



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 5892/84

(51) Int.Cl.⁵ F 24 F 5/00

(22) Indleveringsdag: 10 dec 1984

(41) Alm. tilgængelig: 13 jun 1985

(44) Fremlagt: 25 feb 1991

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 12 dec 1983 US 560613

(71) Ansøger: *UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION; 1 Financial Plaza; Hartford; Connecticut 06101, US

(72) Opfinder: George C. *Rannenberg; US

(74) Fuldmægtig: Patentbureauet Magnus Jensens Eftf.

(54) Luftkonditioneringssystem

(56) Fremdragne publikationer

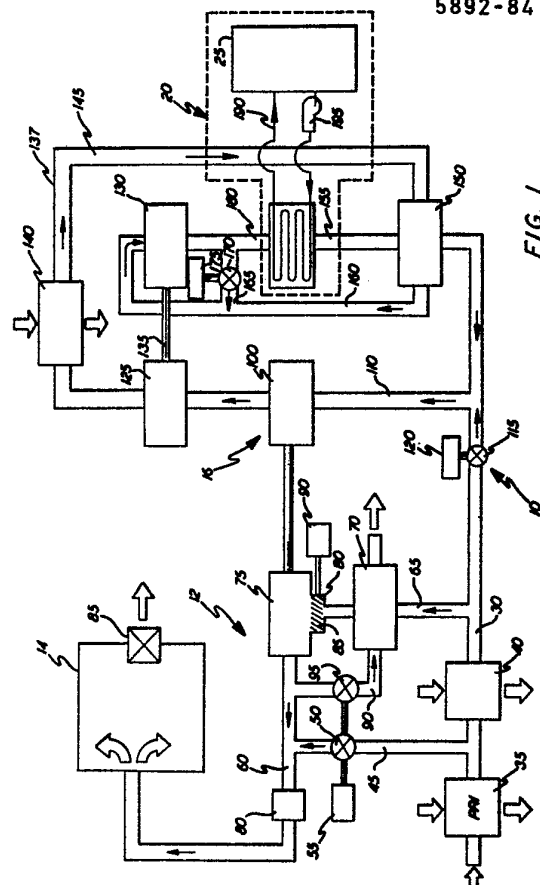
US pat. nr. 2772621, 3097508, 4283921

(57) Sammendrag:

5892-84

Et luftkredsløbsluftkonditioneringssystem (10) til regulering af temperaturen og trykket for diverse belastninger indbefatter åben- og lukketalesjefsektioner (12) og (16). En første belastning (14), der behøver opvarmning eller afkøling med konstant leveret frisk luft, bliver forsynet med kølet luft fra første turbine (75) og varm luft fra første bypassventil (50). En anden belastning (20), der kan opvarmes eller afkøles ved hjælp af en forsyning med recirkuleret luft, bliver forsynet med afkølet luft fra anden turbine (130) og varm luft fra en anden bypassventil (170). Luft bliver leveret til den anden turbine fra en kompressor, der er drevet af den første turbine, hvorved den første turbine opretholder temperaturen af begge belastninger enten ved hjælp af den direkte forsyning med frisk luft dertil eller ved at drive et andet turbokompressor-system.

5892-84



Opfindelsen angår et luftkonditioneringssystem af den i krav 1's indledning angivne art, nærmere bestemt et luftkonditioneringssystem, der er nyttigt ved temperatur- og overtryksgivning for en første belastning eller et første rum ved hjælp af frisk luft, såvel som ved temperaturregulering af en anden belastning eller et andet rum ved hjælp af recirkulerende luft.

Luftkonditioneringssystemer af cirkulationstypen er velkendte og er blevet almindeligt anvendt til køling og overtryksgivning for belastninger, såsom passagerkabiner og udstyrsrum i både kommercielle og militære flyvemaskiner. En årsag til populariteten for sådanne systemer er den væsentlige mængde køling, som er til rådighed fra luftkredsløbssystemer af relativt beskeden størrelse. En anden årsag er sådanne systemers tilpasningsmulighed til gasturbinemaskinedrevne fartøjer, såsom flyvemaskiner og i den seneste tid militære landkøretøjer, såsom kampvogne, hvor kompressorudladningssektionerne i gasturbinemaskinen repræsenterer en bekvem kilde for køleluft under tryk til systemet.

I typiske kommercielle og militære flyvemaskiner kræves der af flyvemaskinens luftkonditioneringssystem temperatur- og trykregulering for både passager- (besætnings-) og udstyrsrum. Til opretholdelse af tilstrækkelige mængder indåndingsluft i passagerkabinen har det været praksis at opvarme eller afkøle samt regulere trykket for en sådan belastning ved hjælp af et åben-sløjfe-luftkonditioneringssystem. I et sådant system bliver dårlig luft fra belastningen vedvarende udstødt udenbords, og trykket og temperaturen i rummet bliver vedvarende opretholdt på ønskede niveauer ved hjælp af forsyning med frisk (omgivelses-) luft, som bliver opvarmet eller afkølet efter behov og leveret til rummet gennem et indtag herfor. Mens sådanne åbensløjfe-luftkonditioneringssystemer tilvejebringer ef-

5 fektiv temperatur- og trykregulering i sådanne belastninger som passagerrum, vil der ved en belastning, såsom et udstyrsrum, der kræver køling og kan tolerere recirkuleret kølemiddel, kunne tilvejebringes temperaturregulering mere effektivt ved hjælp af en enkelt forsyning med luft, der recirkulerer derigennem.

10 Tilsvarende vil det erkendes, at det med henblik på størst mulig effektivitet ved temperatur- og trykreguleringen af en første belastning, som kræver en kontinuert forsyning med frisk luft, og af en anden belastning, hvis temperatur kan reguleres ved hjælp af recirkuleret luft, kan være ønskeligt at have to separate luftkonditioneringssystemer af cirkulationstypen. Ved implementering af en sådan
15 dobbeltsystems temperatur- og trykregulering kan enhver fordel, der er forbundet med køling af den anden belastning ved hjælp af recirkuleret luft, imidlertid blive mere end opvejet af omkostningerne og voluminøsiteten af to adskilte luftkonditioneringssystemer. Derfor kan det umiddelbart
20 synes, at udnyttelse af et enkelt åbensløjfe-luftkonditioneringssystem af cirkulationstypen i den hidtidige teknik, og som har nok kapacitet til at klare begge belastninger, kan være en effektiv måde at håndtere de forskellige temperatur- og trykreguleringskrav, der er forbundet med sådanne
25 belastninger. Et enkelt system ville i realiteten medføre mindre redundans og derfor sandsynligvis være mindre komplekst end to systemer. Imidlertid ville et sådant enkelt system til enhver tid sandsynligvis forbruge mere driveffekt end dobbeltsystemer. Et enkelt åbensløjfesystem
30 ville nødvendigvis skulle arbejde ved outputniveauer, der er tilstrækkelige til at møde de strengeste opvarmnings- og afkølingskrav for enhver belastning, hvad enten sådanne output fra systemet behøves eller ikke. Ved dobbeltsystemer kan outputtet og derfor kravet til inputeffekt for hvert
35 system specielt tilpasses til dets respektive belastning.

Fra US patentskrift nr. 4.283.924 kendes et luftkonditione-

ringssystem med en anden lukket sløjfe, med det formål at undgå lækage af kølemiddel. Herved bliver anlægget mere kompliceret end ønskeligt.

- 5 Hovedformålet med den foreliggende opfindelse er at tilvejebringe et forbedret luftkonditioneringssystem af cirkulationstypen, som er i stand til effektivt at regulere temperaturen og trykket for to forskellige belastninger, hvor den ene kræver kontinuert tilførsel af frisk luft der-
10 til, og den anden er i stand til at blive opvarmet eller afkølet ved hjælp af recirkuleret luft.

- Et yderligere formål er at skabe et system, hvor kølemid-
del, som strømmer i den anden sløjfe, kan erstattes fra
15 kompressoranlægget.

Dette opnås ved at udforme luftkonditioneringssystemet som angivet i krav 1's kendetegnende del.

- 20 I krav 2-6 er yderligere fordelagtige træk ved opfindelsen angivet.

- I den foretrukne udførelse tilvejebringes inputeffekten til systemet af en kilde med overtrykluft, såsom f.eks. fra
25 kompressorudladningsdelen i en gasturbine, der driver et fartøj, som bærer de to belastninger. Overtryksluften driver en første (åbensløjfe-) turbine, som ekspanderer og leverer temperaturreguleret luft til en første belastning, såsom en flyvemaskines kabine, der kræver ventilation med
30 frisk luft.

- Udover at forsyne den første belastning med frisk luft driver åbensløjfeturbinen en lukketsløjfekompressor, som komprimerer en relativt konstant forsyning med recirku-
35 lerende luft med henblik på efterfølgende ekspansion og levering deraf til en anden belastning. I overensstemmelse hermed ses det, at i det væsentligste hele den til rådighed

værende energi fra luftkilden, som lader og driver systemet, bliver brugt til at køle eller opvarme og overtryksætte de to belastninger. Der opnås således både frisklufttemperatur- og trykregulering samt recirkulations-
5 luft-temperaturregulering for to luftkonditioneringsbelastninger med et enkelt luftkonditioneringsystem af cirkulationstypen, der er kendetegnet ved en økonomisk struktur og en minimalisering af inputeffektkravene dertil.

10 Opfindelsen skal i det følgende nærmere beskrives ved hjælp af tegningen, hvor

fig. 1 skematisk viser en foretrukken udførelse for luftkonditioneringsystemet af cirkulations-
15 typen ifølge opfindelsen, og

fig. 2 skematisk et kontrolsystem, som er typisk for det, der anvendes til at regulere luftkonditioneringsystemet ifølge opfindelsen.

20 Under henvisning til fig. 1 angives luftkonditioneringsystemet af cirkulationstypen ifølge opfindelsen generelt 10, og det har en første åbensløjfedel 12, som opvarmer eller afkøler og overtryksætter en første belastning 14, såsom kabinerne i en kommerciel eller militær flyvemaskine, såvel som en anden lukketsløjfedel 16, som opvarmer eller afkøler en anden belastning 20, der indbefatter et rum 25, såsom et rum til elektrisk udstyr, og hvis temperatur kan reguleres ved hjælp af en relativt
30 konstant forsyning med passende kølemiddelfluidum, der recirkulerer derigennem.

5 Luft til opretholdelse af en passende ladning med køleluft
og til drivning af luftkonditioneringssystemet 10, kommer ind i
systemet gennem den venstre ende af kanal 30 fra en passende
kilde, såsom kompressorsektionen (ikke vist) i en gasturbine-
maskine. Kanal 30 har primære og sekundære varmevekslere, hen-
10 holdtvis 35 og 40 anbragt deri, og hvor luften bliver afkølet
i disse varmevekslere af en strøm af et hvilket som helst pas-
sende kølemiddel, såsom omgivelsesluft. En del af luften bliver
ført gennem kanal 45 og åbensløjfeturbinebypassventilen 50, som
bliver indstillet af aktuator 55, til kabineindtagskanalen 60.
15 Resten af forsyningsluften bliver ført gennem turbineindtags-
kanal 65, som har den regenerative varmeveksler 70 anbragt deri,
og så gennem turbine 75 til kabineindtagskanal 60. Turbine 75
er forsynet med et indtag 80 med variabelt areal, og som kan
være af den type, der indbefatter en flerhed af bevægelige
20 spjældblade, der indstilles af aktuator 90, der er forbundet
dertil. Når overtryksluften bevæger sig gennem turbine 75,
udfører den arbejde på turbinen, idet den drejer turbinero-
toren og selv ekspanderes, hvorved temperaturen og trykket for
luften sænkes betydeligt. En del af den kolde luft, som udstødes
25 fra turbine 75, bliver blandet med den uafkølede luft, der føres
til rør 60 af rør 45, hvorefter blandingen strømmer gennem en
vandseparator 80, hvor luftstrømmen bliver tørret og til sidst
ført ind i kabine 14. Dårlig luft bliver vedvarende udstødt
udenbords fra kabine 14 gennem kabinens trykreguleringsudgangs-
30 ventil 85 og erstattet med frisk luft, der vedvarende leveres
til kabinen gennem kanal 60. Resten af luften, der udstødes
fra turbine 75, bliver ført gennem rør 90, passerer gennem
styreventil 95 og den regenerative varmeveksler 70, hvor luften
optager varme fra den luft, der leveres til turbine 75 gennem
35 rør 65, og med henblik på forøgelse af kølingskapaciteten ved

udgangen af turbine 75. Ventilen 95, som styrer luftstrøm gennem rør 90, er mekanisk forbundet til ventil 50 og sekventielt betjent dermed ved hjælp af aktuator 55. Efter at være passeret gennem den regenerative varmeveksler bliver luften i rør 90

5 udstødt udenbords.

Opvarmningen, afkølingen og overtrykssættelsen af kabine 15 kan styres ved at styre strømmen af ekspanderet og afkølet luft gennem turbine 75 og af relativt varmere, uafkølet luft gennem kanal 45. I en situation, hvor størst mulig kabineop-

10 varmning kræves, såsom ved flyvemaskinens funktion i stor højde, bliver indgangsdysen 80 i turbine 75 lukket helt i ved hjælp af aktuator 90. Aktuator 55 lukker sekventielt ventil 95 for at reducere og dernæst lukke af for strømmen af afkølet luft gennem den regenerative varmeveksler og åbner så gradvist ven-

15 til 50 til dens maksimale strømningsareal for at maksimere mængden af varm luft, der føres til kabinen fra forsyningsrør 30. I tilfælde af, at der kræves afkøling af kabinen, justerer aktuator 90 ledeklapperne i indgangsdysen 80 for at forøge mængden af luft, der får adgang til turbine 75, hvorved udstødningsstrømmen af kold luft fra turbinen forøges. Aktuator 55

20 lukker sekventielt ventil 50 for at afskære strømmen af uafkølet forsyningsluft til turbineudstødningsrøret 60 og åbner så ventil 95 med henblik på forøget forkøling af turbineindgangsluft inden i den regenerative varmeveksler 70, hvorved der yderligere sker

25 en forøgelse af kølingen, som tilvejebringes for kabinen gennem kanal 60.

Det vil forstås, at der må leveres tilstrækkelig meget overtryksforsyningsluft til luftkonditioneringssystemet 10 for at tilfredsstille opvarmnings- og afkølingsefterspørgslen fra

30 både kabine 15 og rum 25. Det er umiddelbart klart, at der ikke kan gøres yderligere brug af den energi, som er tilbage i kølemiddelluften, der udstødes udenbords fra kabinen. Mængden af kølemiddelluft, der udstødes udenbords, bør således holdes på at minimum. I tilfælde af, at en af belastningerne indbefatter

35 udstyr, som kan afkøles ved hjælp af recirkulation af en ladning af lukketsløjfe-kølemiddelluft, udføres luftkonditionering af

en sådan belastning effektivt med system 10 ved udnyttelse i lukketsløjfedelen 16 af den kinetiske energi, som bibringes rotoren i åbensløjfeturbinen 75 af luftstrøm gennem dette apparat. Til dette formål er rotoren i turbine 75 forbundet
5 til rotoren i en lukketsløjfeekompressor 100 ved hjælp af en aksel 105, hvorved rotationen af turbinerotoren driver kompressorrotoren for at forkomprimere luft, der strømmer gennem kanal 110. Denne kanal bliver forsynet med luft fra kilden gennem udgangsstyreventil 115 i kanal 30. Strømningsarealet i
10 ventil 115 bliver indstillet af aktuator 120, og aktuatoren åbner ventilen, når forsyningen af køleluft, som cirkulerer inden i lukketsløjfedelen af systemet, behøver efterfyldning på grund af, f.eks. en mindre lækage derfra.

Komprimeret luft bliver udstødt fra kompressor 100 til
15 kompressor 125, hvor trykket af luften bliver yderligere forøget, og kompressor 125 bliver drevet ved hjælp af rotationen af rotoren i turbine 130, som er forbundet til rotoren af kompressor 125 via aksel 135. Luft, som udstødes fra kompressor 125, bliver ført gennem rør 137 til en optagevarmeveksler 140,
20 hvor luften bliver afkølet ved hjælp af optagelsen af varme derfra af et hvilket som helst passende kølemedium, såsom omgivelsesluft. Fra optagevarmeveksler 140 bliver luften ført gennem rør 145 til højtrykssektionen af en regenerativ varmeveksler 150, i hvilken luften bliver yderligere afkølet ved
25 hjælp af optagelsen af varme derfra af afkølet turbineudstødningsluft, som føres til en lavtrykssektionsvarmeveksler 150 gennem rør 155. Fra højtrykssektionen af varmeveksler 150 bliver den komprimerede luft ført til lukketsløjfeekspansionsturbinen 130 gennem rør 160, og en del af luften bypass'er turbine
30 130 gennem rør 165, som har reguleringsventil 170 anbragt deri, hvor ventil 170 bliver indstillet af aktuator 175. Luft, som ikke bypass'er turbine 130 gennem forgreningsrør 165, passerer gennem denne turbine, bliver ekspanderet og afkølet deri og driver turbinerotoren med henblik på drivning af kompressor 125.

Den afkølede luft fra turbine 130 bliver ført til belastning 20 gennem udstødningsrør 180. Som vist, indbefatter belastning 20 en belastningsvarmeveksler 185, udstyrsrum 25 og en varmevekslingsvæske-cirkulationssløjfe 190 derimellem, og hvor væske-cirkulationen i pilenes retning bliver opretholdt af en pumpe 195, som tilvejebringes i sløjfen. Turbineudstødningsluft, som føres til varmeveksler 185, afkøler væsken, der cirkulerer inden i sløjfen 190, og bliver så pumpet til rum 25, optager varme derfra og bliver pumpet tilbage til varmeveksler 185 med henblik på yderligere køling. Fra varmeveksler 185 bliver den nu svagt opvarmede turbineudstødningsluft ført til den regenerative varmeveksler 150 gennem kanal 155 med henblik på forkøling af lukketsløjfeturbineindgangsluften. I tilfælde af, at der kræves mindre køling eller opvarmning af udstyrsrum 25, åbner aktuator 175 bypassventil 170, og bypass'er derved turbine 130 med luft, som udlades fra kompressor 125 gennem rør 137, 145 og 160, idet sådan bypass-(omløbs) luft så bliver kanaliseret til belastningsvarmeveksler 185 gennem turbineudstødningsrør 180.

Kontrol af luftkonditioneringssystem 10 kan realiseres ved hjælp af et hvilket som helst passende kontrolsystem, såsom generelle eller specielle analoge eller digitale computere. Som eksempel er der i fig. 2 vist et repræsentativt kontrolkredsløb, hvor et signal $T_{\text{krav, udstyr}}$, som indikerer den temperatur (normalt en konstant værdi), der kræves opretholdt inden i udstyrsrum 25, bliver overført gennem ledning 200 til en første summationsforbindelse eller differensdannelseskredsløb 205. Et signal $T_{\text{aktuel, udstyr}}$ bliver gennem ledning 210 inputtet til summationsforbindelse 205 fra en passende transducer, såsom et termoelement 215, der er anbragt i rum 25. Summationsforbindelse 205 tager differencen mellem disse to signaler og inputter differencen som et udstyrs-temperaturfejlsignal ($T_{\text{udstyr, fejl}}$) gennem ledning 220 til den analoge funktionsgenerator eller digitale datatabelhukommelse 225. Hukommelse 225 tilvejebringer et outputsignal, der enten indikerer justering af indstillingen af dysearealet for åbensløjfeturbinen 75 eller strømningsarealet for lukketsløjfebypassventil 170 som reaktion på udstyrstemperaturfejlsignalet.

Hvis, som indikeret i fig. 2, fejlsignalet svarer til, at udstyret bliver for varmt, vil outputtet af hukommelse 225 først indikere en lukning af bypassventil 170 og så en åbning af turbineindgangsdyse 80. Ligeledes, hvis fejlsignalet svarer til, at udstyrets temperatur er for lav, vil outputtet af hukommelse 225 først svare til en lukning af turbineindgangsdyse 80 og så en åbning af bypassventil 170. I tilfælde af, at outputtet fra hukommelse 225 svarer til en justering af bypassventilareal, bliver dette outputsignal fødet til aktuator 175 gennem linie 230, og aktuatoren indstiller arealet af ventil 170 for at minimalisere fejlen mellem den aktuelle temperatur i udstyrsrum 25 og den ønskede temperatur for det. I det tilfælde, at outputtet af hukommelse 225 svarer til et signal, som indikerer justering af strømningsarealet for turbineindtagsdyse 80, bliver dette outputsignal fødet gennem ledning 235 for at vælge MAX-kredsløb 240.

Et andet input tilvejebringes dertil for at vælge MAX-kredsløb 240 gennem ledning 245 og indbefatter et outputsignal fra funktionsgenerator eller hukommelse 250, som indikerer det turbinedyseareal, der kræves for at opnå den luftstrøm gennem kabinen, som er nødvendig for at opretholde en ønsket temperatur for den. For at undgå overopvarmning af enten kabinen eller udstyret, vælger "vælg MAX" kredsløbet 240 det inputsignal dertil, som har størst amplitude, og leder dette signal til aktuator 90, som indstiller arealet af turbineindtagsdyse 80 i overensstemmelse med dette signal for at tilfredsstille det største af kabine- og udstyrskølingskravene.

Outputfunktionsgeneratoren (hukommelse) 250 indikerer den kabineluftstrøm, der kræves for at opretholde en ønsket kabinettemperatur. Inputtet til hukommelse 250 gennem ledning 255 er et signal, som indikerer en fejl mellem aktuel kabineluftstrøm og den kabineluftstrøm, som kræves for at opnå en ønsket temperatur deri. Dette signal repræsenterer den difference, der dannes i summationsforbindelse 260 mellem et signal $W_{\text{ønsket}}$ (krævet luftstrøm), der tilvejebringes gennem ledning 265 fra funktionsgenerator 270, og et signal W_{aktuel} (aktuel luftstrøm), som inputtes gennem ledning 275 fra en transducer, såsom et flow-meter 280 ved indtaget til kabinen.

Ud over et signal, som indikerer krævet luftstrøm til kabinen fra turbine 75, tilvejebringer hukommelse 270 et outputsignal på ledning 285 til aktuator 55, og som indikerer den indstilling af bypassventil 50, der kræves for at opnå en ønsket kabinetemperatur. Inputtet til hukommelse 270 indbefatter et signal ($T_{\text{kabine, fejl}}$), som inputtes dertil gennem ledning 290. Dette inputsignal er outputtet fra summationsforbindelse 290 og repræsenterer differencen mellem et signal ($T_{\text{kabine, aktuel}}$), som indikerer aktuel kabinetemperatur og tilvejebringes gennem ledning 300 af termoelement 295 inden i kabine 15, og et signal ($T_{\text{kabine, ønsket}}$), som indikerer ønsket kabinetemperatur og tilvejebringes til summationsforbindelse 290 gennem ledning 305. Hvis fejlsignalet svarer til, at kabinen bliver for varm, som vist i figuren, vil outputtet fra hukommelse 270 først svare til, at bypassventil 50 forbliver fuldt åben, mens kabinestrømningskravet bliver reduceret; ventilarealet forøges så, mens kabinestrømningskravet forbliver konstant, og til slut stiger kravet til kabinestrømning, mens bypassventilen bliver holdt lukket. På lignende måde, hvis fejlsignalet svarer til, at kabinen bliver for kold, vil outputsignalerne fra hukommelse 270 først svare til, at bypassventilen forbliver lukket, mens kabinestrømningskravet bliver formindsket til en konstant værdi, ved hvilket punkt outputsignalerne svarer til et aftagende bypassventilareal ved et konstant kabinestrømningskrav; og derefter et voksende kabinestrømningskrav, når bypassventilen forbliver fuldt åben.

Ud fra det foregående ses det, at en ønsket kabinetemperatur bliver opretholdt ved at styre luftstrømmen dertil. En sådan luftstrømsstyring opnås ved at styre indtagsdysearealet for turbine 75, såvel som strømmen af uafkølet luft til kabinen gennem bypassventil 50. På lignende måde bliver den ønskede ustyrstemperatur opretholdt ved at styre strømmen af uafkølet luft, som får adgang dertil gennem bypassventil 170 såvel som den totale luftstrøm, der cirkuleres gennem lukketsløjfedelen af systemet ved hjælp af kompressor 100. Styring af kompressor 100 opnås ved at styre inputeffekten dertil ved hjælp af styringen af luftstrøm gennem åbensløjfeturbine 75, som driver kompressoren.

Det ses således, at luftkredsløbsluftkonditionerings-
systemet i den foreliggende opfindelse tilvejebringer kølingen
og overtryksdannelsen for diverse belastninger med maksimal
effektivitet og minimal hardware. Forbindelsen mellem rotor-
5 ne af turbine 75 og kompressor 100 gør i realiteten turbine
75 i stand til at køle begge belastninger, kabinebelastnin-
gen ved hjælp af forsyningen dertil med frisk luft og udstyrs-
belastningen ved hjælp af drivningen af kompressor 100 og
dermed kompressor 125 og turbine 130.

10 Mens der er vist en enkelt udførelse af den forelig-
gende opfindelse, vil det forstås, at adskillige modifikatio-
ner ud fra fremlæggelsen heri vil frembyde sig over for fag-
folk.F.eks. vil det erkendes, at mens der anvendes to serie-
forbundne kompressorer til opvarmningen og afkølingen af
15 udstyrsbelastningen, kan der uden at afvige fra opfindelsen
anvendes en enkelt kompressor, som er drevet af både turbine
75 og 130 på en enkelt aksel. På lignende måde, mens som be-
skrevet kølingen af begge belastninger benytter regenerativ
varmeveksling, hvor belastningens opvarmnings- og afkølings-
20 krav kan efterkommes uden sådan regenerativ varmeveksling,
kan af hensyn til en økonomisk struktur sådan regenerativ
varmeveksling udelades uden at afvige fra denne opfindelse.
Det er derfor hensigten med de følgende krav at dække disse
og andre modifikationer, som kan falde inden for ånden og
25 rækkevidden af denne opfindelse.

30

35

P A T E N T K R A V

5 1. Luftkonditioneringssystem omfattende en første åben sløjfe (12) til kontinuerlig tilførsel af frisk luft under tryk fra et kompressor anlæg til en første belastning (14), som kræver opretholdelse af en bestemt temperatur og et bestemt tryk, og efterfølgende udladning af luft fra
10 denne, idet den første sløjfe omfatter:

en første turbine (75), som har indtag og udgang og er tilpasset for kommunikation med og drift af kompressor anlægget, og som ekspanderer og afkøler trykluft og udlader den til den første belastning (14),

15 et første forbindelsesmiddel (65) mellem turbiniens (75) indtag og kompressor anlægget,

og en anden lukket sløjfe (16) til recirkulation af afkølet luft gennem en anden belastning (20), således at temperaturen styres af den afkølede luft, idet sløjfen er
20 isoleret fra den ekspanderede køleluft, som overføres fra den første turbine (75) til den første belastning, idet den lukkede sløjfe (16) omfatter:

et kompressor anlæg (100, 125) med et indtag og en udgang, hvilket anlæg er tilkoblet og drives af den første
25 turbine (75) og sætter en gennemløbende luftmængde under tryk,

et andet forbindelsesmiddel (137, 145, 160), som danner forbindelse mellem udgangen fra kompressor anlægget (100, 125) og indtaget til den anden turbine (130), som
30 bliver drevet af samt ekspanderer og afkøler luft, som tilføres fra kompressor anlægget (100, 125),

et tredje forbindelsesmiddel (180) mellem udgangen fra den anden turbine (130) og indtaget til den anden belastning (20),

35 et fjerde forbindelsesmiddel (155, 110), som forbinder en udgang fra den anden belastning (20) med indtaget til kompressor anlægget (100, 125), således at stort set hele luftmængden, som afgives til den anden belastning

(20) fra den anden turbine (130) føres tilbage til kompressor anlægget (100,125) og derefter til den anden turbine (130) til kontinuerlig recirkulation gennem kompressor anlægget, den anden turbine og den anden belastning, således at den anden belastning afkøles og sættes under tryk drevet af den første turbine, k e n d e t e g n e t ved, at den omfatter et femte forbindelsesmiddel (30), som forbinder det fjerde forbindelsesmiddel (110) og kompressor anlægget, samt at en indtagsventil (115) i det femte forbindelsesmiddel normalt er lukket.

2. System ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at kompressor anlægget omfatter en første kompressor (100), som drives af den første turbine (75), og en anden kompressor (125), som drives af den anden turbine (130).

3. System ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at kompressor anlægget omfatter en enkelt kompressor, som drives af den første og den anden turbine (75, 130).

4. System ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at det femte forbindelsesmiddel (30) står i forbindelse med det første forbindelsesmiddel (65) til tilførsel af luft fra kompressor anlægget til den lukkede sløjfe (16).

5. System ifølge krav 1-4, k e n d e t e g n e t ved, at den første turbine (75) er forsynet med et regulerbart indtag (80), som kan indstilles under tilpasning til det største kølebehov for de to belastninger (14, 20).

6. System ifølge krav 1-5, k e n d e t e g n e t ved et sjette forbindelsesmiddel (165) mellem det tredje forbindelsesmiddel (160) og udgangen fra den anden turbine (130), hvilket sjette forbindelsesmiddel har en yderligere bypass-ventil (170), der kan styre mængden af ikke-kølet trykluft fra kompressoren (100) til udgangen fra den anden turbine (130), i afhængighed af varmebehovet til den anden

belastning (20).

5

10

15

20

25

30

35

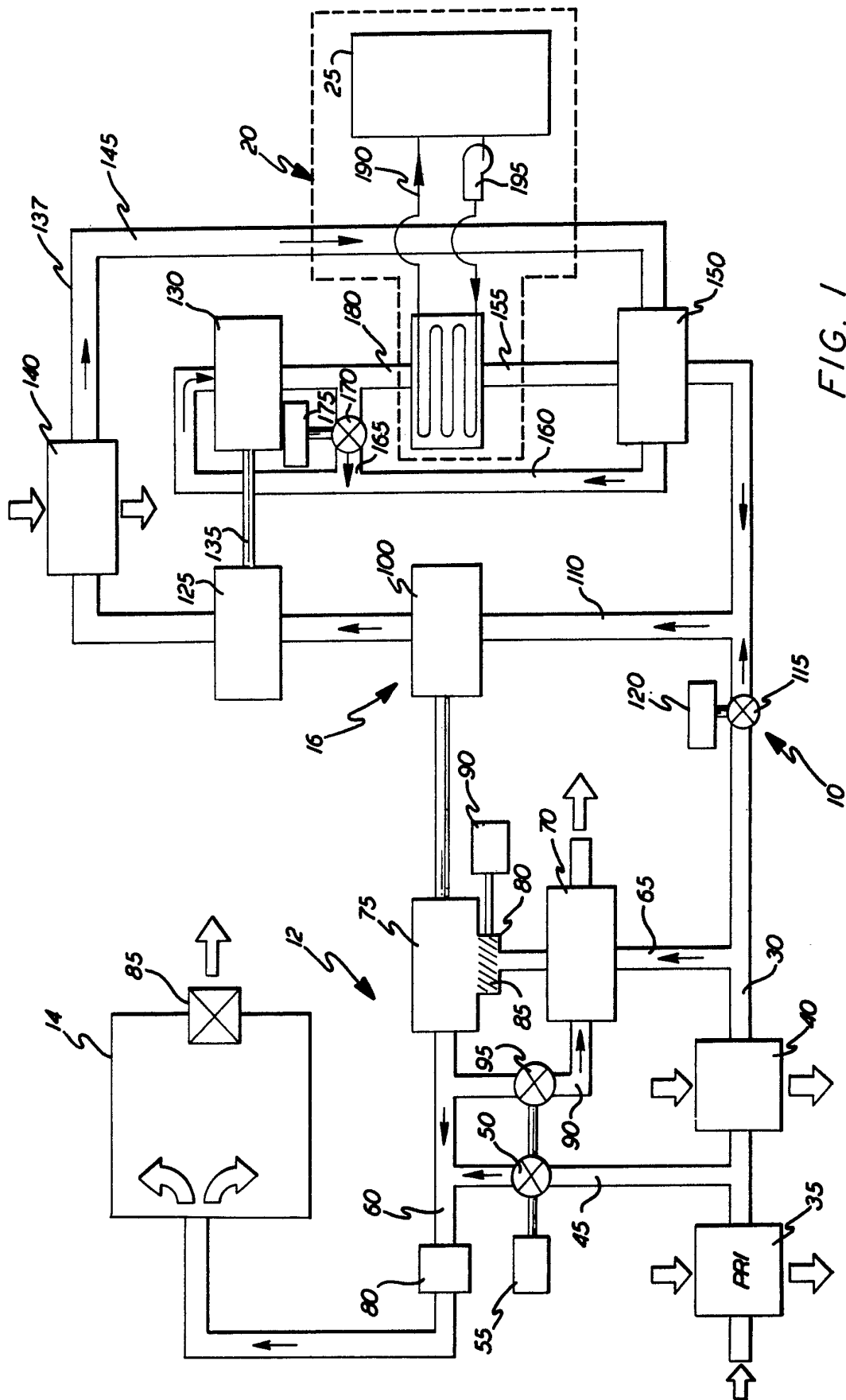


FIG. 1

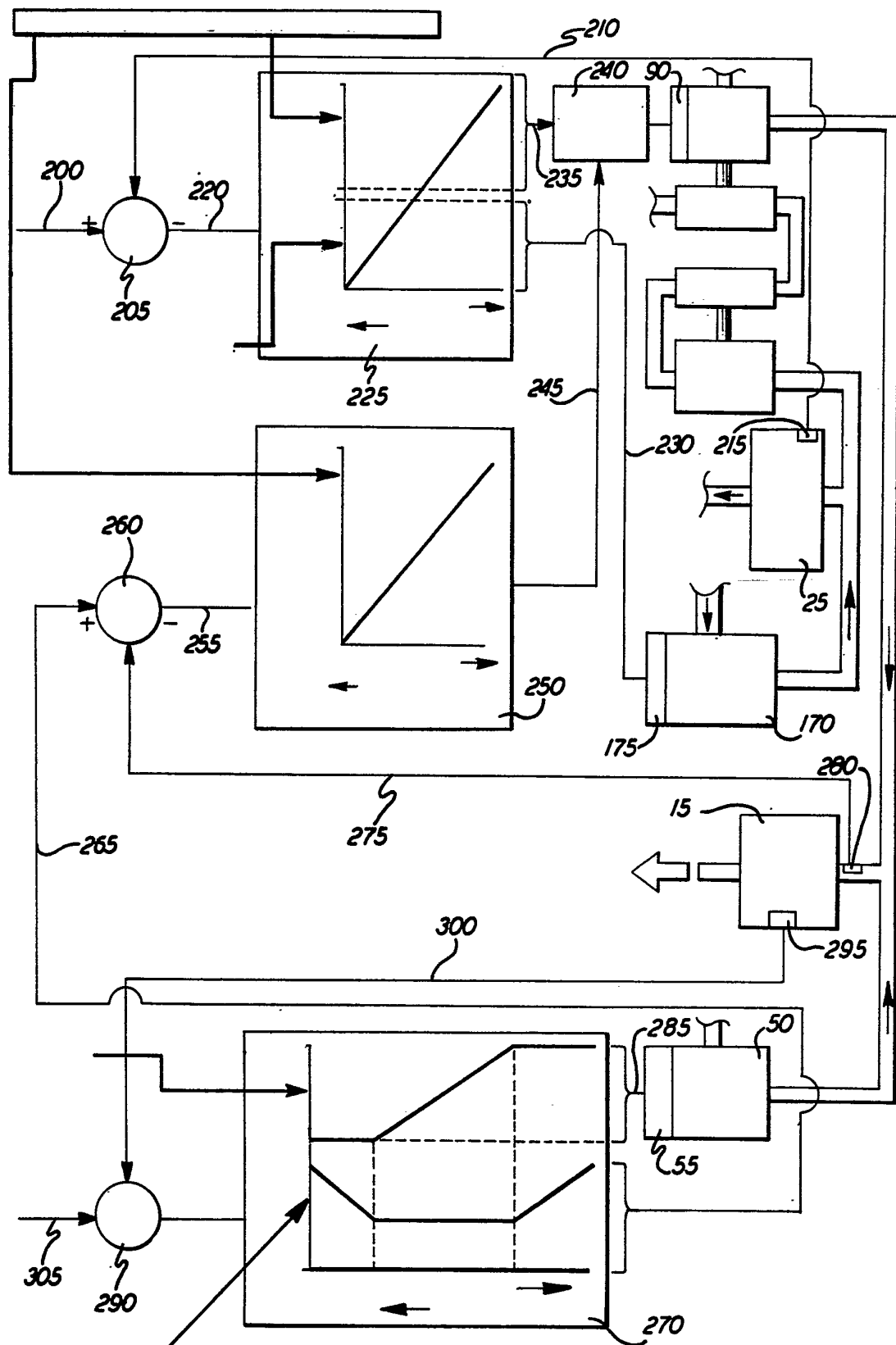


FIG. 2