

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**PNÖMATİK SİSTEMLER
525MT0217**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----|
| AÇIKLAMALAR | iii |
| GİRİŞ | 1 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-1 | 3 |
| 1. HAVA KAYNAKLARI..... | 3 |
| 1.1. Motor..... | 3 |
| 1.2. APU..... | 4 |
| 1.3. Haricî Yer İkmal Kaynağı (Ground Card) | 4 |
| 1.4. Depolar..... | 5 |
| 1.5. Basınç ve Sıcaklık Kumandaları | 5 |
| 1.5.1. Check Valf | 6 |
| 1.5.2. High Stage Valf ve Regülatörü..... | 6 |
| 1.5.3. Basınç Regülatörü ve Kesme Valfi (Pressure Regulator ve Shut Off Valf) | 7 |
| 1.5.4. Ön Soğutma Sistemi (Precooler System)..... | 7 |
| 1.5.5. Ayırma Valf (Isolation Valf) | 9 |
| 1.5.6. Pnömatik Havası Aşırı Sıcaklık Şalteri | 9 |
| 1.6. Göstergeler ve Uyarılar | 9 |
| UYGULAMA FAALİYETİ | 11 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | 12 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-2 | 13 |
| 2. KLİMA İKLİMLENDİRME SİSTEMİ | 13 |
| 2.1. Klima Sistemi (Air Condationing)..... | 13 |
| 2.1.1. Soğutma | 16 |
| 2.1.2. Isıtma | 19 |
| 2.2. Hava Sirkülasyonu | 20 |
| 2.2.1. Birincil Isı Değiştiriciler (Primary Heat Exchangers) | 20 |
| 2.2.2. Hava Dönüşüm Makinesi (Air Cycle Machine) (ACM)..... | 21 |
| 2.2.3. Pack Sıcaklık Kontrol Valfi (Pack Temperature Control Valve) | 21 |
| 2.2.4. Yardımcı Pack Sıcaklık Kontrol Valfi..... | 22 |
| 2.2.5. İkincil Isı Değiştiricisi (Sekondary Heat Exchanger) | 23 |
| 2.3. Nem Dönüşüm Sistemi | 23 |
| 2.3.1. Yüksek Basınç Su Ayırıştırma Sistemi (HPWS)..... | 23 |
| 2.3.2. Tekrar Isıtıcı (Reheater)..... | 23 |
| 2.3.3. Yoğunlaştırıcı (Condenser)..... | 24 |
| 2.3.4. Water Extractors (Su Ayırıştırıcıları)..... | 25 |
| 2.4. Dağıtım Sistemi | 25 |
| 2.4.1. Ana Dağıtım / Karışım Manifoldu..... | 25 |
| 2.4.2. Kokpit Havası Dağıtım Sistemi | 26 |
| 2.4.3. Yolcu Kompartımanı Hava Dağıtım Sistemi..... | 27 |
| 2.5. Akış, Isı ve Nem Kontrol Sistemi | 27 |
| 2.5.1. Akış Kontrol ve Kesme Valfi (Flow Control And Shutoff Valf) | 27 |
| 2.5.2. Isıl Hissetme Üniteleri (Thermal Sensing Units)..... | 28 |
| 2.5.3. Pack Sıcaklığı Kontrol Ünitesi (Pack/Zone Temperature Controller) | 30 |
| UYGULAMA FAALİYETİ | 32 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | 33 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-3 | 34 |
| 3. BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ | 34 |

| | |
|---|----|
| 3.1. Basınçlandırma Kontrolleri (Sistemi) | 34 |
| 3.1.1. Aft Outflow Valf | 36 |
| 3.2. Kumanda ve Gösterge Kumandaları | 36 |
| 3.2.1. Basınç Kontrolcüsü (Pressure Controller) | 36 |
| 3.2.2. Kontrol Paneli | 37 |
| 3.3. Emniyet Valfleri..... | 38 |
| 3.3.1. Safety Relief Valve..... | 38 |
| 3.3.2. Negative Relief Valve..... | 39 |
| 3.4. Emniyet ve Uyarı Aygıtları..... | 41 |
| 3.4.1. Kabin Yükseklik Uyarı Sistemi | 41 |
| 3.4.2. Otomatik Arıza İkazı | 41 |
| UYGULAMA FAALİYETİ | 43 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | 45 |
| MODÜL DEĞERLENDİRME | 46 |
| CEVAP ANAHTARLARI | 48 |
| KAYNAKÇA | 50 |

AÇIKLAMALAR

| | |
|--|---|
| KOD | 525MT0217 |
| ALAN | Uçak Bakım |
| DAL/MESLEK | Uçak Gövde Motor Teknisyenliği |
| MODÜLÜN ADI | Pnömatik Sistemler |
| MODÜLÜN TANIMI | Uçağın pnömatik sistem bakımını yapabilme becerisi kazandıran öğrenme materyalidir. |
| SÜRE | 40/32 |
| ÖN KOŞUL | |
| YETERLİK | Pnömatik sistemlerin bakımını yapmak |
| MODÜLÜN AMACI | Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde pnömatik sistemin bakımını yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Aircraft Maintenance Manuel (AMM) ve ATA 36'ya göre hava kaynaklarının bakımını yapabileceksiniz.2. Aircraft Maintenance Manuel (AMM) ve ATA 21'e göre klima sisteminin bakımını yapabileceksiniz.3. Aircraft Maintenance Manuel (AMM)'e göre basınçlandırma sisteminin bakımını yapabileceksiniz. |
| EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI | Ortam: Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, internet ortamı vb. öğrencinin kendi kendine veya grupta çalışabileceği tüm ortamlar Donanım: Televizyon, vcd, dvd, tepegöz, projeksiyon cihazı, bilgisayar ve donanımlar, üretim materyalleri vb. |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir. |

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modülün amacı, sizleri pnömatik sistemler hakkında bilgi sahibi yapmaktır. Bir çalışmada ön bilginin olması siz öğrencilere öz güven sağlayacaktır.

Günümüz teknolojisi sürekli kendisini yenilemektedir. İşte burada eğitici olarak bizlere görev düştüğü kadar, siz öğrencilere de uygulayıcı olarak görev düşmektedir. Uçak sistemlerini öğrenmek ve bunları en iyi şekilde uygular duruma gelmek asıl hedefiniz olmalıdır.

Uçak motor teknisyenliği önü gelişmeye açık en önemli mesleklerden biridir. Mesleğinizde başarılı olabilmek için çok çalışmak ve teknolojik gelişmeleri takip etmek zorundasınız.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bakım dokümanları (AMM)nda belirtildiği şekilde pnömatik sistem işlemlerinde hava kaynaklarının bakımını yapabileceksiniz.

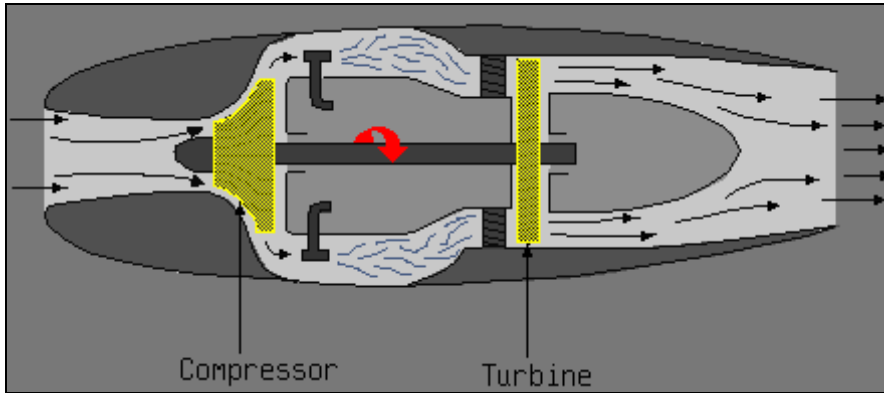
ARAŞTIRMA

- Uçak üzerinde hava kaynaklarını araştırınız.
- Çevrenizdeki işletmelerden bakım dokümanları temin etmeye çalışınız.
- Gösterge ve uyarı sistemleri hakkında bilgili kişilerden yardım alınız.

1. HAVA KAYNAKLARI

1.1. Motor

Sistemin ihtiyacı olan hava, uçuşta veya taksi işlemleri sırasında, motorun çalıştığı durumlarda kompresör kademelerinden sağlanır. Hava, kompresör kademelerinden, motor üzerine takılmış kumanda komponentleri ile alınır.



Şekil 1.1: Kompresör ve türbin kademeleri

1.2. APU

APU uçak sistemlerine elektrik ve hava temin eden yardımcı bir kaynaktır. Uçaklarda yangın geçirmeyen basınçsız bir bölgededir.

APU ana kısımlarından bir tanesi de kompresördür. Hava, kompresörden çekilir. Yanma odasından türbine basılır. Havanın yanma odasında yanarak genişmesi neticesinde meydana gelen enerji türbini, aynı şafta bağlı kompresörleri ve dişli kutusundaki dişli grubunu çevirir.

1.3. Haricî Yer İkmal Kaynağı (Ground Card)

Motor bleedlerinden veya APU bleedlerinden faydalanmıyorsak motor çalıştırma işleminin yapılmasını sağlamak amacıyla haricî bir hava kaynağından yararlanmak gerekir. Haricî hava kaynağı motor startında yer servis bağlantısı yapılarak sağlanır. Motor startı esnasında haricî hava kaynağını devreye koymadan önce aşağıdaki işlemlerin yapılması gerekir.

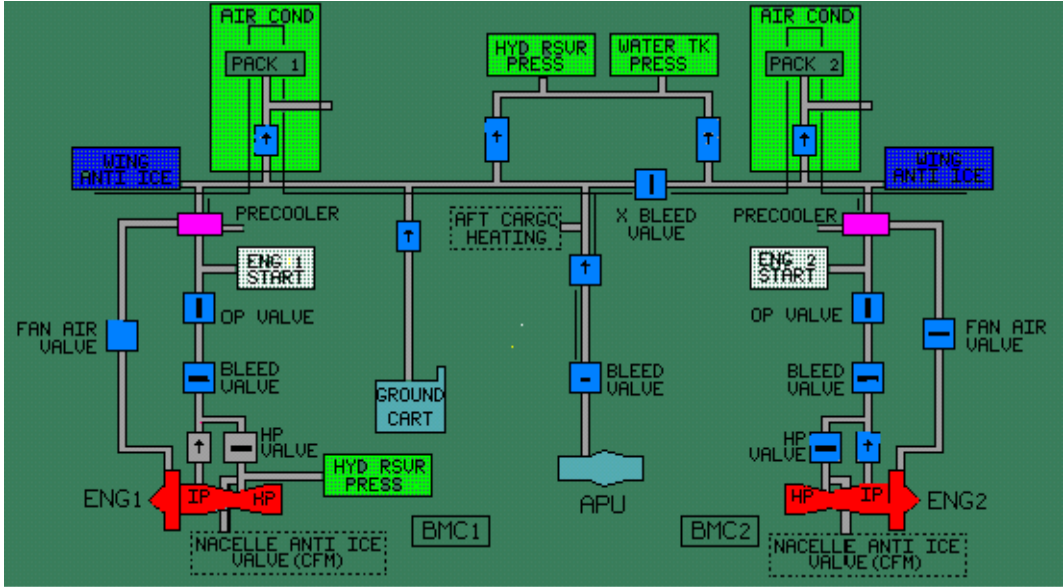
- Haricî hava kaynağının maksimum hava basıncı 60 PSI'yi geçmemelidir.
- Havanın maksimum sıcaklığı 450 °F/ 232 °C'yi geçmemelidir.
- Uçuş kompartmanı baş üstü paneldeki pack siviçler off pozisyonunda olmalıdır (B737). Bazı modern uçaklarda pack siviçleri off yapmadan da otomatik olarak packler kapanır.



Resim 1.1: Haricî yer ikmal kaynağı

1.4. Depolar

Pnömatik sistemin çalışması için gerekli olan havayı depo eder. Sistemde meydana gelebilecek kaçakların karşılanabilmesi için bir miktar fazla havayı alabilecek hacimde imal edilmişlerdir. Aynı zamanda sistemde dönen havaya yer temin ederler. Uçak ve sistem özelliklerine göre depoların yapıları farklıdır. Yerleşim yerleri uçak sistemi ve çeşitlerine göre farklılık gösterir. Üzerinde ısı hissedicileri seviye göstergileri hava ve basınç boşalma muslukları bulunur.



Şekil 1.2: A-320 uçağında pnömatik sistem şeması

1.5. Basınç ve Sıcaklık Kumandaları

Bu elemanlar, havayı motor kompresör kademelerinden alıp gerekli ayarlamaları yaptıktan sonra dağıtım hatlarına gönderir. Sistem yüksek kademe valfi (high stage valf), basınç regülatörü ve kesme valfi (pressure regulator and shutoff valf) ve ön soğutucudan (precooler) oluşur.

Motor bleed havasının normal kaynağı, yüksek basınç kompresörlerinin düşük (bazı uçaklarda orta) basınç kademesinden sağlanır. Motorun düşük devirlerinde orta basınç kademesinin basıncı pnömatik sistem için yetersiz olacağından yüksek basınç kademesi çıkışındaki yüksek kademe valfinin açılmasıyla sistemi besler. Düşük veya orta basınç kademesi üzerindeki check valf, ters akışı önler. Basınç regülatörü ve kesme valfi, bir regülatör ile pnömatik kontrollüdür. Valf motor bleed kademelerinden alınan havanın basıncını 45 PSI'ya ayarlar. Aşırı sıcaklık sivici, ön soğutucu çıkış sıcaklığı 254 °C ulaştığında baş üstü panelindeki bleed trip off (amber) lambasını yakar. Lambanın yanmasıyla birlikte engine bleed valf de otomatik kapanır.

Ön soğutucu, fandan gelen soğuk hava ile çıkış sıcaklığını ayarlar. Ön soğutucu çıkışındaki bir sensör almış olduğu ısı değerine göre ön soğutucu kontrol valfini modülasyonlu olarak çalıştırarak fandan gelen havanın akışını düzenler.

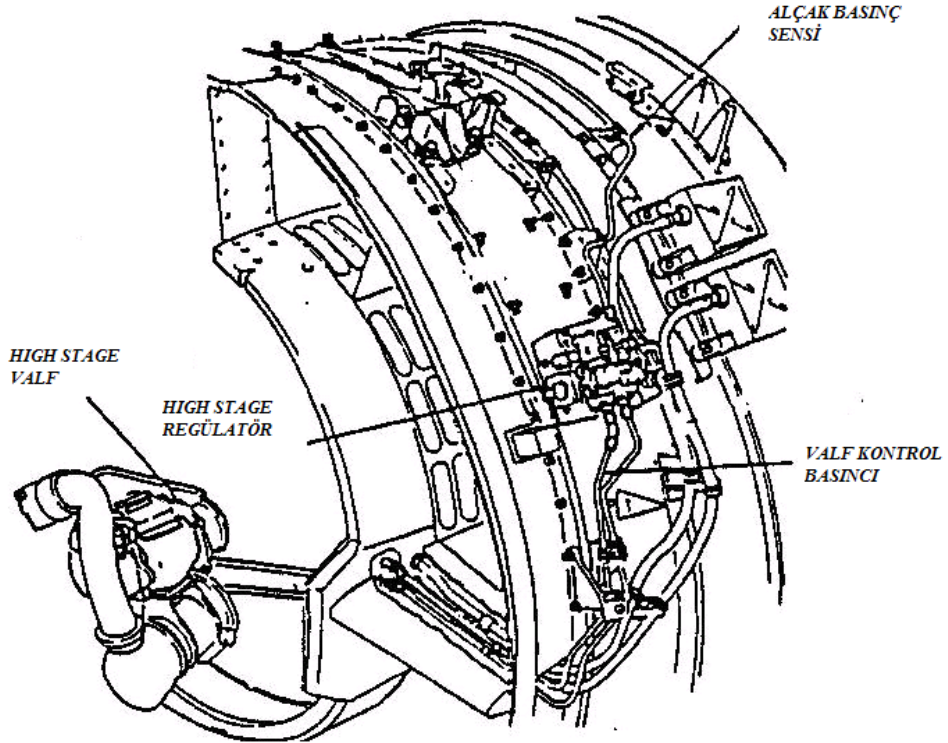
1.5.1. Check Valf

Motorun yüksek basınç kompresörlerinin düşük basınç bleed çıkışında olup yüksek basınç kademesi devreye girdiğinde havanın ters akışına mani olur. Valfin üzerinde hava akış yönünü gösteren bir gösterge ve valf iki yarım daire kelebekten oluşmuştur.

1.5.2. High Stage Valf ve Regülatörü

Motorun yüksek basınç bleed çıkışında olup motorun düşük devirlerinde yeterli hava akışını sağlar. High stage valf'nin kendine ait bir regülatör tarafından çalışması denetlenir.

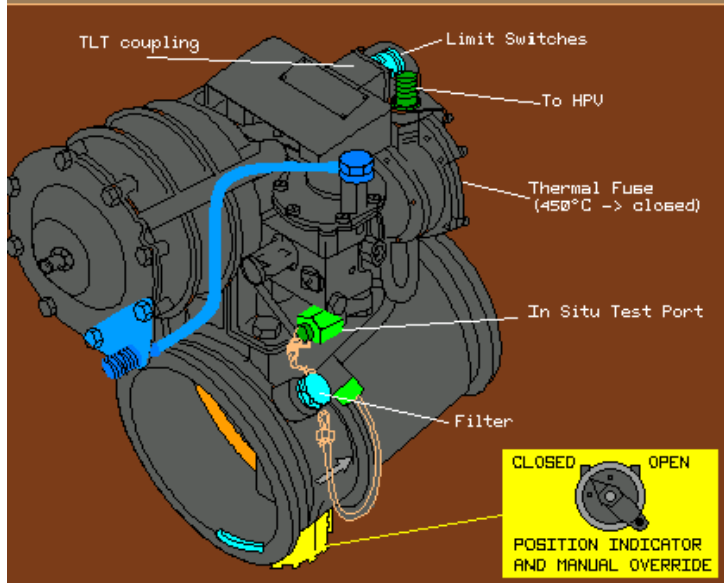
High stage valf normalde yay yüklü kapalıdır. Pnömatik kontrollü ve pnömatik çalışır. Valfin üzerinde açık veya kapalı olduğunu gösteren bir pozisyon indikatörü vardır.



Şekil 1.3: High stage valf ve regülatörün yeri

1.5.3. Basınç Regülatörü ve Kesme Valfi (Pressure Regulator ve Shut Off Valf)

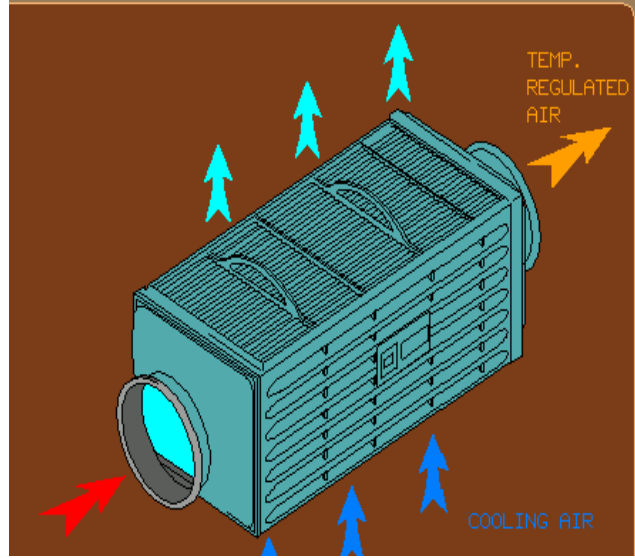
Bu valf, uçuş kompartımanı baş üstü paneldeki bir şalter ile kontrol edilir. Elektrikli kontrollü pnömatik çalışır. Valfin girişindeki bir porttan hava bleed air regülatör içindeki basınç anahtarına ve referans pressure regülatöre gider. Eğer havanın basıncı 180 PSI'yi aşarsa aşırı basınç sivici kapanarak baş üstü paneldeki bleed trip off (amber) lambasını yaktırır. Reference pressure regülatör basıncı 24 PSI'ya ayarlar. Havanın basıncı 28 PSI'yi aşarsa relief valften atılır. Kilitleme selenoidin enerjienmesiyle basınçlı hava, pressure regülatör ve shut off valfin B haznesine yönelir ve valf açılır. Valfin çıkışındaki bir porttan hava C haznesine dolar. B ve C hazne basınçlarının değerine göre valf pozisyonlanır. Motor bleedlerinden gelen havanın basıncını 45 PSI'ya ayarlar. Termostat limit sıcaklığına geldiğinde üzerindeki portun pozisyonunu değiştirerek B haznesindeki havanın basıncını düşürerek valfi kapatmaya götürür.



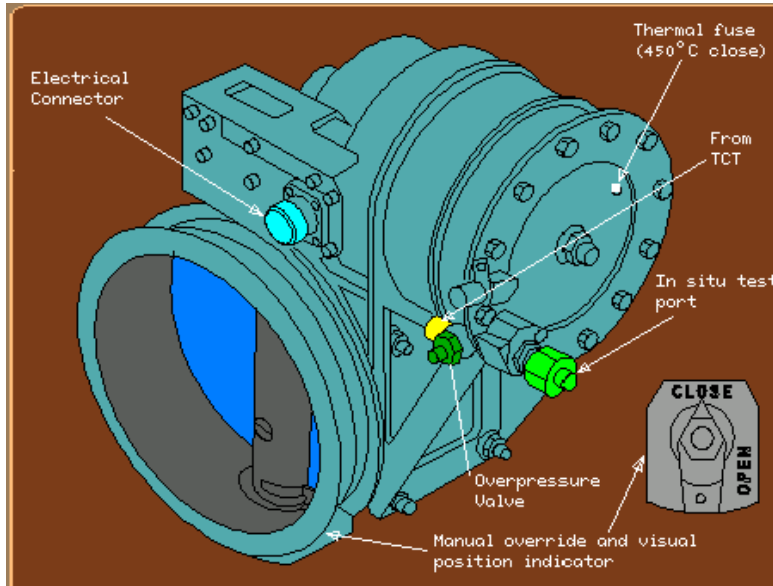
Resim 1.2: Basınç ayarlama valfi

1.5.4. Ön Soğutma Sistemi (Precooler System)

Motor bleed kademelerinden alınan havanın sıcaklığı yüksektir, pnömatik kullanıcılar için uygun sıcaklığa getirilmelidir. Bu nedenle soğutulması gerekir. Ön soğutucu havayı hava ile soğutmak amacıyla sisteme konmuştur. Ön soğutucu çıkış sıcaklığı arttığında kontrol valfinin devreye girmesiyle motor fanından gelen soğuk havanın bleed havasının belli sıcaklık limitleri arasında soğutulması sağlanır. Amaç bleed havasının sıcaklığını limitler içinde sisteme yönlendirmektir.



Resim 1.3: Ön soğutucu



Resim 1.4: Ön soğutucu kontrol valfi

Precooler kontrol valfi normalde açıktır. Tamamen pnömatik kontrollü pnömatik çalışır. Precooler kontrol valf precooler çıkışındaki sensörden almış olduğu ısı değerine göre çalışır. Valf motor fanına alınan soğuk havanın precoolere yönlendirilmesini sağlar. Motor fanından alınan soğuk havanın akışını kontrol eder.

1.5.5. Ayırma Valf (Isolation Valf)

Bu valf, uçuş kompartımanı baş üstü panelindeki bir şalter ile kontrol edilir. Elektrikli kumandalı motor kontrollüdür. 115 V AC güç ile çalışır. Valf, sağ ve sol pnömatik sistemi birbirine bağlar veya birbirinden ayırır. Valfin üzerinde açık kapalı olduğunu gösteren pozisyon indikatörü vardır. Bu valfe çapraz besleme valfi de denmektedir.

1.5.6. Pnömatik Havaşı Aşırı Sıcaklık Şalteri

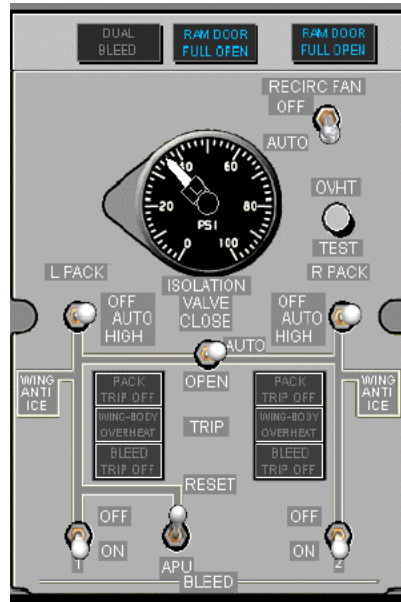
Pnömatik manifoldu ve sistem komponentlerini yüksek hava sıcaklıklarından korur. Her iki pnömatik boruya birer adet bu aşırı sıcaklık siviçleri yerleştirilmiştir.

1.6. Göstergeler ve Uyarılar

Sistem kumandaları baş üstü paneline yerleştirilmiştir. Kumanda paneli üç bleed şalterinden oluşmuştur. Bu şalterler motor 1 ve motor 2 ile APU bleedlerini kumanda eder. Panelde ayrıca uyarı lambaları, ayırma valf şalteri ve çift ibreli bir basınç göstergesi bulunur.

Her kumanda şalteri kendine ait olan basınç regülatörü ve kesme valfini kumanda eder. Bir motor ve APU bleed şalterinin açılmasıyla sistem bu iki kaynaktan beslenir ve kumanda panelinde bulunan DUAL BLEED lambası yanar.

Pnömatik sistemi boru basıncı, baş üstü panelindeki göstergeden görülür. Boru basıncını baş üstü paneldeki göstergeye PSI olarak gönderen basınç transmitter'i boru hattı üzerindedir.





Resim 1.5: Kontrol paneli ve göstergeleri

Panelde bulunan sağ ve sol pack Şalterleri ve sirkulasyon fanı Şalterleri kompartıman havalandırması için kullanılır. Pack lambaları ise pack'lerde meydana gelebilen hataları görüntüler. Panelde bulunan wing/body overheat lambası da sistem boru hatlarında aşırı bir kaçak olduğunu gösterir. Pnömatik sistemi besleyen borunun dışındaki havanın sıcaklığı ölçülerek sistem kaçakları tespit edilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulamaları işlem basamaklarını dikkate alarak yapınız.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">➤ 1 ve 2 nu.lı engine bleed siviçleri ile pressure and shut off valf kumanda ediniz.➤ İzolasyon valf anahtarı ile izolasyon valf'ini kumanda ediniz.➤ İzolasyon valf'nin sağ ve sol pnömatik sisteminin birbirine bağladığını görünüz.➤ Trip reset butonu ile sistemi reset ediniz. | <ul style="list-style-type: none">➤ İş önlüğü, eldiven ve gerektiği yerde koruyucu kulaklık ve gözlük takmadan çalışmayınız.➤ Aircraft Maintenance Manuel (AMM) ve ATA 21'i hazırlayınız.➤ Üzerinde çalışılan her sistem komponentine ikaz kartı takınız ve yapılan işlemi belirtiniz. <div data-bbox="777 795 1249 1143"></div> <div data-bbox="777 1156 1249 1508"></div> |

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi bir gösterge çeşididir?
 - A) Sıcaklık
 - B) Duman
 - C) İs
 - D) Sıvı
2. Pressure and shut off valf anahtarı hangi paneldedir?
 - A) Aletler paneli
 - B) Kaş hizası
 - C) An konsol
 - D) Baş üstü
3. Pressure and shut off valfe basıncı kaç PSI olarak ayarlar?
 - A) 40
 - B) 50
 - C) 24
 - D) 34
4. Bleed trip off lambası precooler çıkış sıcaklığı kaç dereceyi geçince yanar?
 - A) 154 °C
 - B) 99 °C
 - C) 254 °C
 - D) 524 °C
5. Precooler'in görevi nedir?
 - A) Motor bleedlerinden alınan havayı soğutmak
 - B) Kompresörü ısıtmak
 - C) Kargo bölgesini soğutmak
 - D) Hiçbiri
6. Pnömatik sistemin hava kaynağı aşağıdakilerden hangisi değildir?
 - A) Motor
 - B) APU
 - C) Hidrolik aküler
 - D) Graund card

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bakım dokümanları (AMM)nda ve ATA 21'e göre klima sisteminin bakımını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde uçak bakım sektöründe hizmet veren hangi kuruluşlar var? Araştırınız.
- Klima sistemleri hakkında çevrenizdeki işletmelerden doküman temin ediniz.
- İklimlendirme sistemleri hakkında kaynak kütüphanelerden bilgi toplayınız.

2. KLİMA İKLİMLENDİRME SİSTEMİ

2.1. Klima Sistemi (Air Conditioning)

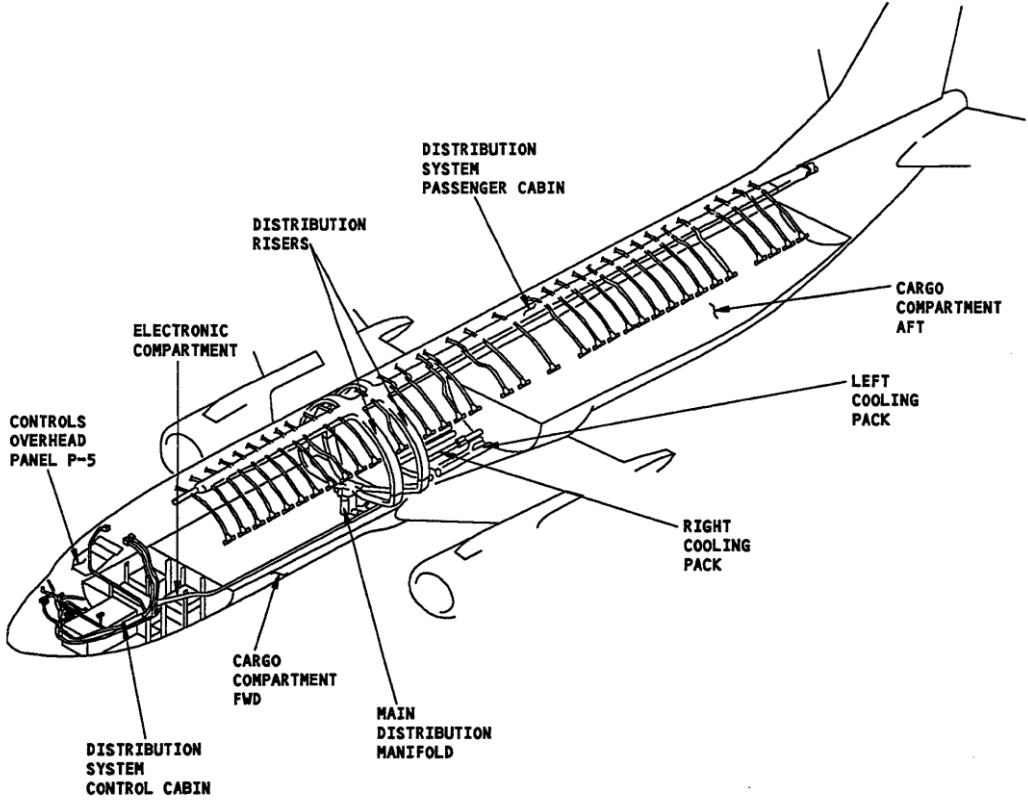
Pnömatik sistemde basıncı ve sıcaklığı ayarlanmış olan havayı pack valflere kadar getirmiştik. Bundan sonraki işlemlerimiz isteğe bağlı olarak yapılacak kumandalarla olacaktır. İklimlendirme veya çevre kontrol sistemi uçakta; sıcaklık ve nemi, yolcu ve uçuş ekibine, havanın kalite ve miktarını sağlamak ve düzenlemek amacı ile yerleştirilir. Ayrıca iklimlendirilmiş hava ilave donanımlarla uçağın basınçlandırılmasında da kullanılır.

Pnömatik sistemden gelen hava packlerde şartlandırıldıktan sonra soğuk olarak mix manifolda gönderilir. Mix manifolda ayrıca kompartımanlarda kullanılmış havanın tekrardan filtre edilmesiyle recirculation fanların emdiği hava da gelmektedir. Fanların görevi, mix manifolda kabin havasını tekrardan göndererek packlerin yükünü azaltmak ve yakıttan tasarruf etmektir.

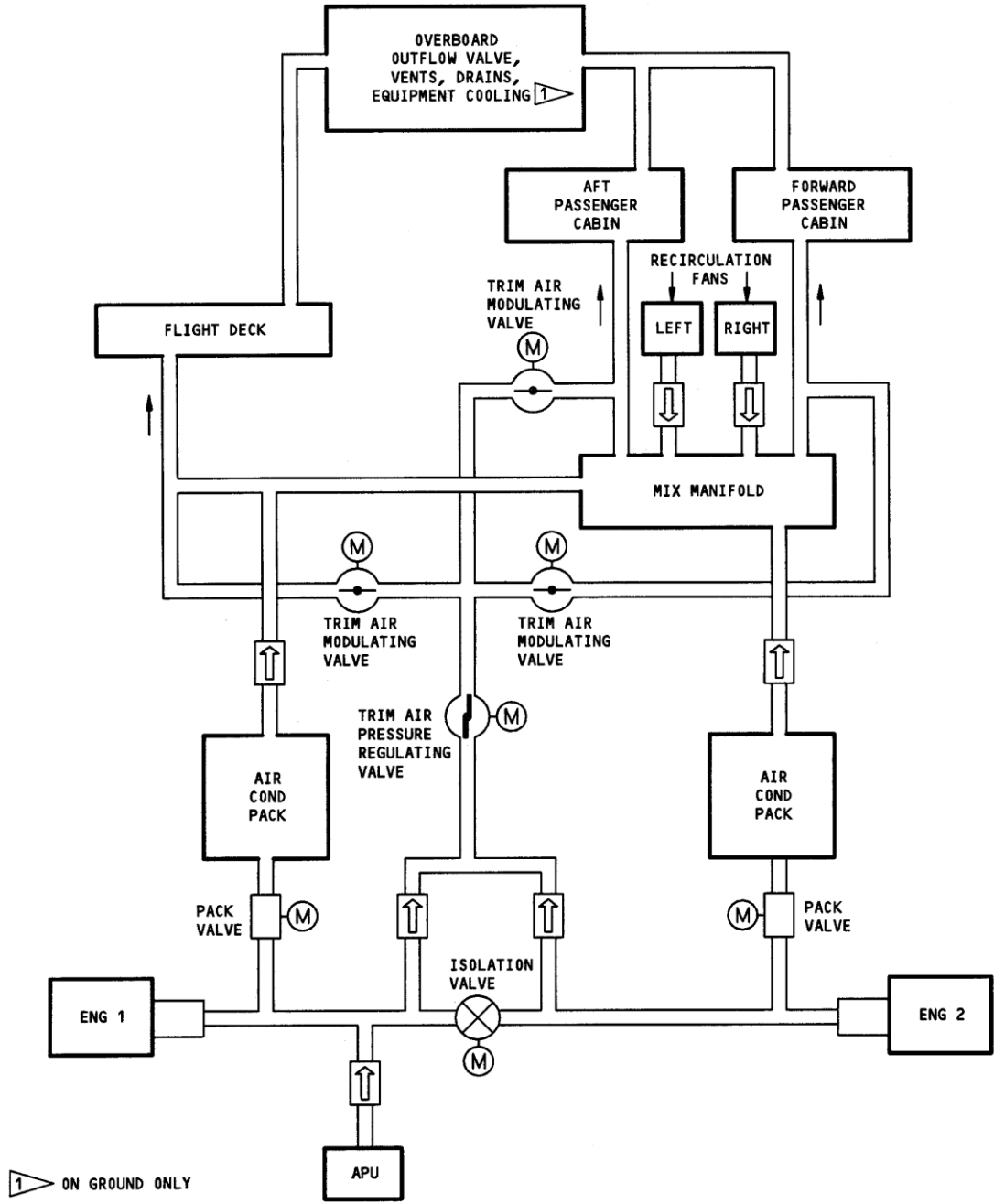
Mix manifold havası yolcu kompartımanına gönderilmiştir. Mix manifolda sağ pack havasının tamamı sol pack havasının % 81'i gider. Sol pack havasının % 19'u uçuş kompartımanına gider.

Yolcu ve uçuş kompartıman havasının sıcaklık kontrolünü baş üstü paneldeki kontrol düğmeleriyle verilen kumandalarla sağlar. Verilen kumanda her bir kompartımana ait trim air valflerin pozisyonuyla sağlanır. Valfler pack zone kontrollerden aldığı kumandaya göre çalışır.

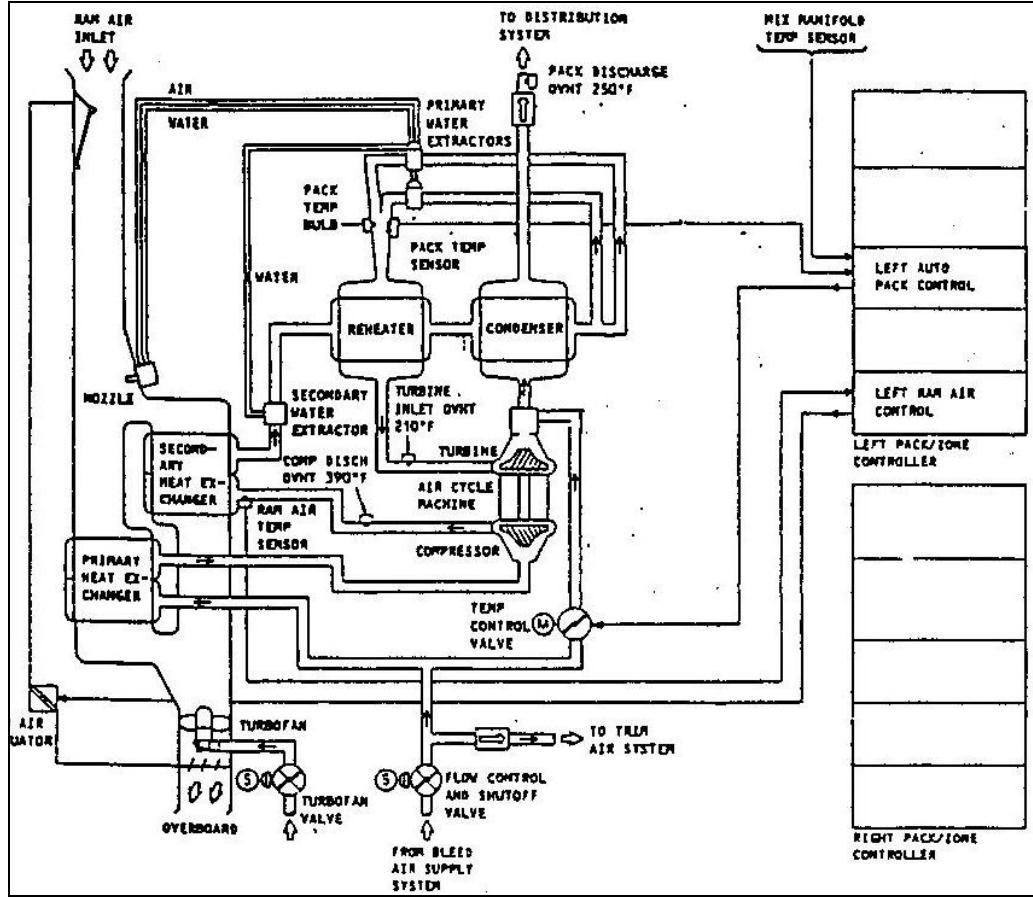
Kompartıman ve besleme boruları üzerindeki sıcaklık sensörleri buldukları yerin sıcaklığını kendi sistemini kontrol eden valflerin pozisyonu için ilgili pack zone kontrollere bildirir. Bulblar ise buldukları yerin sıcaklığını baş üstü paneldeki indikatörlere bildirir. Aşırı sıcaklık siviçleri buldukları yerin sıcaklıklarını ilgili valfleri kapatmak için ikaz amacıyla baş üstü paneldeki lambalara iletme görevi yapar.



Şekil 2.1: Hava koşullandırma sistemi genel yerleşim



Şekil 2.2: Basitleştirilmiş hava koşullandırma sistemi şeması



Şekil 2.3: Klima sistemi şeması

2.1.1. Soğutma

Pnömatik sisteminden gelen basınçlı sıcak hava, cooling pack adı verilen birimlerde soğutulur. Soğutma işlemi için sıcak hava, akış kontrol ve kesme valfinde (flow control and shut off valf) debisi ayarlandıktan sonra iki yolu takip eder. Bir yoldan birincil ısı değiştiriciye (primary heat exchanger) giderek ram air (uçanın hareketi ile oluşan hava akımı) sistemden gelen soğuk hava ile ısı değişimi yapılır. Primary heat exchanger'da bir miktar soğumuş hava dönüşüm makinesinin (air cycle machine) kompresör kademesinde sıkıştırılır. Sıkışan havanın basıncı ve sıcaklığı artar. Bu işlem türbin içerisinde daha etkin bir enerji dönüşümün sağlamak amacı ile yapılır.

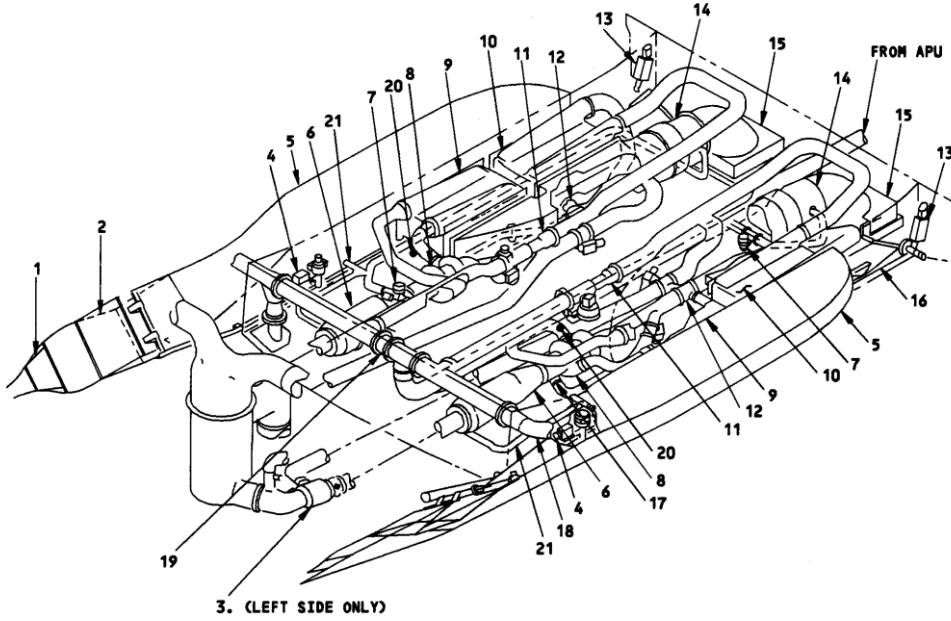
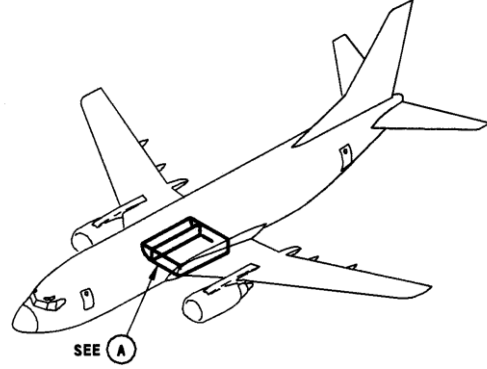
Kompresörden çıkan hava ikincil ısı değiştiriciye (secondary heat exchanger) giderek tekrardan ram air'den gelen soğuk hava ile soğutulur. Secondary heat exchanger'dan çıkan havanın nemi su ayırıştırıcı (water extractor) ve su separatörü (water separator) tarafından alınır. Soğutma esnasında oluşan fazla suyun sistemden alınmasının nedeni, düşük irtifa ve yüksek nem oranına sahip yerde çalıştırılması hâlinde zafiyet meydana getirir. Havanın bir miktar nemi alındıktan sonra tekrar ısıtıcı (reheater) ve yoğunlaştırıcıdan (condenser)

geçerek tekrardan water extractor tarafından nemi tamamen alınarak ACM'nin türbin kademesine gönderilir.

ACM türbin kademesinde havanın hızı artar ve basıncı düşer. Türbin kompresörü çalıştırarak düşük basınçlı havayı dış çevreden alır ve daraltılmış bir ağızdan dışarı atar. Bu durum, türbinde “fren” etkisi yapan kompresör üzerinde bir geri tepkimeye sebep olur ve yüklenmiş havanın ısısını alarak bir enerji dönüşümüne sebep olur. Daraltılmış bir ağızdan çıkan hava soğuyarak tekrardan yoğunlaştırıcıdan geçer.

Çok soğuk olan hava sistemde buzlanma meydana getirebilir. Pack/zone controller, pack ısı sensöründen (pack temperature sensor) almış olduğu ısı değerine göre ısı kontrol valf (temperature control valf)in pozisyonunu ayarlar ve türbin çıkışına sıcak havayı gönderir. Valf 115 V AC tek faz gerilim altında çalışır. Böylece türbin çıkışında çok soğuk olan hava ile karışarak pack çıkış sıcaklığını ayarlar ve mix manifolda gider. Türbin çıkışındaki havanın ısısının artmasıyla sistemde oluşabilecek buzlanmalar da önlenmiş olur.

1. RAM AIR INLET DEFLECTOR DOOR
2. RAM AIR INLET MODULATION PANEL
3. MIXING CHAMBER
4. WATER SEPARATOR 35°F CONTROL
5. RAM AIR DUCT
6. WATER SEPARATOR
7. TURBOFAN VALVE
8. AIR CYCLE MACHINE
9. SECONDARY HEAT EXCHANGER
10. PRIMARY HEAT EXCHANGER
11. PACK VALVE
12. MIX VALVE
13. RAM AIR ACTUATOR
14. TURBOFAN
15. RAM AIR EXHAUST DUCT
16. RAM AIR MODULATION SYSTEM CONTROL CABLES
17. WATER SEPARATOR 35°F CONTROL VALVE
18. PNEUMATIC SUPPLY DUCT
19. ISOLATION VALVE
20. RAM AIR TEMPERATURE SENSOR
21. WATER SPRAY INJECTOR SYSTEM



A

Şekil 2.4: Soğutma ekipmanı

2.1.2. Isıtma

Isıtma sistemi, yolcu kabini ve kargo kompartımanları için gerekli olan sıcak havayı temin eder. Isıtma işlemi, şartlandırılmış hava ve bir boru hattı kullanımı ile gerçekleştirilir. Kabin baş üstü dağıtım hattından geçirilen şartlandırılmış hava yolcu kompartımanını ısıtır. Kargo kompartımanları ise yolcu kabininden gelen havanın kargo yan panellerinin dışından geçirilmesi ile pasif olarak ısıtılır.

➤ **Kokpit ve yolcu kompartımanı ısıtması**

Kokpit havasının ısıtılması ya da soğutulması işlemleri, sıcaklık kontrol sistemince belirlenen kumandalarla sağlanır. Ayarlanmış hava, kokpitte bulunan çıkışlardan çıkarak kompartıman havası sıcaklığı istenilen seviyeye gelir.

Yolcu kompartımanının ısıtılması kokpitten bağımsız olarak baş üstü dağıtım hattı üzerinden gerçekleşir. Şartlandırılmış hava, yolcu kompartımanı yan duvarları üzerinde bulunan çıkışlardan kabine girer. Pack havası sıcaklığının ayarlanması ile kabin sıcaklığı da belirlenmiş olur.

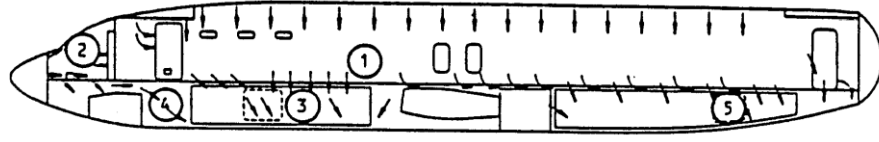
➤ **Kargo kompartımanı ısıtması**

Kompartımanın ısıtılması, yolcu kompartıman havası ve ekipman soğutma sistem havasının kompartıman çevresi boyunca geçirilmesiyle yapılır.

Yolcu kompartıman havası yolcu kompartıman alt yan duvar menfezlerinden geçer. Bu hava, kargo kompartımanının yan duvarlarını yalayarak geçer ve kompartımanın ısıtma havası olarak kullanılır. Ekipman soğutma fanlarıyla (Equipment cooling blower) sağlanan hava, uçak havada iken yine ön kargo kompartıman altından geçerek ısıtma havası olarak kullanılır.

Uçak basınçsız ve yerde iken ekipman soğutma fanlarıyla borular içinden geçen hava çekilir. Bu hava otomatik akış kontrol valfinin açık olması sebebiyle gövde altındaki bir egzoz porttan dışarı atılır.

Uçak hava modunda iken, otomatik akış kontrol valfi farklı basınçtan dolayı kapanır. Valfin kapanmasıyla kargo kompartımanından alınan hava karışım manifolduna gönderilir.



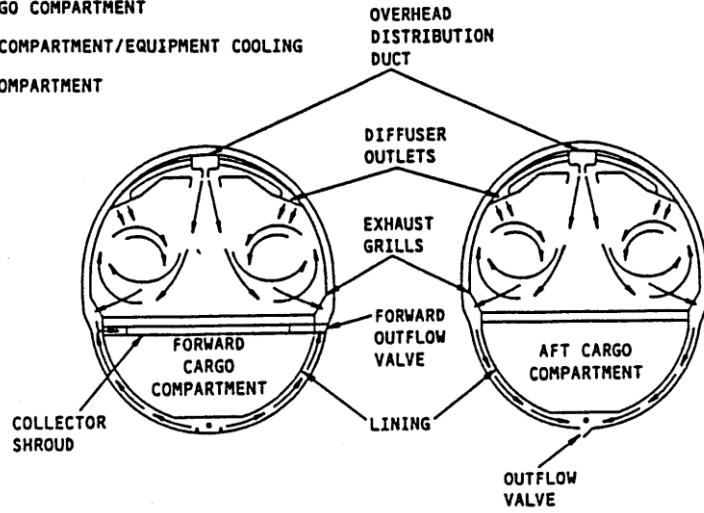
① PASSENGER COMPARTMENT

② FLIGHT COMPARTMENT

③ FORWARD CARGO COMPARTMENT

④ ELECTRONIC COMPARTMENT/EQUIPMENT COOLING

⑤ AFT CARGO COMPARTMENT



Şekil 2.5: Kompartıman ısıtması

2.2. Hava Sirkülasyonu

Koşullandırılmış hava iki adet dönüşüm sistemi sayesinde temin edilir. Ayrıca bu sistemler hava içerisindeki nemi su ayırıcıları ile ayırır. Bu dönüşüm sistemlerine ait ekipman, uçağın merkez hattının her iki tarafında; alt tarafındaki kompartımana yerleştirilmiştir. Her bir dönüşüm sistemi girişinde havanın debisi akış kontrol ve kesme valfinde (flow control and shutoff valve) ayarlanır. Sistem; bir birincil ısı değiştiricisi, bir ikincil ısı değiştiricisi, pack sıcaklık kontrol valfi, şartlandırılmış hava çek valf, bir yardımcı pack sıcaklık kontrol valfi, su ayırma sistemi ve bir hava dönüşüm makinesinden meydana gelmiştir.

Isı değiştiricilerinde pnömatik sistemden gelen hava ram havası sistemi ile soğutulur. Hava dönüşüm makinesi bir türbin ve bir kompresör kademesinden oluşmuştur. Hava, yüksek basınç su ayırma sistemini geçtikten sonra türbin kademesine gelir ve enerjisini hava dönüşüm makinesine iletir.

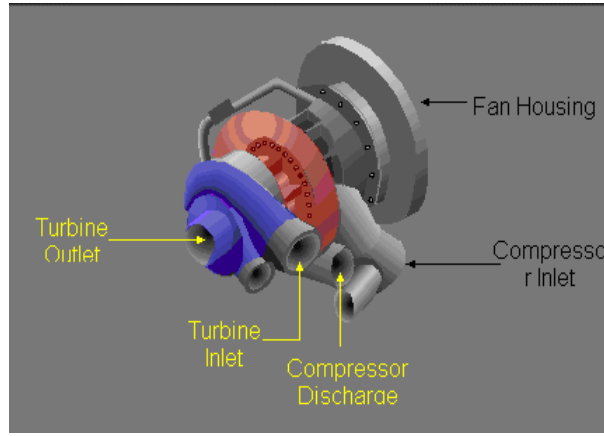
2.2.1. Birincil Isı Değiştiriciler (Primary Heat Exchangers)

Pnömatik sistem havasının ilk kez soğutulduğu birincil ısı dönüştürücüsü, ters akışlı kanatçık tip bir soğutucudur. Sıcak hava, ısı dönüştürücüsünün arka iç tarafından girer.

Burada ram havası ile soğutulan hava, dönüşüm makinesinin kompresör kademesine girer. Her iki dönüşüm sisteminde sadece birer adet birincil ısı dönüştürücüsü bulunur.

2.2.2. Hava Dönüşüm Makinesi (Air Cycle Machine) (ACM)

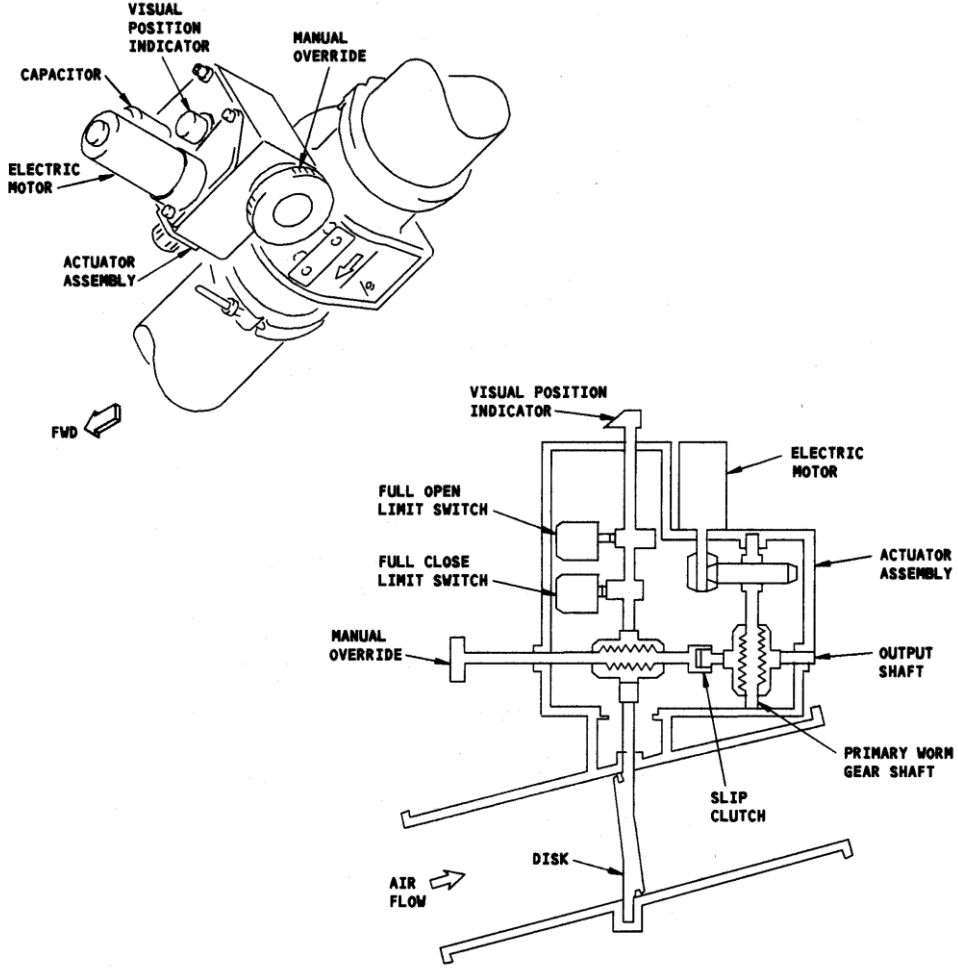
Bu dönüşüm makinesi tek şaft üzerinde bulunan türbin ve kompresör kademelerinden oluşmuş olup hava basıncı ile tahrik ettirilen bir hava motorudur. ACM havayı hızlı bir şekilde soğutur. Yataklar üzerine yerleştirilmiş olan şaft yaklaşık 35,000 devir/dakika döner. Makinenin üzerinde bir görsel gösterge (sight gage) ve bir manyetik tapa (magnetic plug) bulunur. Ünitenin yağ miktarı görsel gösterge üzerinden, olabilecek metal parçaları da manyetik tapa üzerinden belirlenir.



Şekil 2.6: Air cycle machine

2.2.3. Pack Sıcaklık Kontrol Valfi (Pack Temperature Control Valve)

Pack sıcaklık kontrol valfi, bir akış gövdesi ve bir çalıştırıcıdan oluşmuştur. Valf el ile açılabilir ve kapanabilir. Bu işlem için el ile çalıştırma düğmesinin çevrilmesi gerekir. Pack/zone controller'den alınan sinyallere uygun olarak çalışan bu valf, sıcak pnömatik sistem havasını ayarlı olarak hava dönüşüm makinesinin türbin çıkışına verir. Böylece çok soğuk olan türbinden sonraki boru hatlarında buzlanma sorunu ortadan kaldırıldığı gibi pack çıkışı esas sıcaklık ayarı da gerçekleştirilmiş olur. Valf, 115 V AC tek faz gerilim altında çalışır.



Şekil 2.7: Pack sıcaklık kontrol valfi

2.2.4. Yardımcı Pack Sıcaklık Kontrol Valfi

Yardımcı pack sıcaklık kontrol valfi, elektriksel ve pnömatik olarak kontrol edilip pnömatik olarak çalışır. Bu valf; bir motor, iki adet servo, referans basıncı regülatörü, pnömatik çalıştırıcı ve görsel pozisyon indikatöründen meydana gelmiştir.

Eğer yoğunlaştırıcıda buz oluşumu başlarsa yoğunlaştırıcının girişi ve çıkışı arasındaki basınç farkındaki değişim hissedilir ve valfin içindeki servolar sayesinde valf çalıştırılır. Yoğunlaştırıcıya sıcak hava gönderilerek buz çözülür.

2.2.5. İkincil Isı Değiştiricisi (Sekondary Heat Exchanger)

İkincil ısı değiştiricisi, birincil ısı değiştiricisi ile benzer yapıdadır. İkincil ısı değiştiricisi, diğer ısı değiştiricisinin önüne yerleştirilmiştir. Hava dönüşüm makinesinin kompresör çıkışı, doğrudan ikincil ısı dönüştürücüsünün girişine bağlıdır. Isı değiştiricisinin çıkışındaki hava, yüksek basınç su ayırıştırıcısına gider.

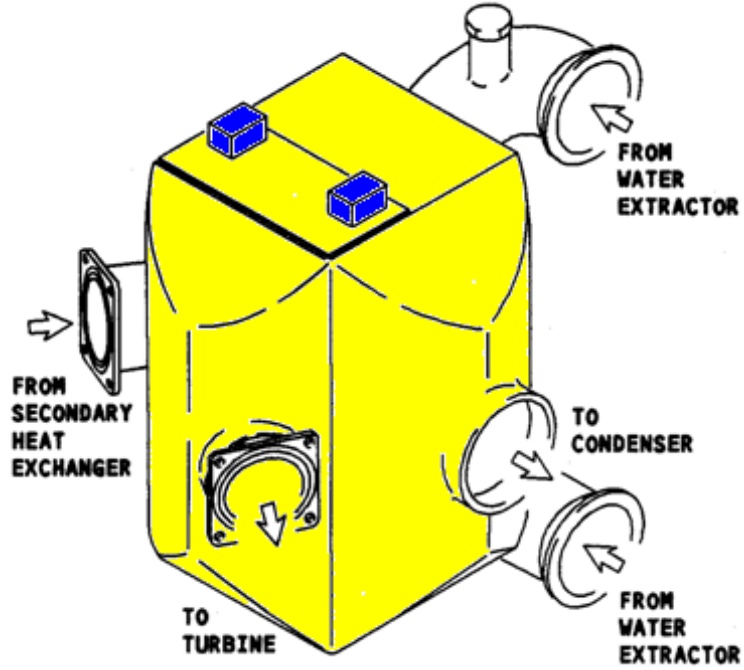
2.3. Nem Dönüşüm Sistemi

2.3.1. Yüksek Basınç Su Ayırıştırma Sistemi (HPWS)

Yüksek basınç su separatör sistemi tekrar ısıtıcı, yoğunlaştırıcı, su ayırıştırıcılar ve ayırıştırıcı borularından oluşur. Bu ekipmanlar pack yuvasında, hava dönüşüm makinesinin önünde bulunur. Tekrar ısıtıcı, yoğunlaştırıcı ve su ayırıştırıcılar tek bir ünite olarak sisteme takılır ve bu ünite high pressure water separator (HPWS) olarak bilinir. Ünitenin montaj kolaylığı için tüm donatım bir çerçeve içerisine yerleştirilmiştir. Yüksek basınç su sökücüsünün kullanım amacı hava dönüşüm makinesinin türbin kademesine girmekte olan havadaki suyu almaktır. Bu tasarım, hava sıcaklığının 0°C altına düşmesini kolaylaştırır.

2.3.2. Tekrar Isıtıcı (Reheater)

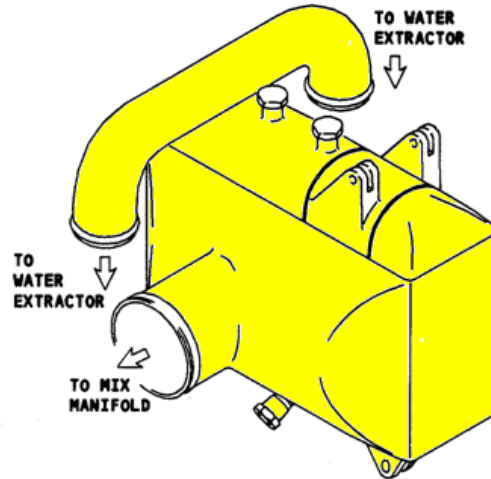
Tekrar ısıtıcı, kanatçıklardan oluşmuş bir ısı değiştiricisidir. Tekrar ısıtıcının temel görevi, hava dönüşüm makinesinin verimini artırmaktır. Su ayırıştırıcı borusunu terk eden hava tekrar ısıtıcının birinci geçişine ait girişine gider. Bu hava, ikinci geçişi üzerinden akmakta olan; su ayırıştırıcılarından gelen havayı bir miktar ısıtır. Tekrar ısıtıcının birinci çıkışının yoğunlaştırıcıya; ikinci çıkışının da hava dönüşüm makinesinin türbin kademesi girişine bağlı olması türbinde olabilecek buzlanmayı engeller.



Şekil 2.8: Tekrar ısıtıcı

2.3.3. Yoğunlaştırıcı (Condenser)

Yoğunlaştırıcı basit olarak kanatçıklı bir ısı değıştiricisidir. Yoğunlaştırıcı, hava dönüşüm makinesinin türbin çıkışından gelen soğuk havayı kullanarak tekrar ısıtııcıdan gelen havayı soğutur. Bu soğuma sonucunda hava içindeki nem yoğunlaşır ve bu nem su ayırıştırıcıları tarafından toplanır.

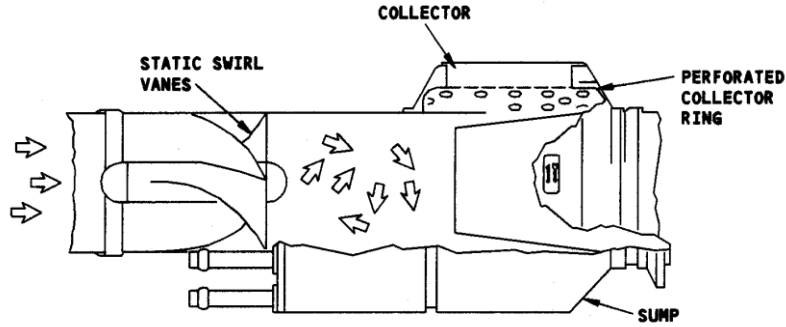


Şekil 2.9: Yoğunlaştırıcı

2.3.4. Water Extractors (Su Ayrıştırıcıları)

Su ayrıştırıcıları, içlerinde bulunan kanatçıklarla havayı dağıtır ve havadan ayrılan suyu bir kolektörde toplar. Kanatçıklar, havanın kendi hızıyla dönmesini sağlar. Bu dönü sırasında oluşan merkezkaç kuvvetleri suyu havadan ayırır.

Ayrılan su, toplama manifolduna iletilir. Manifoldda biriken su ram havası kanalına püskürtülerek ısı değıştircilerde soğutma verimini artırır.



Şekil 2.10: Su ayırıcı

2.4. Dağıtım Sistemi

Hava koşullandırma dağıtım sistemi şartlandırılmış olan havayı yollar ve uçuş kompartımanlarına dağıtır. Bu hava; yolcu kompartımanı içindeki çıkışlardan kabine verilir. Dağıtım işlemi, ana dağıtım hattı ile başlar. Bu dağıtım hattı yolcu kompartımanı ve uçuş kompartımanı havalarını birbirinden ayırır. Kokpit havası, dağıtım hattı şartlandırılmış havayı sol pack ana dağıtım hattından alır. Hava, kokpitte çeşitli yerlerde konumlandırılmış olan çıkışlardan kompartımana çıkar. Yolcu kompartımanı havası ana dağıtım hattından alınır ve doğrudan çıkış uçlarına gönderilir.

2.4.1. Ana Dağıtım / Karışım Manifoldu

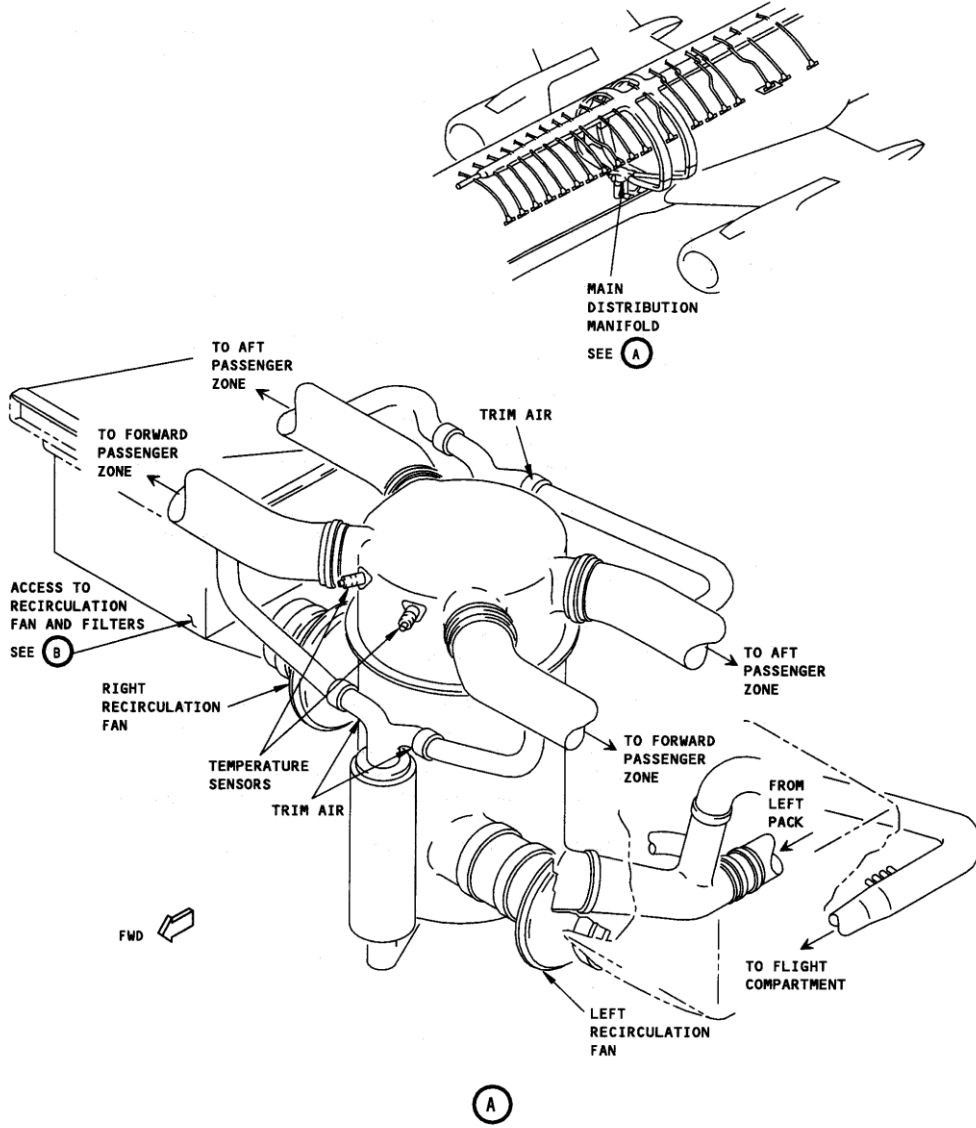
Ana dağıtım hattı, pack'lerden gelen havanın sirkülasyon havası ile karıştığı yerdir. Bu hat, bir yer servis bağlantısı ve iki sirkülasyon fanı taşır. Ayrıca bu manifold sensörler, indikasyon hissedicileri ve aşırı ısı sivici ile donatılmıştır.

Ana dağıtım manifolduna giren besleme boruları ve manifolddan çıkan dağıtım hatları kokpite ve yolcu kompartımanına hava sağlamak için konumlandırılmıştır. Bu manifold bir pack çalışmazken diğer pack'in tüm sistemi karşılamaını sağlar.

Karışım manifoldu, ön kargo kompartımanı arka duvarı gerisindeki basınçlı alana yerleştirilmiştir. Uçak hava koşullandırma sistemi çalışmadığı zamanlarda kabine hava gönderebilmek için yer beslemeleri kullanılır. Karışım manifolduna haricî hava girişi sağlamak için manifold altına bir yer servis bağlantısı konulmuştur. Sistem kendi havası ile

çalışırken koşullandırılmış havanın servis bağlantısından kaçmasını önlemek için bağlantı hattı üzerine bir çek valf yerleştirilmiştir.

Sirkülasyon fanlarında uçak içi havalandırmayı sağlamak için filtreler ve çek valf kullanılır.

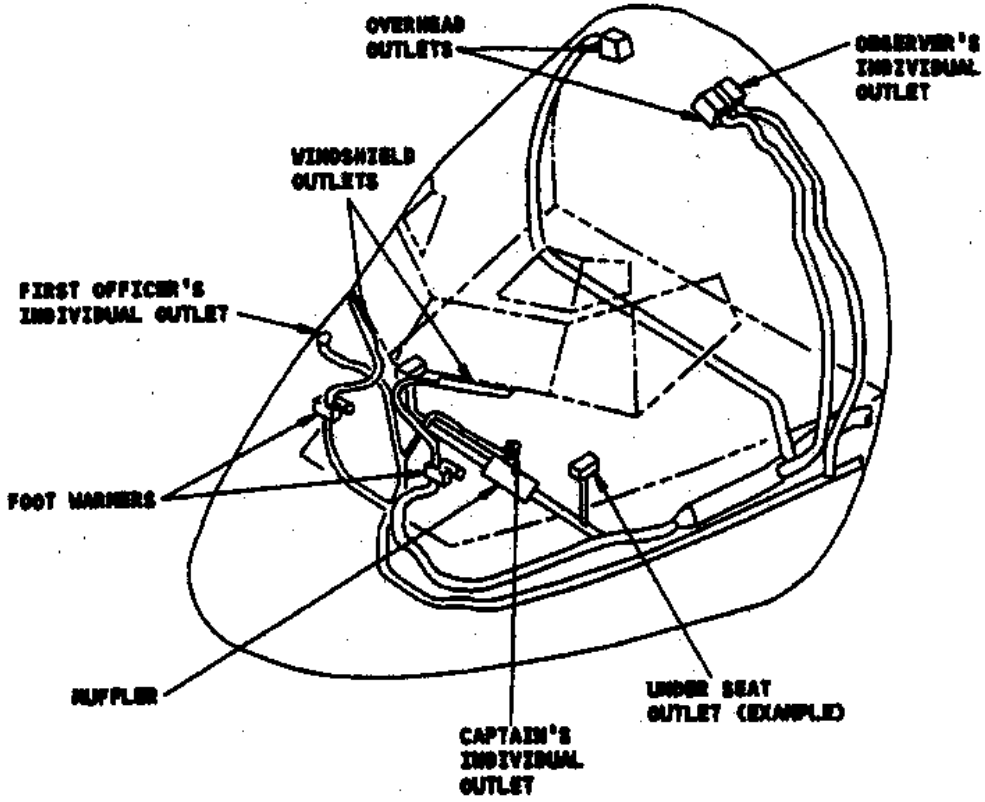


Şekil 2.11: Mix manifold ve uçaktaki yeri

2.4.2. Kokpit Havası Dağıtım Sistemi

Kokpit şartlandırılmış hava dağıtım sistemi, bir seri boru hattından meydana gelir. Bu boru hatları havayı sol pack'ten alıp zemin yapısı içerisine geçirerek kokpite ulaştırır. Hava,

tavan ve taban üzerine yerleştirilmiş olan çıkış ve egzozlardan dışarı çıkan ve taban yakınlarında bulunan menfezlerden kokpiti terk eder.



Şekil 2.12: Kokpit havası dağıtım yerleri

2.4.3. Yolcu Kompartmanı Hava Dağıtım Sistemi

Yolcu kompartmanı hava dağıtım sistemi, ana dağıtım manifoldu, dağıtım boru donatımı, aktarma boruları, baş üstü dağıtım manifoldu ve çıkışlardan oluşur. Koşullandırılmış hava, karışım manifoldunu aktarma boruları üzerinden geçerek terk eder. Bu boru, hatları doğrudan baş üstü dağıtım manifolduna iletir. Yan duvar panelleri ve tavan panelleri üzerinde bulunan çıkışlar sayesinde hava kompartmanına ulaşır. Kabine gelen hava alt yan duvar panellerinde bulunan menfezlerden geçerek buradan ayrılır.

2.5. Akış, Isı ve Nem Kontrol Sistemi

2.5.1. Akış Kontrol ve Kesme Valfi (Flow Control And Shutoff Valv)

Bu valf, uçuş kompartmanı baş üstü panelindeki pack şalterleri ile kumanda edilir. Valf; elektrikli kontrollü olup pnömatik olarak çalışmaktadır. Valf, pnömatik sisteminden gelen havanın debisini belirli bir değere ayarlar. Valfin üzerinde A, B, C solenoidleri vardır.

Akış durumuna göre bu solenoidler enerjilenir. Valf kelebek tipte olup üzerinde görsel bir pozisyon indikatörü bulunur.

➤ **Normal akış**

Pack şalterin pozisyonu oto ise valf normal akışını uygular. Valfin akış miktarı deniz seviyesinde dakikada 55 libre'dir.

➤ **Yüksek akış**

Pack şalterin pozisyonu high ise valf yüksek akış programını uygular. Valf yüksek akış programında deniz seviyesinde dakikada 105 librelilik akış sağlar. Uçak yerde iken yardımcı güç kaynağından hava alınıyorsa valf yüksek akış programını uygular ve deniz seviyesindeki akış miktarı dakikada 131 libre olur.

Flow kontrol ve shut off valfin çalışması, sistemde bulunan 3 adet aşırı sıcaklık sivicisi ile kontrol edilir. Sistemde bulunan aşırı sıcaklık siviçlerinden birinin aktif hâle gelmesi valfin otomatik olarak kapanmasına ve baş üstü panelindeki (pack) lambasının yanmasına neden olur.

Pack lambasının yanması ve flow kontrol shut off valfin otomatik olarak kapanmasını sağlayan aşırı sıcaklık siviçleri;

- Kompresör çıkışında aşırı ısı olduğunda (390°F/199°C),
- Türbin girişinde aşırı ısı olduğunda (210°F/99°C),
- Pack çıkışında aşırı ısı olduğunda (250°F/121°C) valfi kapatır.

2.5.2. Isıl Hissetme Üniteleri (Thermal Sensing Units)

Soğutma sisteminde; üç aşırı ısı sivicisi, iki sıcaklık sensörü ve bir sıcaklık indikasyon hissedicisi kullanılmıştır.

➤ **Isıl siviçler (thermal switches)**

Pack çıkışı aşırı sıcaklık sivicisi 250°F/121°C'de çalışır. Herhangi bir pack'te aşırı sıcaklık hissedilirse pack valf kapatılır ve baş üstü panelindeki pack lambası yanar. Bu siviç, pack çıkışında çek valfin önüne yerleştirilmiştir.

ACM türbini girişi aşırı sıcaklık sivicisi 210°F/99°C'de çalışır. Sivicinin çalışması durumunda pack valf kapanır ve pack lambası yanar. Siviç, tekrar ısıtıcı çıkış hattı üzerine konulmuştur.

ACM kompresör çıkışı aşırı sıcaklık sivicisi 390°F/199°C'de çalışır. Bu sivicinin aşırı sıcaklık alması, valfin kapanması ve pack lambasının yanması ile sonuçlanır. Siviç, hava dönüşüm makinesinin üzerine yerleştirilmiştir.

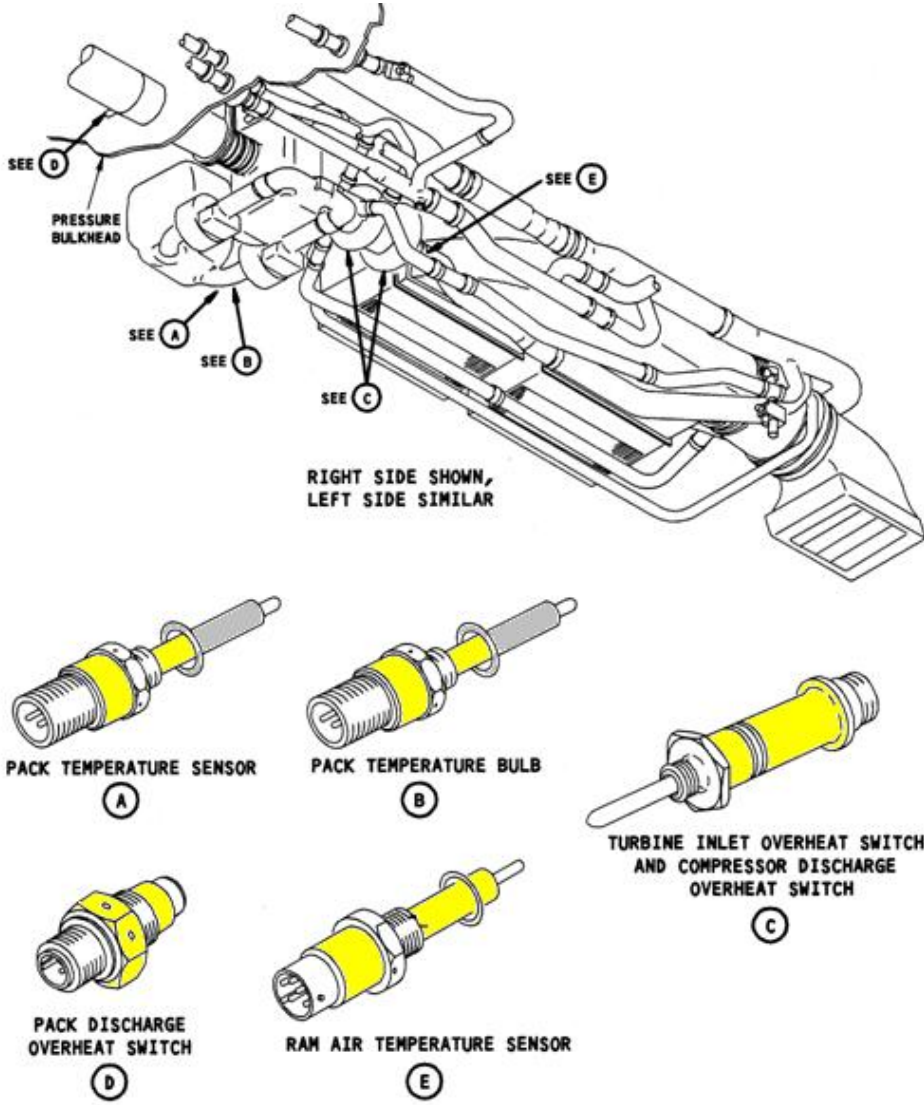
➤ **Sıcaklık sensörleri (Temperature sensors)**

Ram havası sıcaklık sensörü ve pack sıcaklık sensörleri ayarlanabilir tip direnç elemanlarına sahiptir. Bu elemanlar ısıl değişimlere duyarlıdır. Bu sensörler pack/zone kontroller için sıcaklık bilgisini temin eder.

Uçak havada ve flap'lar yukarıda iken ram havası sıcaklık sensörü pack/zone kontroller tarafından kullanılır. Pack/zone kontroller, bu sıcaklık bilgisini, ram havası girişi kapağı çalıştırıcısını işletmek için kullanır. Ram havası giriş kapağının modülasyonlu olarak hareket ettirilmesi ile hava dönüşüm makinesinin kompresör çıkış sıcaklığı 230°F/110°C'ye ayarlanmış olur.

➤ **Sıcaklık indikasyon hissedicisi (temperature bulb)**

Pack sıcaklık hissedicisi ısıya duyarlı direnç elemanları ile imal edilmiştir. Bu hissedici, uçuş kompartımanı baş üstü paneli için sıcaklık bilgisi temin eder.

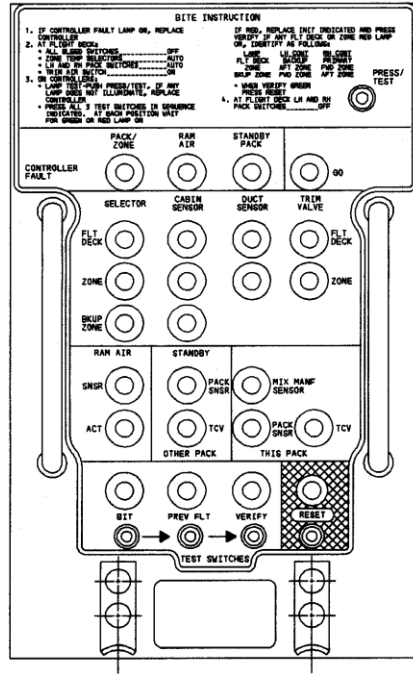
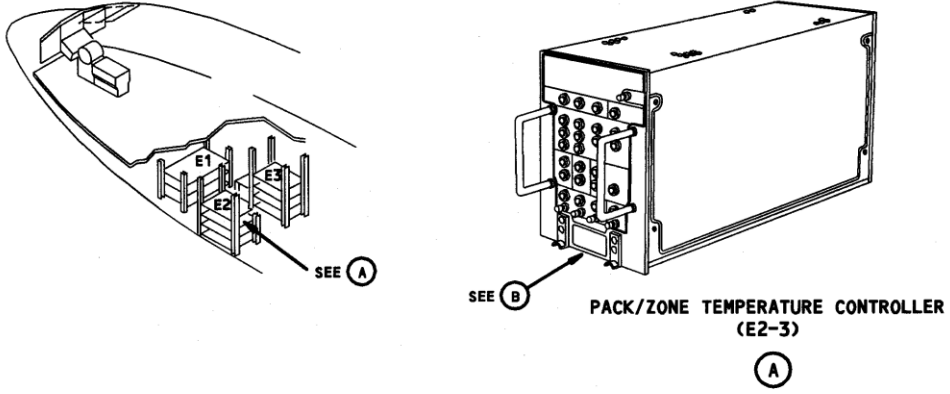


Şekil 2.13: Isıl sensör ve şalterler

2.5.3. Pack Sıcaklığı Kontrol Ünitesi (Pack/Zone Temperature Controller)

İki adet benzer pack/zone kontroler, pack çıkış sıcaklığını kontrol eder ve üç bölgesel sıcaklık kontrol sistemi oluşturur. Her kontrolcü, ana ve yedek pack kontrolüne ve iki bölge kontrolüne sahiptir. Bu bölgeler kokpit ve yolcu kompartımanıdır.

Her pack/zone kontroler, pack çıkış sıcaklığını ve ram havası sistemini denetler. Kontrolcü, standby modu işlemlerinde karşı pack'i de işletme yeteneğine sahiptir.



(B)

Şekil 2.14: Pack/zone controller ve uçaktaki yeri

Pack/zone kontroller, çeşitli sensörlerden aldığı sinyallerle pack sıcaklık kontrol valfin konumunu belirler. Bu cihaz elektronik ekipman kompartımanındadır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Klima iklimlendirme sisteminin bakımını yapınız.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Yüksek basınç yer bağlantısına bir tehlike ikazı koyunuz ve insanları yer kaynağına hava vermemeleri konusunda uyarınız.➤ Hava kontrol panelinde APU bleed sivicinin ve engine bleed sivicinin serbest olduğundan emin olunuz (Fault ve off yazıları kapalı olmalıdır).➤ Hava dönüşüm sistemi komponentlerini inceleyiniz. Herhangi bir arıza durumunda gerekli atölyelerde AMM'ye göre bakımını veya onarımını yapınız.➤ Hava dağıtım sistemi komponentlerini inceleyiniz. Herhangi bir arıza durumunda gerekli atölyelerde AMM'ye göre bakımını veya onarımını yapınız.➤ Nem dönüşüm sistemi komponentlerini inceleyiniz. Herhangi bir arıza durumunda gerekli atölyelerde AMM'ye göre bakımını veya onarımını yapınız.➤ Akış, ısı ve nem kontrol sistemi komponentlerini inceleyiniz. Herhangi bir arıza durumunda gerekli atölyelerde AMM'ye göre bakımını veya onarımını yapınız.➤ Pack valflerdeki havanın basınç ve sıcaklığını kontrol ediniz.➤ Nem kontrolünü yapınız. | <ul style="list-style-type: none">➤ İş önlüğü, eldiven ve gerektiği yerde koruyucu kulaklık ve gözlük takmadan çalışmayınız.➤ Aircraft Maintenance Manuel (AMM) ve ATA 21'i hazırlayınız.➤ Üzerinde çalışılan her sistem komponentine ikaz kartı takınız ve yapılan işlemi belirtiniz.➤ Push buttonlara tehlike ikazı koyunuz.➤ Bütün turbo fan kaynaklarının doğru bağlandığına emin olunuz.➤ Sistem valflerini kontrol ediniz.➤ ACM üzerindeki sight gage ve magnetig plugları kontrol ediniz.➤ Boru ve coupling'leri gözden geçiriniz. Yerlerinde olduklarından emin olunuz.➤ Boruların hasarlı olup olmadığını ve doğru takılıp takılmadığını kontrol ediniz.➤ Kırılan hasarlanan ve korozyon belirtisi olan parçaları atınız ve yenileyiniz.➤ Boru ve coupling'lerde sızıntı, yüksek sıcaklık ve korozyon belirtilerinin olmadığından emin olunuz.➤ Eğer coupling'lerin rengi ilk renginden farklıysa seal'leri yenileyiniz ve coupling'lerin doğru sıkıldığından emin olunuz.➤ Kırılan, hasarlanan, korozyona uğramış parçaları kesinlikle kullanmayınız.➤ Mixer unit'te bütün boltlar, vidalar ve clamp'ların (kelepçelerin) doğru bağlandığından emin olunuz.➤ Mixer unit'le görebildiğiniz bütün parçalarda korozyon, sızıntı, kırık ve hasar olmadığından emin olunuz. |

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Pnömatik sistemden gelen basınçlı sıcak havanın debisi.....tarafından ayarlanır.
2. Kompresörden çıkan hava tarafından soğutulur.
3. Water seperatör hava içerisindeki ayırır.
4. Hava koşullandırma dağıtım sistemi şartlandırılmış olan havayı.....dağıtır.
5. Akış kontrol ve shut off valf baş üstü panelindekiile kumanda edilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bakım dokümanları (AMM)nda belirtildiği şekilde basınçlandırma sisteminin bakımını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde uçak bakım sektöründe hizmet veren hangi kuruluşlar var? Araştırınız.
- Uçak tiplerine göre motorlar nerelere yerleştirilmiştir? Araştırınız.
- Basınçlandırma sisteminde kullanılan parçaları araştırınız.
- Basınçlandırma sisteminde hortumlar ve borular, elektrik kabloları bağlantıları nelerdir? Araştırınız.

3. BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ

3.1. Basınçlandırma Kontrolleri (Sistemi)

Modern uçaklar, yüksek irtifalarda daha verimli uçuş ve yüksek oranda tırmanma ve alçalma yapabilme imkânına sahiptir.

Bu özelliklerden faydalanılarak yüksek irtifada uçan bir uçağın yolcu ve uçuş ekibinin ilave oksijene ihtiyaç duymadan normal faaliyetlerini sürdürebilmeleri amacıyla basınçlandırılır.

Vücudun en küçük dokularına kadar ulaşan oksijenin yetersizliği veya yokluğu kişilerin dikkat azalmasına, şuur kaybına ve en sonunda ölümüne yol açar.

10.000 fit irtifaya kadar (3.3 km), hava basıncı ve bunun yanı sıra, oksijen miktarı insanların büyük problemlerle karşılaşmadan faaliyetlerini devam ettirmeye yeterlidir. Bununla beraber, oksijen eksikliği bu irtifanın üzerinde yapılan uçuşlarda kendisini daha belirgin olarak gösterir, bu nedenle kabin basınçlandırma sistemi yaklaşık 8.000 fit (2.6 km) şartlarına denk düşecek şekilde basınçlandırmayı temin edecek şekilde tasarlanmıştır. Acil durumlarda, uçuş ekibi ve yolcuların kullanımları dışında oksijen teçhizatına ihtiyaç olmayacaktır. Yolcuların üzerine düşük atmosfer basıncının yapacağı etkiler dikkate alınmayabilir, ihmal edilebilir.

Kabin irtifa (kabinin içindeki basıncın basınç/irtifa ile eşleşmesi hâli), 10.000 fite ulaştığında, uçuş ekibinin; irtifa 14.000 fite ulaştığı zaman da yolcuların acil durum oksijenine bağlanmaları gereklidir.

Bu aynı zamanda uçakların (gerektiğinde) kabin içi basıncında küçük değişikliklere karşılık, önemli ölçüde tırmanış veya alçalışları da gerçekleştirebilecekleri anlamına gelir.

| <i>Altitude (ft)</i> | <i>Temperature (°C)</i> | <i>Pressure (hPa)</i> | <i>Pressure (psi)</i> | <i>Density (kg per m³)</i> | <i>Relative Density (%)</i> |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---|---------------------------------|
| 0 | +15.0 | 1013.25 | 14.7 | 1.225 | 100.0 |
| 5,000 | +5.1 | 843.1 | 12.22 | 1.056 | 86.2 |
| 10,000 | -4.8 | 696.8 | 10.11 | 0.905 | 73.8 |
| 15,000 | -14.7 | 571.8 | 8.29 | 0.771 | 62.9 |
| 20,000 | -24.6 | 465.6 | 6.75 | 0.653 | 53.3 |
| 25,000 | -34.5 | 376.0 | 5.45 | 0.549 | 44.8 |
| 30,000 | -44.4 | 300.9 | 4.36 | 0.458 | 37.4 |
| 35,000 | -54.3 | 238.4 | 3.46 | 0.386 | 31.0 |
| 40,000 | -56.5 | 187.6 | 2.72 | 0.302 | 24.6 |
| 45,000 | -56.5 | 147.5 | 2.15 | 0.237 | 19.4 |
| 50,000 | -56.5 | 116.0 | 1.68 | 0.186 | 15.2 |

Tablo 3.1: ICAO standart atmosfer (yüzey yoğunluğu 1.225 kg/m³)

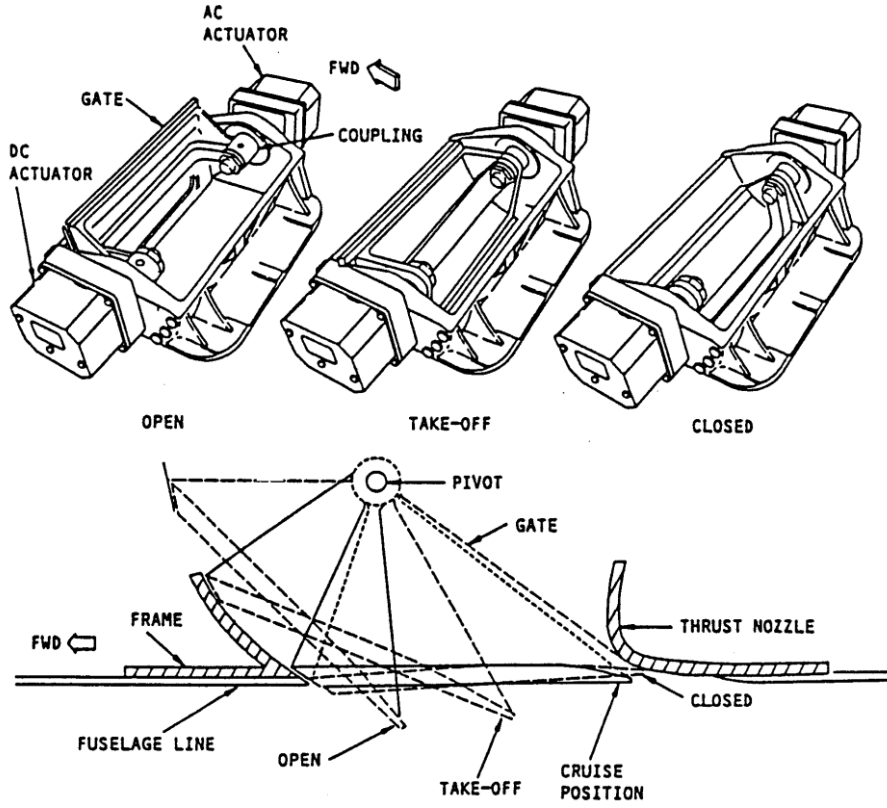
Basınçlandırma kontrolü; kontrol sistemi, basınçlandırma emniyet valfleri, gösterge ve ikaz sistemlerini içerir. Bu sistem, her irtifada uçak içinde istenilen hava basıncını temin eder. Sistem elektriksel çalışıp elektronik olarak kontrol edilmektedir. Basınç kumandasında seçilebilecek dört farklı mod bulunur. Bunlar otomatik sistem, yarı otomatik sistem ve iki el ile kumanda sistemlerinden oluşur.

Basınç kontrollerinde kullanılan emniyet valfleri, kabin içinde meydana gelebilecek anormal basınç değişimleri için önlem niteliğindedir.

Sistemin kontrol paneli ve izleme aletleri P5 paneli üzerindedir. Pressure kontroler E/E kompartımanındadır.

3.1.1. Aft Outflow Valve

Kabin basıncını tayin etmek için kabin içindeki basıncın modülasyonlu olarak dışarı (atmosfere) atılmasını sağlar. Valf elektrik motoru ile tahrik ettirilir. AC motor veya DC motorla çalışmasını sürdürür. Bu valfin gövdesi, dikdörtgen şekilli alüminyum malzemelidir. Gövde içinde hareketli bir geçit bulunur. Valfin her iki tarafında bulunan AC ve DC motorları tarafından bu geçit hareket ettirilerek valf aralığı ayarlanır. Uçak yer modunda iken valf açık pozisyonundadır.



Şekil 3.1: Outflow valf yapısı ve pozisyonları

3.2. Kumanda ve Gösterge Kumandaları

3.2.1. Basınç Kontrolcüsü (Pressure Controller)

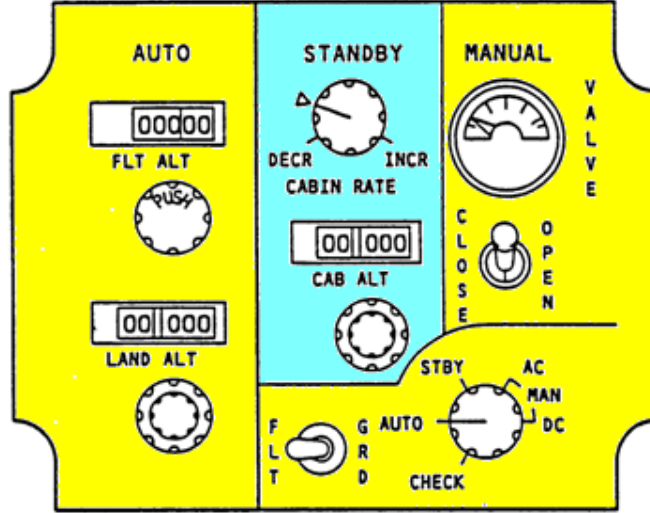
Basınç kontrolcüsü, AC veya DC motora kontrol sinyalleri sağlar. Kontrolcü giriş sinyalleri, kontrol panelinden sağlanır. Bu sinyaller; kabin basınç sensörü ve uçak yükseklik sensöründen gelen bilgilerle barometrik düzeltme ve hava/yer modu verilerinden oluşur. Kontrolcü, almış olduğu bu sinyalleri değerlendirerek outflow valfin pozisyonunu ayarlar.

3.2.2. Kontrol Paneli

Aft outflow valfin çalışması, kontrol paneli üzerindeki indikatördeki ibrenin hareketi ile izlenebilir. Valfe, indikatör altındaki şalter ile kumanda verilir.

Kumanda şalteri (toggle siviç) üç pozisyonludur. Şalter merkezde yay yüklü OFF pozisyonundadır. Bu şalter sağ tarafa alındığında CLOSED pozisyona gider. Bu işlemler yapılmadan önce "Manuel AC" veya "Manuel DC" pozisyona geçilmelidir.

Panelde bulunan kontrol seçicisi, CHECK pozisyona alındığında kontrolcünün oto arıza devrelerinin testini yapar. Flt/Grd siviç Flt pozisyonuna alındığında check edilirse auto fail ile standby lambaları yanar. Standby pozisyona alındığında auto fail lambası (amber) söner, standby lambası (yeşil) yanar. Tekrar auto'ya alındığında her iki lamba söner. Bu işlemden sonra selektör seçici normal konuma alınmalıdır.



Şekil.3.2: Basınçlandırma sistemi kumanda paneli

➤ AUTO - normal mod

Uçuştan önce bütün değerler set edilir ve bütün uçuş boyunca basınçlandırma otomatik olur. Auto modda outflow valfin AC motoru enerjilenerek valfin çalışması sağlanır. Auto modda normal rate (normal hız), tırmanış için 500 fit/dakika (fit per minute)dir. Alçalış için ise bu değer, 350 fit/dakikadır.



Resim 3.1: Kontrol paneli

➤ **STANDBY - alternatif mod**

Kabin altitude set edilerek kontrolcü tarafından basınçlandırma otomatik olarak yapılır. Outflow valfin çalışması DC motor ile sağlanır.

➤ **MANUAL AC/DC**

Outflow valf, toggle siviç (üç konumlu kumanda şalteri) ile kumanda edilerek AC veya DC motor kontrolcü tarafından hareket verilir.

3.3. Emniyet Valfleri

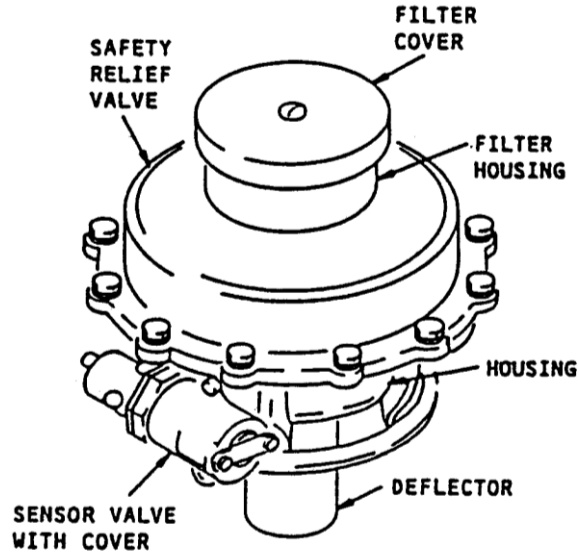
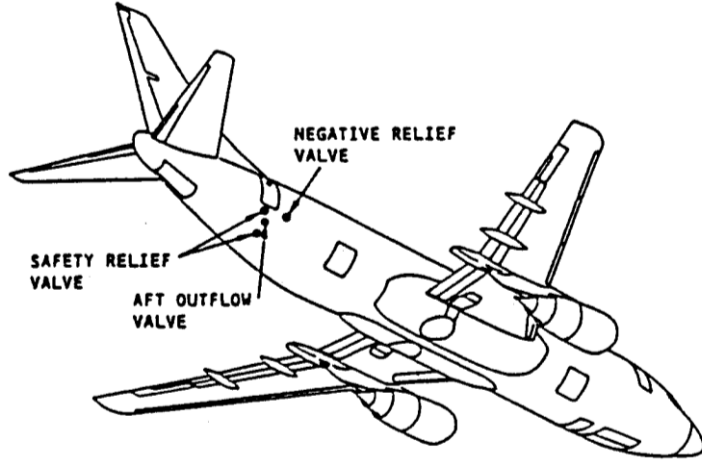
3.3.1. Safety Relief Valve

Bir uçağın yapısı, içinde uçağa basınç farklılıklarına dayanacak sağlamlıkta olmalı ve ekonomik olarak işletilmesine engel olacak bir durum olmamalıdır.

Uçağın basınçlandırılmış kısımlarının iç ve dış basınç farklılığı veya farklı basınç, çepeçevre uçağın her yanına etki eden bir kuşaklama baskısı yapar, uçağın basınçlandırılması ve basınçtan kurtarılması işlemleri sonucu bir yapı yorgunluğuna ve bunun sonucu olarak da uçağın yapısı üzerinde aksaklıkların oluşmasına yol açar.

En yüksek basınç farklılığı, onun en düşük pratik değerinde tutarak kuşaklama baskısı azaltılır. Uçak kabin basıncının 8.000 fit seviyesinde tutulması gerilimleri azaltır. Gerilimin azalması ile hem uçak yapısındaki yorulmada azalma olacağından hem olması gereken yapısal sağlamlık için gerekli malzeme miktarı azalacağından ağırlık da azalır. Bu sayede ekonomik işletim olasılığı artar ve uçağın maliyeti düşer.

Büyük yapılı modern jet nakliye uçaklarındaki tipik ve en yüksek basınç farklılığı 8-9 PSI (552-521 hPa) aralığındadır.



Şekil 3.3: Emniyet valfinin yapısı

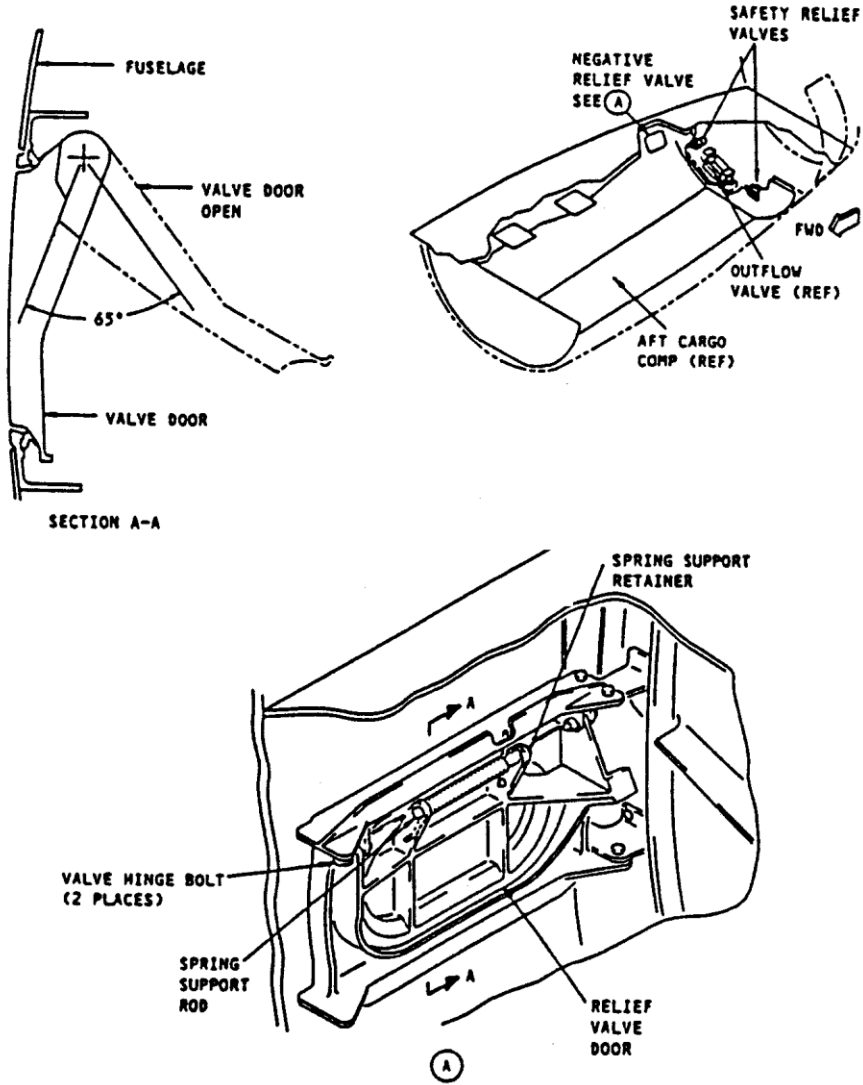
Her iki valf, arka kargo kompartıman arkasındadır ve arka outflow valfe bitişiktir. Valf hava basıncıyla çalışır. Valf iki adet olup aynı tiptedir. Basınç farkı 8.65 PSI'yı aşarsa valf açılarak kabindeki aşırı basıncın atmosfere gitmesini sağlar.

3.3.2. Negative Relief Valve

Kabin basıncının dış ortam basınçtan düşük olması durumunda açılır. Uçak gövde yapısı, iç basıncın dış basınçtan fazla olduğu göz önünde bulundurularak dizayn edilmiştir.

Dış ortam basıncı, kabin basıncını aştığında (negative differential) negative relief valf açılarak haricî havanın kabine girmesini sağlar.

Valfte, üst tarafından menteşeli ve yay yükü ile çalışan bir kapak bulunur. Her ne zaman uçağın dışındaki basınç uçağın içindeki basıncı 1 PSID aşarsa valf kapağı içeri doğru açılarak dışarıdaki havanın içeriye girmesini sağlar. Basınç normale döndüğünde kapak otomatik olarak kapanır.



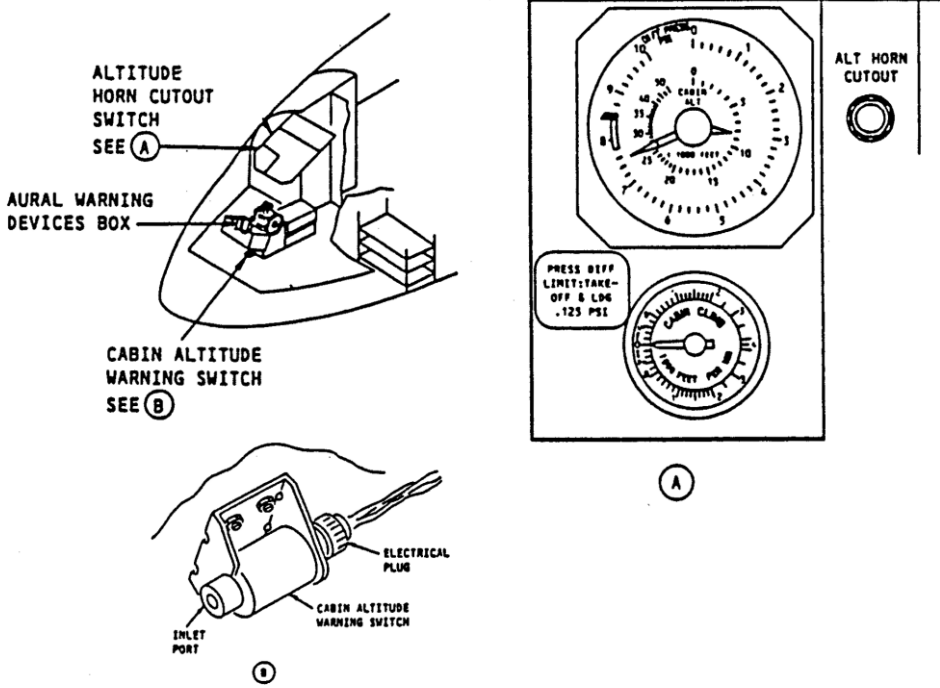
Şekil 3.4: Negative relief valf ve uçaktaki yerleşimi

3.4. Emniyet ve Uyarı Aygıtları

3.4.1. Kabin Yükseklik Uyarı Sistemi

Kabin yüksekliği deniz seviyesinin 10000 fit üstüne çıktığında sesli ikaz verir. Sistem bir basınç sivici sesli ikaz kornası ve korna devre dışı bırakma devresinden meydana gelmiştir.

Kabin yüksekliği 10000 fite ulaştığında basınç sivici kapanır ve kontrol kabini içinde korna ikazı olur.



Şekil 3.5: Kabin irtifası ikaz sistemi göstere ve şalteri

3.4.2. Otomatik Arıza İkazı

Basınçlandırma sistemi otomatik modda arızalandığında uçuş kompartımanı baş üstü panelde oto fail (amber) lambası, air conditional (amber) lambası ve master caution (amber) lambaları yanar.

Otomatik mod arızalandığında basınçlandırma kontrolü yarı oto sistem tarafından yapılır. Herhangi bir arıza durumunda oto moddan yedek moda geçişin otomatik olması için daha önceden yedek mod bilgilerinin set edilmiş olması gerekir.

Aşağıdaki üç nedenden biri gerçekleştiğinde auto fail olur:

- Auto mode devreleri 97 V AC'nin altına düşerse ve 14.9 sn. beklerse,
- Kabin içindeki basınç aşırı derecede artarsa,
- Kabin yüksekliği 13.875 fiti aşarsa kabin basıncının değişim hızı değeri aşırı derecede olur ve kabin yüksekliği 13.875 fitin üzerine çıkarsa basınçlandırma kontrolü stand-by moda geçer. Stand-by ve auto fail lambaları yanar. Baş üstü paneli üzerindeki selektör knob stand-by pozisyonuna alınırsa auto fail lambası söner, stand-by lambası yanar.

UYGULAMA FAALİYETİ

Basınçlandırma sisteminin bakımını yapınız.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Emniyet tedbirlerini alınız.➤ Basınçlandırma sistemi kontrollerini yapınız.➤ Kumanda sistemi kontrolünü yapınız.➤ Gösterge kumandaları kontrolünü yapınız.➤ Basınç, sıcaklık kontrollerini yapınız.➤ Emniyet valflerinin kontrolünü yapınız.➤ Otomatik arıza ikaz devresi kontrolünü yapınız. | <ul style="list-style-type: none">➤ İş önlüğü, eldiven ve gerektiği yerde koruyucu kulaklık ve gözlük kullanmadan çalışmayınız.➤ Aircraft Maintenance Manuel (AMM) ve ATA 21'i hazırlayınız.➤ Yüksek basınç yer bağlantısına 1 tehlike ikazı koyunuz ve insanları yer kaynağına hava vermemeleri konusunda uyarınız.➤ Hava kontrol panelinde APU bleed sivicinin ve engine bleed sivicinin serbest olduğundan emin olunuz (Fault ve off yazıları kapalı olmalıdır).➤ Push buttonlara tehlike ikazı koyunuz.➤ Üzerinde çalışılan her sistem komponentine ikaz kartı takınız ve yapılan işlemi belirtiniz.➤ Auto fail devreleri test edilirken Resim 3.1'e bakınız. <div data-bbox="839 1164 1181 1365" data-label="Image"></div> <p style="text-align: center;">Resim 3.1: Kontrol paneli</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Kontrol seçiciyi CHECK pozisyonuna alınız.➤ Flt/Grd siviç flt pozisyonuna alındığına check edilirse auto fail (amber) ve standby lambaları (yeşil) yanar.➤ Standby pozisyonuna alınırsa auto fail lambası söner, standby lambası yanar.➤ Tekrar auto'ya alınca her iki lamba söner.➤ Bu işlemlerden sonra selector knob normal konumuna alınmalıdır. |

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| 1. Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini aldınız mı? | | |
| 2. Uçağı bakım hangarına çektiniz mi? | | |
| 3. Motor hava kaynağı kontrolünü yaptınız mı? | | |
| 4. APU hava kaynağı kontrolünü yaptınız mı? | | |
| 5. Ground card hava kaynağı kontrolünü yaptınız mı? | | |
| 6. Depoların bakımını yaptınız mı? | | |
| 7. Gösterge uyarı ikaz sistemini kontrol ettiniz mi? | | |
| 8. Klima sistemini kontrol ettiniz mi? | | |
| 9. Water seperatörü kontrol ettiniz mi? | | |
| 10. Dağıtım sistemini kontrol ettiniz mi? | | |
| 11. Pnömatik sistem basınç hattını kontrol ettiniz mi? | | |
| 12. Basınçlandırma sistemi göstergelerini kontrol ettiniz mi? | | |
| 13. Emniyet ve uyarı sistemini kontrol ettiniz mi? | | |

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kabin basıncını tayin etmek için kabin içerisindeki basıncı modülasyonlu olarak atmosfere atan valf hangisidir?
A) Safety relief valf
B) Aft outflow valf
C) Flow control and shutoff valf
D) Negative relief valf
2. Kabin yüksekliği deniz seviyesinin kaç fit üzerine çıktığında kabin yükseklik uyarı sistemi devreye girer?
A) 40000
B) 30000
C) 14000
D) 10000

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

3. Pnömatik sistem kumandaları..... panelinde bulunur.
4. Emniyet valfleri kabin içi ile dışı arasındaki fark.....'nın üzerine çıktığında açılır.
5. Kabin içindeki basınç aşırı derece arttığında.....olur.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Motorun hangi kademesinden pnömatik sistem havası sağlanır?
A) Kompresör
B) Türbin
C) Egzoz
D) Yanma odası
2. Hangisi pnömatik sistemde kullanılmayan bir valftir?
A) High stage valf
B) Pressure regulator and shut off valf
C) Engine bleed check valf
D) Bleed trip valf
3. Precooler kontrol valfi hangi değerlere göre çalışır?
A) Basınç
B) Isı
C) Hacim
D) Yakıt
4. Motor bleed havasının normal kaynağı motorun hangi kademesinden sağlanır?
A) Low pressure
B) High pressure
C) Türbin
D) Egzoz
5. High stage valf hangi yüklerle kapalıdır?
A) Yay
B) Elektronik
C) Sıcaklık
D) Basınç
6. Pressure regülatör and shut off valf havasının basıncı kaç PSI'yi aşarsa bleed trip off lambasını yaktırır?
A) 160
B) 200
C) 180
D) 150
7. İzolasyon valfi ne ile kumanda edilir?
A) Mekanik
B) Manual
C) Elektriki
D) Hava basınçlı

8. İzolasyon valfi kaç voltla çalışır?
A) 110
B) 100
C) 200
D) 115
9. Pnömatik yer servis aracının hava kaynağını devreye koymak için havanın maksimum sıcaklığı ne kadar olmalıdır?
A) 232 °C
B) 132 °C
C) 152°C
D) 182 °C
10. Pack çıkış sıcaklığını hangi valf kontrol eder?
A) Temperature kontrol valfi
B) High stage valfi
C) Pnömatik kontrol valfi
D) İzolasyon valfi

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

| | |
|---|---|
| 1 | A |
| 2 | D |
| 3 | C |
| 4 | C |
| 5 | A |
| 6 | C |

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

| | |
|---|--------------------------------|
| 1 | flow kontrol and shut off valf |
| 2 | ram air |
| 3 | sı zerrecikleri |
| 4 | yolcu ve uçuş kompartımanı |
| 5 | pack şalteri |

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

| | |
|---|-----------|
| 1 | B |
| 2 | D |
| 3 | başüstü |
| 4 | 8.65 psı |
| 5 | auto fail |

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

| | |
|-----------|----------|
| 1 | A |
| 2 | D |
| 3 | B |
| 4 | A |
| 5 | A |
| 6 | C |
| 7 | C |
| 8 | D |
| 9 | A |
| 10 | A |

KAYNAKÇA

- BOEİNG COMMERİCAL AIRPLANE COMPANY, Maintenance Training Manual Boeing 737 Pneumatics - Air Conditioning -Pressurization - Ice and Rain, 1991.
- Komisyon, Motor Genel Bilgileri, Uçak Bakım Okul Komutanlığı, İzmir.
- THY, Uçak Teknik Temel (Pnömatik), İstanbul.