



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Estudo geral de viabilidade sobre sistemas de reabastecimento de um UAV/UAS

Daniel Filipe Batista Pereira

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Aeronáutica
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor José Manuel Mota Lourenço da Saúde

Covilhã, Outubro de 2012

Dedicatória

Esta dissertação é dedicada a todos aqueles que cruzaram a minha vida e me ensinaram algo.

Dedico especialmente à família e amigos por todo o incentivo dado.

Agradecimentos

Todo este trabalho apenas foi possível de realizar graças ao apoio que recebi.

Tenho a agradecer em primeiro lugar às pessoas mais importantes, aos meus pais e irmã, sem eles seria impensável.

Aos meus amigos e colegas por estarem a meu lado ao longo deste percurso, em especial ao Celso, à Dayana, à Diana e ao Pedro. Verdadeiros companheiros.

À família, um muito obrigado por todo o suporte e incentivo.

Agradeço ao meu orientador, o Professor Doutor José Lourenço da Saúde. O seu acompanhamento, dedicação, paciência e disponibilidade foram imprescindíveis para levar este trabalho pelo melhor caminho.

Em último, quero agradecer a todos os professores, por todo o acompanhamento e ensinamentos dados em todos estes anos.

Resumo

O objectivo da presente dissertação é estudar a viabilidade de um sistema de reabastecimento autónomo para um UAV/UAS. Entender-se-á qual a importância e as vantagens da criação de um sistema com este propósito.

Para enquadrar o projecto com o seu objectivo foi essencial conhecer as necessidades que um sistema desta natureza acarreta, quais os equipamentos obrigatórios a ter, bem como estudar a melhor forma de o conseguir, qual a configuração que trará mais vantagens de modo a facilitar todo o processo. O enquadramento legal do projecto também estará presente neste estudo. Em suma, este trabalho apresentará uma proposta viável para a criação de uma plataforma autónoma de reabastecimento de uma aeronave não tripulada.

Concluindo, a segurança e autonomia são aspectos vantajosos que a criação deste sistema trará. Esta plataforma possibilitará missões 7 dias semanais, 365 dias por ano, não implicando a presença humana no local de reabastecimento.

Palavras-chave

UAV/UAS, Reabastecimento, Sistema autónomo.

Abstract

The aim of the present dissertation is to study the viability of an autonomous refueling system for an UAV/UAS. It will be understood what are the advantages of the creation of the system with this purpose.

To frame the project with the aim was essential knowing the needs that a system with this nature originates, what are the obligatory components whilst studying the best mode to get it, which the configuration that brings more advantages to facilitate all process. The legal framework of the project will be presented in this study. In short, this work presents one viable proposal to create an autonomous platform of refueling for an unmanned aircraft.

Concluding, the safety and autonomy are advantageous aspects that the creation of this system will bring. This platform will allow missions of 7 days a week, 365 days per year, not implying the human presence at the refueling site.

Keywords

UAV/UAS, Refueling, Autonomous System.

Índice

Dedicatória.....	iii
Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract.....	ix
Lista de Figuras.....	xiv
Lista de Siglas e Acrónimos	xvii
Introdução.....	1
Capítulo 1 - UAV e UAS - estado da arte	
UAV	3
UAS	3
Capítulo 2 - Reabastecimento aéreo - estado da arte	
Reabastecimento aéreo.....	6
Sistema de reabastecimento ‘Probe and Drogue’	8
Sistema de reabastecimento ‘Flying Boom’	10
Sistema de reabastecimento ‘Boom To Drogue Adapter’	12
Procedimentos de aproximação em reabastecimento aéreo	13
Reabastecimento aéreo com UAVs.....	14
Capítulo 3 - Requisitos do sistema de reabastecimento	
Requisitos operacionais	16
Conceito preliminar de operação para a estação de reabastecimento	18
Modelo de operação para reabastecer um UAV	19
Capítulo 4 - Normas	
Legislação para postos de abastecimento	20
Capítulo 5 - Componentes de um sistema de reabastecimento	
Dimensionamento preliminar do bocal de reabastecimento	22
Dimensionamento preliminar do sistema de reabastecimento para o UAV.....	24
Sistema de reabastecimento a bordo do UAV	24
Unidade de alimentação.....	25
Unidade de emergência	31
Dimensionamento preliminar da estação de terra	34
Unidade de transferência	34
Unidade de emergência	43
Unidade redundante	52

Capítulo 6 - Configuração da instalação	54
Dimensionamento do projecto conceptual	54
Funcionamento	56
Funcionamento numa situação normal	56
Existência de falhas	57
Iluminação nocturna.....	57
Conclusão	58
Perspectivas Futuras	60
Bibliografia.....	61

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Imagem da primeira geração do AUMS;

Figura 2.1 - KC-135 Stratotanker da USAF a Reabastecer um caça F-15 Eagle da Força de Auto Defesa Aérea do Japão;

Figura 2.2 - Figura que ilustra um ‘Probe and Drogue’;

Figura 2.3 - À esquerda: Imagem que mostra um ‘Boom’, À direita: Imagem que apresenta um recetáculo;

Figura 2.4 - Figura ilustrativa de um ‘Boom Drogue Adapter’;

Figura 3.1 - Esboço representativo do conceito preliminar da estação de reabastecimento de terra;

Figura 4.1 - Exemplo de um tanque subterrâneo;

Figura 5.1 - Esboço do bocal para o reabastecimento autónomo de um UAV;

Figura 5.2 - Imagem de um sistema ‘probe and drogue’;

Figura 5.3 - Esboço sistema de reabastecimento a bordo do UAV;

Figura 5.4 - Imagem exemplificativa de um bocal tipo ‘probe’;

Figura 5.5 - Imagem de um filtro da Cim-Tek;

Figura 5.6 - Ilustração que mostra o funcionamento geral de uma válvula solenoide;

Figura 5.7 - Representação de uma válvula solenóide da ODE;

Figura 5.8 - Figura ilustrativa de uma tubagem da Alfagomma;

Figura 5.9 - Representação de um adaptador da Alfagomma;

Figura 5.10 - Ilustração de uma tubagem da Alfagomma;

Figura 5.11 - Figura a mostrar uma válvula de retenção da Dixon Valve;

Figura 5.12 - Figura de uma chave de nível múltiplo do tipo bóia magnética da Nivetec;

Figura 5.13 - Ilustração de um cabo de detecção de combustível da TraceTek;

Figura 5.14 - Esboço do reservatório subterrâneo e os restantes equipamentos;

Figura 5.15 - Imagem representativa de um tanque Highguard da Highland Tank;

Figura 5.16 - Imagem representativa de uma bomba modelo 2851-96 da ATM;

Figura 5.17 - Representação de uma válvula solenóide da ODE;

Figura 5.18 - Imagem representativa de um filtro da Cim-Tek da gama Centurion I;

Figura 5.19 - Exemplo do bocal de reabastecimento tipo ‘drogue’;

Figura 5.20 - Representação de uma tubagem da Alfagomma serie 8N6AA;

Figura 5.21 - Imagem de uma válvula de emergência da OPW;

Figura 5.22 - A figura representativa de um “respiro” à prova de explosão da ASCA;

- Figura 5.23 - Imagem de um tubo galvanizado da Southland;
- Figura 5.24 - Representação de um sensor tipo K da Krueger Sentry Gauge;
- Figura 5.25 - Figura ilustrativa do sensor de combustível rápido da TraceTek;
- Figura 5.26 - Figura representativa de um alarme TTDM-128 da TraceTek;
- Figura 5.27 - Ilustração de um reservatório aéreo da gama RA da Ecodepur;
- Figura 5.28 - Imagem de uma bomba da serie Torrium HM da Davey;
- Figura 5.29 - Ilustração de uma válvula eléctrica da Dixon Valve;
- Figura 5.30 - Ilustração de um canhão de água Tornado RC Monitor da Leader;
- Figura 5.31 - Imagem de um bocal para canhões de água Ultimatic F010 da Leader;
- Figura 5.32 - Imagem de um carretel da NOHA;
- Figura 5.33 - Imagem ilustrativa de uma gate valve da gama 514T da Matco-Norca;
- Figura 5.34 - Imagem ilustrativa de uma gate valve da gama 514T da Matco-Norca;
- Figura 5.35 - Ilustração de um cabo de detecção de combustível da TraceTek;
-
- Figura 6.1 - Esboço do projecto final do sistema de reabastecimento autónomo de um UAV;

Lista de Siglas e de Acrónimos

°C	Graus Celsius
”	Inch (Polegada)
AISI	American Iron and Steel Institute (Instituto Americano de Ferro e Aço)
ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedade Americana para Teste e Materiais)
BDA	Boom Drogue Adapter
BSP	British Standard Pipe
CP	CentiPoise
g	Grama
g/m	Grama por metro
GPM	Galões por Minuto
h	Hora
HDPE	High Density Polyethylene (Polietileno de alta densidade)
HDU	Hose Drum Unit (Tambor de mangueira)
IAI	Israel Aerospace Industries (Indústrias Aeroespaciais de Israel)
ICAO	International Civil Aviation Organization (Organização Internacional de Aviação Civil)
Kg	Quilograma
kW	Kilowatt
L	Litros
L/h	Litro por hora
LPM	Litros por Minuto
m	Metro
mm	Milímetros
MTOW	The Maximum Takeoff Weight (Peso máximo à decolagem)
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i> (Agência Espacial dos Estados Unidos da América)
Nm	Nautical Miles (Milhas Náuticas)
NPT	National Pipe Thread
PP	Polipropileno
PSI	Pound per Square Inch (Libra por Polegada Quadrada)
PVC	Polyvinyl chloride (Policloreto de polivinila)
RPV	Remote Piloted Vehicle (Veículo Pilotado Remotamente)
UA	Unmanned Aircraft (Aeronave Não Tripulada)
UAS	Unmanned Aerial System (Sistema de Aeronaves Não Tripuladas)
UAV	Unmanned Aerial Vehicle (Veículo Aéreo Não Tripulado)

Estudo geral de viabilidade sobre sistemas de reabastecimento de um UAV/UAS

USAF	United State Air Force (Força Aérea dos Estados Unidos)
UV	Ultravioleta
V	Volt
VTOL	Vertical Take-off and Landing (Descolagem e aterragem verticais)

Introdução

O reabastecimento de uma aeronave é essencial, no entanto ter que voltar à base (em terra) para o fazer é uma desvantagem para que aeronaves cumpram com mais eficácia as suas missões. Gastar menos tempo no abastecimento e ter mais tempo para cumprir as missões é muito proveitoso. A necessidade de alterar essa realidade leva ao desenvolvimento de diversas investigações, de muitos projectos e de bastantes avanços tecnológicos, no entanto e apesar de cada vez ser menor, o reabastecimento continua a limitar muitas missões.

Já há muitos anos que o reabastecimento aéreo é um método utilizado para prolongar as missões das aeronaves. A opção da aeronave poder ser reabastecida durante o voo faz com que esta despenda menos tempo a vir a terra para encher o depósito de combustível, ganhando uma maior autonomia e eficácia.

Ao longo dos anos, projectos da NASA (Agência Espacial dos Estados Unidos da América), Boeing e USAF (United State Air Force), entre outros, têm sido desenvolvidos e mostram opções para automatizar o reabastecimento aéreo.

Muitos testes de voo bem-sucedidos já foram realizados envolvendo duas aeronaves não tripuladas. Hoje em dia, já se consegue ter uma aeronave a voar sem tripulação, consegue-se que esta faça a aproximação e o reabastecimento seguindo as manobras da aeronave tanque, até à transferência de combustível estar concluída. No entanto, dado a novidade do método são fundamentais mais investigações e avanços na tecnologia de modo a melhorar a segurança e a eficácia do reabastecimento aéreo entre dois UAVs (Unmanned Aerial Vehicle).

O reabastecimento ar-ar em alguns cenários militares complicados, como por exemplo na guerra, pode ser uma opção viável com vantagens a nível de tempo, custos e segurança. Quando se tratam de missões de vigilância, a modo de exemplo na prevenção de incêndios florestais, esta técnica não traria as mesmas vantagens, sendo mais vantajoso uma plataforma em terra. Muitos dos casos de vigilância são em locais com acessos limitados, tornando o abastecimento uma tarefa complicada, obrigando ao retorno do veículo aéreo não tripulado à base, situada normalmente em instalações militares e longe dos locais a vigiar. Todo esse processo acarreta gastos, aumento do tempo de cada missão e desgaste nos equipamentos. As necessidades de reabastecimento dos UAVs com estas missões seriam satisfeitas com a criação de estações autónomas, estações capazes de reabastecer um UAV sem a interferência humano no local. Com a estação localizada no local da missão, o UAV não necessitará de um desvio tão grande para ir a terra, oferecendo mais tempo à missão propriamente dita, reduzindo-se gastos e tempo desperdiçado. Como a plataforma é

autónoma a presença humana é prescindível, salvaguardando a segurança dos operadores que antes tinham a tarefa de reabastecer a aeronave.

Uma plataforma autónoma tem vindo a ser desenvolvida pelo 'Space and Naval Warfare Systems Center'. O 'Autonomous UAV Mission System' (AUMS) é um sistema móvel capaz de lançar, recuperar/estabilizar, reabastecer, rearmar e relançar de forma automática um pequeno UAV de descolagem e aterragem verticais (VTOL). O objectivo é aumentar a carga e o alcance dos VTOL UAVs.

O presente trabalho tem como objectivo o estudo de um sistema autónomo de reabastecimento para um UAV/UAS (Unmanned Aerial Vehicle/ Unmanned Aerial System). Perceber a viabilidade de uma estação capaz de reabastecer um UAV sem auxílio de operadores no local.

A plataforma terá na sua constituição duas zonas a destacar:

- Pista. Logicamente para servir as necessidades de aterragem e descolagem do veículo aéreo não tripulado;
- Reabastecimento. Um local destinado ao abastecimento de combustível fazendo-o de forma autónoma.

Capítulo 1 - UAV e UAS - estado da arte

UAV

A sigla UAV vem da língua inglesa ‘Unmanned Aerial Vehicle’ que em português significa Veículo Aéreo Não Tripulado. Um UAV é então uma aeronave não tripulada, ou seja, não existe qualquer piloto, ou presença humana, a bordo da aeronave (Wikipedia, Unmanned Aerial Vehicle, 2012). Esta tanto pode ser controlada numa estação em terra ou a partir de outra aeronave, como estar programada para voar autonomamente, assim se faz a distinção entre os dois tipos de UAVs existentes, os ‘drones’ e os RPV.

Vulgarmente os UAVs que são programados para um voo autónomo são conhecidos como ‘drones’. RPV é a sigla que identifica os UAVs controlados remotamente, sigla que vem de ‘Remote Piloted Vehicle’ que se pode traduzir para português como Veículos de Controlo Remoto (Basom, 2007).

O conceito de UAV começou a aparecer durante a Primeira Guerra Mundial. Nwikola Tesla em 1915 e A.M.Low em 1916 apresentaram os primeiros veículos aéreos não tripulados, no entanto, só anos mais tarde é que se começaram a desenvolver mais e melhores UAVs (Wikipedia, Unmanned Aerial Vehicle, 2012). Foi em 1982 que estes aparelhos voadores ganharam visibilidade, quando Israel em Bekka Valey implantou com sucesso diversos sistemas não tripulados (Basom, 2007). Desde então o recurso a aeronaves não tripuladas tem vindo a aumentar, principalmente em cenários militares.

UAS

UAS significa ‘Unmanned Aircraft System’ que em português quer dizer Sistema de Aeronaves Não Tripuladas. UAS é uma designação oficial implantada desde 2004 pela Administração Federal de Aviação (FAA) dos Estados Unidos da América para um veículo aéreo não tripulado. Esta terminologia passou a ser adoptada também pela ICAO (‘International Civil Aviation Organization’) para se referirem ao facto dos UAVs incluírem mais do que as aeronaves em si, por exemplo as estações de terra também fazem parte de um UAV; sem elas, a aeronave não tripulada não poderia voar (Wikipedia, Unmanned Aerial Vehicle, 2012).

Um sistema de aeronave não tripulada combina vários subsistemas, que incluem:

- a aeronave - UAV;
- cargas associadas à aeronave não tripulada;
- estação de controlo;
- lançamento/descolagem da aeronave;
- suporte;
- comunicações;
- transporte.

Um sistema UA ('Unmanned Aircraft') basicamente contém os mesmos elementos que um sistema com tripulação (Descolagem, aterragem, comunicações, suporte, transporte, etc.), diferindo na aeronave, pois esta, num UA está preparada para operar sem tripulação a bordo.

Um UA não deve ser confundido com uma aeronave de rádio controlo ou com um 'drone'. As aeronaves controladas via rádio têm um operador em terra, apenas para controlar a descolagem, a aterragem e as viragens para a direita e para a esquerda. Um 'drone' é programado para realizar uma determinada missão, sem qualquer necessidade de um operador, no entanto, durante a realização da missão não é possível comunicar com a base, em terra.

Um UAV, fruto da ligação com todos os subsistemas, possui 'inteligência automática'. Os veículos aéreos não tripulados conseguem fazer comunicação com a estação em terra durante o seu voo (Austin, R., 2010).

Alguns exemplos de unidades não tripuladas são:

- Predator (RQ/MQ-1) pela Força Aérea dos Estados Unidos da América;
- Pioneer (RQ-2B) pela Marinha Norte Americana; e
- Hunter (RQ-5) pela Armada dos Estados Unidos da América.

Todos os exemplos apresentados e muitos mais se podiam apresentar estão ou estiveram em missão de liberdade no Iraque (Weatherington, 2005).

Estudo geral de viabilidade sobre sistemas de reabastecimento de um UAV/UAS

O 'Autonomous UAV Mission System' (AUMS) trata-se de um sistema capaz de lançar, recuperar/estabilizar, reabastecer, rearmar e relançar de forma automática um pequeno UAV de decolagem e aterragem verticais (VTOL) (Burmeister, Aaron, 2006).

Desde 2002 que a plataforma tem vindo a ser desenvolvida. O objectivo é aumentar a carga e o alcance dos VTOL UAVs. Por ser autónomo, o sistema tende a “reduzir o número de pessoal necessário para permanecer perto do UAV para servi-lo” também irá “reduzir custos e manter o pessoal fora de perigo” (SPAWAR, 2012).



Figura 1.1 - Imagem da primeira geração do AUMS;

Capítulo 2 - Reabastecimento aéreo - estado da arte

Reabastecimento aéreo

O processo de transferência de combustível de uma aeronave para outra durante o voo denomina-se de reabastecimento aéreo ou em voo. Os primeiros voos de reabastecimento aéreo foram realizados na década de 1920 e desde então o seu desenvolvimento tem sido constante. São utilizadas duas aeronaves, a tanque, responsável por transferir o combustível, e a receptora, com a função de receber o combustível (wikipedia Reabastecimento aéreo, 2011).

O objectivo do reabastecimento aéreo é fazer acima de tudo com que a aeronave receptora se mantenha mais tempo no ar. Para além do alcance também a carga ('payload') que a aeronave pode carregar pode aumentar, visto que não necessita de levar os tanques cheios de combustível. Assim o MTOW ('Maximum Take-Off Weight') não é ultrapassado porque existe uma compensação entre o combustível (que será menos) e a carga (que será mais), facilitando a descolagem em pistas mais curtas. Assim, pode dizer-se que o reabastecimento em voo faz com que a aeronave se possa deslocar a uma distância muito superior sem necessitar de vir a terra abastecer-se (Joint Air Power Competence Center, 2011). Aeronave receptora pode estar mais tempo em voo, alargando a sua autonomia para cumprir a sua missão, se houver uma série de reabastecimentos a aeronave pode ter um alcance quase ilimitado, apenas existe limite do cansaço da tripulação (caso seja tripulada) e da manutenção da própria aeronave (wikipedia Reabastecimento aéreo, 2011). A extensão proporcionada pelo reabastecimento feito durante o voo melhora a flexibilidade e reduz as operações em terra. Um aspecto relevante para que se optimize o processo de transferência de combustível é que este não interfira com a missão inicial, é necessário, ainda, que o combustível transferido seja o solicitado e que a aproximação seja no espaço e tempo correctos, tal como o afastamento das aeronaves quando concluída a trasfega (Joint Air Power Competence Center, 2011).

Para que a transferência de combustível seja feita durante o voo são necessárias tecnologias que possibilitem tal processo. O sistema 'Probe and Drogue', o primeiro a ser utilizado, e o sistema 'Flying Boom' (com uma vazão maior de combustível), são os dois sistemas mais utilizados para fazer o reabastecimento aéreo. O primeiro pode ser instalado em aeronaves já existentes enquanto o segundo apenas pode ser instalado de origem (wikipedia Reabastecimento aéreo, 2011). Em termos gerais estes dois sistemas de reabastecimento são incompatíveis entre si, no entanto existem adaptações que facultam a

transferência através dos diferentes sistemas, essa adaptação é denominada ‘Boom To Drogue Adapter’. Existe um pequeno conjunto de aeronaves tanques capazes de reabastecer através do ‘Drogue’ e do ‘Boom’ ao mesmo tempo¹, o que as torna muito vantajosas e flexíveis (Joint Air Power Competence Center, 2011).

Para que seja praticável a transferência de combustível durante um voo existem algumas características e posicionamento de voo a cumprir respeitantes às aeronaves tanque e receptora. A aeronave tanque pode estar acima ou abaixo, à frente ou atrás da aeronave receptora. As aeronaves podem diferir ou não nas dimensões geométricas, não influenciando tal no processo de transferência de combustível (Nangia, R., 2006).

O processo de reabastecimento aéreo tem que ser rigorosamente planeado, desde a escolha das aeronaves (tanque e receptora), até à rota escolhida para realizar a operação. O voo em formação² é um cenário indispensável para que se cumpra a missão, significando que as aeronaves voam bastante próximas, sendo mesmo necessária uma vasta área espacial porque as manobras aéreas e procedimentos de transferência são de difícil execução. O líder do voo em formação é responsável pela distância que é essencial manter entre aeronaves. Para a ICAO “todas as aeronaves em formação devem operar de modo a que a asa da aeronave mantenha uma distância não superior a 1 nm lateralmente ou longitudinalmente e uma deslocação vertical não superior a 30 m (100 pés), do líder de voo.” (NATO, 2010).

A figura abaixo é exemplo do reabastecimento aéreo realizado entre duas aeronaves.



Figura 2.1 - KC-135 Stratotanker da USAF a reabastecer um caça F-15 Eagle da Força de Auto Defesa Aérea do Japão;

¹ KC-10A, possui uma unidade de reabastecimento aéreo ‘Flying Boom’ e outra ‘Probe and Drogue’. As suas principais actividades são o reabastecimento aéreo e o transporte.

² Denomina-se voo em formação quando várias aeronaves operam de forma coordenada, como sendo uma única, onde um dos pilotos é o líder da formação, existindo acordo prévio entre pilotos para as manobras a realizar, sendo necessário reportar a navegação e posição.

Sistema de reabastecimento ‘Probe and Drogue’

O sistema ‘Probe and Drogue’ foi o primeiro sistema de reabastecimento aéreo a ser desenvolvido, em 1934 por Alan Cobham. Ao contrário de outros sistemas, este pode ser instalado em aeronaves já existentes (Clark, C. [et.al], 2009).

A aeronave tanque é constituída por uma mangueira de combustível com tensão controlada, terminando num ‘drogue’ (cesto). A mangueira longa e flexível faz com que a união entre o ‘probe’ e o ‘drogue’ seja praticável (wikipedia Reabastecimento aéreo, 2011). O ‘probe’ é um braço rígido que está instalado a bordo da aeronave receptora, comumente no nariz. Uma válvula alojada no braço abre quando se dá a ligação entre o ‘probe’ e o ‘drogue’.

O ‘drogue’ está ligado à mangueira que por sua vez se une a um sistema de tambor rotativo (carretel) (Hose Drum Unit - HDU) instalado na aeronave tanque. O ‘probe’ tanto pode ser de posição fixa como retráctil. De modo a evitar colisões, o mastro onde o ‘probe’ está situado deve ser suficientemente longo para que a aproximação do ‘drogue’ não seja perturbada, e também deve estar situado numa posição adequada para facilitar a sua visualização ao piloto.

Tal como referido anteriormente, existe uma mangueira ligada a um carretel, sistema que faz a extensão e a retracção da mangueira. Para facilitar o controlo da manobra pelo piloto da aeronave receptora, a mangueira possui marcas visíveis que indicam a posição correcta, ou seja, a distância em relação à aeronave tanque.

Referente ao funcionamento do sistema a sequência é a seguinte:

1. a aeronave tanque voa direita e nivelada; (Clark, C. [et.al], 2009).
2. depois das manobras de aproximação feitas, o tanque prossegue com a extensão da mangueira;
3. o carretel liberta a mangueira enquanto o escoamento do ar a arrasta, controladamente, e dentro da corrente de ar;
4. quando a mangueira está estendida na sua totalidade um sistema responde, sistema de enrolamento em binário. O equilíbrio entre o sistema de resposta e o arrastar do ar absorve o impacto do receptor.
5. a mangueira é empurrada de volta para o carretel pela aeronave receptora, pois esta continua o processo de aproximação. Quando a distância entre aeronaves é cerca de 2 m (podendo variar de acordo com o tipo de equipamento), a válvula abre para que se inicie a transferência de combustível.
6. terminada a trasfega, o piloto da aeronave receptora reduz ligeiramente a potência do motor da aeronave, de modo a que esta se afaste ligeiramente do tanque, fazendo com que a mangueira desenrole novamente até ao ponto máximo e assim a válvula fecha e pára o processo de transferência.

7. por fim, o 'probe' é libertado, através do afastamento controlado da aeronave receptora, puxando o 'probe'. Assim se dá por concluído o processo de reabastecimento aéreo (NATO, 2010).

Durante esta operação a velocidade relativas das duas aeronaves deve ser inferior a dois nós, para evitar que a mangueira forme um arco, podendo quebrar a válvula do 'probe', ou até mesmo para evitar o contacto entre as duas aeronaves. Regra geral, se o piloto da aeronave receptora alinhar com o carretel, a aproximação à aeronave tanque é feita com sucesso (wikipedia Reabastecimento aéreo, 2011).

A imagem abaixo mostra o aspecto geral de um sistema 'Probe and Drogue'.



Figura 2.2 - Figura que ilustra um 'Probe and Drogue';

Sistema de reabastecimento 'Flying Boom'

No início dos anos 50 foi utilizado o primeiro sistema de reabastecimento 'flying boom' da Boeing (Clark, C. [et.al], 2009). O conceito do sistema 'flying boom' surgiu pela necessidade do reabastecimento ser feito mais rapidamente, levando o general norte-americano Curtis LeMay, no final da década de 1940, a solicitar à Boeing que desenvolvesse um novo sistema de reabastecimento (wikipedia Reabastecimento aéreo,2011).

O 'flying boom' assenta num eixo longo, rígido e telescópico ligado à parte de trás da aeronave de reabastecimento sendo na ponta constituído por um bocal (Roy Langton, 2009). Apesar de este eixo ser rígido, existe uma margem de manobra, assim o 'boom' pode-se movimentar até 25 graus para cada um dos lados e até 50 graus para baixo, o que possibilita absorver os movimentos entre as duas aeronaves durante o processo de reabastecimento, diminuindo a ocorrência de incidentes (wikipedia Reabastecimento aéreo, 2011).

O bocal possui uma válvula que previne o vazamento de combustível antes da ligação com o receptáculo instalado a bordo da aeronave receptora, havendo também uma válvula que impede o vazamento de combustível antes da união do bocal com o receptáculo. Existe um operador responsável por manobrar o 'flying boom' e é chamado de "boomer" ou "boom operator".

Duas pequenas asas na parte final do 'boom' denominadas 'ruddevators' são controladas pelo 'boomer', tendo o mesmo a responsabilidade de as alinhar com o receptáculo. (Clark, C. [et.al], 2009) Os 'ruddevators' têm forma de "V" e permitem o controlo aerodinâmico do 'boom'. A extensão e a retracção do tubo do 'boom' são feitas através de um sistema hidráulico, o qual também auxíia na absorção dos movimentos das aeronaves (wikipedia Reabastecimento aéreo, 2011). Feito o alinhamento do 'boom' com o receptáculo, o tubo de combustível é esticado ligando os dois equipamentos, ficando unido até ao final da trasfega (Clark, C. [et.al], 2009).

Luzes indicadoras colocadas na parte inferior da aeronave tanque ajudam no voo de aproximação e também a que o piloto da aeronave receptora se mantenha no envelope de reabastecimento aéreo, ou seja na área em que as aeronaves se devem manter durante o processo de transferência de combustível. Os limites do envelope são dados pelas limitações do movimento do 'boom' (wikipedia Reabastecimento aéreo, 2011).

As luzes sinalizadoras consistem em duas filas definidas longitudinalmente na parte inferior da fuselagem. As luzes orientam o receptor de modo a indicar qual a melhor forma de fazer a manobra de aproximação e qual a posição mais adequada para se manter durante o reabastecimento. Alguns 'booms' são equipados com um intercomunicador, facilitando a comunicação entre os operadores durante o processo de reabastecimento (NATO, 2010).

Se os limites do envelope de voo do processo de reabastecimento forem ultrapassados dar-se-á automaticamente a separação.

A separação, tanto feita pelo tanque como pela aeronave receptora, ocorre no final de todo o combustível estar transferido (Clark, C. [et.al], 2009). O 'boom' é alinhado, pelos

'ruddevators', com a parte inferior da aeronave que reabastece de modo a diminuir o arrasto, ou alternativamente através da bomba hidráulica o 'boom' pode ser recolhido (wikipedia Reabastecimento aéreo, 2011).

O aspecto geral do sistema de reabastecimento 'flying boom' é apresentado na próxima imagem.

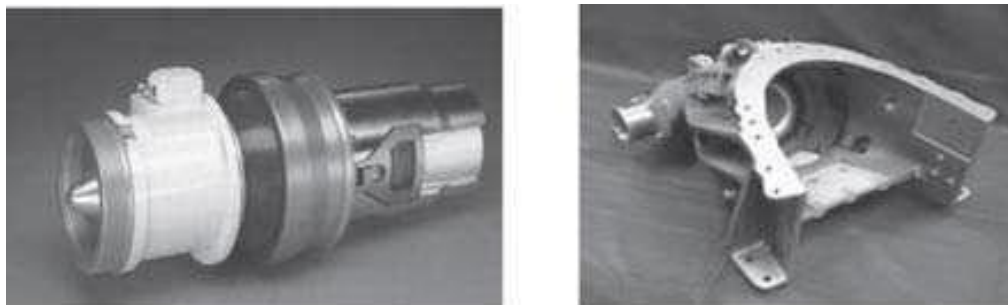


Figura 2.3 - à esquerda: Imagem que mostra um 'Boom', à direita: Imagem que apresenta um recetáculo;

Sistema de reabastecimento ‘Boom To Drogue Adapter’

O sistema de ‘boom to drogue adapter’ (BDA) foi desenvolvido com o intuito de reabastecer uma aeronave que tenha um ‘probe’ instalado, tendo a aeronave tanque um sistema de ‘flying boom’.

Este sistema é constituído por uma mangueira de aproximadamente 9 m, um ‘coupler’ (engate), um ‘drogue’ rígido e um ‘swivel fitting’ (encaixe giratório).

Neste sistema o ‘boomer’ leva o ‘boom’ ao encontro com posição ideal para a aeronave receptora. A partir deste ponto, o piloto da aeronave receptora leva o ‘probe’ até ao ‘drogue’ rígido. Uma vez que o bocal do ‘probe’ está encaixado no ‘coupler’, o piloto contacta e o ‘boomer’ começa o processo de reabastecimento.

O receptor mantém sua posição durante o reabastecimento, mantendo-se atento à mangueira para se certificar de que ela permanece na posição adequada. Quando o abastecimento termina, a aeronave afasta-se até que o ‘probe’ se separe do sistema de acoplamento. Embora o sistema de tanque equipado com BDA seja amplamente utilizado, não é recomendado para ‘boomers’ e pilotos inexperientes. De facto, a curta mangueira de 9 m é muito rígida e pode impor cargas mais elevadas para o equipamento da aeronave receptora do que foi originalmente projectado.

A figura abaixo mostra uma foto relativa a uma aeronave com um sistema de reabastecimento ‘boom to drogue adapter’ (Clark, C. [et.al], 2009).



Figura 2.4 - Figura ilustrativa de um ‘Boom Drogue Adapter’;

Procedimentos de aproximação em reabastecimento aéreo

O processo de aproximação é feito pela aeronave receptora por debaixo da aeronave tanque e a distância vertical que deve ser mantida não deverá ser inferior a 1000 pés. Se existir um acordo prévio entre as tripulações, podem-se praticar outras distâncias entre as duas aeronaves, dentro dos limites aceitáveis de segurança.

As velocidades adequadas durante o reabastecimento estão descritas nos manuais de voo. A velocidade do tanque deve ser otimizada para se extrair a melhor performance por parte da aeronave, e definida essa velocidade o receptor deve então voar a mais 20 nós que o tanque.

Os receptores devem manter uma separação de pelo menos 1000 pés da aeronave tanque. Existe a possibilidade das aeronaves não operarem com radar; neste caso a aeronave receptora não deve operar dentro do raio de 1 nm a menos que tenha visibilidade para o tanque. Todavia, se as aeronaves estiverem equipadas com radares de intercepção em voo ('Basic Airborne Intercept Radar') estas podem-se aproximar por baixo até aos 500 pés mantendo o nível e aproximando-se para $\frac{1}{2}$ nm.

Se por algum motivo o contacto radar se perder dentro de 1 nm e não haja contacto visual, o receptor deve descer para 1000 pés de altitude, abaixo do tanque.

Caso as aeronaves tenham instalado radares de intercepção em voo ('Airborne Intercept Radar') e se a autoridade aeronáutica permitir, as aeronaves podem continuar a aproximação em mais 10 nós dentro de um raio de $\frac{1}{2}$ nm mantendo-a para num alcance mínimo de 1500 pés. A aproximação cessa quando não é possível estabelecer contacto visual entre a aeronave receptora e o tanque num alcance 1500 pés. Se for perdido o contacto radar dentro do alcance, a aeronave receptora é obrigada a regressar aos padrões iniciais (alcance mínimo de $\frac{1}{2}$ nm e separação vertical de pelo menos 500 pés).

Não sendo estabelecido o contacto visual no alcance mínimo apropriado, a aeronave receptora deve estabilizar na zona de visibilidade ou então deve descer para os 1000 pés, voltando a 1 nm e manter a posição na área de visibilidade; outra opção é terminar por completo o processo de aproximação (NATO, 2010).

Reabastecimento aéreo com UAVs

A evolução da tecnologia é notória, no mundo da aviação e a aviação autónoma não é excepção. O reabastecimento em voo tem vindo a ganhar avanços, e em 2006 através do programa ‘Darpa-Nasa Dryden’ realizou-se o primeiro reabastecimento aéreo utilizando o sistema ‘probe and drogue’ sem a ajuda humana. As aeronaves envolvidas foram o F/A-18 e o tanque ‘Omega Air’ B707. As aeronaves são tripuladas, no entanto, o reabastecimento foi completamente autónomo, pois os pilotos não actuaram sobre os comandos durante o processo.

O ‘Maryland-based UAV Refueling’ é o primeiro desenho preliminar de um sistema autónomo de reabastecimento aéreo a ser apresentado. O feito foi exibido pela Indústria Aeroespacial de Israel (IAI) (armada International, 2007).

Um dos objectivos do programa UCAV-OVI, ‘Unmanned Combat Air Vehicle - Operator/Vehicle Interface’, é usar técnicas semelhantes às utilizadas no reabastecimento aéreo com tripulação. Para o grupo de trabalho da Força Aérea Norte Americana o termo “automatizado” não se refere à automação do tanque ou do sistema de reabastecimento, refere-se sim a um algoritmo semiautónomo a bordo do UAV (Feitshans, G., 2005).

Em Agosto de 2006, a Boeing em conjunto com a Força Aérea dos Estados Unidos da América, realizaram voos experimentais demonstrando que a aeronave receptora, neste caso um ‘Learjet’ equipado com um sistema de controlo de voo da Boeing que permitiu a aeronave voar autonomamente, pode manter de forma autónoma a posição em relação à aeronave tanque, nesta situação um KC-135R, enquanto o tanque realiza as manobras standards do reabastecimento em voo (Boeing, 2006).

Um grupo de estudantes da ‘Technion’s Faculty of Aerospace Engineering’ desenvolveu um sistema de reabastecimento para que um UAV possa ser reabastecido por outro. O sistema usa uma câmara ligada à extremidade do tubo de abastecimento que auxilia na orientação do tubo de combustível para a abertura (TFOT, 2007).

A marinha Norte Americana em 2007 apostou numa investigação com o objectivo de aumentar a segurança e a eficácia durante o reabastecimento aéreo autónomo, tendo essa investigação passado pela estabilização e controlo do ‘drogue’ (Warwick, G., 2009).

A Lockheed Martin também entrou na luta para a evolução do reabastecimento aéreo autónomo, com as aeronaves F-35 e o tanque KC-130 a serem os protagonistas do primeiro voo de teste do programa da Lockheed (Martin, L., 2009).

2011 foi o ano em que Northrop Grumman realizou a primeira manobra de aproximação para o reabastecimento aéreo autônoma, recorrendo a dois UAVs. Um Proteus e um RQ-4 Global Hawks simularam uma manobra de aproximação para fazer o reabastecimento em voo, voando a 45000 pés as duas aeronaves não tripuladas aproximaram-se uma da outra ficando a 40 pés de distância (Erripis, I., 2011).

Segundo Jake Hinchman “os benefícios do sistema de reabastecimento aéreo autônomo são numerosos.” É esperado um “aumento no raio de combate, aumento no tempo de missão, a redução do tempo de resposta para metas e tempos críticos, e uma reduzida necessidade para avançar em áreas de encenação. Um aumento na área de operações é outra vantagem.” (Murphy, S., 2006).

Todos estes testes e desenvolvimentos fazem com que o reabastecimento aéreo autônomo faça cada vez mais parte de um futuro próximo.

Capítulo 3 - Requisitos do sistema de reabastecimento

Requisitos operacionais

De acordo com elementos providenciados pelo Centro de Investigação da Academia da Força Aérea, entidade que está presentemente a lançar o dimensionamento de um UAV capaz de ser homologado, de seguida apresentar-se-ão os requisitos operacionais que serão levados em conta no anteprojecto de concepção de um sistema de reabastecimento. Assim, as características gerais do perfil de missão do UAV de referência são as seguintes:

- missão diária de 8 horas de voo;
- 1 hora de voo adicional por dia para desvio para aeródromo em caso de falha no sistema de reabastecimento ou dificuldades na aterragem;
- missões semanais de 7 dias em vigilância marítima e/ou fogos;
- 365 dias anuais de operação;
- consumo padrão do motor a utilizar no UAV de 10 L/h.

É ainda requisito no que se refere ao reabastecimento de combustível da estação de terra, considera-se viável que tal ocorra uma vez por mês e abarcando unicamente um UAV. Caso se ambicione que mais aeronaves possam reabastecer na estação de terra, a quantidade de combustível dependerá das aeronaves que a utilizam, i.e., o volume de combustível é directamente proporcional ao número de aeronaves que nela se abasteçam.

Considerando as condições acima mencionadas e efectuando alguns cálculos simples, de seguida vão-se apurar quais as quantidades de combustível a utilizar e quais as horas de voo.

1 h – 10 L → Consumo do motor

9 h – 90 L → Considerando as 9 horas de voo por dia

O consumo real do motor será certamente superior ao consumo padrão no qual os cálculos foram baseados, por esta razão é necessário aumentar ligeiramente o consumo por dia, como forma de prevenção, situando-o nos 100 L diários.

Estudo geral de viabilidade sobre sistemas de reabastecimento de um UAV/UAS

1 dia – 9 h → Horas de voo do UAV

30 dias – 270 h → Considerando 7 dias por semana

Ao serem contabilizados os 7 dias por semana em que a aeronave estará a cumprir a sua missão, vai-se obter um total de 270 h de voo semanais.

1 h – 10 L → Consumo do motor

270 h – 2700 L → Considerando as 9 horas de voo por dia

2700 serão os litros gastos em média por mês, para equipar o reservatório da estação de terra onde somente opere um UAV.

Conceito preliminar de operação para a estação de reabastecimento

Na presente secção descrever-se-á o princípio geral de funcionamento da estação de reabastecimento de terra que se considera adequada para o reabastecimento de um UAV, que opere segundo os requisitos acima mencionados.

O conceito preliminar da estação autónoma de reabastecimento de um UAV foi pensado de modo a simplificar o mais possível todo o processo de reabastecer uma aeronave não tripulada. A estação é dividida em duas zonas, a de reabastecimento e a pista. Na pista haverá uma entrada/saída em cada extremidade, de forma a facilitar a aterragem do UAV. Na zona de reabastecimento existirá:

1. o local definido para se realizar o reabastecimento, onde se encontra o tanque, com o bocal de reabastecimento e os restantes componentes;
2. o sistema de combate a incêndios;
3. o reservatório de água; e
4. a zona de sistemas/controlo.

O conceito da forma que é apresentado foi pensado para facilitar o acesso a todos os locais e para que o espaço a ocupar fosse o menor possível, sendo baseado no formato convencional de um aeródromo.

A figura abaixo mostra o conceito geral da estação de reabastecimento de terra.

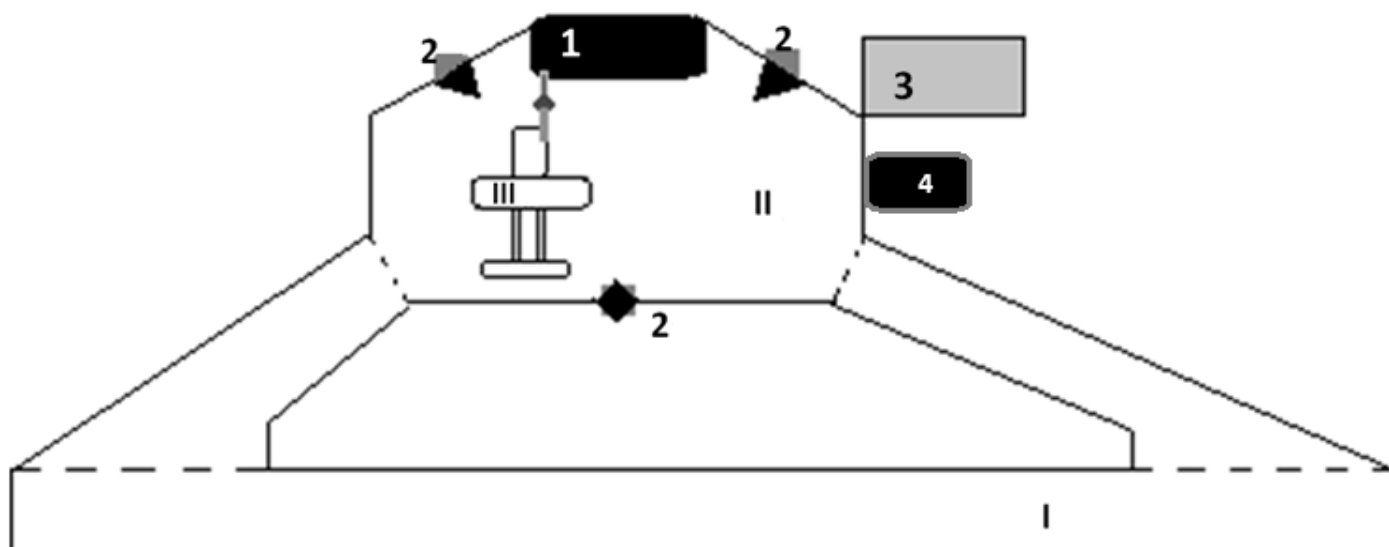


Figura 3.1 - Esboço representativo do conceito preliminar da estação de reabastecimento de terra;

Legenda:

- 1- Tanque + Sistema de Reabastecimento;
 - 2- Sistema contra incêndios - Jatos de água;
 - 3- Sala de Sistemas/Controlo;
 - 4- Reservatório de água;
-
- I- Pista;
 - II- Zona de Reabastecimento;
 - III- UAV

Modelo de operação para reabastecer um UAV

Posteriormente descrever-se-á a sequência que parece adaptar-se ao reabastecimento de um UAV.

1. A aproximação à pista, a aterragem e o táxi deverão ser efectuados com a ajuda humana. O auxílio é feito por parte de um piloto que estará em terra, no seu posto de controlo que pode estar a centenas de quilómetros de distância.
2. A aeronave deve estar continuamente com o motor a trabalhar, o motor não deve parar para o reabastecimento ocorrer.
3. O UAV deve ser alinhado com o bocal do tanque através de guias e deve encaixar lentamente, a partir do momento em que o contacto é feito o processo para a ter contornos automáticos. O sistema responsável pelo abastecimento da aeronave entra em funcionamento assim que o contacto entre o bocal do tanque e da aeronave é estabelecido. No fundo trata-se de um processo similar ao reabastecimento aéreo.
4. A quantidade de combustível a ser transferida estará previamente definida e presente no sistema para que a trasfega termine de forma automática assim que a quantidade de combustível pré-estabelecida esteja transferida.
5. Finda a trasfega, o bocal do UAV é libertado pelo bocal do tanque possibilitando a continuação da missão.
6. O piloto pega novamente nos comandos fazendo a separação dos bocais, através da função retráctil de cada um deles (Estação de terra e UAV) e o seu táxi para a pista. A descolagem é feita e reinicia-se a missão para a qual o UAV foi destinado.

A próxima secção destina-se às normas a aplicar num posto de abastecimento.

Capítulo 4 - Normas

Legislação para postos de abastecimento

Para que a implantação de postos de abastecimento seja possível e legal, é indispensável cumprir com algumas regras, acima de tudo para que a segurança não fique comprometida.

Segundo informações disponíveis no 'site' da Galp Energia, não é necessário licenciamento para instalações com capacidade inferior a 5000 litros, como é o caso do projecto em questão. No entanto, é necessário que se cumpram algumas normas de segurança, tais como:

- Decreto nº 36 270, de 9 de Maio de 1947;
- Portaria nº 131/2002, de 9 de Fevereiro.

De acordo com a Portaria nº 131/2002, para que se possa implementar um posto de abastecimento a céu aberto é exigida uma altura livre superior a 5 m acima do pavimento. Os equipamentos associados ao reservatório, como por exemplo bombas e válvulas, deverão cumprir as normas europeias, internacionais ou portuguesas.

A instalação de reservatórios de gasolina superficiais não é permitida, pelo que a solução para este projecto passa obrigatoriamente pelo reservatório subterrâneo (enterrado).

Ao abrigo do artigo 7º (Instalação de reservatórios enterrados) da Portaria nº 131/2002, os reservatórios deverão ser colocados de modo a que não sejam sujeitos à presença de águas subterrâneas ou de vibrações. Em toda a extensão das paredes dos reservatórios subterrâneos deverá existir 0,30 m de espessura de areia doce bem compactada.

É fundamental que o tanque de combustível seja de parede dupla e que as paredes exteriores sejam revestidas com protecção contra a corrosão. Não poderão ser instalados em locais fechados, como garagens, caves, túneis, etc. Detectores de fugas são indispensáveis, para que sejam detectados quaisquer derrames de combustível para o exterior dos tanques. Deverá existir uma inclinação de 2% na instalação dos reservatórios. A respiração dos tanques é fundamental, devendo existir tubos de respiração fixos a uma altura mínima de 4 m e o topo não deve estar a menos de 3 m de distância de qualquer chaminé. A verificação do nível de combustível, através de aparelhos de nível, é muito importante, servindo também como forma de se conhecer a existência de derrames (Galp Energia Instalações, 2010).

A figura 4.1 mostra o exemplo de um tanque enterrado da GALP, com todas as normas de segurança exigidas.

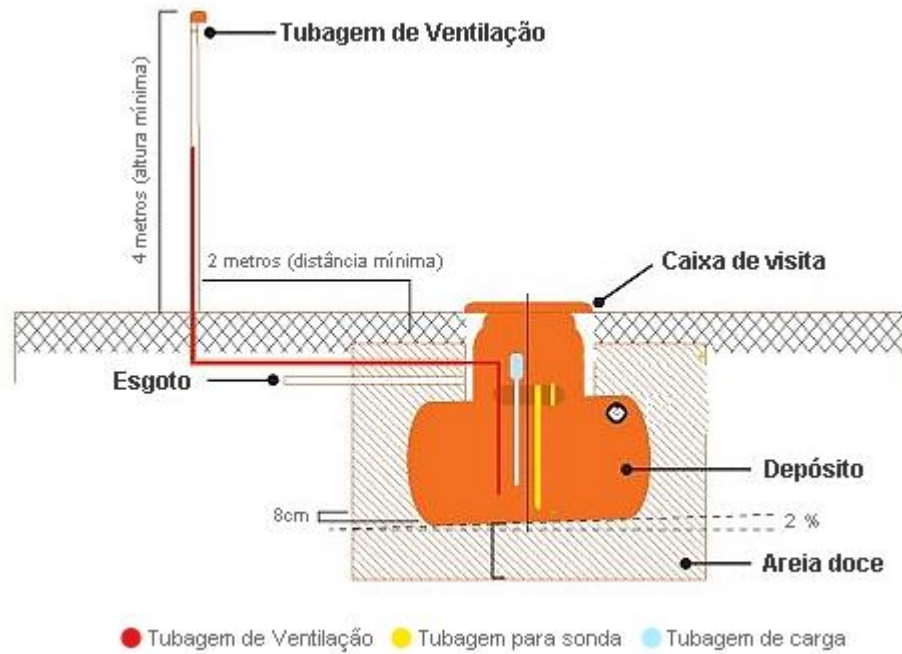


Figura 4.1 - Exemplo de um tanque subterrâneo;

O capítulo seguinte é referente aos componentes de um sistema de reabastecimento.

Capítulo 5 - Componentes do sistema de reabastecimento

Para que se possa colocar em funcionamento um sistema de reabastecimento há que ter em conta os seus componentes, os quais se considera que deverão ser três, a saber:

- ✦ Aeronave não tripulada (UAV);
- ✦ Estação de terra;
- ✦ Controlo.

De seguida passar-se-á à descrição de cada um dos componentes que se consideram fazer parte de um sistema de reabastecimento.

Dimensionamento preliminar do bocal de reabastecimento

De forma a colmatar as necessidades do abastecimento autónomo, a utilização de um sistema semelhante ao utilizado no reabastecimento aéreo será uma opção viável. Tal como se verifica no sistema 'probe and drogue', o funcionamento automático é um auxílio importante para tornar o reabastecimento autónomo, dispensando a ajuda humana.

Na estação de terra encontrar-se-á um bocal retráctil, similar ao 'drogue', enquanto a bordo da aeronave não tripulada estará um bocal retráctil, idêntico ao 'probe', de fácil encaixe com o bocal em terra.

Não existindo no mercado nada do género, apenas existem os sistemas para realizar o reabastecimento em voo, há que ser criado de raiz um sistema capaz de reabastecer de forma autónoma um UAV. Considerando o 'probe and drogue' como modelo, sendo necessário adaptar o sistema às necessidades do projecto, configurando as dimensões e características para que se adequem com os requisitos.

Na estação de terra, na ponta do bocal retráctil, existirá a um cesto que facilitará a união com o bocal do UAV, assim que este entrar no cesto espontaneamente é direccionado para o centro de modo aos bocais se unirem. Automaticamente e logo que o contacto entre os bocais é obtido a trasfega de combustível é iniciada, sendo benéfico que o sistema conheça previamente a quantidade de combustível a transferir. Preventivamente, e caso a transferência de combustível não pare quando deveria, i.e., quando a quantidade de

combustível prevista estiver transferida, e para evitar derrames assim que o depósito do UAV alcançar o seu limite máximo de capacidade, a transferência pára de forma automática.

O UAV estará equipado com um bocal retráctil, sendo um ponto positivo para a aerodinâmica. Depois da aeronave não tripulada aterrar, o piloto, que estará á distância, mas não no local de abastecimento, pode então levá-la para a zona de reabastecimento à medida que alonga o bocal para o seu comprimento máximo, possibilitando o abastecimento.

A figura que se segue é um esboço dos bocais para o reabastecimento autónomo.

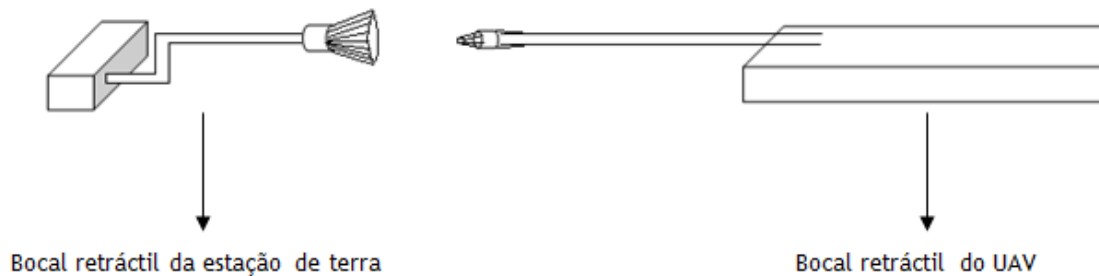


Figura 5.1 - Esboço do bocal para o reabastecimento autónomo de um UAV;

A figura seguinte é exemplo de um sistema de reabastecimento 'probe and drogue'.

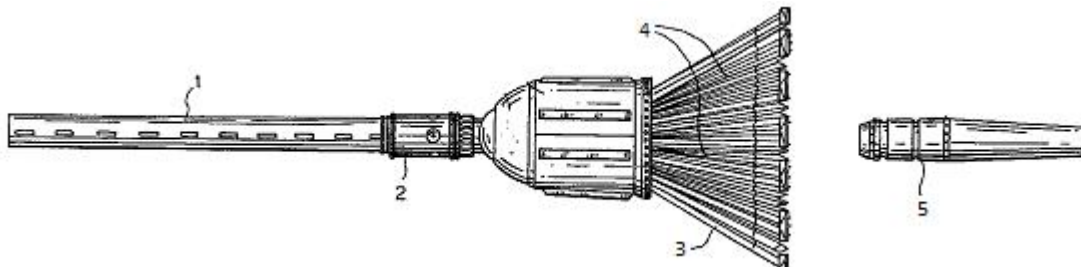


Figura 5.2 - Imagem de um sistema 'probe and drogue';

O sistema inclui:

1. uma mangueira, para transportar o combustível;
2. um encaixe, para fixar a extremidade da mangueira;
3. um 'drogue', constituído por uma serie de 'ribs';
4. 'ribs', que garantem a estabilidade aerodinâmica;
5. um 'probe' (Enig, Eric, 2002).

Dimensionamento preliminar do sistema de reabastecimento para o UAV

Na secção que se inicia apresentar-se-á o dimensionamento preliminar do sistema de reabastecimento para o UAV. Serão mostradas todas as unidades que fazem parte e que são imprescindíveis num sistema de reabastecimento. As unidades são as seguintes:

- Alimentação; e
- Emergência.

Sistema de reabastecimento a bordo do UAV

O conceito para o sistema de reabastecimento a colocar na aeronave não tripulada é similar a tantos outros sistemas de reabastecimento aéreo. O UAV na zona frontal terá um bocal de reabastecimento, tal como as aeronaves receptoras destinadas ao reabastecimento em voo. Todo o restante conceito será certamente idêntico ao existente hoje em dia, existindo ligações do bocal ao tanque, envolvendo válvulas e filtros, também a ventilação e sensores de nível farão parte da ideia apresentada. Quanto ao tanque, a solução passará pela colocação central e não nas asas, visto que estas num UAV não são de grandes dimensões, o que limitaria bastante o volume de combustível, tornando-se mais complicado ir de encontro com os requisitos operacionais do projecto. Em suma, pode dizer-se que o conceito passa por uma ideia simplista e funcional.

A figura abaixo mostra o esboço do sistema de reabastecimento montado a bordo da aeronave não tripulada.

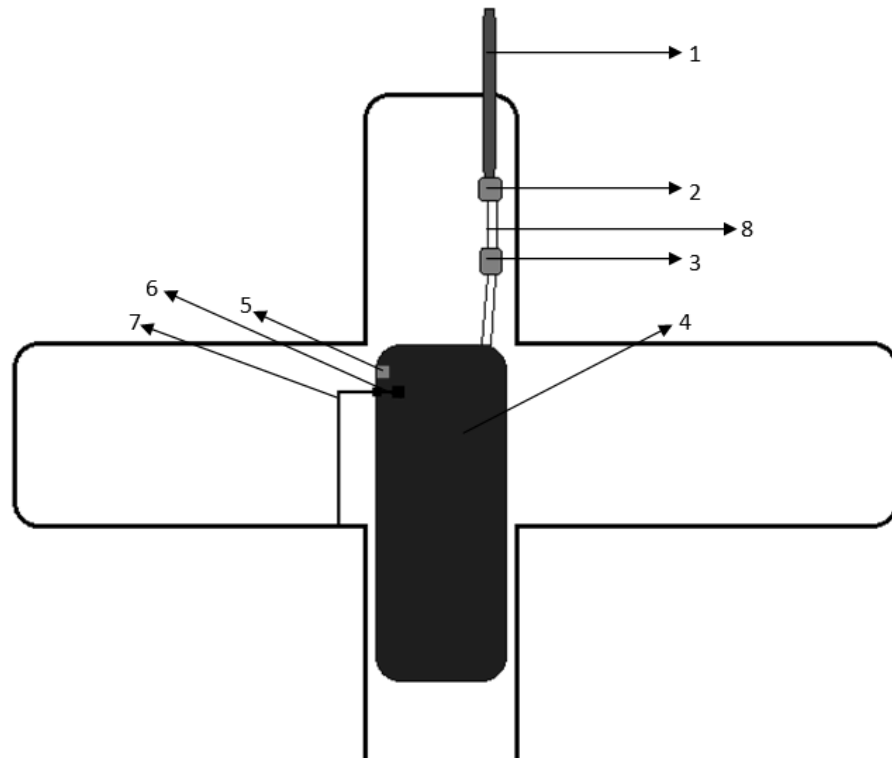


Figura 5.3 - Esboço sistema de reabastecimento a bordo do UAV;

Legenda:

- 1- Bocal de reabastecimento;
- 2- Filtro;
- 3- Válvula solenóide;
- 4- Tanque;
- 5- Sensor de nível de combustível;
- 6- Válvula de retenção;
- 7- Respiro;
- 8- Tubagens;

Unidade de alimentação:

De modo a que o combustível bombeado pela unidade de transferência em terra chegue em condições ao depósito do UAV, são necessários alguns equipamentos. Na presente secção irá se apresentar o bocal de reabastecimento, o filtro, as válvulas, o tanque de combustível, a ventilação, o sensor de nível e as tubagens, tudo componentes referentes à unidade de alimentação.

Bocal de reabastecimento:

O bocal instalado a bordo do UAV será retráctil. Quando o veículo aéreo não tripulado está em voo o bocal estará recolhido, melhorando a aerodinâmica da aeronave. O bocal é distendido quando a aeronave não tripulada se encontra em terra, possibilitando o reabastecimento. Assim que se dá a união a transferência de combustível inicia-se automaticamente.

A figura 5.4 é exemplo do bocal a utilizar no UAV.

Características:

Material predominante é aço inoxidável, devido à sua excelente resistência à corrosão, às variações bruscas de temperatura, desde altas temperaturas até temperaturas abaixo de 0°C, e tem também boa resistência mecânica. Bocal com 25,4 mm de diâmetro e tubo retráctil.

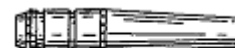


Figura 5.4 - Imagem exemplificativa de um bocal tipo 'probe';

Filtro:

A utilização de um filtro quando se tratam de combustíveis é imprescindível pois é necessário eliminar todas e quaisquer impurezas.

Um filtro por definição tem como finalidade a separação de misturas. Um filtro de combustível utiliza-se para limpar o combustível que por ele passa, filtrando-lhe a maioria das impurezas. São montados nas linhas de combustível e geralmente utilizam papel filtrante (wikipedia Fuel filter, 2012). O papel filtrante é um papel semipermeável colocado perpendicularmente ao sentido do fluxo. Tem por objectivo filtrar partículas solidas contidas tanto em líquidos como no ar. Este papel categoriza-se em porosidade e grau, sendo os parâmetros mais importantes os seguintes:

- Resistência à humidade;
- Porosidade;
- Retenção de partículas;
- Taxa de fluxo;
- Compatibilidade;
- Eficiência; e
- Capacidade.

Os filtros de combustível utilizam papel enrugado com porosidade controlada, onde a matéria-prima é a madeira (wikipedia Filter paper, 2012).

O processo de filtração deste tipo de filtros é um procedimento simples, o combustível é bombeado desde o tanque até ao motor, num ponto próximo do motor estará instalado um filtro por onde o combustível é obrigado a passar, separando assim as impurezas do combustível (Dias, T., 2008).

O filtro da gama Centurion I da Clim-Tek é ilustrado na figura 5.5.

30033 EHS-10

Características:

O fluxo máximo é de 113 LPM. O filtro da CIMTEK vem apetrechado com um adaptador (referência 90004) em alumínio e com uma porta de 25,4 mm e é capaz de fazer a detecção de água e principalmente de remover partículas sólidas, oferecendo uma filtração bastante completa (Cim-Tek, 2012).



Figura 5.5 - Imagem de um filtro da Cim-Tek;

Válvula:

Uma válvula é um dispositivo que serve para regular ou para impedir o fluxo de um fluido, sendo a sua utilização fundamental num sistema de reabastecimento.

Em particular a válvula solenóide é controlada por uma corrente eléctrica através de um solenóide. O solenóide trata-se de um simples condutor mas desta feita enrolado em forma de espiral.

Existe mais que uma possibilidade quanto à funcionalidade do solenóide, este pode ter apenas a tarefa de ligar e desligar a válvula, se a válvula for de duas portas (1 caminho); caso a válvula possua 2 caminhos (3 portas), o fluxo de saída é ligado entre as duas portas de saída. As válvulas têm capacidade de parar o fluxo, mas também o podem dosear; conseguem, ainda, misturar ou distribuir líquidos. São válvulas de acção rápida e segura, tendo uma durabilidade bastante grande.

O solenóide e a válvula propriamente dita fazem parte da constituição das válvulas solenóides. O solenóide abre e fecha a válvula e fá-lo graças à conversão de energia eléctrica em energia mecânica. Estas válvulas estão dependentes da diferença de pressão que se

verifica entre a entrada e a saída do fluxo, sendo a pressão mais elevada à entrada, só assim o funcionamento é possível.

A ilustração abaixo indica de uma forma simples como as válvulas funcionam: o fluido sob pressão entra na válvula de entrada (A), passando uma ínfima parte para a câmara de pressão (C), onde se verifica uma igualdade de pressão entre os dois locais (A e C) permitindo que uma pequena mola consiga manter o diafragma (B) fechado. O fluido fica retido na câmara de pressão sempre que o solenóide se encontra inactivo, quando este entra no modo activo o fluido vai pela zona de passagem (D) até à válvula de saída, fazendo com que a travessia do fluido seja directa. A figura abaixo ilustra o funcionamento geral de uma válvula solenóide (Wikipedia Solenoid valve, 2012).

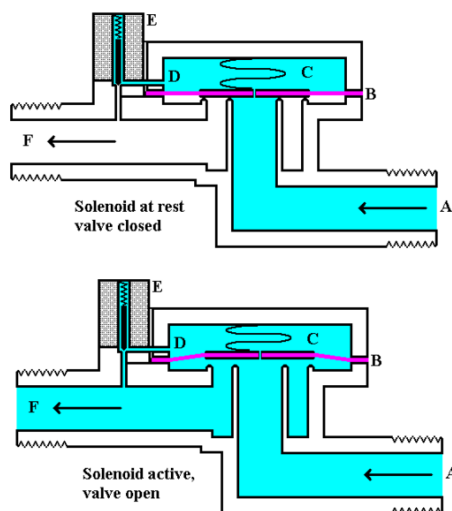


Figura 5.6 - Ilustração que mostra o funcionamento geral de uma válvula solenóide;

Realizada uma pesquisa exaustiva no mercado, encontrou-se uma opção viável de acordo com as especificações iniciais. A válvula em questão é a mostrada na figura 5.7.

21H14K0V250

Características:

A válvula excede a capacidade que a bomba tem bombear, sendo o seu fluxo máximo de 105 LPM.

Os materiais mais presentes neste modelo são uma liga metálica de cobre e zinco e o aço inoxidável. As suas portas de entrada e saída de fluido têm um diâmetro de 25,4 mm e a válvula possui um solenóide com 12 W e tem a capacidade de trabalhar entre a gama de pressões de 0 a 1,2 MPa (ODE, 2010).



Figura 5.7 - Representação de uma válvula solenóide da ODE;

Tubagem:

As tubagens representam a ligação com os demais componentes inerentes a um projecto. A capacidade de transportar fluidos e de suportar pressões e temperaturas variadas são algumas características que estes componentes devem ter, para tal devem ser fabricadas em matérias leves, flexíveis e bastante resistentes.

Depois de realizada uma pesquisa para averiguar o que há no mercado, optou-se pela tubagem apresentada de seguida, na figura 5.8.

680AA025356PU1



Figura 5.8 - Figura ilustrativa de uma tubagem da Alfacomma;

Características:

O diâmetro interno é de cerca de 25,4 mm, já o exterior tem 35 mm de diâmetro, a espessura da parede é de 5 mm. O tubo pesa cerca de 630 g/m. A tubagem da ALFAGOMMA pode trabalhar a uma pressão máxima de 1,0 MPa (Alfacomma Hoses, 2010).

Respiro:

Mesmo a bordo da aeronave, e tal como acontecem nos tanques em terra, estes necessitam de ventilação. Com uma tubagem e um adaptador, consegue-se ligar o tanque com o exterior, de modo a que este possa “respirar”.

O adaptador da ALFAGOMMA de 45° é representado na figura abaixo.

H1222541-04040M

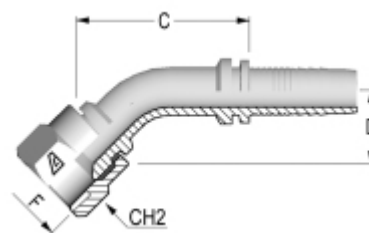


Figura 5.9 - Representação de um adaptador da Alfacomma;

Características:

O diâmetro interno é de 6,4 mm. O diâmetro da rosca tem cerca de 11,11 mm. C equivale a 36,7 mm, D fica-se pelos 10 mm e CH2 é de 16 mm (Alfagomma Fittings, 2010).

Juntando a tubagem também da ALFAGOMMA obtém-se a ventilação necessária para o tanque. A figura que se segue é representativa da mesma.

805AA006008CA8



Figura 5.10 - Ilustração de uma tubagem da Alfagomma;

Características:

O diâmetro externo de 14,8 mm e o interno de 6 mm. A gama de pressões que esta tubagem suporta é de 20,7 MPa a 83 MPa. O peso da tubagem é de 270 g/m (Alfagomma Hydraulic Hoses, 2010).

De forma a garantir que o combustível não vaza pelo tubo reservado à ventilação é necessário adicionar uma válvula de retenção, impedindo assim a passagem indevida de combustível.

Válvula de retenção:

As válvulas de retenção, do inglês 'check valves', apenas permitem o escoamento numa direcção. Regra geral trabalham de forma automática e dispensam a ajuda de um operador ou de controlo electrónico (Wikipedia Válvula de retenção, 2012). Muitos são os motivos que levam à utilização deste tipo de válvulas, por exemplo, a prevenção e a protecção (Spirax Sarco, 2012). As válvulas de retenção têm duas aberturas, uma para o fluido entrar e outra para que o fluido possa sair. Geralmente de tamanho reduzido, simples e de preço baixo, o corpo das válvulas de retenção é geralmente em plástico ou metal. Um dos pontos importantes nestas válvulas é a pressão de abertura, a pressão mínima necessária para que a válvula abra fazendo com que o fluido passe livremente.

Uma válvula de retenção é uma válvula cuja parte móvel, que se destina a impedir a passagem do fluido, é uma esfera. Em determinados casos, existe uma mola com o intuito de auxiliar a manter a válvula fechada. Se pelo contrário essa mola não existir, o fluxo inverso é

o responsável por fechar a válvula, ou seja, como a válvula é unidireccional o fluxo contrário move a esfera para um local específico onde assenta e impede a passagem de fluido. O local onde a esfera assenta pode ser mais ou menos cónico, servindo assim para parar o fluxo inverso. O material mais utilizado nas esferas é o metal, no entanto, e apesar de ser pouco usual, o rubi artificial também pode ser utilizado. O uso do mesmo tem a desvantagem do desgaste e das quebras mais frequentes, levando a substituições constantes.

As válvulas de retenção de esfera muitas vezes são confundidas com as válvulas de esferas; tal facto leva a que seja importante diferenciá-las, as primeiras, tal como referido acima, possuem uma esfera no sentido de impedir a passagem de fluido, já as válvulas de esferas possuem-nas para controlar ou parar o fluxo directo (Wikipedia Check valve, 2012).

A imagem que se segue é exemplo de uma válvula de retenção da Dixon Valve.



62-101

Figura 5.11 - Figura a mostrar uma válvula de retenção da Dixon Valve;

Características:

Diâmetro de 6,4 mm e um peso de 169,87 g fruto da construção em aço inoxidável. A gama de temperaturas é de -28,89°C a 178,33°C e uma pressão máxima de 400 PSI que equivale a 2,72 MPa, enquanto a pressão de abertura da válvula é de 3000 MPa (Dixon Valve, 2012).

Unidade de emergência:

Esta secção exhibirá os componentes com funções de emergência, de forma a combater problemas que possam vir a ocorrer.

Sensor de nível de combustível:

O conhecimento do nível de combustível é fundamental para se regular o voo do aparelho mas também pode servir para se saber da existência de fugas de combustível.

A chave de nível múltiplo do tipo bóia magnética é um instrumento de medição precisa de nível para os mais variados líquidos, tais como água, combustíveis e fluidos corrosivos. O seu funcionamento é simples e baseia-se no seguinte princípio: uma bóia magnética movimenta-se através de um tubo guia, de acordo com o nível de líquido existente no reservatório. De forma a facilitar o conhecimento do nível de líquido, existem sensores magnéticos ('reed switch's) no interior do tubo guia e são accionados pela passagem da bóia. Esses sensores estão posicionados em locais à escolha e podem variar em quantidade, desde 1 a 4 pontos. A chave de nível não é afectada pela temperatura, densidade, pressão e condutividade, entre outras características.

A figura seguinte mostra uma chave de nível da Nivetec.

010-E-1-M1-2-3

Características:

010 - Relativo à série;

E - Invólucro à prova de explosão;

I - Rosca de 25,4 mm NPT, em aço inox AISI 304;

MI - Tubo guia com comprimento até 1 m, em aço inox AISI 304;

2 - Bóia Magnética de 50 × 50 mm, em PP;

3 - Três pontos.

Os materiais são resistentes à corrosão e o sistema de controlo de nível para além de altamente confiável, também é versátil e de baixo custo. Os sensores são 'Reed Switch' SPTP com 220 V. A pressão máxima é de 0,49 MPa para 25°C e a temperatura máxima é de 80°C. A viscosidade do líquido pode ir até aos 1500 CP e a densidade pode variar entre 0,65 e 1,50 kg/dm³ (Nivetec, 2009).

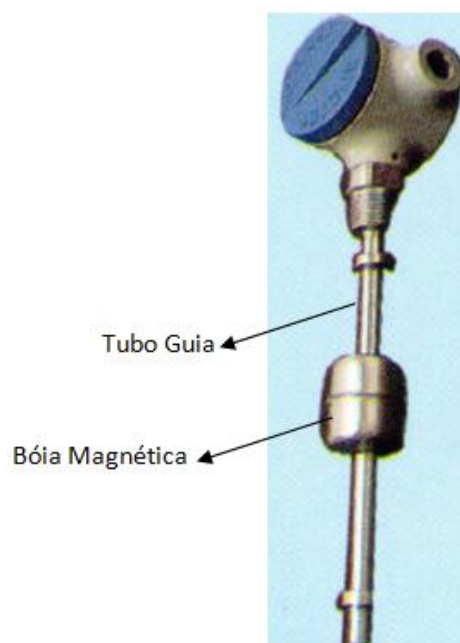


Figura 5.12 - Figura de uma chave de nível múltiplo do tipo bóia magnética da Nivetec;

Cabo de detecção de hidrocarbonetos:

Os cabos de detecção são sensores que a cada ponto de toda a sua extensão podem detectar a presença de hidrocarbonetos. Permitem conhecer a localização de uma fuga (com precisão de 1m). Este equipamento tem a vantagem de poder ser usado de forma isolada (num único tanque) ou de forma mais alargada (numerosos tanques e muitos quilómetros de tubagens) (Engineerlive, 2012). Os cabos utilizam tecnologia 'radiation crosslinking and conductive-polymer'. O núcleo dos cabos de detecção tem na sua constituição um fio de sinal de alarme e um fio de continuidade, esta construção permite aos cabos que a detecção de hidrocarbonetos seja eficaz e muito segura nos mais diversos ambientes (TraceTek TT5000, 2012).

A utilização do cabo de detecção será fundamental para se saber da existência de uma fuga de combustível, pelo que a sua localização será em volta do tanque passando pelas zonas críticas de ligação, como por exemplo, a ligação entre o filtro e a tubagem.

A figura 5.13 mostra o cabo de detecção de combustível da TraceTek.

TT5000

Características:

O cabo de detecção de combustível é bastante fino e leve, com 7 mm de diâmetro e 1,09 kg de peso. Tem uma resistência à água no entanto com algumas limitações, o tempo de resposta para a gasolina é de 12 minutos a uma temperatura de 20°C. (TraceTek, TT5000, 2012)



Figura 5.13 - Ilustração de um cabo de detecção de combustível da TraceTek;

Dimensionamento preliminar da estação de terra

Esta secção serve para demonstrar quais as unidades a incluir na estação de reabastecimento em terra. Incluir-se-ão as unidades seguintes:

- Transferência;
- Emergência; e
- Redundância.

Unidade de transferência:

Um conjunto de equipamentos capazes de levar o combustível do reservatório (em terra) para o depósito do veículo aéreo não tripulado constitui a unidade de transferência. Os diversos equipamentos para fazer a transferência de combustível são apresentados na secção que se segue.

A unidade de transferência em terra foi pensada de forma a cumprir todas as normas de segurança exigidas na lei Portuguesa. Para que estas sejam cumpridas é necessário começar pelo depósito de combustível, que deve estar enterrado. Os restantes equipamentos ajudam a tornar o abastecimento de uma aeronave não tripulada possível e seguro, através de bombas, válvulas, filtros, sensores de nível, entre outros que se podem observar ao longo desta secção.

A figura que se segue, mostra o reservatório de combustível subterrâneo e alguns dos componentes a utilizar:

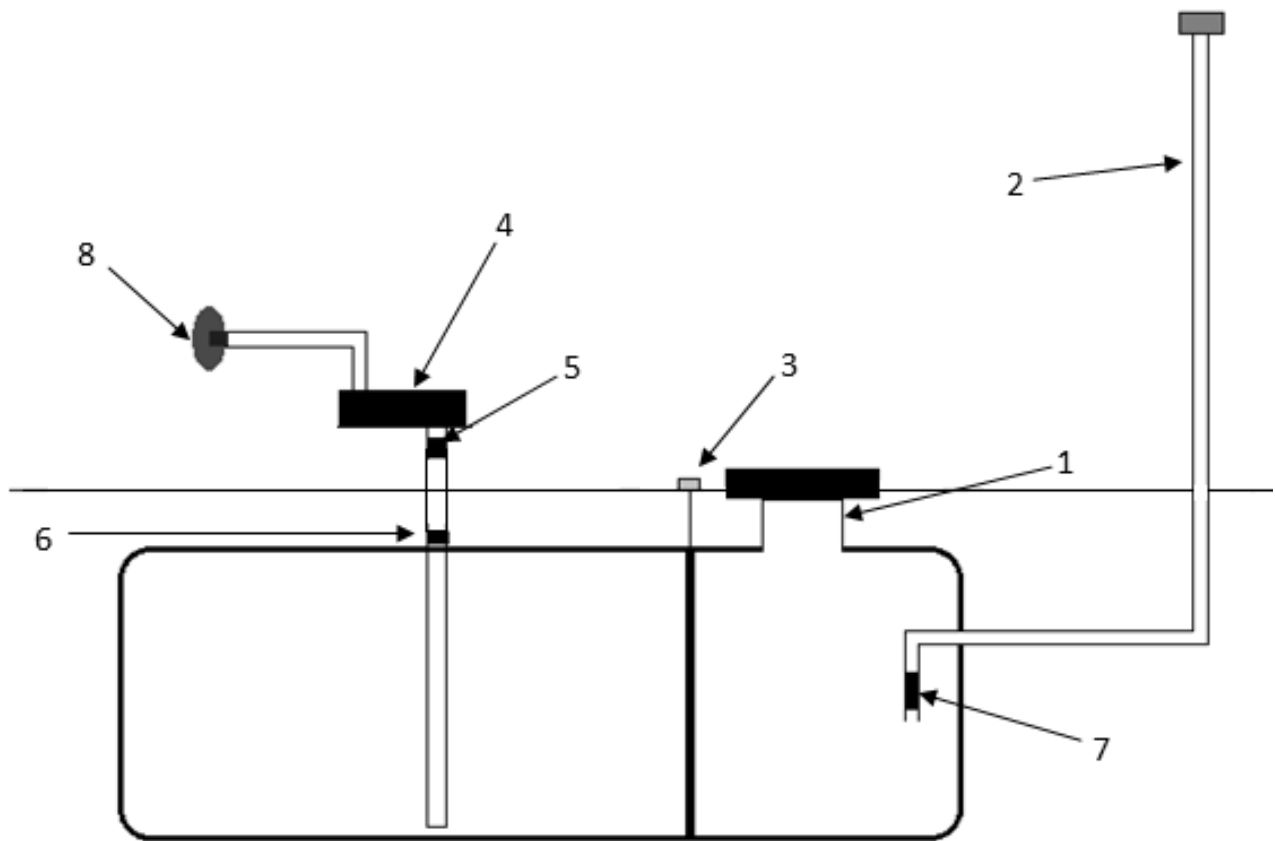


Figura 5.14 - Esboço do reservatório subterrâneo e os restantes equipamentos;

Legenda:

1. Tubagem de enchimento do depósito;
2. Ventilação;
3. Sensor de nível de combustível;
4. Bomba de transferência de combustível;
5. Válvula solenóide;
6. Filtro;
7. Válvula de retenção;
8. Bocal de reabastecimento.

Tanque:

De forma a armazenar combustível para utilizar no abastecimento do UAV será utilizado um tanque de combustível.

Um tanque de combustível é um contentor seguro capaz de armazenar fluidos inflamáveis, por exemplo petróleo e seus derivados (wikipedia fuel tank, 2012). Os fluidos encontrar-se-ão à pressão atmosférica ou, caso o tanque seja pressurizado, a pressões superiores à atmosférica. Em regra, os tanques de grandes dimensões, tais como os industriais, são instalados no interior de bacias de contenção (aspecto que se aborda no final desta descrição) com o objectivo de reter possíveis derrames derivados de roturas no tanque.

Existem variadas formas de construção de tanques de armazenamento, mas para qualquer uma delas é essencial a regular e periódica verificação e limpeza de todo o material envolvido, começando pelo tanque. Esta rotina leva a que se evitem danos no material, evitados esses danos menor é a probabilidade de contaminação ambiental.

Podem classificar-se as diversas utilizações dos tanques da seguinte maneira: tecto, forma, localização e utilização.

Quanto ao tecto, tem-se:

- ↳ Fixo: Muito utilizado para armazenar petróleo e derivados. O tecto fixo subdivide-se ainda em:
 - Tecto cónico: cone recto;
 - Tecto curvo: calota esférica;
 - Tecto em gomas: várias placas de chapa.

- ↳ Móvel: Nesta situação o tecto move-se de acordo com a pressão exercida pelo vapor, assim a presença de dispositivos de segurança é obrigatória. Para que não existam perdas através de evaporação é usado um vedante entre o tecto e a parede do tanque;

- ↳ Flutuante: Neste caso o tecto flutua sobre o produto armazenado. Assim a cobertura movimenta-se de acordo com o enchimento ou vazamento. Uma das vantagens do tecto flutuante é a diminuição de perdas por evaporação.

No que se refere à forma, os tanques podem ser:

- ↳ Cilíndricos;

- ↳ Esféricos: Este tipo de tanque é recomendado para o depósito de gás;

Para cada tipo de combustível existe um determinado padrão de tanque a utilizar, os quais se podem descrever da seguinte forma em termos de utilização:

- tanques com tectos flutuantes ou tectos cónicos usam-se, quando a pressão interna é pequena, sendo recomendados para o armazenamento de nafta

(combustível) e produtos leves derivados do petróleo, como a gasolina, o gasóleo leve e também o álcool. Neste contexto, o depósito de gasolina de aviação deverá ser feito em tanques de tecto cónico com tecto flutuante.

- Tanques de tecto cónico são aconselhados para o depósito de nafta pesada, querosene, querosene de aviação, gasóleo pesado, óleo de combustível, óleo lubrificante, asfalto e lastro de navio.

No que respeita à designação, têm-se tanques:

- ↳ Aéreos: A sua forma é cilíndrica e há oportunidade de serem verticais ou horizontais.
- ↳ Subterrâneos: Vulgarmente são utilizados para o armazenamento de combustíveis fósseis. Por serem construídos em aço estão sujeitos à corrosão nos pontos de soldadura. De forma a combater esta situação actualmente constroem-se tanques de parede dupla, contendo um sensor instalado no espaço intersticial a pressão negativa.

O sensor é accionado com a alteração da pressão interna provocada pela entrada de ar ou de água do lençol freático por a parede externa não vedar ou devido ao não isolamento da parede interna. Em regra, os tanques de parede dupla são construídos com dois materiais distintos, em que a parede interna é em aço e a parede externa em resina termofixa, pois esta não se degrada com a corrosão, o que é importante pois a parede fica em contacto com o exterior, ou seja, com o solo.

Bacia de contenção

Tal como referenciado anteriormente, a implantação de um depósito de combustível requer uma bacia de contenção, a qual se passa de seguida a descrever sucintamente.

As bacias de contenção são construídas em volta dos tanques por norma em tijolo ou betão, revestidas a um material impermeável ao líquido que o tanque armazena e capazes de suportar uma pressão não muito alta. Deve existir uma válvula de drenagem do lado externo, esta deve estar fechada de modo a evitar qualquer tipo de contaminações (wikipedia Tanque (reservatório), 2011). Para bacias com um único tanque, a capacidade volumétrica das mesmas deve ser igual ou superior ao volume do tanque somando o volume da base do mesmo. Devem existir meios de acesso ao interior das bacias, tanto em situações normais como em situações de emergência (HM Coutinho, 2005).

Espaço vazio (Câmara de expansão)

A zona entre o nível de produto armazenado e o tecto do tanque é denominada de espaço vazio ou câmara de expansão. Para tanques com capacidade até 2000 litros o espaço

vazio deve ser 5% do volume total, para tanques com capacidade superior a 2000 litros o espaço de ser 3% do volume total. É essencial a existência de uma câmara de expansão pois esta previne qualquer derrame através do “respiro” por expansão térmica, ou pela formação de espuma e ondas durante o processo de enchimento do tanque.

Tubagens de enchimento

As tubagens não devem possuir quaisquer curvas e devem ser o mais curto possível; a posição de ligação deve ser estrategicamente estudada de modo a facilitar o engate. Quando as tubagens não estão em uso devem ter uma protecção, neste caso uma tampa não ferrosa para não se gerar corrosão. Nos tanques horizontais e de modo a evitar a formação de electricidade estática e entrada de ar, as tubagens devem estar na parte superior. De forma a reduzir o trabalho do motor-bomba, o enchimento nos tanques verticais devem ser por gravidade.

“Respiro”

Estes devem ser curtos e sem curvas sendo bastante importante o ponto onde devem ser colocados, no ponto mais alto e tanto quanto possível findarem em área aberta, assim qualquer vapor é disperso e evitam-se danos, risco de incêndio, contaminação do solo ou cursos de água.

Válvula de drenagem

Para que se possa drenar o combustível deve existir uma válvula de drenagem instalada no ponto mais baixo do tanque. As válvulas devem possuir pinos de segurança de forma a evitar possíveis descargas acidentais (wikipedia Tanque (reservatório), 2011).

‘Highguard Tank’

O tanque ‘highguard’ combina a construção de um tanque em aço com revestimento protector que garante uma eficaz e permanente protecção contra a corrosão, o revestimento é altamente resistente a danos na superfície causados por impactos ou abrasão que possam existir durante o transporte e instalação dos tanques.

Este tipo de tanques têm um custo baixo tendo em conta o nível de qualidade; o revestimento protector é particularmente bom e para além do mais são amigos do ambiente, graças à composição de poliéster/fibra de vidro.

A imagem 5.15 apresenta um exemplo de um tanque subterrâneo ‘highguard’ da ‘Highland tank’.

Características:

Tanque de parede dupla em aço e revestido a poliuretano³. A capacidade de armazenamento de combustível é de 3785 litros. Tem um diâmetro interno de 1,22 m e um comprimento de 3,28 m. A sua espessura é de 2,59 mm (Highland Tank, 2007).



Figura 5.15 - Imagem representativa de um tanque Highguard da Highland Tank;

O tanque tem capacidade para 3785 L, cumprindo o requisito inicial de que será necessário um tanque de 2700 L para que este seja abastecido mensalmente e o UAV consiga cumprir a sua missão 7 dias por semana. Verifica-se que a capacidade do tanque é superior à especificada, existindo assim uma margem de manobra equivalente a 1085 L sendo essencial caso exista algum imprevisto, nomeadamente no atraso mensal do reenchimento.

Bomba:

Para se transferir o combustível do tanque para o reservatório da aeronave não tripulada irá ser usada uma bomba.

Uma bomba, na generalidade, é um dispositivo capaz de mover fluidos, como líquidos e gases.

Uma bomba de natureza autoferrante trata-se de uma bomba centrífuga capaz de usar uma mistura ar-água para ficar apta para dar início ao processo de bombeamento (Gorman-Rupp Company, 2003).

As bombas autoferrantes funcionam do seguinte modo: no seu interior existe um reservatório de água que possibilita a mistura entre o ar e a água. Depois de entrarem na bomba, o ar e a água são descarregados por acção centrífuga do impulsor para o reservatório. Já no reservatório o ar livra-se da descarga (o ar e a água), e por acção da gravidade o ar livre de água vai se misturar com ar novo vindo da linha de sucção. De seguida o ar é completamente evacuado, dando espaço para se criar vácuo na linha de sucção, a pressão

³ Poliuretano é um polímero que compreende uma cadeia de unidades orgânicas unidas por ligações uretânicas.

atmosférica força a água a subir na linha, dando-se início ao bombeamento (Gorman-Rupp Company, 2003).

A bomba que se sugere é do grupo ATM Gorman-Rupp Company. É uma bomba autoferrante com motor eléctrico e encontra-se representada na figura 5.16.

Modelo 2851-96

Considerando que o tanque a bordo da aeronave terá cerca de 100 L, será adequado usar esta bomba, tendo em conta que a sua vazão máxima é de 94 LPM, ou seja em cerca de um minuto poderá ser reabastecida a aeronave, o que significa reduzido tempo no solo.

Características:

Modelo construído predominantemente em alumínio, o seu design foi pensado para a transferência de líquidos. O motor que faz parte da constituição da bomba é de baixa potência, cerca de 0,33 cavalos, o que equivale a 248,57 W, o cabo de alimentação é de 115 V e possui impulsor de autolimpeza. A bomba pode trabalhar a um pressão e temperatura máximas de 0,52 MPa e 82,22°C, respectivamente. O seu peso é de 19.05 Kg. As portas de sucção e descarga são de 25,4 mm (ATM, 2006).



Figura 5.16 - Imagem representativa de uma bomba modelo 2851-96 da ATM;

Válvula:

Serve para impedir o fluxo de um fluido ou regulá-lo, o que torna o uso essencial num sistema de reabastecimento.

Uma válvula solenóide é controlada por uma corrente eléctrica através de um solenóide. (Como explicado na secção acima - Dimensionamento preliminar da aeronave não tripulada (UAV)).

A figura 5.17 representa a válvula solenóide que respeita os requisitos iniciais estabelecidos.

21H14K0V250

Características:

A válvula excede a capacidade que a bomba tem bombear, sendo o seu fluxo máximo de 105 LPM. Os materiais mais presentes neste modelo de válvula são numa liga de cobre e zinco e em aço inoxidável. As suas portas de entrada e saída de fluido têm um diâmetro de 25,4 mm e a válvula possui um solenóide com 12 W e tem a capacidade de trabalhar entre a gama de pressões de 0 a 1,2 MPa (ODE, 2010).



Figura 5.17 - Representação de uma válvula solenóide da ODE;

Filtro:

Um filtro da gama Centurion I da Cim-Tek com finalidade de limpar o combustível será montado em linha com as tubagens na estação de terra.

A figura 5.18 é representativa do mesmo.

30033 EHS-10



Figura 5.18 - Imagem representativa de um filtro da Cim-Tek da gama Centurion I;

Características:

O fluxo máximo é de 113 LPM. O filtro da CIMTEK vem apetrechado com um adaptador (referência 90004) em alumínio e com uma porta de 25,4 mm e é capaz de fazer a deteção de água e principalmente de remover partículas solidas, oferecendo uma filtragem bastante completa (Cim-Tek, 2012).

Bocal de reabastecimento:

O bocal será retráctil e terá que ter uma tubagem que lhe garanta rigidez, facilitando a ligação ao UAV. O “cesto” na ponta do tubo rígido facultará a ligação com o bocal do UAV, fazendo de guia assim que o bocal entra no “cesto”.

A figura apresentada a baixo é exemplo do bocal a utilizar na estação de terra similar a um ‘drogue’.

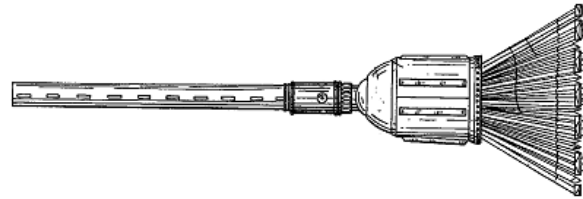


Figura 5.19 - Exemplo do bocal de reabastecimento tipo ‘drogue’;

Características:

Material predominante é aço inoxidável, devido à sua excelente resistência à corrosão, às variações bruscas de temperatura, desde altas temperaturas até temperaturas abaixo de 0°C, e tem também boa resistência mecânica. Bocal com 25,4 mm de diâmetro.

Tubagens:

As tubagens representam a ligação com os diversos componentes inerentes a um projecto. Portanto, são imprescindíveis para fazer as ligações da passagem de combustível entre os componentes da estação de terra.

A ilustração abaixo é exemplo de uma tubagem da Alfagomma.

8N6AA02500SPB8



Figura 5.20 - Representação de uma tubagem da Alfagomma serie 8N6AA;

Características:

O diâmetro interno é de 25,4 mm e o externo de 34,6 mm. A gama de pressões que esta tubagem suporta é entre 16,5 MPa e 66 MPa. O peso da tubagem é de 1,13 kg/m (Alfagomma Hydraulic Hoses, 2010).

Unidade de Emergência:

Esta secção exibirá os componentes com funções de emergência, desde a ventilação até ao combate a incêndios passando pela detecção de fugas.

Válvula de Emergência:

As válvulas de emergência são instaladas nas tubagens que transportam o combustível, abaixo dos bocais de reabastecimento de forma a minorar os riscos associados a colisões ou incêndios. Caso exista algum puxão no bocal, automaticamente a válvula pára o fluxo de combustível, impedindo assim que este derrame, se por ventura o puxão levar à separação dos bocais de reabastecimento. A existência de um fusível permite fechar a válvula sempre que a temperatura atinja os 74°C, podendo assim prevenir um incêndio.

A figura que se segue é imagem de uma válvula de emergência da OPW.

10BF-5725

Características:

Protecção contra incêndios, resistência à corrosão e porta de teste de ar com 9,5 mm. Rosca de 40 mm (OPW Emergency Shutt-off Valves, 2011).

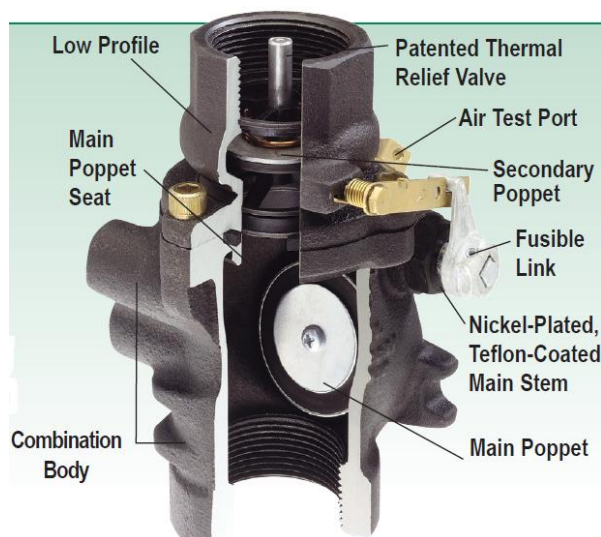


Figura 5.21 - Imagem de uma válvula de emergência da OPW;

Ventilação:

“Respiro” à prova de explosão externa e combustão contínua:

O “respiro” por norma é instalado nos tubos de ventilação dos tanques de armazenamento de líquidos inflamáveis, com o objectivo de proteger contra as chamas.

Evitar que as chamas entrem pelos tanques é uma das funções do “respiro”. Este é equipado com um fusível que ao ser submetido ao calor das chamas faz com que a tampa abra. O princípio de funcionamento é o seguinte: se eventualmente surgir uma inflamação, o abafador tem a capacidade de absorver energia impedindo a propagação de chamas para o interior do tanque. Se existir uma combustão contínua o calor da chama faz derreter o fusível

e a tampa articulada abre-se de forma automática, ficando a superfície do abafador destapada e assim uma maior dissipação de calor é possível.

A ilustração seguinte pertence a um “respiro” da ASCA Equipamentos Industriais.

LC11

Características:

O respiro possui um diâmetro de 80 mm e os materiais constituintes das diversas partes são o ferro, o alumínio e o aço inoxidável. O seu peso é de cerca de 20 Kg (ASCA Calotas de respiro à prova de explosão, 2000).



Figura 5.22 - A figura representativa de um “respiro” à prova de explosão da ASCA;

Tubagem de ventilação:

A tubagem é um elemento fundamental para acoplar com a válvula de ventilação e assim é possível elevá-la até uma altura mínima de 4 m para que a ventilação seja mais segura.

A figura abaixo é exemplo uma tubagem galvanizada da Southland.

570-1200HC



Figura 5.23 - Imagem de um tubo galvanizado da Southland;

Características:

Tubo galvanizado, ASTM A-53, de 80 mm de diâmetro (Southland STEEL PIPE, 2012).

Detecção de fugas:

A existência de uma fuga, por muito pequena que seja, pode ser o início de uma tragédia. Assim, de forma a evitar que tal aconteça diversos equipamentos (apresentados ao longo desta secção) utilizar-se-ão para que seja possível o conhecimento de todas as fugas existentes e assim passar-se rapidamente à recuperação dos componentes danificados. De seguida serão expostos os diferentes equipamentos capazes de detectar fugas de combustível.

Indicador de Vazamento do tipo K:

O indicador de vazamento tipo K detecta qualquer quantidade de vazamento existente no espaço intersticial de unidades de contenção de parede dupla. Na parte interior existe um indicador a vermelho que normalmente está em baixo, caso esta suba significa que existe um vazamento.

‘Krueger Sentry Type K Leak Gauge’ é representado na figura abaixo.

KSK-1.5-64

Características:

Este modelo de indicador divide-se em três partes, existindo duas partes em plástico, uma interior e outra exterior. Entre elas existe uma terceira parte desta feita em papel, poderá ainda haver uma parte interior em vidro. Três diferentes materiais podem constituir a porca de bloqueio, plástico (HDPE), alumínio ou até mesmo PVC, a rosca será em alumínio e neste caso terá 38,1 mm. Por fim as hastes internas em alumínio e de forma a alcançarem o fundo do tanque medirão 1,63 m (Krueger, 2012).



Figura 5.24 - Representação de um sensor tipo K da Krueger Sentry Gauge;

Sensor de combustível rápido:

A utilização de um sensor de combustível é uma forma rápida de detectar a presença de combustível, hidrocarbonetos. O sensor tem a capacidade de não reagir à água e detectando a mais pequena quantidade de combustível, altura de combustível (espessura) inferior a 1mm. Assim que o sensor entra em contacto com combustível automaticamente soa

um alarme (Engineerlive, 2012). O tempo de resposta do sensor é de meros segundos para combustíveis leves, como é o caso da gasolina, todavia o tempo de resposta aumenta se a volatilidade do combustível diminuir.

O sensor da TraceTek é apresentado na figura seguinte.

TTFFS-100-MC

Características:

Cerca de 100 mm de comprimento activo e com um elemento de ligação em metal, o seu diâmetro exterior é de 25,4 mm. Trabalha na gama de temperaturas de -40°C a 85°C. PVC é o material constituinte deste sensor rápido e resiste à água. O seu tempo de resposta são 5 segundos a uma temperatura de 20°C (TraceTek TT-FFS, 2006).



Figura 5.25 - Figura ilustrativa do sensor de combustível rápido da TraceTek;

Alarme:

O alarme terá a função de monitorizar os equipamentos de detecção de fugas, como é o caso do cabo de detecção de combustível e do sensor de combustível rápido. Caso algum dos equipamentos detecte combustível rapidamente essa informação chega ao alarme, e este faz com que chegue à estação de controlo, localizada noutro local que não o de reabastecimento.

A figura 5.26 ilustra o alarme TTDM-128 da TraceTek.

TTDM-128

Características:

Em funcionamento, a temperatura situa-se na escala dos 0°C até aos 50°C e trabalha com cerca de 115 V de corrente alternada (TraceTek TTDM, 2003).



Figura 5.26 - Figura representativa de um alarme TTDM-128 da TraceTek;

Combate a incêndios:

Para que nenhuma surpresa desagradável por via de um incêndio danifique todo o sistema, são necessárias medidas para combater tais eventualidades, como por exemplo, reservatórios e canhões de água. A existência de sensores e de válvulas são uma forma de prevenção, sendo indispensável a sua utilização principalmente num projecto onde o reabastecimento será feito sem ajuda humana no local.

Reservatório de água:

Para que a água não falte na área reservada ao abastecimento do UAV, são necessários tanques para esse efeito. Depósitos especialmente desenhados para o armazenamento de água serão usados para abastecer os canhões de água para que em caso de incêndio as chamas possam ser extintas rapidamente.

Os reservatórios de água (aéreos), tipo ECODEPUR, gama RA, são de elevada resistência mecânica e à corrosão. A sua instalação e também a manutenção são processos fáceis. O material preponderante na sua construção é o polietileno, anti UV (Ultravioleta), possuindo reforços verticais e horizontais elevando a resistência dos reservatórios desta gama.

Na figura 5.27 é apresentado um exemplo de um reservatório aéreo da Ecodepur.

RAH-1500

Características:

O volume é de 1500 L, possui um diâmetro de 1210 mm, a sua altura ascende aos 1250 mm, enquanto o comprimento situa-se nos 1350 mm. A tampa de abertura tem 400 mm de diâmetro (Ecodepur Reservatórios Aéreos, 2012).



Figura 5.27 - Ilustração de um reservatório aéreo da gama RA da Ecodepur;

Bomba:

A bomba terá o objectivo de fazer chegar a água até aos canhões de combate a incêndios. Trata-se de uma bomba centrífuga horizontal de vários estágios, compacta e com todas as partes hidráulicas em aço inoxidável. Resiste à corrosão, ao desgaste e também a elevadas temperaturas da água que por ela é transferida. A bomba da série HM da Davey tem sucção axial e a descarga dá-se verticalmente. Proporciona ainda um fluxo constante de abastecimento de água.

A figura que se segue é imagem de uma bomba de abastecimento de água da Davey.

HM160-15T

Características:

A bomba possui um motor de 1,5 kW. A pressão nominal de trabalho encontra-se nos 0,34 MPa e a pressão máxima da bomba alcança os 0,46 MPa. O fluxo é de 160 LPM (Davey HM Series Water Pressure Systems, 2006).



Figura 5.28 - Imagem de uma bomba da serie Torrium HM da Davey;

Válvula:

A válvula eléctrica terá a função de controlar a passagem de água para os canhões, garantindo que a água chega livremente ao destino quando está aberta.

A figura que se segue é exemplo de uma válvula eléctrica da Dixon Valve.

BV2BV-15011

Características:

A válvula é construída em liga de cobre e zinco, elastómero⁴ (borracha) e politetrafluoretileno⁵. A pressão de trabalho máxima é de 1,03 MPa e a temperatura máxima situa-se nos 186°C. O diâmetro da rosca é de 38,1 mm. O actuador eléctrico é à prova de água e os materiais constituintes são a liga de alumínio e o aço. As temperaturas de trabalho variam entre os 41°C negativos e os 60°C positivos (DixonValve, 2012).



Figura 5.29 - Ilustração de uma válvula eléctrica da Dixon Valve;

Canhão de água:

O canhão de água por controlo remoto é uma ajuda imprescindível para que se possam combater as chamas em caso de incêndio. Um sistema somente manual traria claramente desvantagens, em que a principal seria o tempo que se perderia até que o auxílio humano chegasse ao local. Com o controlo remoto é possível apagar as chamas à distância sem que seja necessário deslocar apoio até ao local, ou mesmo ganhando tempo para que essa ajuda chegue.

Uma opção bastante boa será o canhão de água monitor por controlo remoto da Leader que é apresentado na figura seguinte.

I12.02.049

⁴ Elastómero é um polímero que apresenta propriedades "elásticas", obtidas depois da reticulação, suporta grandes deformações antes da ruptura. Borracha é um termo muito utilizado para o elastómero.
⁵ Politetrafluoretileno (PTFE) é um polímero conhecido mundialmente pelo nome comercial teflon. É uma substância praticamente inerte, não reage com outras substâncias químicas excepto em situações muito especiais. Isto deve-se basicamente a protecção dos átomos de fluor sobre a cadeia de átomos de carbono.

Características:

Elevação de 90° a -45° e rotação de 370°, 185° para ambos os lados da posição central. O material de construção é o alumínio com protecção contra a corrosão. Entrada com 38,1 mm BSP. Fluxo que varia entre os 40 e os 2000 LPM (Leader Tornado RC, 2011).



Figura 5.30 - Ilustração de um canhão de água Tornado RC Monitor da Leader;

Bocal do canhão de água:

O bocal é montado no canhão de água para que o combate às chamas seja concluído de uma forma otimizada e mais rápida.

Um sistema de regulação da pressão equipa o bocal e em todos os momentos tem um fluxo de água óptimo. Os materiais constituintes são o alumínio, o aço inoxidável e a borracha.

A figura abaixo é exemplo de um bocal para canhões de água da Leader.

111.20.128

Características:

Pesa cerca de 1,4 Kg e tem uma ligação de entrada de 25,4 mm BSP. O fluxo varia entre os 40 e os 220 LPM (Leader, Mach3 AUTOMATIC NOZZLES, 2011).



Figura 5.31 - Imagem de um bocal para canhões de água Ultimatic F010 da Leader;

Carretel:

A função de um carretel é combater as chamas nas mais diversas situações. É um equipamento de fácil utilização, essencialmente constituído por uma mangueira, acondicionada num tambor e uma agulheta (APSEI, 2012).

Caso o sistema automático não funcione ou simplesmente pela necessidade de auxílio extra, o carretel é indicado para prestar esse apoio devido à sua utilização de forma manual.

A figura seguinte é ilustrativa de um carretel modelo S61 da NOHA.

Modelo S61

Características:

Carretel feito em aço galvanizado e com uma entrada de água de 50,8 mm. A mangueira é de 25,4 mm de diâmetro e mede 50 m. As dimensões da unidade são 580 mm de comprimento, 740 de altura e 660 de profundidade (NOHA, 2011).



Figura 5.32 - Imagem de um carretel da NOHA;

Válvula:

‘Gate Valve’:

Uma válvula com abertura através da elevação de uma porta/cunha (‘gate’) é denominada de ‘gate valve’. Essa elevação da porta faz com que se desimpeça a passagem do fluido e tanto pode ter a forma esférica como rectangular. Este tipo de válvulas possuem uma particularidade, a superfície entre a porta e o assento é plano. As válvulas são usualmente construídas de modo a que a sua utilização seja de extremos, com abertura máxima ou totalmente fechada, não devem ser utilizadas para fazer a regulação do fluxo (Wikipedia Válvula de gaveta, 2012).

A porta é retirada da corrente de fluxo sempre que a válvula está aberta na sua totalidade, assim a pressão exercida na porta é muito reduzida. Pelo contrário, quando a

válvula se encontra completamente fechada a estanquicidade é completa, no que diz respeito às fugas estas são nulas ou muito reduzidas. A 'gate valve' pode ser utilizada para uma grande variedade de fluidos e providenciar uma boa estanquicidade quando esta se encontra fechada (Construction Mechanical, 2010).

De forma a controlar a passagem de água para o carretel de incêndio será importante instalar uma 'gate valve' na sua entrada de água. Somente quando é preciso usar o carretel é que a válvula será colocada na posição de aberta, possibilitando a passagem de água livremente. A abertura e o fecho da válvula são feitos manualmente.

A figura seguinte é ilustrativa de um exemplo de válvula da Matco-Norca.

514T08

Características:

O diâmetro das portas é de 50,8 mm e o material mais encontrado nesta válvula é uma liga metálica de cobre e zinco, conjugando o ferro fundido o alumínio e a grafite em menor quantidade (Matco-Norca, 2010).



Figura 5.33 - Imagem ilustrativa de uma gate valve da gama 514T da Matco-Norca;

Unidade Redundante:

Os equipamentos apresentados nesta secção são elementos preventivos. Uma fuga pode levar a catástrofes pelo que os sistemas devem possuir uma unidade redundante para os componentes mais significativos, dos quais uma falha pode ter consequências maiores. A presente secção apresenta esses mesmos equipamentos de prevenção.

'Gate Valve':

A válvula definida para incorporar na estação de abastecimento é uma válvula unidireccional, no entanto, e como forma de garantia em caso de falha, tornando-se também sistema de emergência, colocar-se-á uma válvula manual, 'gate valve'. Tem a desvantagem

de não poder ser controlada à distância mas como é do tipo manual a probabilidade de falhar é menor.

A gate valve da marca Matco-Norca encontra-se exemplificada abaixo na figura 5.36.

514T05

Características:

O diâmetro das portas é de 25,4 mm e o material mais encontrado nesta válvula é uma liga metálica de cobre e zinco, conjugando o ferro fundido o alumínio e a grafite em menor quantidade (Matco-Norca, 2010).



Figura 5.34 - Imagem ilustrativa de uma gate valve da gama 514T da Matco-Norca;

Cabo de detecção de hidrocarbonetos:

De forma a ajudar a que uma fuga não cause danos de maior o cabo de detecção de hidrocarbonetos tal como o sensor de combustível rápido serve para detectar a presença de combustível derramado. Trata-se de um equipamento de prevenção visto já existir o sensor, mas uma fuga de combustível é bastante grave, pelo que é necessário ter cuidados extra.

A figura 5.35 mostra o cabo de detecção de combustível da TraceTek.

TT5000

Características:

O cabo de detecção de combustível é bastante fino e leve, com 7 mm de diâmetro e 1,09 kg de peso. Tem uma resistência à água no entanto com algumas limitações (TraceTek, TT5000).



Figura 5.35 - Ilustração de um cabo de detecção de combustível da TraceTek;

Capítulo 6 - Configuração da instalação

O capítulo 6 é dedicado a toda a instalação de reabastecimento, a pista, a zona de reabastecimento e a zona de controlo. Nesta secção ir-se-á conhecer o funcionamento geral do sistema de reabastecimento, tanto numa situação normal como em caso de ocorrência de falhas.

No final de se conhecerem/escolherem todos os componentes respeitantes ao projecto, há que saber a sua disposição no local. Seguindo a lógica inicial, apresentada no capítulo 2, podem-se organizar os componentes por três zonas:

1. pista: que servirá para a aeronave não tripulada aterrar e descolar, com a ajuda de um piloto à distância. Este, em situações normais, controlará as manobras de aproximação à pista, aterragem e descolagem longe do local de abastecimento;
2. reabastecimento: acoplará todos os equipamentos necessários para realizar o abastecimento autónomo do UAV, desde o bocal de abastecimento até ao tanque subterrâneo;
3. controlo: uma zona importante, pois a partir dela poder-se-á monitorizar todo o sistema à distância.

O sistema de emergência encontrar-se-á ao longo de todo o espaço, com quatro canhões de água automáticos e dois reservatórios de água. O combate às chamas, em último caso, poderá ser feito através de um carretel de incêndio. É manual e não estará tão exposto a falhas como os sistemas automáticos, o que garante que na eventualidade das chamas deflagrarem poderão ser extintas facilmente.

Dimensionamento do projecto conceptual

A secção presente apresenta o esboço do projecto conceptual, incluindo todas as zonas e equipamentos do sistema de reabastecimento, sendo a figura 6.1 ilustrativa do mesmo.

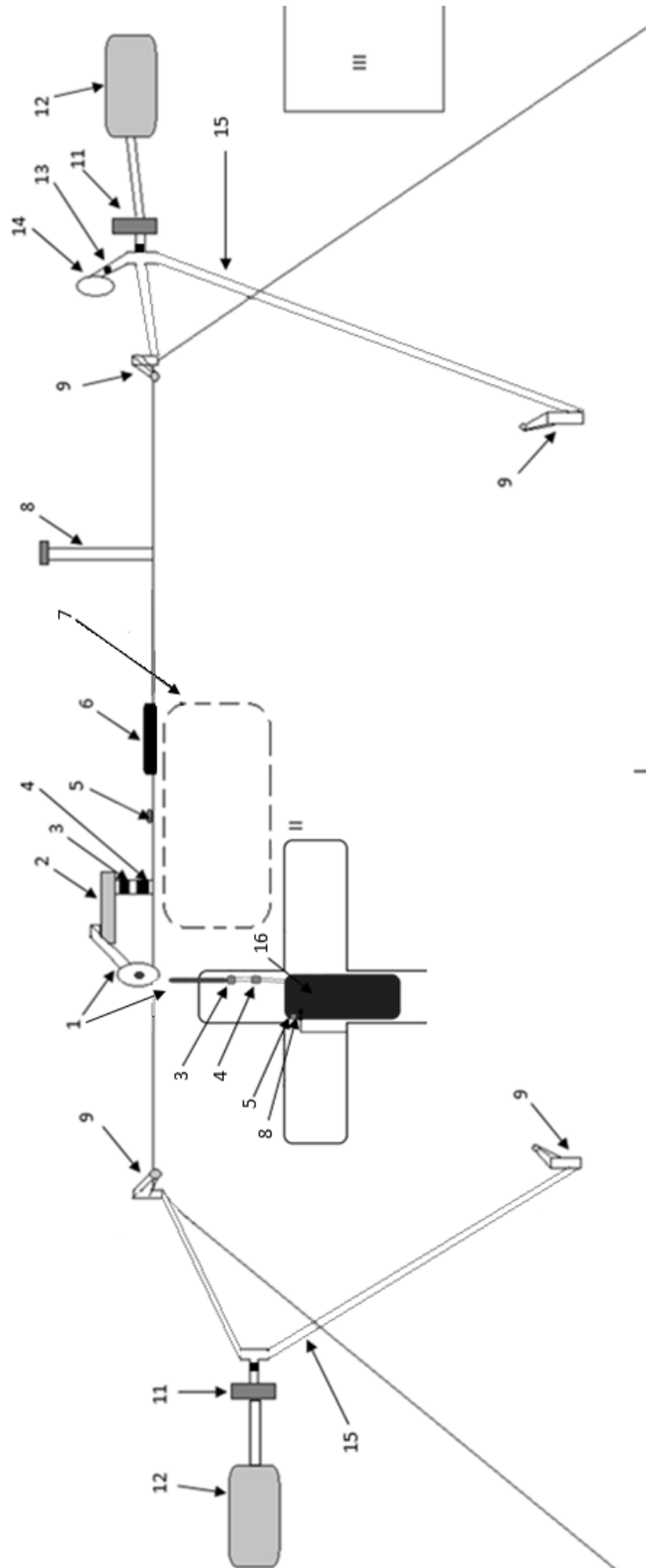


Figura 6.1 - Esboço do projecto final do sistema de reabastecimento autónomo de um UAV;

Legenda:

1. Bocal de reabastecimento;
2. Bomba;
3. Válvula solenóide;
4. Filtro;
5. Sensor nível de combustível;
6. Bocal de enchimento;
7. Tanque enterrado;
8. Ventilação;
9. Canhão de água;
10. Válvula eléctrica;
11. Bomba;
12. Reservatório de água;
13. Gate valve;
14. Carretel;
15. Tubagens;
16. Depósito de combustível.

Zonas:

- I. Pista;
- II. Reabastecimento;
- III. Sistemas/Controlo.

Funcionamento

Funcionamento numa situação normal:

Inicialmente o reservatório de combustível da estação de terra necessita de estar cheio, para tal é necessário a deslocação de operadores ao local para se fazer esse enchimento.

Quando o UAV se encontra em missão virá a terra reabastecer, nessa altura um piloto em terra (que poderá estar a centenas de quilómetros) controlará todas as manobras de aproximação à pista, aterragem e táxi. O alinhamento da aeronave não tripulada com o bocal de reabastecimento também será responsabilidade do piloto, existindo guias para facilitar a manobra. Tendo em conta a característica retráctil dos bocais, tanto da estação de terra como do UAV, estes têm que ser distendidos quando a aeronave se encontra em terra. Depois do alinhamento segue-se o encaixe dos bocais, logo que esse contacto é feito a transferência de combustível inicia-se automaticamente. O sistema conhece previamente a quantidade de combustível a transferir, assim que essa quantidade é alcançada a paragem é imediata e

automática. Após a conclusão da trasfega o piloto retoma o controlo da operação separando os bocais com auxílio da função retráctil que ambos dispõem, i.e., o operador faz recolher tanto o bocal da estação de terra como o do UAV, assegurando assim a sua separação. Esta separação garantirá espaço suficiente para que a aeronave não tripulada rode e siga para a pista de forma a descolar e reiniciar a sua missão.

Existência de falhas:

- No abastecimento - arranque e paragem: Falhas no arranque ou paragem no sistema de reabastecimento poderão ser colmatadas com o accionamento ou paragem por controlo remoto da bomba de transferência de combustível.

- Nas comunicações, comandos à distância: O controlo remoto de alguns equipamentos é fundamental para a segurança, como é o caso do sistema de combate a incêndios. Na eventualidade de falhas nesse sistema, existirá uma alternativa manual para o combate às chamas, todavia, é necessária a deslocação de técnicos ao local.

- Fugas: Caso alguma fuga seja detectada, imediatamente os operadores são alertados da sua existência, mobilizando todos os meios necessários para a reparação do problema. A existência de detectores de fugas ligados ao alarme são os responsáveis pelo alerta dos operadores. Na situação de fuga durante o abastecimento da aeronave a válvula será fechada através de controlo remoto.

- Incêndio: Se eventualmente deflagrarem chamas na estação de terra existirão meios de combate que são controlados remotamente. O reservatório de combustível terá montado um abafador de chamas para que não se propaguem as chamas para o seu interior, servindo também de alerta para o pessoal iniciar o combate às chamas.

Iluminação nocturna:

A iluminação é imprescindível para que durante a noite se possa fazer o reabastecimento, assim luzes automáticas são acesas quando os sensores detectam falta de visibilidade. i.e., quando começa a escurecer a iluminação liga.

Conclusão

Desde a primeira Guerra Mundial que os UAVs têm vindo a ganhar mais importância, a sua utilização hoje em dia é cada vez maior. Muitos são os projectos associados a grandes empresas que envolvem UAVs/UASs. Devido ao seu uso cada vez mais frequente, novas tecnologias tendem a ser desenvolvidas envolvidas nos veículos aéreos não tripulados, o reabastecimento é uma dessas situações. A tentativa de aumentar a autonomia dos UAVs leva a investigações na área do reabastecimento aéreo entre UAVs.

A necessidade de automatizar o reabastecimento levou ao estudo de um sistema capaz de reabastecer um UAV/UAS de forma autónoma. Elaborou-se um sistema incluindo todos os componentes a utilizar e estudou-se qual a melhor configuração para a plataforma, tendo em conta os requisitos operacionais, como a duração e o tipo de missões. Com um consumo de 10 L/h por parte do motor da aeronave, chegou-se facilmente à conclusão de quais as dimensões mais vantajosas para os equipamentos.

As unidades de alimentação e emergência fazem parte do sistema de reabastecimento a bordo do UAV. O conceito no UAV passa por um tanque central ligado a um bocal de reabastecimento retráctil tipo 'probe' na zona frontal do veículo aéreo.

A estação de terra será constituída por 3 unidades, de transferência, de emergência e redundância. Segundo a portaria nº131/2002, de 9 de Fevereiro os reservatórios de gasolina somente são legais caso sejam enterrados, desta feita a estação de terra passa por ter um tanque subterrâneo ligado a um bocal de reabastecimento tipo 'drogue'.

Quando se tratam de sistemas autónomos os meios de emergência ganham uma importância maior quando comparados com sistemas similares onde a supervisão humana é diária, ou constante. A unidade de emergência será constituída por válvulas de alívio de pressão e ventilação e o combate a incêndios também está presente. A detecção de fugas terá um papel fundamental visto todo o sistema trabalhar com uma substancia inflamável, a gasolina.

O projecto final terá uma configuração baseada na facilidade e segurança do processo, organizado em três zonas.

A zona da pista, que servirá para o UAV aterrar e descolar, onde um piloto à distância controlará todas essas manobras e também guiará o avião até à zona seguinte, de reabastecimento.

A zona especificada para o abastecimento acoplará todos os equipamentos para realizar a tarefa de encher o depósito do aparelho voador.

Estudo geral de viabilidade sobre sistemas de reabastecimento de um UAV/UAS

Na terceira zona terá lugar a sala de sistemas/controlo, com capacidade para monitorizar todo o sistema de reabastecimento, fazendo a ligação com um base controlo à distância, onde se encontram os operadores.

Os componentes de emergência estarão distribuídos por todo o espaço reservado à estação de terra.

Como referenciado, a aproximação à pista, a aterragem e o táxi serão responsabilidade de um piloto à distância.

O alinhamento do UAV com o bocal de reabastecimento é essencial para facultar o encaixe. Seguindo o modelo 'probe and drogue' do reabastecimento aéreo, assim que o contacto é feito iniciar-se-á a tráfega de combustível, sempre com o motor do aparelho voador em funcionamento. O volume de combustível a transferir estará previamente definido e logo que é transferido na totalidade o processo termina automaticamente e a aeronave não tripulada estará pronta para descolar e reiniciar a sua missão, e uma vez no ar o controlo humano é desnecessário.

A segurança é um ponto de mais-valia resultante da criação desta plataforma, a ausência de pessoal no local contribui para tal.

A necessidade de prolongar o tempo de missão é satisfeita. Com a estação de terra junto do local onde decorre a missão aumenta o tempo a dedicar à missão, contrariamente o tempo desperdiçado diminui consideravelmente.

A necessidade do uso de operadores em algumas situações limita um pouco o projecto, no entanto poderão garantir uma maior eficácia de todas essas operações realizadas com o apoio humano.

A complexidade está inerente em todos os projectos e certamente que num com esta natureza inovadora também, todavia fará com que as missões dos UAVs possam ser completadas mais eficazmente.

Perspectivas Futuras

De modo a dar continuidade ao presente trabalho, considera-se que seria interessante desenvolver trabalho de investigação, antes mesmo do desenvolvimento detalhado e instalação, realizar os seguintes trabalhos:

- Criar o modelo 3D da instalação em todos os seus componentes;
- Simular o funcionamento;
- Estimar o custo;
- Criar um protocolo de funcionamento que permita qualificar pessoas para operar o sistema.

Bibliografia

Alfagomma (2010). *Catalogue, HYDRAULIC FITTINGS*. Itália: Alfagomma.

Alfagomma (2010). *Catalogue, HYDRAULIC HOSES*. Itália: Alfagomma.

Alfagomma (2010). *Catalogue, INDUSTRIAL HOSES, Hydrocarbons*. Itália: Alfagomma.

APSEI (2012). *O que é o ...? Carretel de Incêndio*. Portugal: Associação Portuguesa de Segurança Electrónica e de Protecção Incêndios.

Armada International (2007). *Complete Guide by armada. Drones*. Suíça: armada INTERNATIONAL.

ASCA (2000). *Protetores contra detonações*. Brasil: ASCA EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS LTDA.

ASCA (2000). *Calotas de respiração à prova de explosão externa e combustão contínua*. Brasil: ASCA EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS LTDA.

ATM (2006). *Catalog Sheet, INDUSTRIAL DUTY*. Estados Unidos da América: ATM.

Austin, Reg (2010). *Unmanned Aircraft Systems. UAVs design, development and deployment*. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd.

Basom, Robert R., Major (2007). *Breakway: A Look at the Integration of Aerial Refueling and Unmanned Aircraft Systems in Future Operations*. Estados Unidos da América: US Army Command and General Staff College.

Bepo (2012). *Catálogo, LINHA DE PEÇAS 2012*. Brasil: Bepo.

Burmeister, Aaron. Denewiler, Thomas. Mullens, Katherine. Stancliff, Stephen. Straumtses, Nicholas. Thomas, Kari. Wills, Mike (2006). *Automated Launch, Recovery, and Refueling for Small Unmanned Aerial Vehicles*. Estados Unidos da América: Space and Navel Warfare Systems Center.

Cim-Tek (2012). *Filtration Product Catalog 2012*. Estados Unidos da América: Cim-Tek.

Clark, C., Hewitt, M., Langton, R. & Richards, L. (2009). *Aircraft Fuel Systems*. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd.

Construction Mechanical (2010). *Gate Valves description*. Consultado a 26 de Junho de 2012, de <http://constructionmechanical-engineering.blogspot.pt/2010/10/gate-valves-description.html>.

Davey (2006). *HM SERIES WATER PRESSURE SYSTEMS, PRESSURE SWITCH, TORRIUM*. Austrália: Davey Water Products.

Dias, T. (2008). *Filtração garante combustível livre de contaminantes*. Consultado a 1 de Junho de 2012, em <http://www.meiofiltrante.com.br/materias.asp?action=detalhe&id=363>.

Dixon Valve (2012). *2012 Price List*. Estados Unidos da América: Dixon Valve.

Ecodepur (2012). *Reservatórios Aéreos, tipo ECODEPUR, Gama RA*. Portugal: Ecodepur tecnologias de protecção ambiental.

Engineerlive (2012). *Ultra-fast floating fuel sensor*. Consultado a 10 de Julho de 2012, de http://www.engineerlive.com/Oil-and-Gas-Engineer/Instrumentation/Ultra-fast_floating_fuel_sensor/15516/Tyco+Thermal+Controls.

Enig, Eric. Enig, Julius (2002). *HOSE-AND-DROGUE IN-FLIGHT REFUELING SYSTEM*. Estados Unidos da América.

Erripis, Ioannis, K. (2011). *Autonomous aerial refueling between UAVs*. Consultado a 11 de Novembro de 2011, em http://robotpig.net/robotics-news/autonomous-aerial-refueling-between-uavs-_2049.

Feitshans, Gregory. Rowe, Allen. Scott Burns, R. Singer, Becky. Williams, Robert (2005). *A Prototype UAV Control Station Interface for Automated Aerial Refueling*. Estados Unidos da América: Air Force Research Laboratory.

Galp Energia (2010). *Instalações*. Consultado a 29 de Agosto de 2012, de <http://www.galpennergia.com/PT/ProdutosServicos/Servicos/EntregaGasoleoAquecimentoColorido/Instalacoes/Paginas/Home.aspx>.

Genuth, Iddo (2007). *UAV to UAV Refueling Developed*. Consultado a 14 de Novembro de 2011, em <http://thefutureofthings.com/pod/173/uav-to-uav-refueling-developed.html>.

Gorman-Rupp Company (2003). *Pump Application Manual*. Estados Unidos da América: Gorman-Rupp Company.

Highland Tank (2007). *Catalog, HighGuard Underground Steel Storage Tanks*. Estados Unidos da América: Highland Tank.

HM Coutinho (2005). *BACIA DE CONTENÇÃO*. Consultado a 3 de Maio de 2012, em <http://www.hmcoutinho.com.br/dicas.php?chave=00009>.

Joint Air Power Competence Center (2011). *Air-to-Air Refuelling Flight Plan*. Alemanha: JAPCC.

Krueger (2012). *Krueger Catalog*. Estados Unidos da América: Krueger Sentry Gauge.

Leader (2011). *Tornado RC, Electric remote control monitor*. França: Leader, a company of the group Genetech.

Martin, Lockheed (2009). *F-35 Successful in First Probe-and-Drogue Aerial Refueling*. Consultado a 4 de Novembro de 2011, em <http://www.defencetalk.com/f-35-first-probe-and-drogue-aerial-refueling-21219/>.

Matco-Norca (2010). *514T Full Port Gate Valve, Spec Sheet*. Estados Unidos da América: Matco-Norca.

Morrison Bros (2011). *Fig.354 Updraft Vent*. Estados Unidos da América: Morrison Bros. CO.

Morrison Bros (2011). *Fig.517/518 Series, Spill Containers*. Estados Unidos da América: Morrison Bros. CO.

Morrison Bros (2012). *Model 244 Emergency Vents, 2-inch, specification sheet*. Estados Unidos da América: Morrison Bros. CO.

Murphy, S., A. (2006). *Scientists Test Unmanned Aerial Systems Refueling*. Consultado a 11 de Novembro de 2011, em http://www.spacewar.com/reports/Scientists_Test_Unmanned_Aerial_Systems_Refueling_999.html.

Nangia, R. (2006). *Operations and aircraft design towards greener civil aviation using air-to-air refueling*. United Kingdom: The Aeronautical Journal.

NATO (2010). *Air To Air Refuelling. Part 1*, Chapter 3. Bélgica: NATO.

Nivetec (2009). *Catálogo, 010_chave de nível bóia*. Brasil: Nivetec.

NOHA (2011). *GENERAL PURPOSE HOSE REELS*. Noruega: NOHA.

ODE (2010). *Datasheet pdf 21H, Solenoid valve 2/2 way N.C. Combined operation*. Itália: ODE.

OPW (2011). *Catalog, OPW 10 Series Emergency Shut-Off Valves*. Estados Unidos da América: OPW, a Dover Company.

OPW (2011). *Catalog, OPW 623V Pressure Vacuum Vent*. Estados Unidos da América: OPW, a Dover Company.

Southland (2012). *STEEL PIPE, BLACK & GALVANIZED*. Estados Unidos da América: Southland, a brand of Mueller Industries.

Space War (2006). *Boeing Demonstrates UAV Automated Aerial Refueling Capability*. Consultado a 14 de Novembro de 2011, em http://www.spacewar.com/reports/Boeing_Demonstrates_UAV_Automated_Aerial_Refueling_Capability_999.html.

SPAWAR (2012). *AUTONOMOUS UAV MISSION SYSTEM (AUMS)*. Consultado a 16 de Setembro de 2012, em <http://www.public.navy.mil/spawar/Pacific/Robotics/Pages/AUMS.aspx>.

Spirax Sarco (2012). *Check Valves*. Obtido a 8 de Maio de 2012, de <http://www.spiraxsarco.com/resources/steam-engineering-tutorials/pipeline-ancillaries/check-valves.asp>.

Trace Tek (2003). *TraceTek, TTDM-128 System Integration using the Modbus Protocol*. Estados Unidos da América: Trace Tek.

Trace Tek (2006). *TT-FFS, TraceTek Fast Fuel Sensor*. Estados Unidos da América: Trace Tek.

Trace Tek (2012). *TT5000, TraceTek Fuel Sensing Cable*. Estados Unidos da América: Trace Tek.

Warwick, Graham (2009). *Navy Wants UAV Refueling Stabilized Drogue*. Consultado a 20 de Outubro de 2011, em <http://www.military.com/features/0,15240,185419,00.html>.

Weatherington, D. (2005). *Unmanned Aircraft Systems Roadmap, 2005-2030*. Estados Unidos da América: Departamento de Defesa.

Wikipedia (2011). *Tanque (reservatório)*. Consultado a 18 de Abril de 2012, em http://pt.wikipedia.org/wiki/Tanque_%28reservat%C3%B3rio%29.

Wikipedia (2012). *Bomba centrífuga*. Consultado a 23 de Julho de 2012, em http://pt.wikipedia.org/wiki/Bomba_cent%C3%ADfuga.

Wikipedia (2012). *Check valve*. Consultado a 8 de Maio de 2012, em http://en.wikipedia.org/wiki/Check_valve.

Wikipedia (2012). *Filter paper*. Consultado a 14 de Agosto de 2012, em http://en.wikipedia.org/wiki/Filter_paper.

Wikipedia (2012). *Fuel filter*. Consultado a 13 de Abril de 2012, em http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_filter.

Wikipedia (2012). *Fuel tank*. Consultado a 13 de Abril de 2012, em http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_tank.

Wikipedia (2012). *Reabastecimento aéreo*. Consultado a 8 de Maio de 2012, em http://pt.wikipedia.org/wiki/Reabastecimento_a%C3%A9reo.

Wikipedia (2012). *Solenoid valve*. Consultado a 22 de Julho de 2012, em http://en.wikipedia.org/wiki/Solenoid_valve.

Wikipedia (2012). *Unmanned Aerial Vehicle*. Consultado a 11 de Setembro de 2012, em http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle.

Wikipedia (2012). *Válvula de gaveta*. Consultado a 26 de Junho de 2012, em http://pt.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_de_gaveta.

Wikipedia (2012). *Válvula de retenção*. Consultado a 8 de Maio de 2012, em http://pt.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_de_reten%C3%A7%C3%A3o.