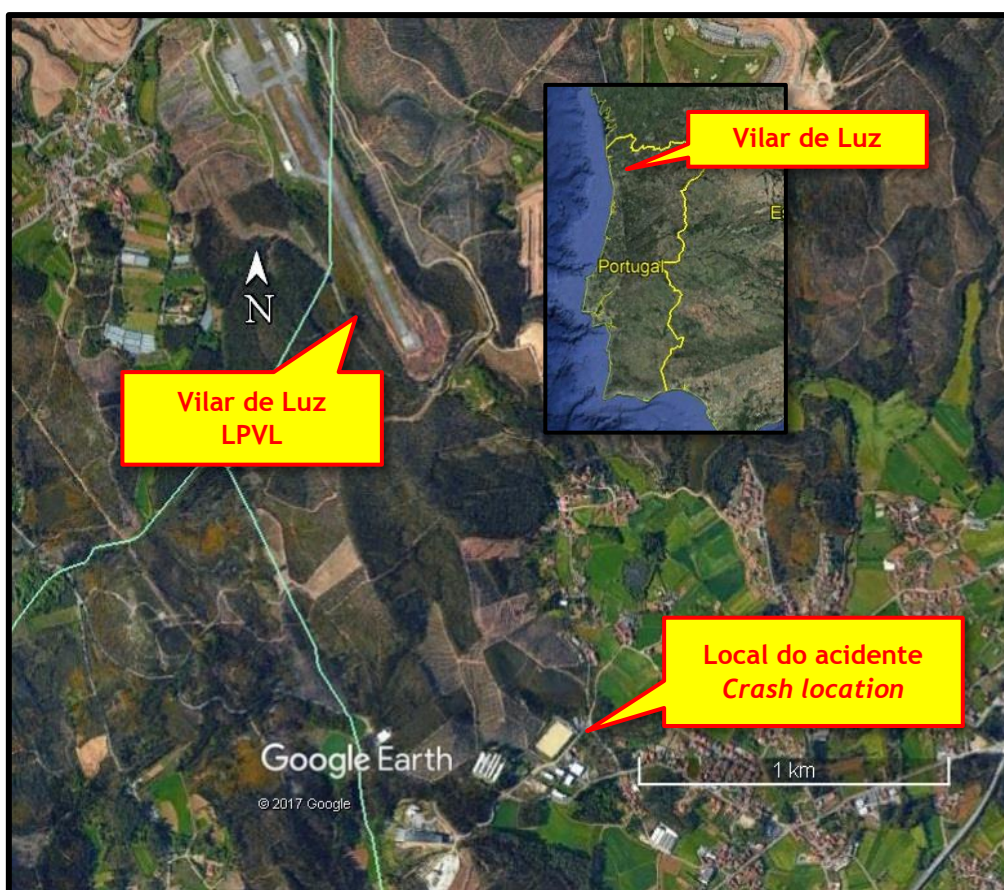


figura n.º 1 || figure no. 1
Local do acidente || Crash location

1.2. Lesões || Injuries to persons

Lesões Injuries	Tripulantes Crew	Passageiros Passengers	Outros Others
Mortais Fatal	1	1	0
Graves Serious	0	0	0
Ligeiras Minor	0	0	N/A
Nenhumas None	0	0	N/A
TOTAL	1	1	0

1.3. Danos na aeronave || Damage to aircraft

A aeronave ficou destruída após o impacto, sendo o grau dos danos da aeronave classificado como “destruída” em virtude de a mesma ser irrecuperável (figura n.º 2).

The aircraft was destroyed after the impact, the degree of the aircraft damage classified as "destroyed" due to the aircraft being irrecoverable (figure no. 2).



figura n.º 2 || figure no. 2
 Estado do avião após o acidente || Airplane condition after the accident

1.4. Outros Danos || Other damage

Presumível contaminação ligeira do solo com combustível e óleo.

Presumed light soil contamination with fuel and oil.

1.5. Informação pessoal || Personnel information

1.5.1. Piloto || Pilot

O piloto, do sexo masculino, 42 anos de idade e nacionalidade portuguesa, era titular de uma licença de piloto privado emitida pela autoridade portuguesa em 15-10-2008. Detinha a qualificação de monomotor terrestre válida até 31-10-2016.

Havia sido submetido a exames médicos aeronáuticos em 07-01-2015 e obtido um certificado de classe 2, válido até 29-01-2017.

O piloto e o proprietário partilhavam informação sobre o estado do avião e manutenções a realizar.

O último voo registado na caderneta de voo data de 24-10-2014. Dos seus documentos foi possível obter as seguintes referências:

The pilot, male, 42 years old and of Portuguese nationality, held a private pilot license issued by the Portuguese authority on 15-10-2008. He held a land single engine qualification valid until 31-10-2016.

He was submitted to aeronautical medical exam on 07-01-2015 and obtained a class 2 certificate valid until 29-01-2017.

The pilot and the owner shared information about the airplane status and maintenance actions to be performed.

The last flight registered in his flight log was dated 24-10-2014. From their documents, the following information was taken:

Identificação Identification	Piloto Pilot	
Licença License	PPL(A)	
Validade Valid until	31-10-2016	
Qualificações Qualifications	SEP (land)	
Último exame médico Last medical exam	07-01-2015	
Limitações Limitations	VDL	
Experiência de voo Flight experience	Total Total	No tipo On type
Horas de voo totais Total flight hours	158:22 a)	??
Últimos 90 dias Latest 90 days	??	??
Últimos 28 dias Latest 28 days	??	??
Últimos 7 dias Latest 7 days	??	??
Últimas 24 horas Latest 24 hours	??	??

a) Em 24-10-2014 || On 24-10-2014

?? - Informação não disponível || Data not available

1.5.2. Passageiro || Passenger

O passageiro, de sexo masculino, 41 anos de idade e nacionalidade Portuguesa, era amigo do piloto. Voava regularmente como passageiro acompanhando o piloto nos seus voos de lazer.

The passenger male, 41 years old and Portuguese nationality, was a friend of the pilot. He flew regularly as a passenger accompanying the pilot on his leisure flights.

1.6. Informação sobre a aeronave || Aircraft information

1.6.1. Generalidades || General

O avião Dyn'Aero MCR 4S-2002 de fabrico francês caracteriza-se por ser um avião monomotor, monoplano de asa baixa, trem de triciclo fixo, com capacidade para 4 pessoas, construído principalmente em fibra de carbono. O avião iniciou os seus voos em 2000 e foi produzido em diversas variantes.

The Dyn'Aero MCR 4S-2002 is a French airplane characterized as a single engine, low wing monoplane, fixed tricycle landing gear, four seat, built mainly in carbon fibre. The airplane first flew in the year 2000 and was produced in several variants.

As asas são baixas e apoiadas apenas na fuselagem. Os bordos de fuga das asas dividem-se entre uns ailerons pequenos e *flaps* de dupla fenda com três posições. A cauda tem uma configuração em T com uma construção monocoque. Esta aeronave tem capacidade para 60 litros de combustível em cada uma das semi-asas.

The low wings are supported by the fuselage only. The wing's trailing edges are divided between small ailerons and a three position double slotted flaps. The tail is monocoque and T shaped. This aircraft can carry 60 liters of fuel in each wing.

O avião está equipado com um motor Rotax 912 ULS de 100 CV.

The airplane is equipped with a 100 hp Rotax 912 ULS engine.

Características gerais

Tripulação: 1

Capacidade: 3 passageiros

Comprimento: 6,72 m

Envergadura: 8,66 m

Altura: 1,95 m

Área da asa: 8,15 m²

Massa Máxima à decolagem: 750 kg

Technical data

Crew: 1

Capacity: 3 passenger

Length: 6,72 m

Wing span: 8,86 m

Height: 1,95 m

Wing surface: 8,15 m²

Maximum Take-off Mass: 750 kg

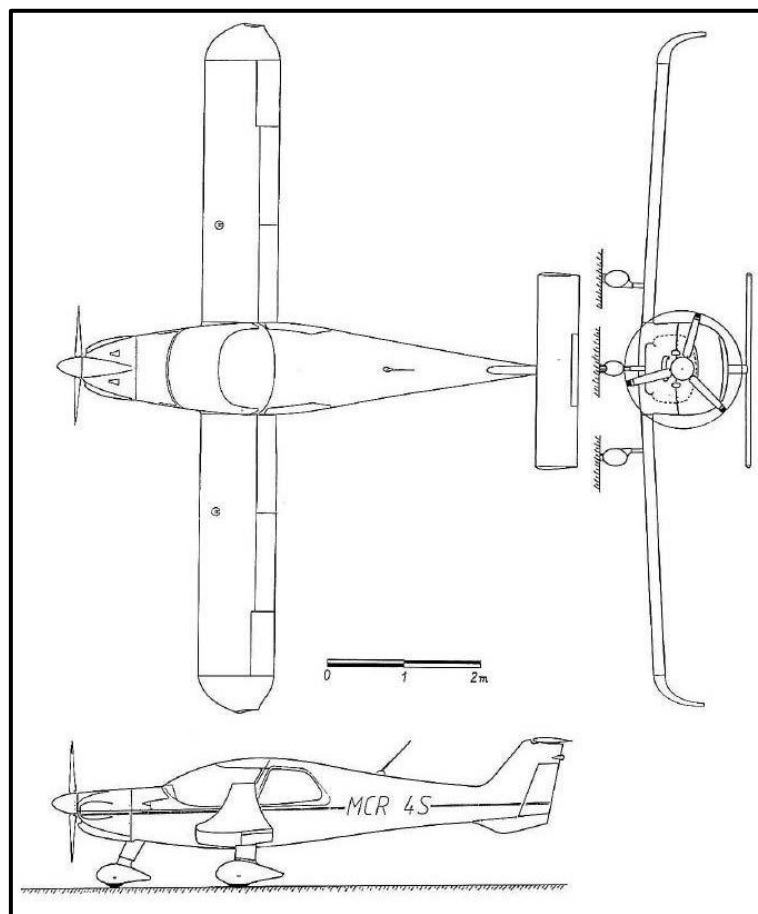


figura n.º 3 || figure no. 3

Vista de três lados || Three side view

1.6.2. Aeronave acidentada || Crashed aircraft

O avião PH-VGH obteve o Certificado de Registo n.º 276293 de acordo com a regras nacionais de aeronaves de construção amadora emitido pela Autoridade Holandesa em 03-11-2010. Este certificado substituiu o certificado original que foi reportado pelo proprietário como roubado.

Em 04-09-2014 foi-lhe atribuído o Certificado Especial de Aeronavegabilidade n.º 294091, emitido também pela autoridade Holandesa, que estava válido até 24-09-2015.

Dos documentos da aeronave foi possível obter as seguintes referências:

The airplane PH-VGH obtained the Certificate of Registration no. 267293 under the national amateur built aircraft rule issued by the Dutch Authority on 03-11-2010. This certificate replaced the original one reported as stolen by the owner.

On 04/09/2014 the Dutch Authority also issued the Special Certificate of Airworthiness no. 294091, valid until 24-09-2015.

From the aircraft documents, the following information was taken:

Referência Reference	Célula Airframe	Motor Engine	Hélice Propeller
Fabricante Manufacturer	Dyn'Aero	Bombardier Rotax, GmbH	MT Propeller
Modelo Model	MCR 4S-2002	Rotax 912ULS	MTV-7-A/156-122
N.º de Série Serial No.	024	4429154	02461
Ano Year	2002	2002	2002
Horas Voo Flight hours	1088:55	1088:55	1088:55

1.6.3. Combustível || Fuel

O combustível utilizado era gasolina sem chumbo 95 MOGAS.

Não foi possível determinar a quantidade de combustível com que o avião descolou.

The fuel used was unleaded 95 gasoline MOGAS.

It has not been possible to determine the amount of fuel that the plane took off.

1.6.4. Manutenção || Maintenance

A manutenção do motor era realizada de acordo com as recomendações do fabricante do motor. Para tal o proprietário recorria aos serviços de um técnico de manutenção autorizado pela Rotax.

A manutenção da célula era feita pelo proprietário.

As ações de manutenção estão registadas na Caderneta Técnica.

The engine maintenance was performed according to the engine manufacturer recommendations. For this the owner used the services of a Rotax approved technician.

The airframe maintenance was executed by the owner.

The maintenance jobs are registered in the Technical Log Book.

1.6.5. Massa e Centragem || Mass and balance

Não foi encontrado qualquer registo de massa e centragem. Não é obrigatório manter o registo dos cálculos de massa e centragem para um voo privado.

Não foi encontrada qualquer evidência de terem sido introduzidas modificações desde o momento da construção inicial que pudessem alterar o centro de gravidade do avião.

Nos destroços não foram encontradas quaisquer indicações de existência de carga a bordo para além daquela que um piloto normalmente utiliza, como um pequeno saco e cartas que não tem expressão significativa para efeitos de massa e centragem.

Assim, com os dados de massa do avião, peso dos ocupantes e quantidade de combustível a bordo pode-se concluir que o avião estava a ser operado dentro dos limites de massa e centragem.

No mass and balance report was found. It is not required to keep records of mass and balance calculations for private flights.

No evidence was found that modifications were introduced since the time of the initial construction that could change the centre of gravity of the airplane.

In the wreck, no indications of on board cargo were found beyond those usually used by a pilot, such as a small bag and charts that have no significant expression in terms of mass and balance effects.

Thus, with the mass of the airplane data, occupant weight and amount of fuel on board it can be concluded that the airplane was operated within the limits of mass and balance.

1.7. Informação meteorológica || Meteorological information

As condições meteorológicas locais eram VMC com o céu limpo. O vento estava do quadrante leste com intensidades a rondar os 5 nós e a pressão local era de 1017 hPa. A visibilidade era superior a 10 km, a temperatura do ar era de 21°C e um ponto de orvalho de 14°C.

Local weather conditions were VMC with clear sky. The wind was in the east quadrant with intensities around 5 knots and local pressure was 1017 hPa. The visibility was over 10 km, the air temperature was 21°C and a dew point of 14°C.

A estação meteorológica com informação aeronáutica mais próxima estava localizada no Porto (LPPR) a cerca de 8 NM (~15 km) do local do acidente. Os seus METAR eram os seguintes:

The nearest meteorological station was located at Porto (LPPR) about 8 NM (~15 km) from the accident site. Their METAR were the following:

LPPR 261500Z 31010KT CAVOK 25/09 Q1018
 LPPR 261600Z 32009KT 280V360 CAVOK 26/10 Q1017
 LPPR 261700Z 28005KT CAVOK 22/13 Q1017
LPPR 261800Z 26005KT 220V290 CAVOK 21/14 Q1017
 LPPR 261900Z 26004KT 220V280 CAVOK 19/13 Q1017

1.8. Ajudas à navegação || Aids to navigation

Não aplicável a este acidente.

Not applicable to this accident.

1.9. Comunicações || Communications

Não foi estabelecido contacto rádio com qualquer órgão ATC. O aeródromo de Vilar de Luz situa-se em espaço aéreo de classe G. A TMA do Porto inicia-se a 1000' AGL. Assim o tráfego em circuitos mantém a frequência local 122.400 MHz onde transmite às cegas.

No radio contact was established with any ATC center. The Vilar de Luz Airfield is located in class G airspace. Porto TMA starts at 1000' AGL. Thus, the traffic on the circuit maintains the local frequency 122.400 MHz transmitting blind.

1.10. Informação do aeródromo || Aerodrome information

O aeródromo de Vilar de Luz (LPVL) está certificado para tráfego VFR com aeronaves até 5700 kg e ultraleves com capacidade de comunicações bilaterais (figura n.º 4).

A pista em asfalto tem uma orientação 16/34. As suas dimensões são 1056 x 29 m.

The aerodrome of Vilar de luz (LPVL) is certified for VFR traffic for aircraft up to 5700 kg and ultralights equipped with bilateral communication (figure no. 4)

The airfield has a tarmac runway with 16/34 orientation. Its dimensions are 1056 x 29 m



figura n.º 4 || figure no. 4

Vista aérea de Vilar de Luz || Vilar de Luz aerial view

1.11. Registadores de Voo || Flight Recorders

O avião não estava equipado com registadores de voo por não ser obrigatório para este tipo de aeronave.

No entanto, durante a análise aos destroços no local do acidente, foi encontrada uma camera de vídeo Garmin ainda no modo de gravação.

The aircraft was not equipped with flight recorders because it was not required for this type of aircraft.

However, during the wreckage analysis on the accident site, a Garmin action camera still in recording mode was found.

1.12. Informação sobre os destroços impacto || Wreckage and impact information

O avião despenhou-se a cerca de 0,7 NM (≈ 1300 metros) da cabeceira pista 34 numa estrada alcatroada de acesso a um campo de futebol com cerca de 6% de inclinação.

Logo numa primeira análise foi possível concluir que o avião embateu no solo com uma trajetória de voo elevada (superior a 60°) pois não houve qualquer contacto com os diversos cabos elétricos, árvores, vedações e outros obstáculos existentes no local e pela marca profunda que o avião deixou no alcatrão (figura n.º 5).

The airplane crashed about 0,7 NM (≈ 1300 meters) on a tarmac road accessing a football field with about 6% slope.

In the first analysis, it was possible to conclude that the airplane hit the ground with a high flight path (above 60°) because there was no contact with the various electrical cables, trees, fences and other obstacles around the site and by the deep mark that the airplane left on tarmac (figure no. 5).



figura n.º 5 || figure no. 5
Local do acidente || Crash location

Os destroços ficaram espalhados numa área até cerca de 40 metros a partir do ponto de impacto.

A cauda separou-se do resto da fuselagem e manteve a ligação com os estabilizadores horizontais e verticais

Todos os restantes componentes desintegraram-se face à violência do embate.

O cubo da hélice apresentava-se com as 3 pás cortadas pela raiz (figura n.º 6) indicando que o motor estava em funcionamento.

The wreckage was scattered on an area up to 40 metres from the point of impact.

The tail separated from the remaining fuselage and maintained the connection with the horizontal and vertical stabilizers.

All other components disintegrated in face of the violence of impact.

The propeller hub showed the 3 blades uprooted (figure no. 6) indicating that the engine was running.



figura n.º 6 || figure n.º 6
Cubo da hélice || Propeller hub

1.13. Informação médica e patológica || Medical and pathological information

Informações médicas sobre o piloto e passageiro não apresentaram fatores fisiológicos que possam ter contribuído para as circunstâncias deste acidente.

Conclui-se com base nas autópsias realizadas pela medicina legal que ambos os ocupantes do avião morreram instantaneamente de extensas lesões traumáticas generalizadas devido ao impacto.

Não foram encontrados vestígios de álcool nem substâncias estupefacientes ou psicotrópicas.

Medical information about the pilot and passenger did not show physiological factors that might have contributed to the circumstances of this accident.

Based on the autopsies performed by legal medicine it was concluded that both airplane occupants died instantly from extensive generalized traumatic injuries due to the impact.

No traces of alcohol, narcotics or psychotropic substances were found.

1.14. Incêndio || Fire

Não houve incêndio.

There was no fire.

1.15. Aspectos de sobrevivência || Survival aspects

A energia do impacto foi de tal intensidade que provocou a destruição da aeronave e provocou lesões fatais aos dois ocupantes.

Os assentos da aeronave estavam equipados com cintos de segurança de 4 pontos. Tanto o piloto como o passageiro traziam os cintos colocados. Os cintos de segurança mantiveram a sua integridade mesmo com a violência do acidente.

Os serviços de alerta e socorro foram alertados imediatamente após o acidente pelas testemunhas oculares do acidente.

The impact energy was in such a high intensity that caused the destruction of the airplane and fatal injuries to both occupants.

The airplane seats were equipped with four-point harnesses. Both pilot and passenger had their safety harness fastened. The safety belts kept their integrity despite the accident violence.

The alert and emergency services were alerted immediately after the accident by eyewitnesses to the accident.

O sistema nacional de emergência foi ativado às 18:25. A resposta do sistema foi eficaz com a chegada da primeira patrulha da GNR às 18:37 que de imediato confirmou a morte dos ocupantes. Às 19:01 encontravam-se no local 30 bombeiros de 3 corporações apoiados por 3 veículos, 3 patrulhas da GNR e 3 ambulâncias.

The national emergency service was activated at 18:25. The system response was effective and at 18:37 the first police squad was at the accident site, confirming instantly the occupants' death. At 19:01 there was at the crash site a total of 30 firemen from 3 fire stations, supported by 3 vehicles, 3 police squads and 3 ambulances.

1.16. Ensaios e pesquisas || Tests and research

O histórico de ocorrências com estas características levou a que a congénere francesa logo alertasse para a possibilidade de uma falha no sistema de controlo dos *flaps*.

The history of occurrences with these characteristics led to the French counterpart soon warning of the possibility of a flap control system failure.

Assim que foi possível reconstituir os destroços do avião foi verificado que a porca do sistema de controlo dos *flaps* estava danificada. Tornou-se então necessário concluir se o dano teria sido causado por desgaste ou devido ao impacto. Para análise laboratorial recorreu-se ao Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior Técnico de Lisboa.

As soon as it was possible to reconstitute the wreckage of the aircraft, it was found that the flap control system nut was damaged. It was then necessary to conclude whether the damage was caused by wear or impact. For laboratory analysis, the services of the Department of Mechanical Engineering of the Instituto Superior Técnico de Lisboa were used.

A câmara de vídeo encontrada entre os destroços ainda em modo gravação no momento em que chegaram os primeiros elementos das forças de segurança foi imediatamente preservada. Posteriormente foi enviada para o organismo de investigação congénere inglês para tentativa de recuperação da informação com os seus meios técnicos especializados.

The video camera found among the wreckage still in recording mode at the time the first elements of the security forces arrived was immediately preserved. Afterward it was sent to the English counterpart investigation board in an attempt to retrieve the information with its specialized technical means.

1.17. Organização e gestão || Organizational and management information

Não aplicável. Tratava-se de um avião privado.

Not applicable. It was a private plane.

1.18. Informação adicional || Additional information

Um incidente anterior com um avião Dyn'Aero MCR 4S demonstrou problemas na porca do sistema de controlo dos *flaps* devido a deficiente manutenção.

A previous incident with a Dyn'Aero MCR 4S airplane showed problems in the flaps system control nut due to poor maintenance.

A investigação desse incidente levou a Dyn'Aero a emitir o Boletim de Serviço BS 13 D 0044 datado de 09-04-2013 especificando, entre outros, inspeções visuais, substituição de componentes, implementação de um tempo limite de operação e ainda uma atualização sistemática do manual de manutenção, medidas necessárias para o bom funcionamento do sistema de controlo de *flaps* (figura n.º 7).

That incident investigation led to the issue by Dyn'Aero of Service Bulletin BS 13 D 0044 dated 09-04-2013 specifying, among others, visual inspections, parts replacements, limited time operation implementation and a systematic update on the maintenance manual, necessary measures for the proper operation of the flaps control system (figure no. 7).


	SERVICE BULLETIN		Référence :					
	SYSTEME COMMANDE DE VOLETS FLAPS CONTROL SYSTEM		BS 13 D 0044					
			09/04/2013	Page 1 - 7				
1. TITRE		<u>Title</u>						
Système commande de volets		<i>Flaps control system</i>						
2. CLASSEMENT		<u>Classification</u>						
<input checked="" type="checkbox"/> <u>Impératif</u> <i>Mandatory</i>	<input type="checkbox"/> Recommandé <i>Recommended</i>	<input type="checkbox"/> Optionnel <i>Optional</i>						
3. VALIDATION		<u>Approval</u>						
Ce BS a été rendu obligatoire par une Consigne de Navigabilité DGAC		<i>This SB has been made mandatory by an AD issued by the French DGAC</i>						
4. APPLICABILITE		<u>Applicability</u>						
MCR TYPE – Modèle								
ULC	UL	Pick Up	Club	Sportster	M	Mini Cruiser	4S	R180
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

figura n.º 7 || figure no. 7
Boletim de Serviço || Service Bulletin

Em 17-04-2013 a autoridade francesa de aviação civil, Direction Générale de l'Aviation Civile, emitiu a Diretiva de Aeronavegabilidade F-2013-001 tornando obrigatório o cumprimento do Boletim de Serviço emitido pelo fabricante.

Com esta Diretiva de Aeronavegabilidade o potencial da porca de bronze² do sistema de controlo dos *flaps* (figura n.º 8) passou a 300 horas de voo ou 3 anos, o que ocorrer primeiro.

On 17-04-2013 the French civil aviation authority, Direction Générale de l'Aviation Civile, issued the Airworthiness Directive F-2013-001 making mandatory the compliance of the Service Bulletin issued by the manufacturer

Under this Airworthiness Directive the flaps control system bronze nut² potential (figure no. 8) went to 300 flight hours or 3 years, whichever occurs first.



figura n.º 8 || figure no. 8
Conjunto porca/haste || Nut/rod assembly

1.19. Técnicas de investigação utilizadas || Useful or effective investigation techniques

A investigação seguiu as técnicas habituais de recolha de evidências no local e da documentação relativa à aeronave e ao piloto assim como análise de todos os dados recolhidos.

The investigation followed the usual on-site evidence collection techniques and pilot and airplane documentation as well as analysis of all collected data.

² A análise veio a revelar que a constituição da porca era em cobre e não em bronze. Durante este relatório manteve-se a designação dada pelo fabricante. || The analysis revealed that the nut was made of copper rather than bronze. During this report the designation given by the manufacturer was maintained.

Para além do estudo dos destroços do avião já descritos foi identificada a necessidade de análise especializada de componentes mecânicos.

Os especialistas do Laboratório de Engenharia Mecânica do Instituto Superior Técnico de Lisboa fizeram a análise aos danos apresentados na porca do sistema de controlo dos *flaps* para determinar se a origem do dano se deveu a desgaste ou ao impacto. A metodologia adotada consistiu em:

- observar inicialmente, quer visualmente quer por microscopia ótica de baixa ampliação, o fuso e a porca de modo a caracterizar o tipo de desgaste e identificar as zonas que sejam de interesse para efetuar em seguida uma observação mais pormenorizada através de microscopia eletrónica de varrimento; e
- realizar uma análise dos elementos químicos da porca com recurso a um espectrómetro energético (EDS) acoplado ao microscópio eletrónico de varrimento.

In addition to the airplane wreckage evaluation already described, the need for specialized analysis of the mechanical parts was identified.

The experts from the laboratory of Mechanical Engineering of the Instituto Superior Técnico de Lisboa analyzed the damage shown by the flap control system nut to determine if the source of the damage was due to wear or impact. The methodology adopted consisted of:

- initial observation, both visually and by low magnification optical microscopy, of the rod and the nut in order to characterize the type of wear and to identify the areas of interest for further examination by electron scanning microscopy; and
- perform an analysis of the chemical elements of the nut using an energy spectrometer (EDS) coupled to the electron scanning microscope.

2. ANÁLISE || ANALYSIS

2.1. Sistema de controle de *flaps* || Flap control system

Os *flaps* do Dyn'Aero MCR 4S-2002 são acionados eletricamente através de um motor faz rodar uma haste roscada em aço ligada à fuselagem.

The Dyn'Aero MCR 4S-2002 flaps are electrically driven through a motor that rotates a steel threaded rod attached to the fuselage.

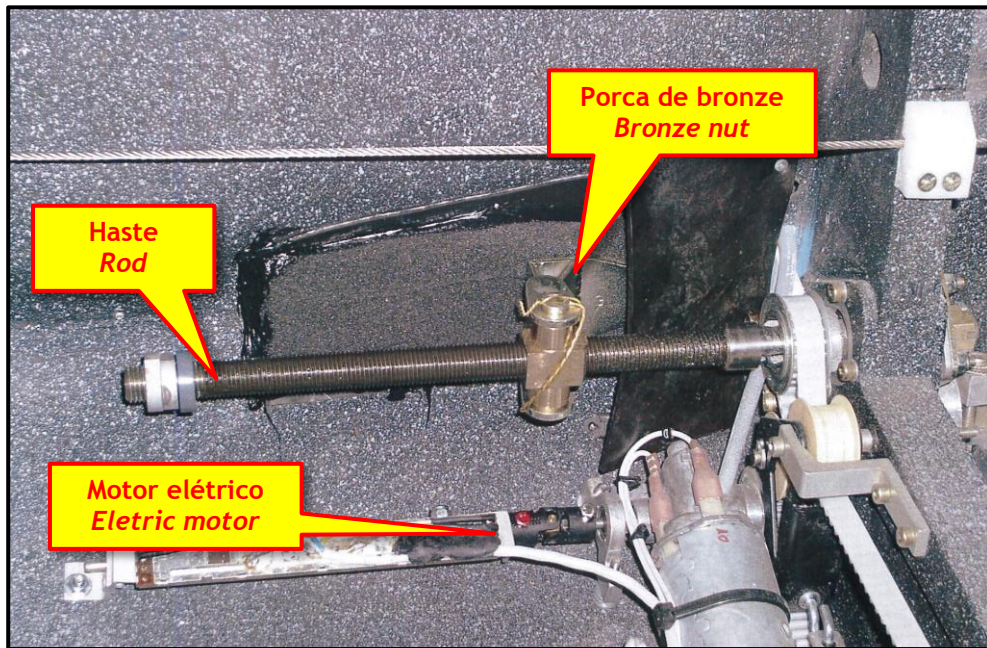


figura n.º 9 || figure no. 9
Sistema de controlo de *flaps* || Flaps control system

Na haste funciona uma porca de bronze ligada aos *flaps*. A operação do motor elétrico faz deslocar a porca de bronze ao longo da haste e conseqüentemente modifica a posição dos *flaps*.

Quando os *flaps* estão recolhidos (posição 0°) a porca de bronze está na posição representada pela figura n.º 9.

Quando o piloto seleciona um ponto de *flaps* (17°) ou dois pontos de *flaps* (30°) o motor elétrico faz mover a porca de bronze ao longo da haste que, para efeitos deste relatório, se designou de sentido “apertar”.

Inversamente, quando o piloto recolhe os *flaps*, o motor elétrico funciona em direção contrária fazendo com que a porca de bronze se mova na haste na direção oposta, ou seja, na direção “desapertar”.

A bronze nut attached to the flaps travels on the threaded rod. The operation of the electric motor drives the bronze nut along the rod and consequently changes the position of the flaps.

When the flaps are retracted (0° position) the bronze nut is in the position represented by figure no. 9.

When the pilot selects one point of flaps (17°) or two points of flaps (30°) the electric motor moves the bronze nut along the rod that, for the purpose of this report, has been designated a “tightening” direction.

Conversely, when the pilot retracts the flaps, the electric motor runs in the opposite direction causing the bronze nut to move in the opposite direction, that is, in the “releasing” direction.

A haste é construída em aço, material com maior dureza que a liga com que é construída a porca de bronze.

The rod is constructed of steel, material with greater hardness than the alloy with which the bronze nut is built.

2.2. Análise visual ao conjunto haste/porca || Rod/nut assembly visual analysis

Os conjuntos haste/porca do sistema de controlo dos *flaps* foram inicialmente analisados de forma visual. Foi imediatamente notório que o conjunto haste/porca do lado direito funcionava sem problemas aparentes e que a porca em bronze apresentava um menor desgaste da rosca quando comparado com o lado esquerdo (figura n.º 10)

The flap control system rod/nut assembly were initially visually analysed. It was immediately noted that the right side rod/nut assembly worked without any apparent problem and the bronze nut showed less thread wear as compared to the left side (figure no. 10).

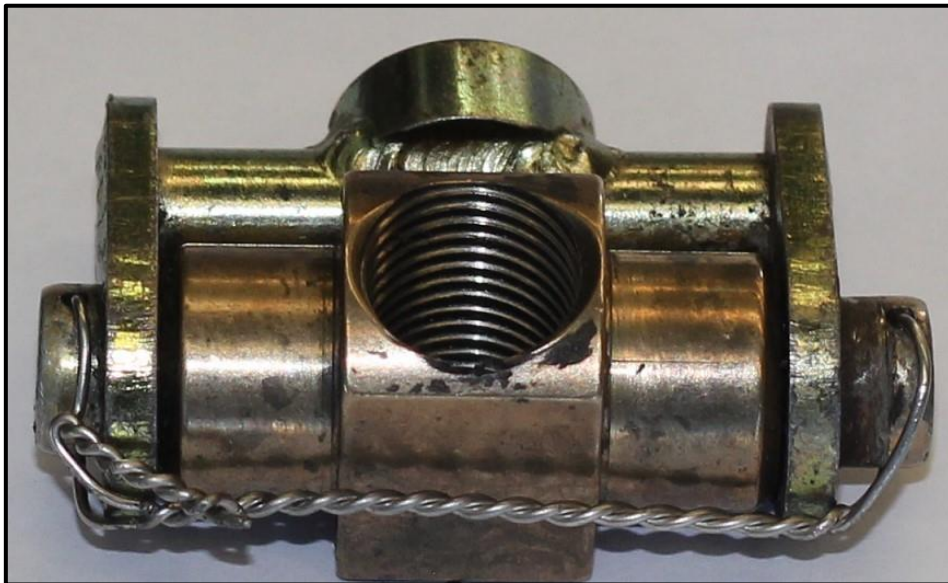


figura nº 10 || figure nº 10
 Porca de bronze do lado direito || Right side bronze nut

O conjunto haste/porca do lado esquerdo não funcionava corretamente. Bastava uma pequena força para fazer deslizar a porca ao longo da haste. Era visível a olho nu um diferente nível de desgaste entre as duas porcas, mais pronunciado deste lado. (figura n.º 11).

The left side rod nut assembly did not work properly. A small force was enough to slide the nut along the rod. It was visible to the naked eye a different level of wear between the two nuts, more pronounced on this side (figure no. 11).

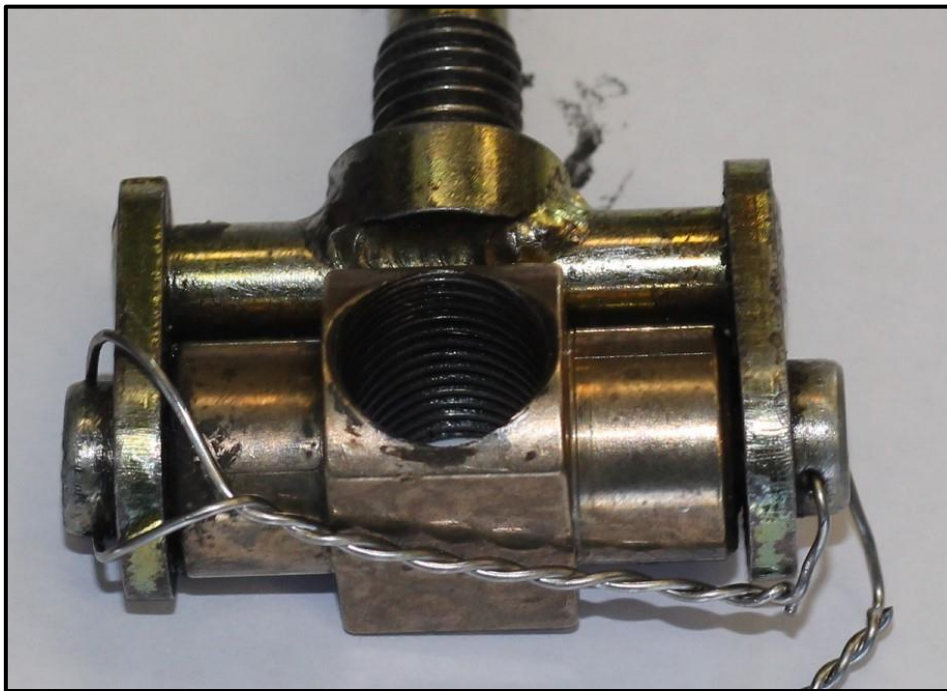


figura n.º 11 || figure no. 11
Porca de bronze lado esquerdo || Left side bronze nut

Esta primeira análise foi a principal razão pela qual o ex-GPIAA publicou o relatório preliminar datado de 30 de junho de 2015 alertando os operadores para o cumprimento da Diretiva de Aeronavegabilidade emitida pela DGAC do Estado Francês.

This first analysis was the main reason why the former GPIAA issued on July 30th 2015 the preliminary report warning all operators for compliance to the Airworthiness Directive issued by the French DGAC.

2.3. Análise laboratorial ao conjunto haste/porca || Rod/nut assembly laboratorial analysis

A análise laboratorial visou obter uma peritagem sobre o desgaste acima indicado. Foram enviados para o laboratório do IST os dois conjuntos porca/haste³ do sistema de controlo dos *flaps*.

O IST designou o conjunto do lado esquerdo de “conjunto 1” e o conjunto do lado direito de “conjunto 2” sendo este o que apresentava maior desgaste.

The laboratorial analysis aimed to obtain an expert opinion about the above mentioned wear. The two flap control system rod/nut³ assemblies were sent to the IST laboratory.

The IST designated the left side assembly as “assembly 1” and the right side assembly as “assembly 2”, the latter being the one showing more wear.

2.4. Observação visual || Visual observation

Para análise visual a porca do lado esquerdo foi cortada ao meio e foi possível verificar que o desgaste no sentido do aperto é bastante menor ao desgaste no sentido do desaperto.

A comparação entre o perfil da rosca da porca com o perfil do parafuso permitiu verificar que a porca apresentava a rosca extremamente desgastada, mal se notando a diferença entre as raízes e as coroas da rosca (figura n.º 12).

For visual analysis the left side nut was cut in half and it was possible to verify that the wear in the direction of tightening is much smaller than the wear in the release direction.

The comparison between the thread profile of the nut and the profile of the rod allowed to verify that the nut had the thread extremely worn, hardly noticing the difference between the roots and the crowns of the thread (figure no. 12).

³ Os especialistas do Instituto Superior Técnico designaram por conjunto porca/fuso. || *The IST experts designated it spindle/nut assembly.*

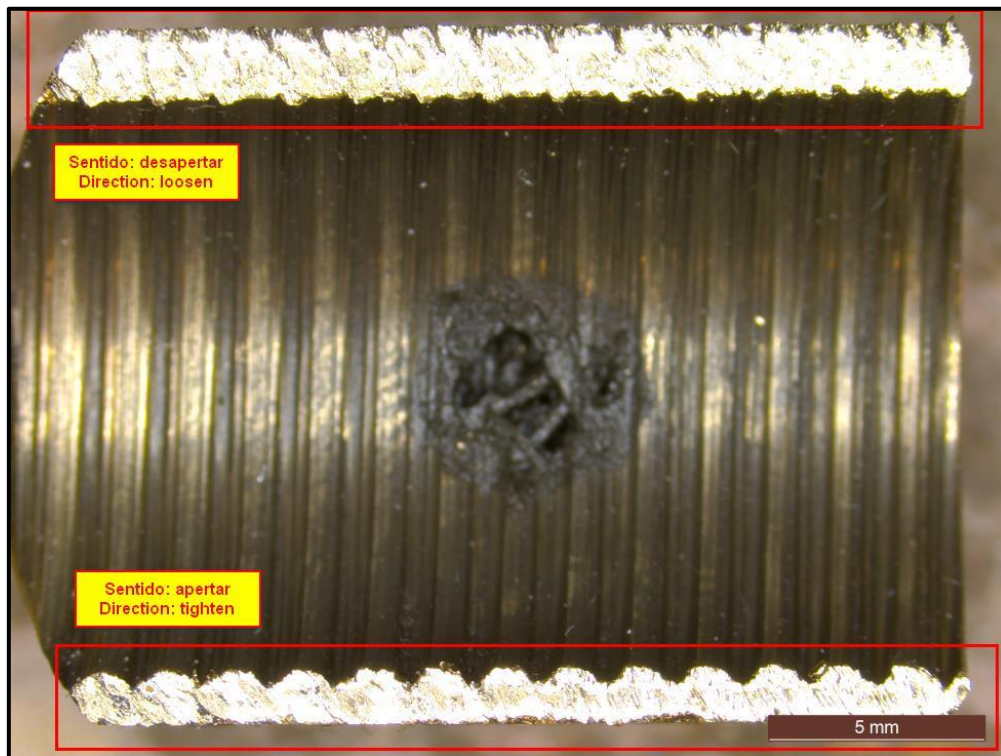


figura n.º 12 || figure nº 12
Porca do lado esquerdo || Left side nut

2.5. Microscopia ótica || Optical microscopy

Recorrendo a microscopia ótica foi possível verificar um desgaste bastante irregular da rosca da porca no sentido desapertar. Com a ampliação obtida pela figura n.º 13, sentido desaperto, é possível verificar um desgaste profundo da rosca uniforme com as coroas e as raízes arredondadas.

Using optical microscopy, it was possible to verify a rather irregular wear of the nut thread in the release direction. With the magnification obtained by figure no. 13, release direction, it is possible to verify deep wear on the thread with rounded roots and crowns.

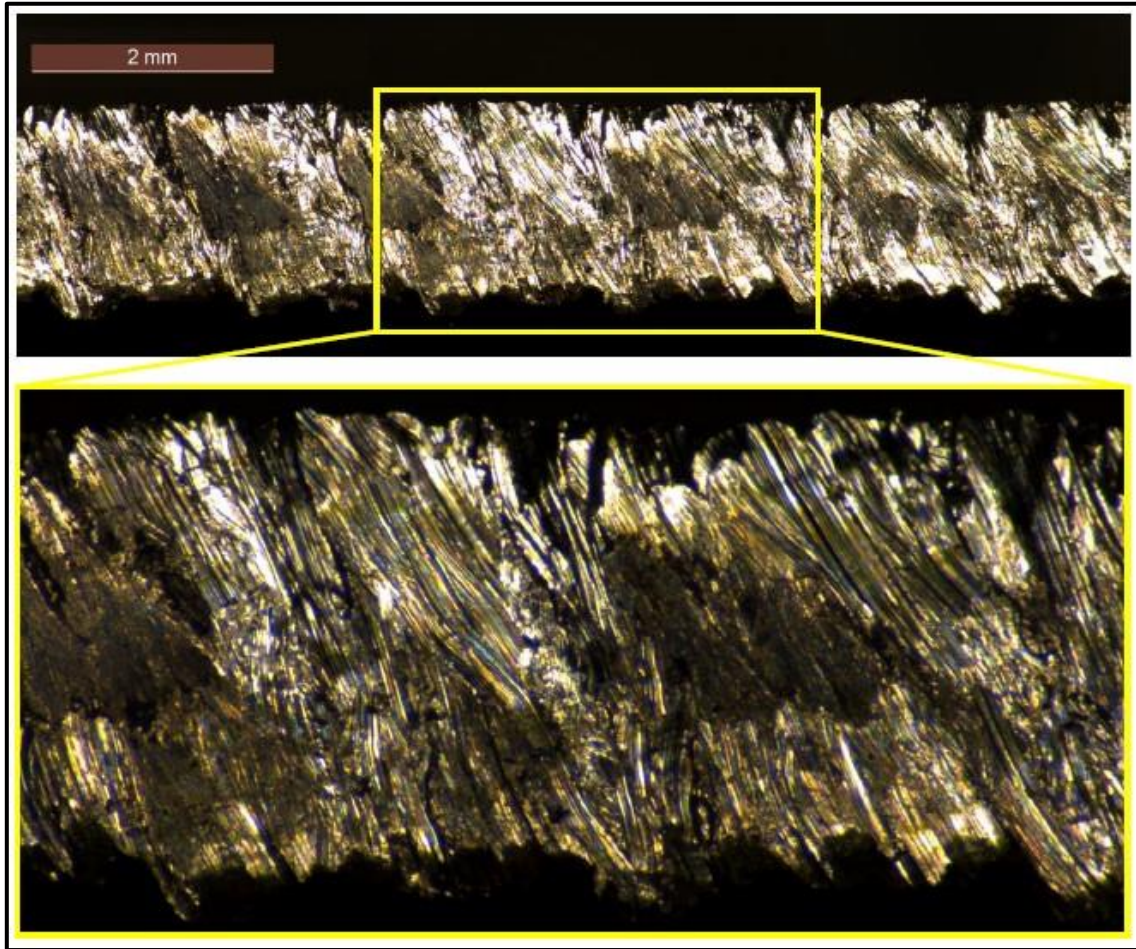


figura n.º 13 || figure no. 13
 Porca, sentido desapertar || Nut, release direction

Com a mesma aplicação anterior, é possível identificar as coroas e as raízes em detalhe quando a análise visa o sentido apertar (figura n.º 14).

With the same magnification as before, it is possible to identify both roots or crowns in detail when analysing the tighten direction (figure no. 14)

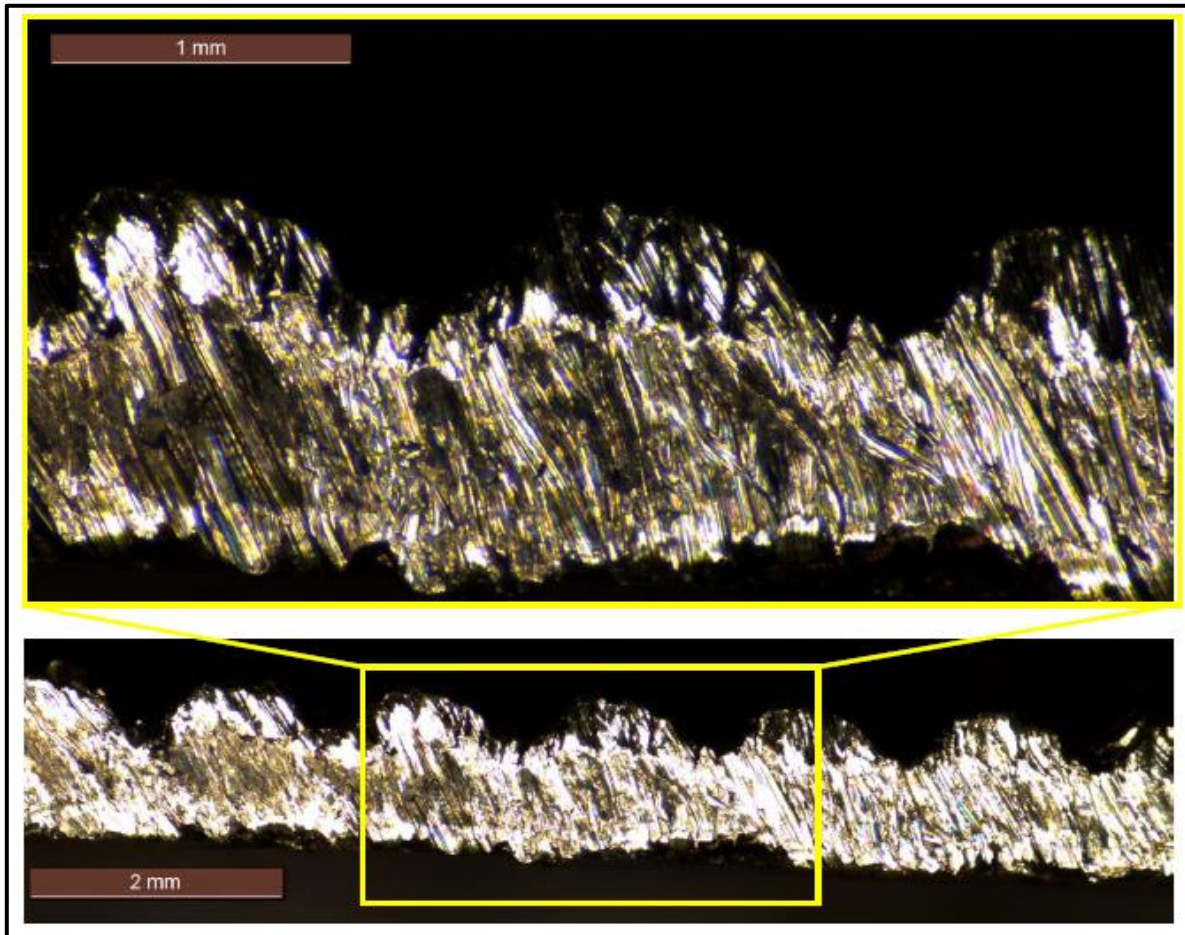


figura n.º 14 || figure no. 14
 Porca, sentido apertar || Nut, tighten direction

2.6. Microscopia electrónica de varrimento || Scanning electronic microscopy

Numa terceira fase da peritagem laboratorial a mesma porca de bronze do lado esquerdo foi sujeita a observação em microscopia eletrónica de varrimento.

Esta técnica é capaz de produzir imagens de alta definição das superfícies analisadas de uma amostra. As imagens criadas têm uma aparência tridimensional muito útil para avaliar o estado da superfície.

As figuras n.º 15 e 16 confirmam o desgaste diferenciado entre os dois lados dos perfis

On the laboratorial expertize third phase the same left side bronze nut was subjected to observation under electron scanning microscopy.

This technique is capable of producing high definition images of the sample analysed surface. The produced image has a three-dimensional look which is very useful to evaluate the status of the surface.

Figures no. 15 and 16 confirm the uneven wear between both sides of the thread in

da rosca no sentido apertar e desapertar. O desgaste é maior no sentido desapertar.

tighten and release directions. The wear is higher in the release direction.

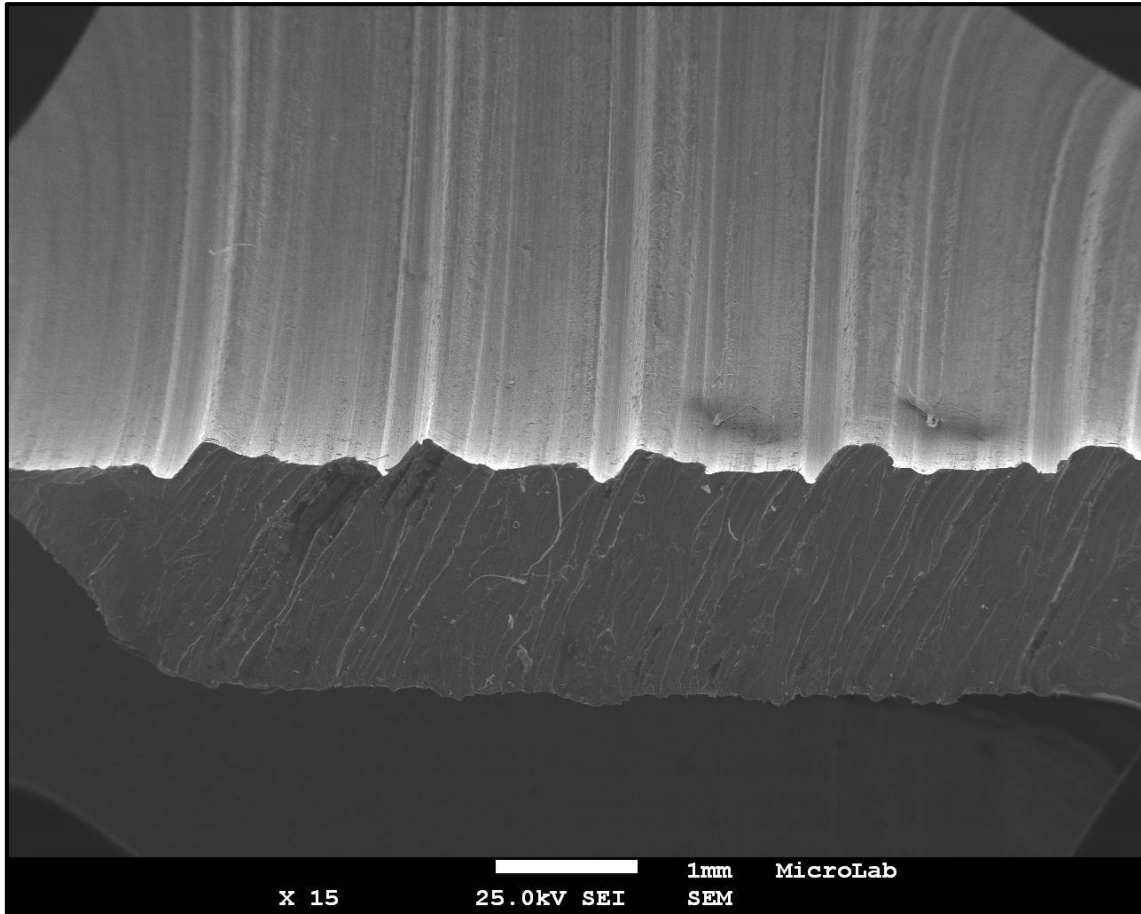


figura n.º 15		figure no. 15
Porca, sentido desapertar		Nut, release direction

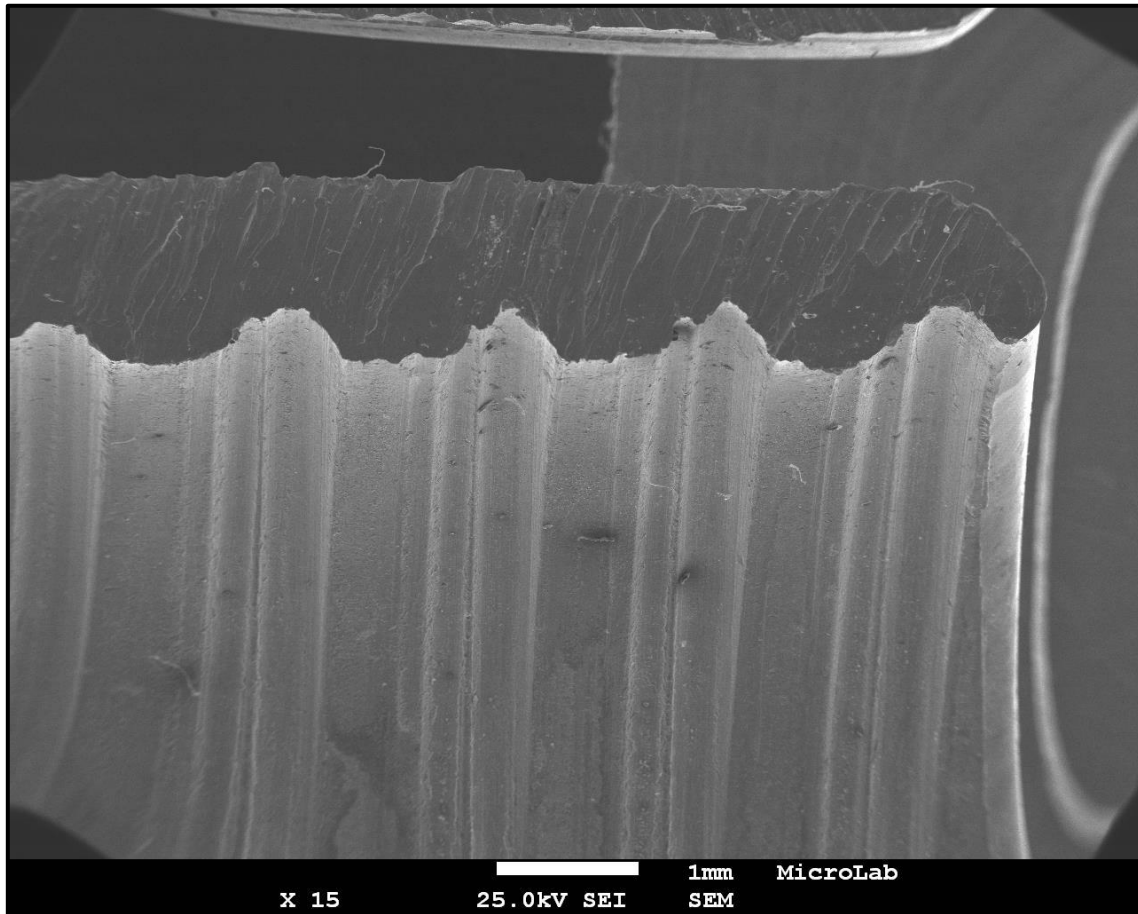


figura n.º 16 || figure no. 16
Porca, sentido apertar || Nut, tighten direction

Foi ainda possível verificar que a distância entre duas coroas da porca no sentido aperto corresponde aos 1,5 milímetros especificados pelo fabricante.

No entanto, no sentido desaperto, mantendo a mesma distância de 1,5 milímetros como referência, não se consegue distinguir o perfil da rosca uma vez que algumas das coroas foram removidas por desgaste devido ao contacto entre a porca e a haste.

It was still possible to verify that the distance between two nut crowns in the tighten direction matches the 1,5 millimetres specified by the manufacturer.

However, in the release direction, holding the same 1,5 millimetres distance as reference, it is not possible to distinguish the thread profile because some crowns have been removed by wear between the nut and the rod.

2.7. Conclusão da peritagem || Expertise conclusions

As conclusões obtidas pelos peritos do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior Técnico de Lisboa foram as seguintes:

“- a observação, mesmo a olho nu, permitiu verificar que a porca do conjunto 2 apresenta um desgaste muito menor dos dentes no sentido do aperto em comparação com o lado oposto, correspondente ao sentido do desaperto da porca;

- por microscopia ótica com baixa ampliação, é possível constatar que no sentido de apertar o desgaste é uniforme, com as coroas e as raízes arredondadas e que no sentido de desapertar o desgaste é bastante irregular;

- o perfil do parafuso [haste] fornecido para análise é idêntico ao especificado pelo fabricante e que foi fornecido como conjunto 1. No entanto várias coroas apresentam-se danificadas, o que pode indiciar o motivo do desgaste da porca, uma vez que esta é fabricada com um material muito menos duro; e

- das observações por microscopia eletrónica de varrimento, as zonas correspondentes ao sentido de apertar e ao sentido de desapertar evidenciaram desgastes profundos e bastante diferenciados.”

The conclusions obtained by the experts from the experts from the Department of Mechanical Engineering of the Instituto Superior Técnico de Lisboa were:

“- observation, even with the naked eye, made it possible to verify that the nut of the assembly 2 exhibits much less wear of the teeth in the direction of tightening compared to the opposite side, corresponding to the direction of loosening of the nut;

- by optical microscopy with low magnification, it can be seen that in the tightening direction the wear is uniform, with the crowns and roots rounded and that in the releasing direction the wear is quite irregular;

- the profile of the bolt [rod] provided for analysis is identical to that specified by the manufacturer and supplied as assembly 1. However, several crowns are damaged, which may indicate the reason for wear of the nut since it is manufactured with a much less hard material; and

- of the observations by electron scanning microscopy, the areas corresponding to the tightening direction and the loosening direction evidenced deep and very different wear and tear.”

2.8. Composição química da porca || Nut chemical composition

Os peritos do IST efetuaram ainda a análise química às porcas dos dois conjuntos em duas zonas distintas. Para o efeito recorreram a um espectrómetro energético e no total realizaram quatro análises.

A título de exemplo mostra-se os resultados obtidos numa das áreas da porca com desgaste (figura n.º 17).

The IST experts furthermore performed the chemical analysis of the nuts of the two assemblies in two distinctive areas. For this purpose, they used an Energy Dispersive Spectrometer and a total of four analyses were executed.

By way of example, the results obtained in one of the areas of the nut wear are shown (figure no. 17).

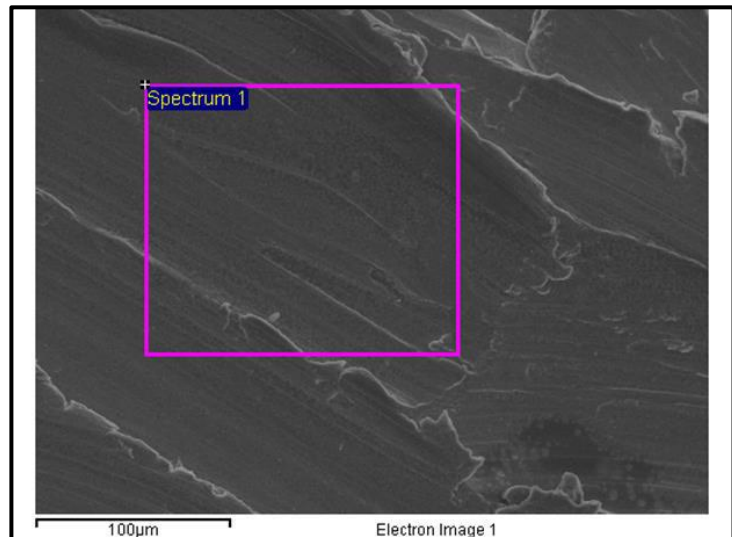
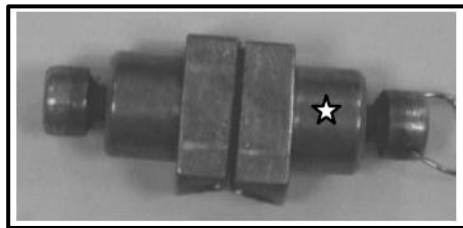


figura n.º 17 || figure no. 17
Localização da medição e imagem da zona de || Measuring location and imaging
medição

A figura n.º 18 apresenta o espectro dos elementos químicos presentes na zona da amostra

Figure no. 18 shows the chemical element spectrum present at the sample area.

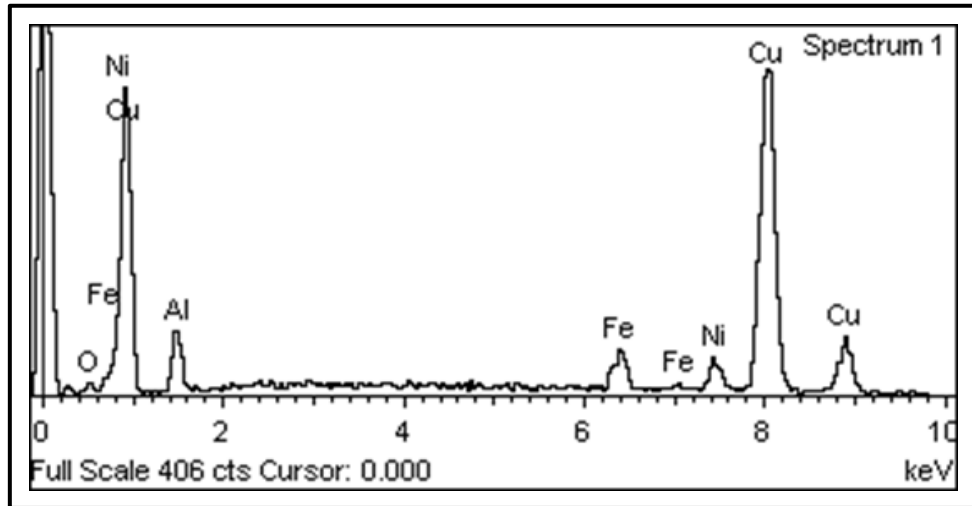


figura n.º 18 || figure no. 18

Elementos químicos presentes na amostra || Chemical elements present in the sample

Os metais encontrados com percentagens mais significativas foram o cobre, o alumínio, o ferro e o níquel tal como demonstrado pela tabela abaixo.

The metals found with more significant percentages were copper, aluminium, iron and nickel as shown by the table below.

Elemento Element	App App Conc	Intensidade Intensity Corr	Peso % Weight %	Peso % Weight % Sigma	Atômica % Atomic %
Al K	22.71	0.3050	9.47	0.61	19.58
Fe K	41.50	1.2146	4.35	0.36	4.34
Ni K	40.77	1.0150	5.11	0.48	4.86
Cu K	620.69	0.9736	81.08	0.79	71.22

Elemento: elemento químico presente na amostra.

Element: chemical element present in the sample

App Conc: concentração do elemento obtida diretamente a partir da medição da área do pico.

App Conc: concentration of the element obtained directly from the peak area measurement.

Intensidade Corr: intensidade do pico de um elemento calculada após a aplicação dos fatores de correção.

Intensity Corr: intensity of the peak of a calculated element after the application of the correction factors.

Peso: cálculo da percentagem em peso.

Weight: calculation of percentage by weight

Peso % sigma: erro estatístico do cálculo da percentagem em peso.

Weight % sigma: statistical error in the calculation of the percentage by weight.

Atômica %: quantidade dos elementos em percentagem atômica.

Atomic %: quantity of the elements in atomic percentage.

Os resultados obtidos nas quatro áreas analisadas foram semelhantes pelo que não se tornaram úteis para permitir outras conclusões.

Os peritos notaram com alguma estranheza a ausência de estanho na liga metálica que compunha a porca. O estanho tem a propriedade de aumentar a resistência da liga sem lhe alterar a ductilidade. Esperavam que o material com que a porca foi construída pertencesse à classe dos bronzes (liga cobre-estanho).

A utilização de uma liga menos dura terá levado a um desgaste prematuro em relação ao inicialmente estimado pelo fabricante. Daí o potencial da porca ter sido reduzido para 300 horas de voo pela Diretiva de Aeronavegabilidade já mencionada.

As porcas de ambos os atuadores dos *flaps* estavam instaladas no avião desde a sua construção e tinham atingido mais de 1088 horas de voo quando deviam ter sido substituídos a cada 300 horas de voo ou 3 anos.

2.9. Câmara Garmin VIRB Elite ||

A bordo da aeronave estava uma Câmara Garmin VIRB Elite. As características técnicas deste equipamento ditam que os dados de imagem e posição são gravados num cartão de memória SDHC.

The obtained results in the four areas were similar not allowing to draw further conclusions.

The expertise noted with some strangeness the absence of tin in the metal alloy that made up the nut. Tin has the property of increasing the strength of the alloy without changing its ductility. They were expecting that the material with which the nut was built belonged to the class of bronzes (copper-tin alloy).

Using a less strength alloy would have led to a premature wear in relation to the manufacturer initial estimation. Hence the potential of the nut was reduced to 300 flight hours by the aforementioned Airworthiness Directive.

Both flap actuators nuts were installed in the airplane since it was built and have reached more than 1088 flight hours when they should have been replaced every 300 flight hours or 3 years.

Garmin VIRB Elite action camera

On board of the airplane was an action camera Garmin VIRB Elite. This equipment technical characteristics dictate that the image and position data are recorded in a SDHC memory card.

A câmara foi imediatamente preservada a partir do momento que chegaram ao local os primeiros elementos das unidades de emergência e detetaram que esta ainda se encontrava ligada.

A investigação enviou a câmara para peritagem na congénere Inglesa (AAIB) com o intuito de confirmar se os últimos momentos do voo teriam ficado gravados e pudessem contribuir para o esclarecimento deste acidente.

Ao analisar a câmara a AAIB verificou inicialmente que o cartão micro SDHC tinha um aspeto exterior intacto embora o seu conteúdo não pudesse ser lido em nenhum dos leitores de cartões e sistemas operativos disponíveis.

O passo seguinte foi analisar o cartão SDHC a raio X o que veio confirmar que este estava intacto. Então a AAIB, após aprovação do GPIAAF, obteve a colaboração de um laboratório forense externo.

Infelizmente todas as tentativas para comunicar com o cartão falharam e não foi possível obter as imagens do voo na eventualidade deste estar a ser filmado.

The camera was immediately preserved from the moment the first elements of the emergency personnel arrived on scene and found that it was still connected.

The investigation sent the camera for the English counterpart (AAIB) for the purpose of confirming that the last moments of the flight would have been recorded and could contribute to the clarification of this accident.

Upon analyzing the camera, the AAIB initially verified that the micro SDHC card had an intact exterior look although its contents could not be read from any of the available card readers and operating systems.

The next step was to analyse the SDHC card through x-ray which confirmed that the card was intact. Then the AAIB, after GPIAAF approval, obtained the collaboration of an external forensic laboratory.

Unfortunately, all attempts to communicate with the card failed and it was not possible to obtain the flight images in case it was being filmed.

2.10. Diretiva de Aeronavegabilidade || Airworthiness directive

As Diretivas de Aeronavegabilidade fazem parte das obrigações em curso das autoridades de certificação de aeronaves de acordo com a Parte 21⁴ em relação à continuidade da aeronavegabilidade das aeronaves. Elas sugerem recomendações para melhorias ou ações corretivas a serem implementadas pelo titular do Certificado de Aeronavegabilidade. A questão numa Diretiva de Aeronavegabilidade é de tornar o efeito tais recomendações obrigatórias.

As Diretivas de Aeronavegabilidade contêm instruções obrigatórias para realizar trabalhos em aeronaves, motores, hélices ou componentes, a fim de atender a uma condição existente insegura, provavelmente existente, ou que possa vir a desenvolver-se. Pode ser emitida pela Autoridade Nacional de Aviação que seja responsável pela regulamentação do projeto dessas aeronaves ou componentes. É normal que uma Autoridade Nacional de Aviação exija o cumprimento de uma Diretiva de Aeronavegabilidade emitida por outra Autoridade Nacional de Aviação com a responsabilidade, quando tais aeronaves são operadas ou mantidas por organizações reguladas dentro de sua jurisdição.

Airworthiness Directives form part of the ongoing obligations of aircraft certification authorities under Part-21⁴ with regard to the continuing airworthiness of aircraft. They address recommendations for improvements or corrective actions to be implemented by the holder of the Certificate of Airworthiness. The issue of an Airworthiness Directives has the effect of making such recommendations mandatory.

The Airworthiness Directives contain mandatory instructions to carry out work on aircraft, engine, propeller or component in order to address an unsafe condition which exists, or is likely to exist, or could develop. It may be issued by the National Aviation Authority which has responsibility for the regulation of design of those aircraft or components. It is usual for a National Aviation Authority to require compliance with an Airworthiness Directive issued by another National Aviation Authority with such responsibility, where such aircraft are operated by or maintained by regulated organisations within its jurisdiction.

⁴ Sistema regulatório que trata da aprovação de organizações de *design*, produção de aeronaves, certificação de aeronaves, produtos e peças relacionadas. || Regulatory system which deals with the approval of aircraft design and production organisations and certification of aircraft, products and related parts.

De acordo com o Regulamento CE 1321/2014 (Anexo I, M.A.301) a continuidade da aeronavegabilidade de uma aeronave deve ser garantida pelo cumprimento das Diretiva de Aeronavegabilidade aplicáveis. Consequentemente, nenhuma pessoa pode operar uma aeronave à qual se aplica uma Diretiva de Aeronavegabilidade exceto se o contrário for especificado pela EASA (Anexo I, M:A.303) ou acordado pela Autoridade do Estado de Registo (Art.º 14.º4. do Regulamento Base 216/2008).

Convém voltar a referir que este avião estava registado como construção amadora pelo que o proprietário podia ter incluído no avião modificações à sua descrição. Podia, por exemplo, ter modificado o sistema de controlo dos *flaps* para que este funcionasse de forma diferente. Se assim fosse, estaria isento de cumprir com a Diretiva de Aeronavegabilidade em causa.

Ao manter o sistema original devia cumprir com todas as diretivas a ele aplicáveis.

A Autoridade de Aviação Civil do Estado Francês havia emitido em 17-04-2013 uma Diretiva de Aeronavegabilidade tornando obrigatório o cumprimento do Boletim de Serviço emitido pelo fabricante relativamente a medidas necessárias para o bom funcionamento do sistema de controlo de *flaps*.

In accordance with Commission Regulation (EC) No. 1321/2014 (Annex I, M.A.301), the continuing airworthiness of an aircraft shall be ensured by accomplishing any applicable Airworthiness Directives. Consequently, no person may operate an aircraft to which an Airworthiness Directives applies, except in accordance with the requirements of that Airworthiness Directives unless otherwise specified by the EASA (Annex I, M.A.303) or agreed with the Authority of the State of Registry (Article 14(4) exemption of the Basic Regulation EC 216/2008).

It should be mentioned again that this airplane was registered as amateur built so the owner could have included modifications to the airplane to his discretion. He could, for instance, have modified the flaps control system so it could work differently. If so, it would be exempt from complying with the mentioned Airworthiness Directive.

By keeping the original system, he should comply with all applicable directives.

The French Civil Aviation Authority had issued an Airworthiness Directive on 17-04-2013 making it mandatory to comply with the Service Bulletin issued by the manufacturer with respect to measures necessary for the proper functioning of the flap control system.

À data de publicação deste relatório a EASA disponibiliza de forma gratuita uma lista (figura n.º 19) de todas as Diretivas de Aeronavegabilidade devidamente catalogadas a partir do seguinte link <https://ad.easa.europa.eu/>.

Para as categorias de avião e helicóptero, os responsáveis pelo controlo da aeronavegabilidade podem consultar a referida página eletrónica de forma regular ou, registando-se, configurar um alerta bissemanal com a informação filtrada para as aeronaves em questão.

At the time of publication of this report, EASA provides a free access list (figure no. 19) of all Airworthiness Directives duly catalogued from the following link <https://ad.easa.europa.eu/>.

For the airplane and helicopter categories, those responsible for airworthiness control, may consult the electronic page on a regular basis or, if registering, set up a bi-weekly alert with the information filtered for the aircraft in question.



figura n.º 19 || figure no. 19

Ferramentas de Publicações de Segurança da EASA || EASA Safety Publications Tools

No entanto deve ser referido que esta aeronave não está abrangida pelo Anexo II do Reg. CE 216/2008. As aeronaves assim classificadas são certificadas segundo legislação do Estado de Registo⁵. No que concerne ao controlo da aeronavegabilidade estas aeronaves têm que cumprir com a legislação do Estado de Fabrico e do Estado de Registo, França e Holanda respetivamente, no caso concreto do PH-VGH.

Para o proprietário se manter atualizado quanto ao controlo das Diretivas Aeronavegabilidade teria que consultar de forma regular as páginas eletrónicas do fabricante, da autoridade do Estado de Fabrico⁶ (em língua francesa) e da autoridade do Estado de Registo⁷ (em língua holandesa ou inglesa). Deveria ainda saber e seguir as regras nacionais aplicáveis às aeronaves registadas como construção amadora.

Fica assim demonstrada a dificuldade e complexidade que um proprietário de uma aeronave registada como construção amadora pode encontrar para se manter atualizado no controle das Diretivas de Aeronavegabilidade da mesma.

However, it should be mentioned that this aircraft is not covered by Annex II of Regulation EC 216/2008. Aircraft classified as amateur built are certified according to legislation of the State of Registry⁵. In the case of airworthiness control, these aircraft must comply with the legislation of the State of Manufacture and the State of Registry, France and the Netherlands respectively, in the specific case of PH-VGH.

For the owner to keep up-to-date on Airworthiness Directives control, he would have to consult regularly the electronic pages of the manufacturer, the authority of the State of Manufacture⁶ (in French) and the authority of the State of Registry⁷ (in Dutch or English). It should also know and follow the national rules applicable to aircraft registered as amateur built.

This demonstrates the difficulty and complexity that an owner of an aircraft registered as amateur built can find to keep up-to-date in the Airworthiness Directives of the aircraft.

⁵ Por exemplo, em Portugal aplica-se a Portaria n.º 950-B/92 de 30 de Setembro 1992 e o Decreto-Lei n.º 66/2003 de 07 de Abril. | | *For example, in Portugal Ordinance no. 950-B/92 of September 30th 1992 and Decree-Law no. 66/2003 of April 07th is applicable.*

⁶ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/politiques/aviation-civile>

⁷ <https://english.ilent.nl/>

Deve mencionar-se que, no artigo 4.º da norma nacional neerlandesa sobre aeronaves de construção amadora, está regulamentado que, para receber um certificado especial de aeronavegabilidade, o titular/proprietário declara que todas as Diretivas de Aeronavegabilidade aplicáveis estão executadas.

A Autoridade Holandesa de Aviação Civil está atualmente em processo de avaliação das regras nacionais holandesas sobre as aeronaves do Anexo II. Este acidente será avaliado na sua implicação para as regras nacionais.

Mention must be made that in Article 4 of the Dutch national rule on amateur built aircraft it is regulated that, in order to receive a Special Certificate of Airworthiness, the holder/owner states that all applicable airworthiness directives are executed.

The Dutch Civil Aviation Authority is currently in the process of evaluation of the Dutch national rules on Annex-II aircraft. This accident will be assessed on its implication to the national rules.

2.11. Manutenção do avião || Airplane maintenance

A investigação considerou, face ao histórico obtido de quem conhece o proprietário, que este tinha um orgulho pessoal em manter o avião no melhor estado possível.

O piloto foi referenciado como sendo muito rigoroso e metódico. O piloto e o proprietário trocavam impressões frequentemente sobre a manutenção do avião.

Foi o piloto que em 14 de maio de 2013 informou o proprietário sobre o Boletim de Serviço emitido pela Dyn'Aero através de um email referindo, entre outros, "... convém teres conhecimento".

The investigation considered that, facing the history obtained from those who know the owner, that he put personal proud in having his airplane in the best state.

The pilot was referenced as being very rigorous and methodical. Both pilot and owner shared information frequently about the airplane maintenance.

It was the pilot that on May 14th 2013 informed the owner about the Service Bulletin issued by Dyn'Aero through email referring, among others, "... you should know".

Segundo o proprietário, os dois tinham conhecimento quer do Boletim de Serviço quer da Diretiva de Aeronavegabilidade. Os dois discutiram o assunto e fizeram testes aos *flaps* que se limitaram a comprovar o seu funcionamento no solo assumindo que nada mais havia a fazer.

Será correto afirmar que o proprietário (e também o piloto) tinha conhecimento desta Diretiva de Aeronavegabilidade em particular, mas não tinham o conhecimento da técnica que permitia interpretar o seu significado, nomeadamente na obrigação do seu cumprimento.

According to the owner, the two were aware of both the Service Bulletin and the Airworthiness Directive. Both discussed on the subject and performed tests on the flaps that were limited to checking their operation on the ground assuming that nothing else was to be done.

It would be correct to state that the owner (and also the pilot) were aware of this particular Airworthiness Directive but they did not had the technical knowledge which enable them to interpret its meaning, namely the obligation to comply.

2.12. Revalidação do Certificado de Aeronavegabilidade Especial || Special Airworthiness Certificate revalidation

Embora o proprietário não tivesse cumprido a Diretiva de Aeronavegabilidade em questão, convém notar que a Autoridade Holandesa emitiu em 04-09-2014 um novo Certificado Especial de Aeronavegabilidade, válido até 24-09-2015.

Este tipo de certificado (válido para aeronaves experimentais) é emitido para aeronaves fora do âmbito do Regulamento CE 216/2008 e que não cumprem com os requisitos de aeronavegabilidade da ICAO.

Este certificado foi emitido depois da emissão da Diretiva de Aeronavegabilidade francesa que obrigava à inspeção e substituição da porca de bronze do sistema de controlo dos *flaps*.

Although the owner did not comply with the Airworthiness Directive in question it is important to note that the Dutch Authority issued on 04-09-2014 a new Special Airworthiness Certificate, valid until 24-09-2015.

This kind of certificate (valid for experimental aircrafts) is issued for aircrafts outside the scope of Regulation CE 216/2008 and which do not comply with the ICAO airworthiness requirements.

This certificate was issued after the issuance of the Airworthiness Directive which required the inspection and replacement of the flap control system bronze nut.

A emissão deste certificado tem por base uma declaração em língua holandesa escrita e assinada pelo proprietário atestando que, entre outros, tinham sido cumpridos todas as Diretivas de Aeronavegabilidade.

No entanto o proprietário não tinha conhecimentos da língua holandesa que lhe permitisse saber que tipo de documento estava a assinar nem o seu conteúdo. Confiava na informação que o anterior proprietário do avião, de nacionalidade holandesa e a residir na Holanda, lhe enviava. Esta pessoa servia de elo de ligação entre o proprietário e a Autoridade Holandesa para efeitos de revalidação da documentação do avião.

Durante o processo de revalidação do Certificado de Aeronavegabilidade Especial a aeronave não foi inspecionada pela Autoridade holandesa nem foram verificadas se as restrições a ela aplicáveis, nomeadamente a Diretiva de Aeronavegabilidade emitida pela autoridade francesa, estavam cumpridas.

A obtenção de um Certificado emitido por uma Autoridade contribuiu para que o proprietário continuasse a pensar que o seu avião estava devidamente mantido.

This certificate issue was based on a declaration written and signed by the owner in Dutch language stating that, among other things, all Airworthiness Directives have been accomplished.

However, the owner did not have enough Dutch knowledge that would allow him to understand what kind of document and content he was signing. He trusted the information sent by the previous airplane owner, a Dutch citizen living in the Netherlands. This person served as a link between the owner and the Dutch Authority for means of revalidation of the airplane documents.

During the process of revalidation of the Certificate of Special Airworthiness the aircraft was not inspected by the Dutch Authority nor verified whether the applicable restrictions, namely the Airworthiness Directive issued by the French authority, were fulfilled.

Obtaining a Certificate issued by an Authority contributed to the owner's continuing belief that his airplane was properly maintained.

2.13. Assimetria dos flaps || Flaps asymmetry

Uma condição de *flap* assimétrico ou dividido é aquela em que o(s) *flap(s)* de uma asa se estende ou retrai enquanto o(s) outro(s) na outra asa permanecem na posição. A situação pode ser causada por falhas mecânicas ou bloqueio.

Se a situação for permitida progredir sem controlo, resultará num pranchamento pronunciado em direção à asa com a menor quantidade de extensão de *flap*. Neste caso, é possível que o pranchamento induzido possa exceder a quantidade de autoridade dos *ailerons* disponível e pode resultar numa *spin* ou outra situação de perda de controlo. Em todos os casos de assimetria dos *flaps*, a asa com a maior quantidade de *flaps* estendidos produz mais sustentação. Como consequência, a asa com a menor quantidade de *flaps* estendidos entrará em perda mais cedo.

Como se pode ver pela figura n.º 20, as asas do MCR 4S-2002 tem uns *flaps* particularmente grandes quando comparados com o tamanho dos *ailerons*. Esta conceção/projeto não facilita o controlo da aeronave no caso de uma assimetria de *flaps*, especialmente pela reduzida corda e elevada carga alar.

An asymmetric or split flap condition is one in which the flap(s) on one wing extends or retracts while the one(s) on the other wing remains in position. The situation can be caused by mechanical failure or jamming.

If the situation is allowed to progress unchecked, it will result in a pronounced roll towards the wing with the less amount of flap extended. In this case, it is possible that the induced roll could exceed the amount of aileron authority available and could result in a spin or other loss of control situation. In all cases of asymmetric flap, the wing with the greater amount of flap extended produces more lift. As a consequence, the wing with the less amount of flap extended will stall first.

As it can be seen from figure no. 20, the MCR 4S-2002 wings' flaps are particularly large when compared to the size of the ailerons. This concept/design has proved to be less effective for the airplane control in case of a flaps asymmetry, mainly due to low aerodynamic cord dimension and high wing load.



figura n.º 20 || figure no. 20
Ailerons e flap || Aileron and flap

2.14. O momento do acidente || The accident moment

O PH-VGH estava a fazer circuitos de tráfegos esquerdos para a pista 34 de Vilar de Luz.

O piloto era conhecido por ser muito metódico e aterrar sempre com a mesma configuração de *flaps*. Assim há uma probabilidade muito elevada de ter configurado o avião com o primeiro ponto de *flaps* (17°) *abeam* do ponto de tocar. O avião continuou a voar normalmente durante o vento de cauda, perna base e volta para a final.

Quando terminou a volta para a final é muito provável que o piloto tenha aplicado o segundo ponto de *flaps* (30°) já que era a configuração que normalmente utilizava para aterrar.

The PH-VGH was performing left hand traffic patterns for runway 34 of Vilar de Luz.

The pilot was known for being very methodical and always used the same landing configuration. Thus, it is very likely that he configured the airplane with the first point of flaps (17°) *abeam* the touch down point. The plane continued to fly normally during the downwind wind, base leg and turn to the final.

When he finished the turn to the final, it is very likely that the pilot applied the second flap point (30°) since it was the usual configuration.

É muito provável que tenha sido nesse momento que a porca de cobre do sistema de comando do *flap* do lado esquerdo cedeu fazendo com que o referido *flap* recolhesse subitamente ou pelo menos não continuasse a estender enquanto o *flap* do lado direito funcionava normalmente até chegar ao limite de 30°.

A partir deste momento o piloto deixou de ter autoridade dos ailerons e o avião entrou numa espiral pela esquerda.

A baixa altura a que ocorreu a falha não deu tempo para que o piloto pudesse, com sucesso, recuperar de tal situação.

It is very likely that was at this point that the copper nut of the left side of the flap control system subsided causing the left side flap to suddenly retreat or at least not continuing to extend while the right side flap operated normally until it reached the 30° limit.

From this moment the pilot stopped having ailerons authority on and the airplane entered a left spiral.

The low height at which the fault occurred did not give the pilot time to successfully recover from such a situation.

3. CONCLUSÕES || CONCLUSIONS

3.1. Evidências || Findings

Face aos factos apurados e referenciados pode concluir-se que:

1. O voo estava devidamente autorizado;
2. O piloto estava devidamente qualificado;
3. Não havia qualquer problema técnico reportado na aeronave;
4. O avião foi operado dentro dos limites de massa e centragem;
5. O motor estava a produzir potência no momento do embate;
6. O piloto perdeu o controlo da aeronave devido a assimetria dos *flaps*;
7. O proprietário não cumpriu com a Diretiva de Aeronavegabilidade que obrigava à substituição da porca de bronze;

From the established and referenced facts it can be concluded that:

1. The flight was duly authorized;
2. The pilot was duly qualified;
3. No pre-existing technical problems were reported with the aircraft;
4. The airplane was operated within the mass and balance limits;
5. The engine was producing power at the moment of collision;
6. The pilot lost the airplane control due to asymmetrical flaps;
7. The owner did not comply with the Airworthiness Directive which dictated the bronze nut replacement;

8. A Autoridade de Aviação Civil Holandesa revalidou o Certificado de Aeronavegabilidade Especial sem verificar o estado da aeronave; e

9. Da colisão resultou a morte dos dois ocupantes e a destruição da aeronave.

8. The Dutch Civil Aviation Authority revalidated the Special Airworthiness Certificate without verifying the aircraft status; and

9. The collision caused the death of both occupants and the airplane destruction.

3.2. Causas || Causes

Falha do sistema de atuação dos *flaps*, devido à falência da porca de bronze do atuador.

Failure of the flap control system due to the failure of the actuator bronze nut.

3.3. Fatores contributivos || Contributing factors

Não cumprimento da Diretiva de Aeronavegabilidade F-2013-001;

Revalidação do Certificado de Aeronavegabilidade Especial sem verificar o estado da aeronave; e

A falha ocorreu a baixa altura.

Not complying with the Airworthiness Directive F-2013-001;

Revalidation of the Special Airworthiness Certificate without verifying the aircraft status; and

The failure occurred at low height.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA || SAFETY RECOMMENDATIONS

O GPIAAF não emite nenhuma recomendação de segurança além daquela publicada pelo ex-GPIAA no relatório preliminar e aqui transcrita.

No Safety Recommendation is issued by GPIAAF, besides the one published by the former GPIAA in the preliminary report and transcribed below.

RS 12/2015

Todos os operadores da aeronave MCR devem cumprir com a referida Diretiva de Aeronavegabilidade e também com o Boletim de Serviço, sem demora e exceção. A inspeção visual, por si só, não é suficiente para detetar a anomalia no sistema de controlo de *flaps*, mais precisamente o desgaste dos segmentos da rosca de bronze e consequente movimento desgovernado ao longo da haste que comanda a inclinação dos *flaps*.

Qualquer inspeção ou ação de manutenção deverá ser efetuada apenas por um técnico/mecânico qualificado e, em caso de dúvida sobre a condição da rosca de bronze, substituir imediatamente a mesma e enviar para a AUPA DYN'AERO.

Antes de qualquer intervenção de manutenção os operadores deverão consultar a última revisão do manual de manutenção, disponível por pedido para contact@dyn.aero.

SR 12/2015

All operators of the MCR aircraft shall comply with the referred Airworthiness Directive and also the Service Bulletin, without delay and exception. The visual inspection, for itself, is not sufficient to detect the anomaly in the flaps control system, more precisely the wearing of the bronze nut threads and consequent uncontrolled movement along the rod that commands the flaps tilt.

Any inspection or maintenance action shall be performed only by a qualified technician/mechanic and, in case of doubt about the condition of the bronze nut, replace it immediately and send to AUPA DYN'AERO.

Before any maintenance intervention the operators shall consult the latest revision of the maintenance manual, available on request to contact@dyn.aero.

A equipa de Investigação,

The Investigation team,