



NORGE

(12)
PATENT

(11) 321439

(13) B1

(19) NO
(51) Int Cl.

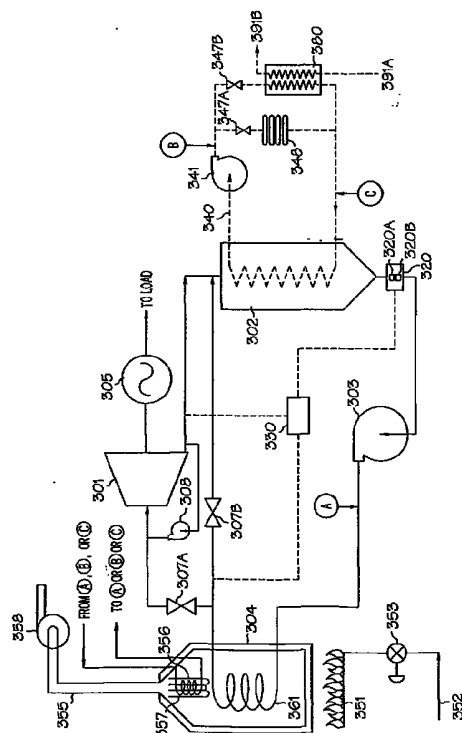
F01K 17/02 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20041029	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2002.08.02 PCT/US02/24618
(22)	Inng.dag	2004.03.09	(85)	Videreføringsdag	2004.03.09
(24)	Løpedag	2002.08.02	(30)	Prioritet	2001.08.10, US, 311514 2001.11.30, US, 998705
(41)	Alm.tilgj	2004.04.28			
(45)	Meddelt	2006.05.08			
(73)	Innehaver	Energetix Micropower Ltd, Steam Packet House, 76 Cross Street, M24JU MANCHESTER, GB			
(72)	Oppfinner	Donald Anson, 142 Boyd Drive, OH43085 WORTHINGTON, US William Thompson Hanna, 841 Nob Hill Court, OH43230 GAHANNA, US George Henry Stickford Jr, 5504 Old Pond Drive, OH43017 DUBLIN, US John Gordon Coll, 7924 Twp Road, 37 NorthWest, OH43783 SOMMERSET, US			
(74)	Fullmektig	Håmsø Patentbyrå ANS, Postboks 171, 4302 SANDNES, NO			

- (54) Benevnelse **Integrert mikroformat kombinert kraft- og varmesystem**
(56) Anførte publikasjoner Ingen

- (57) Et integrert system for å anordne både varme og elektrisk kraft. Det integrerte system eller "kogenereringssystemet" (kombinert kraftvarmesystem) virker med et organisk arbeidsfluid som sirkulerer i en sirkelprosess av Rankine-typen hvor det organiske arbeidsfluid overhetes av en varmekilde, ekspanderes gjennom en evolvent spiralviklet (volutt)-ekspander (301) slik at det organiske arbeidsfluid forblir overhetet gjennom ekspanderen, kjøles i en kondensator (302) og trykkes opp ved hjelp av en pumpe (303). Varmevekslingssløyfer innen systemet definerer kapabilitet til produksjon av varmtvann for bruk i romoppvarming (348) og husholdningsvarmtvann (380) mens generatoren (305) er koplet til voluttekspanderen (301) for å generere elektrisitet.



INTEGRERT MIKROFORMAT KOMBINERT KRAFT- OG VARMESYSTEM

Den foreliggende oppfinnelse angår generelt et kogenererings-system for levering av elektrisk kraft, romvarme (RV) og hus-
holdningsvarmtvann (HVV), og mer spesielt et kombinert små-
skalasystem av Rankine-typen som bruker en voluttekspander og
et organisk arbeidsfluid.

Kogenereringskonseptet, eller kombinert kraftvarme (KKV), har
vært kjent en tid som en måte å forbedre virkningsgraden i
kraftproduserende systemer på. Med et typisk KKV-system er
varme (vanligvis i form av varm luft eller varmt vann) og
elektrisitet de to energiformene som genereres. I et slikt
system kan varmen som produseres av en forbrenningsprosess,
drive en elektrogenerator tillike med å varme opp vann som
ofte gjøres om til damp for husoppvarming eller for prosess-
varme. De fleste nåværende KKV-systemer har en tendens til å
være heller store og produserer varme og kraft for et meget
stort antall konsumenter eller for store industrikonserner.
Tradisjonelt har stordriftsfordeler hindret en slik tilnær-
ming fra å bli ekstrapolert ned til en enkeltbruker eller et
begrenset antall brukere. Men stigning i brenselskostnader
har minsket fordelene med sentralt generert kraft. Følgelig

er der et potensielt stort marked hvor store antall relativt selvstendige, spredte produsenter av varme og elektrisitet kan utnyttes. For eksempel ville det i eldre, eksisterende varmetransportinfrastruktur, hvor tilstedeværelsen av fluidbærende rør er gjennomgående, være spesielt lovende å inkludere et system som kan levere KKV da det ikke er nødvendig å forstyrre tilliggende bygningskonstruksjon for å legge inn nye rør. På liknende måte kan et KKV-anleggs innebygde flerfunksjonsevne redusere bygningsmessig redundans.

- 10 Markedet for lokal varmegenerering i Europa og visse deler av USA tilsier at en enkel enhet anordner varme for eneboliger og småbedrifter både som RV (som et fluidradiatorbasert system) og som HVV (som et dusjhode eller tappekran i en vask eller badekar) via behovs- eller momentansystem. Eksisterende
- 15 kombinertenheter brukes noen ganger hvor varme for HVV magasineres i en kombinert lagertank og kjelspiral. I en utførelse sirkulerer RV-vann gjennom kjelspiralen som opptre som varmeelementet for vannet i lagertanken. Eksempelvis, siden nødvendig lagerkapasitet for momentan HVV-levering til en el-
- 20 ler to dusjer i en enfamiliebolig (som en frittliggende enebolig eller en stor leilighet) er cirka 120 til 180 liter, følger det at lagertankens størrelse må være forholdsvis stor, noen ganger uoverkommelig stor, for å tilfredsstille termiske krav på opp til 25 kilowatt termisk (kW_t) for lagret
- 25 varmtvann for å møte en slik topplast for dusj. I nyere og mindre hjem er der imidlertid ofte utilstrekkelig plass for å romme slike lagertankvolumer. I tillegg til behovet for momentan HVV-kapasitet på opptil 25 kW_t trenges i sesonger opp til 10 kW_t for RV til oppvarming av en bolig av middels stør-
- 30 relse.

Dessuten er der selv i systemer som anvender RV og HVV i et felles oppvarmingssystem for å spare plass, ikke inkludert å sørge for KKV. I eksempelet ovenfor er det sannsynlig at elektrobehovet samtidig med bruk av 35 kW_t vil være 3 til 5
5 kilowatt elektrisk (kW_e). Den tradisjonelle tilnærming til å anordne begge typer kraft var, som omtalt tidligere, å ha en stor sentral kraftstasjon som anordnet elektrisk kraft på et felles nett til tusener eller til og med millioner av brukere med varme- og varmtvannsproduksjon anordnet hos eller nær
10 sluttbrukeren på individuell basis eller smågruppebasis. Således har konsumenten ikke bare liten styring med kraftproduksjonskostnadene med den tradisjonelle tilnærmingen, da slik kostnad er gjenstand for rådende rater og etterspørsel fra andre konsumenter, men betaler også mer på grunn av den
15 innebygde ineffektiviteten i et system som ikke utnytter synergien ved å bruke ellers bortkastet varme for å gi tilleggsproduksjon av elektrisitet eller varme.

Storskala kogenereringssystemer (i megawattklasse (MW) og oppover) er, selv om de hjelper til å redusere den tidligere
20 nevnte ineffektiviteten til sentraliserte kraftgenereringsenheter, ikke veltilpasset for å anordne varme og kraft i liten skala (mindre enn noen få hundre kW), spesielt i småskalaklassen med noen få kW_e (mikrobaserte systemer) til noen få dusin kW_e (minibaserte systemer). Mye av grunnen til dette er
25 store kraftkildesystemers manglende evne til å skalere ned, da gunstig elektrisk virkningsgrad ofte bare oppnås med varierende lastpåvirkelige systemer, stramme toleranser for nøkkelkomponenter og ledsagende høye investeringskostnader. Representative for denne klassen er gassturbiner som er kost-
30 bare å bygge for småskalaanvendelser og som har dårlig virkningsgrad ved varierende elektrisk last. Virkningsgradfremmende innretninger, som regeneratorer, har en tendens til å

- minske varmen som er tilgjengelig for HVV- og RV-sløyfene, og begrenser således bruken av dem i anvendelser med høyt varme-til-kraft-forhold (heretter kalt V/K). En underklasse av gassturbinbaserte kraftkilder, mikroturbinen, som omfatter en
- 5 høyhastighetsgenerator koplet sammen med kraftelektronikk, kunne være en mulig tilnærming til småskala kogenererings-systemer. Andre svakheter med storskala KKV-systemer stammer fra levetidsbegrensede former med høye vedlikeholdskostnader. Denne typen omfatter kraftkilder som konvensjonelle forbren-
- 10 ningsmotorer hvor støy, avgassutslipp, oljeskift og tennpluggskift og relaterte vedlikeholds- og innebygningskrav gjør bruk i boliger og småindustri upassende. Denne typen kraftkilde gir heller ikke nok spillvarme hvor det forlanges høyt V/K, noe som kan forventes krevd i en enfamiliebolig.
- 15 Andre kraftkildeformer som dampturbiner, passer til og med dårligere enn gassturbiner for varierende elektriske lastkrav selv om de passer for høyt V/K. I tillegg innebærer dampbasert tilnærming langsom systemoppstart og høye startkostnader som begge deler taler mot småskalabruk.
- 20 Med tanke på kjent teknikks begrensninger har oppfinnerne av den foreliggende oppfinnelse oppdaget at det som trenges er et selvregulerende system som integrerer produksjon av elektrisk strøm og varme i en overkommelig, kompakt, effektiv og lokalt plassert kraftgenerator.
- 25 Disse behov tilfredsstilles av den foreliggende oppfinnelse som beskriver et nytt mikroklasses KKV-system. I mikroklasses KKV kan en kompakt kraftkilde anordne både elektrisitet som for eksempel fra en generator tilknyttet en varmekilde, til- like med varme for å gi varmluft og varmtvann til bosteder.
- 30 Det som skiller mikroklasses KKV fra tradisjonell KKV, er størrelse. I mikroklasses KKV er elektrisk ytelse forholdsvis

liten, i størrelsesorden noen få kW_e eller til og med mindre enn én kW_e. Den foreliggende oppfinnelse system kan gi rask reaksjon på HVV-krav fordi tankstørrelsene som trenges for å lagre vann er redusert betraktelig eller muligens helt eliminert. Størrelsen på KKV-systemet i mikroklasser som beskrevet heri, kan tilpasses til særskilte brukerbehov. For eksempel kan et system for et enfamiliebosted lages i størrelse som gir cirka 3 til 5 kW_e, 10 kW_t RV og 25 kW_t HVV. For småindustribruk eller for bruk i flermannsbosteder (som for eksempel en gruppe av leiligheter) kan systemet skaleres opp tilsvarende. Varme-til-kraft-forholdet, V/K, er en viktig parameter ved utformingen av systemet. For de fleste bolig- og småindustriformål er en V/K mellom 7:1 og 11:1 å foretrekke da forhold mindre enn disse kan resultere i bortkastet elektrisk energi, og forhold mye større enn disse ikke er praktisk bortsett fra i de aller kaldeste klimaer (hvor behovet for oppvarming er mer konstant enn sesongbetont). Siden produksjonen av elektrisitet (ved for eksempel en generator eller en brenselcelle) er et biprodukt ved kraftkildens varmegenereringsprosess, genereres det ikke ytterligere karbondioksid og beslektede luftforurensninger, noe som gjør den foreliggende oppfinnelse system gunstig med hensyn til strengere utslippskrav.

Ifølge et første aspekt ved den foreliggende oppfinnelse beskrives et kogenereringssystem. Kogenereringssystemet omfatter et organisk arbeidsfluid, en varmekilde i stand til å overhete det organiske arbeidsfluid, en første krets for transport av det organiske arbeidsfluid og en generator for å produsere elektrisitet. I det minste en del av den første krets, som omfatter en voluttekspander, en kondensator og en pumpe, er i termisk forbindelse med varmekilden. Pumpen sirkulerer det organiske arbeidsfluid gjennom den første krets.

Varmekilden er fortrinnsvis en brenner i termisk forbindelse med en fordamper slik at varmen skaffet tilveie av brenneren forårsaker det organiske arbeidsfluid, som strømmer gjennom fordamperen, å bli overhetet. I den foreliggende sammenheng har begrepet "termisk forbindelse" til hensikt i videste forstand å dekke alle tilfeller av termisk utveksling forårsaket av kopling mellom systemkomponenter, mens det snevrere begrep "varmevekslingsforbindelse" (omtalt senere) har til hensikt å dekke det mer spesifikke forhold mellom direkte, tilstøtende varmevekslingskomponenter konstruert spesielt for formålet. På grunn av det organiske arbeidsfluids natur forblir det i overhetet tilstand fra før det går inn i volutt-ekspanderen til etter at det kommer ut fra denne. Det organiske arbeidsfluids høye damptetthet og varmeoverføringsegenskaper sikrer at maksimum varme og kraft kan trekkes ut av fra fluidet uten å måtte ty til en stor ekspander.

Kogenereringssystemet kan utformes slik at det organiske arbeidsfluid fyres direkte eller indirekte. I den førstnevnte utformingen er forholdet mellom brenneren og fordamperen som inneholder det organiske arbeidsfluid slik at flammen fra forbrenningsprosessen i brenneren direkte treffer enten kanalen som fører fluidet eller en beholder (alternativt omtalt som et forbrenningskammer) som huser minst en del av kanalen som fører det organiske arbeidsfluid, slik at den del av kanalen hvor det organiske arbeidsfluid overhetes, betraktes som fordamperen. I den sistnevnte utformingen gir flammen fra forbrenningsprosessen i brenneren fra seg en del av varmen til en kanal som utgjør en sekundærkrets, som i sin tur transporterer et varmevekslingsfluid til en mellomvarmeveksler. Varmevekslingsfluidet kan være vann, en blanding av vann og en frosthindrende tilsetning (som for eksempel propylen-glykol) eller et organisk fluid som for eksempel det organis-

ke fluid i den første krets. Den første sløyfe i mellomvarmeveksleren har væskeforbindelse med den første krets som fører det organiske arbeidsfluid, mens den andre sløyfe har væskeforbindelse med den andre krets som fører varmevekslingsfluidet. Mellomvarmeveksleren er fortrinnsvis plassert mellom pumpen og den første kretsens voluttekspander slik at den virker som en fordamper for det organiske arbeidsfluid. Den sistnevnte utformingen kan også omfatte en forvarmeinnretning for en romvarmesløyfe som er i varmevekslingsforbindelse med kondensatorens sekundærsløyfe slik at en del av varmen som fremdeles er tilstede i varmevekslingsfluidet etter at det har avgitt en del av sin varme til det organiske arbeidsfluid i mellomvarmeveksleren kan brukes til å forvarme fluid i en ekstern RV-sløyfe.

Som i den førstnevnte utformingen kan også brenneren være anbrakt inne i en beholder. I begge utforminger kan beholderen omfatte en avgasskanal for å lede bort forbrenningsprodukter (primært avgass), en avgassvifte for videre å underlette slik produktfjerning så vel som en avgassvarmeveksler anbrakt nær (fortrinnsvis inne i) avgasskanalen, slik at restvarmen som finnes i avgassen, kan brukes som tilleggsoppvarming i andre deler av kogenereringssystemet. Avgassvarmeveksleren kan videre omfatte en avgassresirkuleringsinnretning for videre å forbedre varmeoverføringen fra avgassen. I den førstnevnte utforming kan varmen som tas opp av avgassvarmeveksleren, ledes til forskjellige steder innen enten den første krets eller romvarmesløyfen for å gi tilleggsforvarming av henholdsvis det organiske arbeidsfluid eller romvarmefluidet. I tillegg kan begge utforminger tilpasses for å utveksle varme med en HVV-sløyfe. Varmeutvekslingen kan videre finne sted i en varmeveksler utformet på liknende måte som kondensatoren, slik at to individuelle sløyfer plasseres nær hverandre for å

underlette overføringen av varme mellom de respektive fluider som strømmer derigjennom, eller i en lagertank (som for eksempel en varmtvannstank) slik at fluidet som lagres deri (fortrinnsvis vann), holdes ved en forhøyet temperatur for å ha en lett tilgjengelig forsyning av varmt vann til tappekraner, bad og dusjer. I tilfelle av en lagringstankbasert tilnærming kan tilleggsoppvarming av væsken i tanken skje ved hjelp av et varmeelement som får sin kraft fra generatoren. Hvor der ikke finnes noen tank, kan varme til HVV-sløyfen tas fra en forbindelse med den første kretsens kondensator (i den direktefyrte utforming) eller fra varmevekslingsfluidet som strømmer gjennom den andre kretsen (i den indirekte fyrte utforming). Det kan dessuten i både den direktefyrte og den indirekte fyrte utformingen, om det ønskes å bibeholde evnen til å levere HVV og samtidig beholde et enkelt lavkostnads-system, brukes en overdimensjonert eller flertrinns brenner. Denne raske oppvarmingen kan redusere størrelsen på eller til og med fjerne behovet for en stor lagertank og fremdeles være i stand til å levere så godt som øyeblikkelig varmtvann når det trenges.

Driftsforholdene, inkludert maksimum temperatur og trykk, for kogenereringssystemets første krets er utformet slik at de er innenfor det organiske arbeidsfluids dimensjonerende område. En styreenhet kan innarbeides for å overvåke og, om nødvendig, endre driftsparametrene innen systemet. Brytere, følere og ventiler kan være innarbeidet i systemet for å hjelpe styreenheten å utføre sin oppgave. For eksempel kan styreenheten, for å beskytte ekspanderen fra å ruse i oppstartsfasen eller nedkjøringsfasen eller ved lav (eller ingen) nettlast, regulere stenge- og avledningsventiler til å aktiveres og derved tvinge det overhetede organiske fluid til å gå utenom

ekspanderen. Styreenheten kan også samarbeide med brukerbestemte forhold via termostaten.

Bruk av organisk arbeidsfluid snarere enn et mer lett tilgjengelig fluid (som for eksempel vann) er viktig hvor transport og til og med sluttbruk kan utsette deler av systemet for frost (under 0°C). Med et vannfylt system kan skade og driftsstans være en følge av lengre tids temperaturer under frysepunktet. I tillegg unngås korrosjonsproblemer nært knyttet til vann med oksygen til stede og ekspanderstørrelse eller trinndeling forbundet med lavtetthetsfluider ved å bruke et organisk arbeidsfluid. Det organiske arbeidsfluid er fortrinnsvis enten et halokarbonkjølemedium eller et naturlig forekommende hydrokarbon. Eksempler på førstnevnte omfatter R-245fa, mens eksempler på det sistnevnte omfatter noen av alkanene, som for eksempel isopentan. Andre kjente arbeidsfluider og kjølemedier er utelukket av andre grunner, selv om de oppviser fordelaktige termodynamiske egenskaper. For eksempel er R-11 et av en gruppe kjølemedier som nå er bannlyst i mesteparten av verden av miljøhensyn. På liknende vis med R-123, som (fremdeles) er mye mindre miljømessig omstridt enn R-11, som er utsatt for nedbrytningsproblemer ved visse driftsforhold i KKV-anlegg av mikrokasse. Behovet for å drive kondensatoren ved en temperatur som er høy nok til å tillate romoppvarming med væske og behovet for et relativt høyt damputvidelsesforhold (5 til 7 eller 8) begrenser antallet fluider med brukbare egenskaper. I tillegg har behovet for å ha en rimelig høy damptetthet ved ekspanderinnløpet direkte innflytelse på valg av fluid og voluttdiameteren, og begge deler influerer på voluttkostnaden. For mange fluider resulterer kondenseringstemperaturen og behovet for betydelig utvidelse i meget høye voluttinnløpstrykk (økende pumpekraft) eller overkritiske forhold ved innløpet, noe som resulterer i

vanskeligheter ved beregning av fordamperens drift og styring. De samme forhold er av betydning når man betrakter andre naturlige fluider (hydrokarboner). Mens for eksempel pentan, butan og propan alle ble betraktet som mulige arbeidsfluider, fastslo oppfinnerne at av de naturlig forekommende hydrokarboner, tilbyr isopentan overlegne fluidegenskaper for bruk i mikroklasser KKV-anlegg.

Ifølge et annet aspekt ved den foreliggende oppfinnelse beskrives et kogenereringssystem utformet for å drives med et organisk arbeidsfluid. Systemet omfatter en varmekilde, en første krets utformet for å transportere det organiske arbeidsfluid og en generator som er driftsmessig koplet til en ekspander for å produsere elektrisitet. Den første krets omfatter en voluttekspander utformet for å motta det organiske arbeidsfluid, en kondensator i fluidforbindelse med voluttekspanderen og en pumpe utformet for å sirkulere det organiske arbeidsfluid. Den første krets er i termisk forbindelse med varmekilden slik at varmen som overføres derfra omformer det organiske arbeidsfluid til en overhettet damp.

Ifølge et ytterligere aspekt ved den foreliggende oppfinnelse beskrives en indirekte fyrte mikroklasser KKV som omfatter en varmekilde, første og andre fluidsirkulasjonssløyfer og en mellomvarmeveksler. Den indirekte fyrte mikroklasser KKV er fordelaktig med hensyn til fleksibilitet og vedlikeholdssvennlighet. En flersløyfet fluidsirkulasjonssløyfer brukes slik at varmekilden (for eksempel en brenner) er anordnet for en andre fluidsirkulasjonssløyfe som er i termisk forbindelse med, men fluidmessig isolert fra en første fluidsirkulasjonssløyfe. Den andre fluidsirkulasjonssløyfe omfatter rørledning som brukes for å transportere et varmevekslingsfluid. Denne rørledning har fortrinnsvis spiralform og ribber for å maksi-

mere varmeoverføringen mellom varmekilden og varmevekslingsfluidet. Minst én pumpe brukes for å sirkulere varmevekslingsfluidet. Den andre fluidsirkulasjonssløyfe omfatter videre et parallelt sett med undersløyfer hvorav en går gjennom en HVV-varmeveksler for å varme opp kommunalt vann, mens den andre går gjennom mellomvarmeveksleren som en formidler mellom varmekilden og det organiske arbeidsfluid som strømmer gjennom den første fluidsirkulasjonssløyfe. I tillegg til å sende det organiske arbeidsfluid gjennom mellomvarmeveksleren omfatter den første fluidsirkulasjonssløyfe en voluttekspan-
der koplet til en generator, en RV-varmeveksler og en sirkulasjonspumpe. Ved tilførsel av varme blir det organiske arbeidsfluid overhettet, det blir så ekspandert i voluttekspanderen for å drive generatoren og produserer derved elektrisk kraft. Det med redusert trykk, men fremdeles overhete-
de organiske arbeidsfluid som forlater voluttekspanderen går inn i RV-varmeveksleren hvor et annet fluid, typisk luft eller vann, kan føres gjennom og bli oppvarmet av det organiske arbeidsfluid. Dette RV-fluid sirkuleres deretter til radiatorer eller liknende innretninger for romoppvarming inne i en bolig. Sirkulasjonspumpen returnerer det kondenserte organiske arbeidsfluid til mellomvarmeveksleren hvor det kan gjenta prosessen.

En forvarmeinnretning for RV-sløyfen kan alternativt plasseres i varmevekslingsforbindelse med den andre fluidsirkulasjonssløyfe slik at tilleggs-RV kan tilveiebringes. I tillegg kan, som ved det forrige aspekt, varmekilden omfatte en brenner anbrakt i en beholder av brennkammertypen. Beholderen kan omfatte en avgasskanal, en avgassvifte og en avgassvarmeveksler anbrakt nær avgasskanalen. Avgassvarmeveksleren kan videre omfatte en avgassresirkulasjonsinnretning for forbedring av varmeoverføringen fra avgassen. Restvarme som ellers ville

blitt luftet ut til kanalen og til atmosfæren kan innfanges og omdirigeres til andre deler innen systemet. For eksempel kan avgassvarmeveksleren integreres i den andre fluidsirkulasjonssløyfens første undersløyfe for å anordne tilleggsop-
5 varming for HVV-varmeveksleren.

Ifølge enda et annet aspekt ved den foreliggende oppfinnelse beskrives et direktefyrte kogenereringssystem utformet for å sirkulere et organisk arbeidsfluid. Det direktefyrte KKV er fordelaktig hva angår systemkostnad og enkelhet. Systemet om-
10 fatter en rørsøyfe som definerer en strømningsvei for et organisk arbeidsfluid, et organisk arbeidsfluid anbrakt i rørsøyfen, en fordamper anbrakt i det organiske arbeidsfluids strømningsvei, en brenner i termisk forbindelse med fordamperen slik at varme som overføres til fordamperen, overheter
15 det organiske arbeidsfluid, videre en voluttekspander anbrakt i det organiske arbeidsfluids strømningsvei slik at det overhete de organiske arbeidsfluid som går gjennom voluttekspanderen, forblir overhettet når det strømmer ut av voluttekspanderen, videre en generator som driftsmessig responderer med
20 voluttekspanderen for å generere elektrisitet, en kondensator og en pumpe anbrakt i det organiske arbeidsfluids strømningsvei mellom kondensatoren og fordamperen. Kondensatoren innbefatter en primærsløyfe anbrakt i det organiske arbeidsfluids strømningsvei slik at primærsløyfen står i fluidforbindelse
25 med voluttekspanderen og en sekundærkrets i varmevekslende forhold med primærsløyfen hvor sekundærsløyfen er utformet for å overføre i det minste en del av varmen som inneholdes i det organiske arbeidsfluid som passerer gjennom primærsløyfen til en ekstern sløyfe, som for eksempel en romoppvarmingsinn-
30 retning.

Det direktefyrte KKV-system i mikroklasser omfatter alternativt en styreenhet, ventiler, brennkammer og avgasskaraktertrekk som likner på de i de foregående aspekter. Som i de foregående aspekter er det organiske arbeidsfluid også her fortrinnsvis enten et naturlig forekommende hydrokarbon (som for eksempel isopentan) eller et halokarbon kjølemedium som R-245fa. I tillegg kan varmekilden, som kan være en brenner, være overdimensjonert for å gi tilleggsvarme ved varianter av systemet som ikke anvender en lagertank for HVV-formål. I denne situasjonen kan brenneren være enten større eller en flertrinnsinnretning slik at hvert trinn tilordnes en særskilt del av de eksterne varmekretser, som RV- eller HVV-kretser. De eksterne oppvarmingskretser kan ytterligere koples til kogenereringssystemet fra en enkelt forbindelse på kondensatoren slik at todelte veier som samsvarer med RV- og HVV-sløyfene, kan imøtekommes.

Ifølge ennå et annet aspekt ved den foreliggende oppfinnelse beskrives et kombinert kraftvarmeverk i mikroklassen. Det kombinerte kraftvarmeverk i mikroklassen omfatter en elektrisitetsgenererende sløyfe og en tilknytning til en ekstern varmesløyfe. Elektrisitetsgenereringssløyfen omfatter en brenner for å heve det organiske arbeidsfluids temperatur slik at det organiske arbeidsfluid blir overhett, en voluttekspander for å motta den overhettede damp slik at arbeidsfluidet forblir i en overhett tilstand etter å ha passert derigjennom, en generator driftsmessig koplet til voluttekspanderen for å produsere elektrisitet, en kondensator anbrakt i væskeforbindelse med voluttekspanderen og en pumpe for å sirkulere det organiske arbeidsfluid. Tilknytningen er anbrakt i kondensatoren og er utformet for å sette den eksterne varmesløyfe i termisk forbindelse med kondensatoren. Denne eksterne varmesløyfe kan være en HVV-sløyfe eller en RV-

sløyfe eller begge deler. Som ved de foregående aspekter ved oppfinnelsen kan liknende styreenhet, brennkammer og beslektede særtrekk inkorporeres.

Ifølge et ytterligere aspekt ved den foreliggende oppfinnelse 5 beskrives et system for produksjon av boligvarmtvann, romoppvarming og elektrisitet fra en Rankine-basert sirkelprosess med et organisk arbeidsfluid. Systemet omfatter en i hovedsak lukket fluidkrets utformet for å transportere det organiske arbeidsfluid derigjennom, en brenner utformet for å anordne 10 tilstrekkelig varme for å overhete det organiske arbeidsfluid og en styreenhet for å regulere driften av systemet. Den i hovedsak lukkede fluidkrets er i det minste delvis definert av en spoleformet ledning utformet for å virke som et varmeoverføringselement for det organiske arbeidsfluid og omfatter, som komponenter, en voluttekspander, en generator, en 15 kondensator og en pumpe. Betegnelsen "rør" kan brukes utbyttbart med "ledning" da begge beskriver en lukket hul beholder for væsketransport. Brenneren er i termisk forbindelse med den i hovedsak lukkede fluidkretsens spiralformede rør. Voluttekspanderen er utformet for å godta det overhete de organiske arbeidsfluid. Kondensatoren er utformet for å trekke ut 20 i det minste en del av den gjenværende varmen i det organiske arbeidsfluid etter at det organiske arbeidsfluid passerer gjennom voluttekspanderen. Pumpen trykksetter og sirkulerer 25 det organiske arbeidsfluid.

Ifølge enda et ytterligere aspekt ved den foreliggende oppfinnelse beskrives et indirekte fyrt kogenereringssystem som innbefatter en varmekilde, et passivt varmeoverføringselement i termisk forbindelse med varmekilden, en første krets, en 30 generator og en andre krets. Den første krets er utformet for å transportere et organisk arbeidsfluid og er anbrakt nær en

av det passive varmeoverføringsselements ender slik at varmen som overføres fra det passive varmeoverføringsselement, øker det organiske arbeidsfluids energiinnhold. Den første krets består av i det minste en voluttekspander utformet for å mot-
5 ta det organiske arbeidsfluid, en kondensator i væskeforbindelse med voluttekspanderen og en pumpe utformet for å sirkulere det organiske arbeidsfluid. Kondensatoren er utformet for å overføre i det minste en del av overskuddsvarmen som finnes i det organiske arbeidsfluid, til en ekstern varmesløyfe. Som ved de foregående aspekter er generatoren kop-
10 let til voluttekspanderen for å produsere elektrisitet som svar på bevegelsen som overføres til den fra volutten. Den andre krets er utformet for å transportere et varmevekslingsfluid derigjennom og er anbrakt nær en av det passive varme-
15 elements ender slik at varmen som overføres derfra, øker varmevekslingsfluidets energiinnhold. Den andre krets består av minst et brennkammer anbrakt nær varmekilden slik at avgassen kan fjernes. Detaljer ved brennkammeret er liknende de som er omtalt i sammenheng med de foregående aspekter, med det unn-
20 tak at en av det passive varmeoverføringsselements (fortrinnsvis et varmerørs) ender er anbrakt inne i brennkammeret slik at de samme ender absorberer varme fra varmekilden.

Ifølge et annet aspekt ved den foreliggende oppfinnelse beskrives et kogenereringssystem som innbefatter en varmekilde,
25 et passivt varmeoverføringsselement i termisk forbindelse med varmekilden og en første krets. Den første krets er utformet for å transportere et organisk arbeidsfluid og er anbrakt nær en av det passive varmeelements ender slik at varmen som overføres fra det passive varmeelement, overheter det orga-
30 niske arbeidsfluid. Den første krets består av i det minste en voluttekspander utformet for å motta det organiske arbeidsfluid, en kondensator i fluidforbindelse med volutteks-

panderen og en pumpe utformet for å sirkulere det organiske arbeidsfluid. En generator er koplet til voluttekspanderen for å generere elektrisitet som svar på det organiske arbeidsfluids ekspansjon i volutten. Kondensatoren er utformet for å overføre i det minste en del av overskuddsvarmen som finnes i det organiske arbeidsfluid, til en ekstern varmesløyfe. Som ved det foregående aspekt er varmeoverføringselementet fortrinnsvis et varmerør, og det er integrert i brennkammeret på liknende måte.

- 10 Ifølge enda et aspekt ved den foreliggende oppfinnelse beskrives en fremgangsmåte for å produsere varme og elektrisitet fra en kogenereringsinnretning. Fremgangsmåten omfatter trinnene å utforme en første krets for å transportere et organisk arbeidsfluid, å overhete det organiske arbeidsfluid
15 ved hjelp av en varmekilde som er i termisk forbindelse med den første krets, å ekspandere det overheteede organiske arbeidsfluid i en voluttekspander, å dreie en generator som er koplet til voluttekspanderen for å generere elektrisitet, å kjøle det organiske arbeidsfluid i en kondensator slik at
20 minst en del av varmen i det organiske arbeidsfluid som passerer gjennom kondensatoren overføres til en ekstern varmesløyfe, å bruke minst en del av varmen som er blitt overført til den eksterne varmesløyfe for å anordne romoppvarming og å returnere det organiske arbeidsfluid som kommer ut av kondensatoren til en posisjon i den første krets slik at det kan
25 motta ytterligere varmetilførsel fra varmekilden.

- Fremgangsmåten omfatter alternativt å holde det organiske arbeidsfluid i overhettet tilstand gjennom ekspansjonstrinnet. Som et ytterligere trinn kan fremgangsmåten selektivt bruke
30 minst en del av varmen som er overført til den eksterne varmesløyfe, for å varme opp en husholdningsvarmesløyfe. Et al-

alternativt sett med trinn kan brukes for å utforme en andre krets for å transportere et varmevekslingsfluid til en HVV-sløyfe hvor HVV-sløyfen er frakoplet fra RV-sløyfen som er termisk koplet til kondensatoren. Den andre krets er definert ved en rørsløyfestrømningsvei som er i termisk forbindelse med varmekilden. Den andre krets er i varmevekslingsforbindelse med minst en husholdningsvarmtvannssløyfe som for eksempel en varmeveksler eller en vannlagringstank. Den andre krets er utformet slik at minst en del av varmen som er blitt overført til varmevekslingsfluidet, vil gå med til å varme opp et fluid (som for eksempel vann) i husholdningsvarmtvannssløyfen. Det organiske arbeidsfluid er fortrinnsvis overhettet til omkring 10 til 30 ° Fahrenheit (5 til -15 °C) over sitt kokepunkt i overhetertrinnet og er trykksatt til et maksimum trykk av omkring 200 til 450 psi (14 til 31bar) i returtrinnet (pumpetrinnet). I tillegg frembringer overhetertrinnet en maksimumstemperatur på mellom omkring 250 og 350 ° Fahrenheit (120-175°C) i det organiske arbeidsfluid. Dessuten utføres ekspansjonstrinnet slik at generatorens elektriske ytelse er opptil 10 kilowatt mens kjøletrinnet utføres slik at den termiske ytelse som overføres til den eksterne varmesløyfe, er opptil 60 kilowatt. Varmekilden kan fyre opp det organiske arbeidsfluid enten direkte eller indirekte. Et ytterligere trinn kan videre omfatte det å operere et sett ventiler utformet for å tillate at det organiske arbeidsfluid omgår voluttekspanderen ved en forinnstilt tilstand som kan være et bortfall av nett, en oppstartstransient eller en nedkjøringstransient.

Ifølge et annet aspekt ved den foreliggende oppfinnelse beskrives et system for produksjon av elektrisitet og romvarme gjennom ekspansjon av et organisk arbeidsfluid i en overhettet tilstand. Systemet innbefatter et organisk arbeidsfluid, en

strømningsvei utformet for å transportere det organiske arbeidsfluid, et brennkammer anbrakt i strømningsveien, en voluttekspander anbrakt i strømningsveien for å motta og sende fra seg det organiske arbeidsfluid i overhett tilstand, en generator driftsmessig koplet til voluttekspanderen for å produsere elektrisitet, en kondensator i fluidforbindelse med voluttekspanderen og en pumpe for å sirkulere det organiske arbeidsfluid gjennom strømningsveien. Brennkammeret innbefatter en brenner, et varmeoverføringsselement tilpasset for å føre det organiske arbeidsfluid nær brenneren og en avgasskanal for å føre forbrenningsprodukter produsert av brenneren til atmosfæren. Som ved foregående aspekter kan kopling mellom kondensatoren og en ekstern varmesløyfe brukes for å bewirke varmeveksling med en RV-sløyfe. I tillegg kan systemregulerende innretninger som en styreenhet, brytere og ventiler, brukes, noe som også tilleggsvarmevekslerinnretninger som kopler med avgasskanalen eller kondensatoren, kan, slik det er omtalt i forbindelse med de foregående aspekter.

Den etterfølgende beskrivelse av den foreliggende oppfinnel- ses foretrukne utførelser kan best forstås når den leses i sammenheng med de etterfølgende tegninger hvor like konstruksjoner vises til med like referansetall og hvori:

Fig. 1 viser et skjematisk diagram av et integrert KKV-system i mikrokasse ifølge en av den foreliggende oppfinnelser utførelser som en indirekte fyrt utforming med en lagertank og både RV- og HVV-muligheter.

Fig. 2 viser et skjematisk diagram av et integrert KKV-system i mikrokasse som en indirekte fyrt utforming uten lagertank og med både RV- og HVV-muligheter.

Fig. 3 viser et skjematisk diagram av et integrert KKV-system i mikroklasser som en direktefyrte utforming uten lagertank og med både RV- og HVV-muligheter.

Fig. 4 viser et skjematisk diagram av et integrert KKV-system i mikroklasser som en direktefyrte utforming med lagertank og både RV- og HVV-muligheter.

Fig. 5 viser et skjematisk diagram av et integrert KKV-system i mikroklasser som en direktefyrte utforming uten lagertank og med RV-muligheter.

Fig. 6 viser integreringen av et varmerør i en indirekte fyrte utførelse av den foreliggende oppfinnelse som ytterligere fremhever en felles varmeveksler for både RV og HVV.

Fig. 7 viser integreringen av et varmerør i en direktefyrte utførelse av den foreliggende oppfinnelse som ytterligere fremhever en felles varmeveksler for både RV og HVV.

Fig. 8 viser detaljene av en avgassvarmeveksler inklusive detaljer av et avgassresirkuleringssystem.

Idet det først vises til fig. 1, er en utførelse av KKV-systemet i mikroklasser et indirekte fyrte system med dobbeltsløyfe som omfatter en første krets (eller primærkrets) 100 og en andre krets 150. En fordel med det indirekte fyrte system er at overoppheting og etterfølgende nedbrenning av første kjel (eller fordampner) unngås. Første krets 100 omfatter en ekspander 101, en kondensator 102, en pumpe 103 og en del av en mellomvarmeveksler 104. Et organisk arbeidsfluid (som for eksempel naturlig forekommende hydrokarbon- eller halo-

karbonkjølemidler, ikke vist) sirkulerer gjennom sløyfen definert av den fluidforbundne ekspander 101, kondensatoren 102, pumpen 103 og mellomvarmeveksleren 104. Rørledninger 110 brukes for å forbinde de forskjellige komponenter i den første krets 100 mens pumpen 103 anordner trykket for å forsyne mellomvarmeveksleren 104 med det organiske arbeidsfluid og fullstendiggjør derved den første krets 100. En generator 105 (fortrinnsvis av induksjonstype) er koplet til ekspanderen 101 slik at bevegelsen som overføres til den av ekspanderen 101, genererer elektrisitet. Mens ekspanderen 101 kan være av en hvilken som helst type, foretrekkes det at den er en voluttinnretning. Voluttekspanderen kan være en vanlig enkelt-voluttinnretning, som er kjent innen faget. En oljepumpe 108 brukes for å anordne smøremiddel til volutten. Tilstedeværelsen av olje hjelper til å etablere en tetning mellom de med hverandre inngripende stasjonære og roterende viklinger som utgjør voluttens sigdformede kammer (ikke vist). En nivåvisningsbryter 120 med høynivåviser 120A og lavnivåviser 120B er plassert ved utløpet av kondensator 103. Styreenhet 120 brukes for å regulere driften av systemet. Den føler parametere som for eksempel det organiske arbeidsfluids temperatur på forskjellige steder innen den første krets og nivåinformasjon levert av nivåvisningsbryteren 120. Ved hjelp av egnet programlogikk kan den brukes til å åpne og stenge ventiler (ikke vist) i samsvar med forutbestemte forhold som for eksempel et brudd i det elektriske nett. Generatoren 105 er fortrinnsvis en asynkron innretning for derved å fremme lavkostdrift av systemet 1 da komplisert turtallsstyring og beslektede nettkoplinger ikke er nødvendige. En asynkrongenerator leverer alltid maksimalt mulig ytelse uten styring da dens dreiemomentkrav øker raskt når generator 105 overskrider systemfrekvensen. Generatoren 105 kan konstrueres for å anordne kommersiell kraftfrekvens, 50 eller 60 Hz, mens den holder seg

innen snevre grenser (ofte 150 eller færre omdreiningar per minutt (o/min)) i forhold til synkronturtall (3000 eller 3600 o/min).

En ekstern varmesløyfe 140 (fortrinnsvis vist som en RV-sløyfe) kan koples til første krets 100 via koplinger (ikke vist) på kondensator 102. Som et alternativ kan en forvarmesløyfe 145 settes inn i den eksterne varmesløyfe 140 slik at det varmeoverførende fluid (typisk vann) som strømmer derigjennom kan motta en ytterligere temperaturøkning i egenskap av sitt varmevekslingsforhold med varmevekslingsfluid som strømmer gjennom andre krets 150 (omtalt i mer detalj nedenfor). Det varmeoverførende fluid som strømmer gjennom den eksterne varmesløyfe 140 sirkuleres med en vanlig pumpe 141 og leveres som romvarme via radiator 148 eller beslektet innretning. Som et eksempel kunne varmeoverførende fluid komme ut av kondensatoren ved omkring 50° Celsius og returnere til den så lavt som ved 30° Celsius. Kapasiteten til systemet 1 er opptil 60kW, men det er innen den foreliggende oppfinnelser omfang at enheter med større eller mindre kapasitet kan utnyttes etter behov. Evnen til å anordne varme i tillegg til elektrisitet er iboende i et KKV(kogenererings)-system i mikroklasser. Overskuddsvarme fra både varmekilden og det ekspanderte arbeidsfluid kan overføres til HVV- og RV-sløyfer. Varmevekslerprosessens natur er fortrinnsvis ved enten motstrømsvarmevekslere (for den ene av eller både HVV- og RV-sløyfene) eller ved en vanlig varmtvannstank (for en HVV-sløyfe). Det vil forstås av de med vanlig kjennskap til faget at mens utførelsene som er avbildet i figurene, viser HVV- og RV-varmevekslere i parallell (og noen ganger forsynt fra den samme varmevekslerinnretningen som vist senere), så er det innen den foreliggende beskrivelses ånd at varmevekslerutforminger i serie eller sekvens kan brukes.

Andre krets 150 omfatter to parallelle undersløyfer 150A, 150B. Varme til de to undersløyfene 150A, 150B anordnes av en brenner 151 som tilføres brennstoff fra en gassledning 152 og en gassventil med regulerbar gjennomstrømning 153. Rørledning 160 (som utgjør de parallelle undersløyfer) passerer gjennom et brennkammer 154 som er der hvor varmen fra forbrenningen av brennstoff ved brenneren 151 overføres til varmevekslingsfluidet (ikke vist) som strømmer gjennom rørledning 160. Rørledning 160 som omfatter en rørdel med ribber 161 anbrakt inne i brennkammeret 154, forgrener seg ut i en første parallell undersløyfe 150A som transporterer varmevekslingsfluidet som er blitt oppvarmet i brennkammeret 154, til mellomvarmeveksler 104 for at varmen skal overføres til organisk arbeidsfluid som strømmer gjennom den første krets 100. Stengeventiler (ikke vist) kan brukes for å regulere strømmingen mellom undersløyfene, men ved å la den inaktive undersløyfens pumpe gå på tomgang hindres noen vesentlig strømning i den undersløyfen uten at ytterligere ventil trenges. Den andre parallelle undersløyfe 150B transporterer varmevekslingsfluidet til HVV-varmeveksler 180 for å varme opp husholdningsvarmtvann. En side av husholdningsvarmtvannsvarmeveksleren 180 (som kan være en vannlagringstank) omfatter spiral 180A utformet for å transportere varmevekslingsfluidet, og en annen side, skallet 180B, for å transportere husholdningsvarmtvann (ikke vist) fra et kaldtvannsinntak 191A, forbi spiral 180A og til HVV-utløp 191B. Typisk kommer kaldtvannet enten fra en brønn eller fra kommunal vannforsyning. På liknende måte kan temperaturføler 171B detektere temperaturen HVV som kommer fra HVV-varmeveksleren 180. Denne føleren kan også knyttes til en styreenhet 130 (omtalt mer detaljert nedenfor). Forbrenningskammer 154 omfatter en avgasskanal 155, en avgassresirkuleringsinnretning 156 med avgasskanalvarmeveksler 157 og vifte 158. Det vil forstås av de med vanlig kjenn-

skap til faget at selv om viften 158 fortrinnsvis er vist som en trekkvifte kunne den også vært en trykkvifte så lenge den plasseres riktig i forhold til brennkammeret 154. Temperaturføler 171A er plassert ved utløpet for den andre krets 150

5 fra brennkammeret 154 for å måle varmevekslingsfluidets temperaturforhold på en liknende måte som temperaturføler 171B. Pumpene 185A, 185B i den andre krets brukes for å sirkulere varmevekslingsfluidet gjennom den andre krets 150, hvor pumpe 185B sirkulerer varmevekslingsfluid gjennom HVV-varmer 180,

10 og pumpe 185A sirkulerer varmevekslingsfluid gjennom mellomvarmeveksler 104. Avgasskanalvarmeveksleren 157 og en avgassresikulasjons(AGR)-innretning 156 mottar varm avgass fra brenneren 151 og resirkulerer den i en intern varmevekslingsprosess, og senker derved temperaturen på avgassen som trek-

15 kes ut og luftes ut til atmosfæren av viften 158. Varmen som avgassen gir fra seg i avgassvarmeveksler 157 brukes for å anordne tilleggsvarme til andre deler av systemet 1. I den foreliggende figuren brukes denne tilleggsvarmen til å øke temperaturen til varmevekslingsfluidet som strømmer i andre

20 krets 150.

En styreenhet 130, som kan være en programmerbar logisk styring (PLS) eller en vanlig mikrodatamaskin (ikke vist), kan brukes for å anordne detaljert systemstyring. Alle pumpene kan utformes med variabelt turtall og svarende på inngående

25 signaler fra styreenhet 130. Når et signal for varme mottas, antenner brenneren 151 brennstoffet mens den rette sirkulasjonspumpen 185B eller 185A aktiviseres. For HVV anordner strømningsbryter 190, i forbindelse med temperaturføler 171B inngående signal til styreenhet 130. Strømningsbryter 190

30 velger HVV-modus hvor HVV-settpunktet er koplet til temperaturføler 171A. Gasstrømmen til brenneren og HVV-pumpens 185B gjennomstrømning reguleres for å anordne den ønskede tempera-

tur ved 171B i henhold til den av brukeren på HVV-termostaten (ikke vist) forhåndsinnstilte temperatur.

Når systemet er i gang, beveger oppvarmet varmevekslingsfluid seg forbi føler 171A, som er i stand til å anordne et gyldig
5 signal til styreenheten 130 slik at brennerens 151 fyringsrate og pumpens 185B gjennomstrømning kan justeres for å gi både sikker drift og den nødvendige ytelse. Når systemet startes opp, må imidlertid styreenheten 130 bli gitt en oppstartstatus som kan brukes som en sikker driftskondisjon
10 inntil varmevekslingsfluidet strømmer forbi temperaturføler 171A. Det er ønskelig med minst mulig mengde varmevekslingsfluidstrømning ved oppstart, slik at fluidet varmes opp så raskt som mulig. En viss gjennomstrømning er imidlertid nødvendig for å hindre lokal overoppvarming av fluidet i brennkammeret 154 og for å gi styreenheten 130 en indikasjon på at
15 brenneren faktisk brenner. Gassraten innstilles for å anordne den lengst mulige driftstid for systemet som er i samsvar med målt utendørs temperatur og innendørs temperaturøkningshastighet. Pumpe 185B virker for å tilføre varmevekslingsfluidet
20 til brennkammeret 154 ved den for temperaturføler 171A fabrikkinnstilte verdien. Når temperaturføler 171A når cirka 50% av termostatens settpunkt, økes hastigheten på pumpen 185B inntil temperaturavlesningen i temperaturføler 171A når settpunktet, hvorefter brenneren 151 og pumpen 185B modulerer for
25 konstante verdier i temperaturfølere 171A og 171B. Når strømningsbryteren 190 indikerer null gjennomstrømning, slutter brenneren 151 og pumpen 185B å virke. En liten ekspansjonstank (ikke vist) kan være plassert i den andre krets 150 for å tillate forskjell i varmeutvidelse ved moderate trykk i
30 varmevekslingsfluidet.

Når brukeren ønsker varme som indikert ved romtermostaten (ikke vist), slår brenneren inn med cirka 50% av sin ytelse for å varme opp system 1. Pumpen setter i gang med en hastighet som er forhåndsinnstilt for å passe med strømningskravet som er etablert for brennerens oppstartsfyrringsrate og systemets konstruktive krav. Styreenheten 130 svarer på brukerbehovet for varme og brukerens valgte romtemperatursettpunkt. Fyring i brenner 151 og gjennomstrømning i pumpe 185A styres delvis og på vanlig måte av romtemperaturen og dens settpunkt så vel som utendørstemperaturen (føler ikke vist). Første kretsens pumpe 103 løper raskt nok til å holde det organiske arbeidsfluids nivå mellom bryternes innstilte lavnivå 120B og høynivå 120A. Styreenheten 130 instruerer pumpen 103 til for eksempel å starte eller øke hastigheten når det organiske arbeidsfluids nivå kommer over nivået 120A og å stoppe eller senke hastigheten når nivået kommer under nivå 120B.

Lengden på den med ribber forsynte delen 161 av rørledning 160 som er inne i brennkammer 154, kan minimeres ved omhyggelig valg av pumper, kontrollpunkter og kanalstørrelse. Det vises nå til fig. 8 i sammenheng med fig. 1, hvor detaljer av AGR-innretningen 156 for KKV-systemet i mikrokasse er vist. I hovedsak virker AGR-innretningen 156 i sammenheng med avgasskanalen 155 og er en integrert del av avgassvarmeveksleren 157. Den varme avgasstrømmen ledes aksialt gjennom AGR-innretningen 156 som fortrinnsvis er plassert mellom brenner 151 og avgasskanal 155. En ringformet resirkulasjonskanal 156B leder noe av avgassen motstrøms inntil den reinjiseres ved innløp 156A. AGR-innretningens 156 vegger kjøles av varmevekslingsfluidet som strømmer gjennom kanalvarmeveksleren 157, og dette resulterer i en delvis avkjøling av resirkulasjonsgassen som går inn ved innløpsplan 156A. Denne tempererte gasstrømmen som kommer ut ved plan 156B, går inn i den

andre varmeoverføringsseksjonen definert av ribberørsgalven
161 tilhørende den andre kretsens rørledning (ikke vist her)
hvor tilleggskjøling av gassen foregår. I et mer kompakt ar-
rangement ville den indre ringformede kanalen i AGR-innret-
ningen bli erstattet av en rekke små rør (ikke vist) som
hvert har en strømningsleder for varm gass i innløpsenden.
Mens en slik tilnærming vil innebære bruk av en større fluid-
mengde, som igjen vil øke systemets responstid, så kan bety-
delige fordeler oppnås ved å anvende AGR-innretningen 156 i
en fordampner hvor et organisk arbeidsfluid brukes, slik at
fluidet aldri eksponeres for full avgasstemperatur og slutt-
varmeuttaket ikke reduseres av noen form for uttynning av
røkgassen, spesielt av kald luft. Primærfordelen av AGR-inn-
retningen er at nivået for skadelige gassformige biprodukter
(som NO_x) reduseres. En ytterligere fordel ved AGR-innret-
ningen er at ved å senke den høyeste temperaturen som ribbe-
rørsgalven 161 utsettes for, kan simplere komponenter, som vil
koste mindre enn, men som allikevel kan oppnå samme lange le-
vetid som mer kostbare materialer, brukes.

Det vises videre til fig. 2 hvor en alternativ utførelse av
det indirekte fyrte KKV i mikrokasse er vist. Her omfatter
ikke den andre krets 250 parallelle undersløyfer. I stedet
leder en enkeltsløyfe direkte fra brennkammer 254 til mellom-
varmeveksler 204. HVV-kapabilitet, som ble anordnet av andre
undersløyfe 150B i utførelsen som vist i fig. 1, integreres
nå i den eksterne oppvarmingssløyfe 240. Denne eksterne sløy-
fe, som betjener både HVV og RV, kan splittes etter tilkop-
lingen til kondensator 202 med ventiler 247A, 247B som anven-
des for å levere til RV-radiatorer 248 eller HVV-varmeveksler
280 etter behov. HVV-varmeveksler 280 kan være enten en vann-
tank for å lagre varmt vann (som omtalt i forbindelse med fo-
regående aspekt) eller en toløps motstrøms varmevekslerinn-

retning. Etter at fluidet (typisk vann) passerer gjennom enten en av eller både en RV- og en HVV-varmeveksler, sirkuleres det gjennom varmesløyfe 240 og tilbake til kondensatoren 202 for å begynne sin syklus igjen. Før det går inn i kondensatoren 202 kan fluidet forvarmes ved å la det passere termisk nær andre krets 250 i en forvarmeinnretning 245.

Det vises nå til fig. 3 og 4 hvor et direktefyrte KKV-system i mikrokasse er vist. I den foreliggende utførelse omfatter ikke systemet 3 en andre krets. Dette systemet har fordelene av å være av enkel konstruksjon med tilknyttet lavere kostnad. Mellomvarmeveksleren i de foregående utførelser som virket som varmekilde for de foregående utførelsers første kretser, er erstattet av et brennkammer 304 hvor både brenning av brennstoff gjennom gassledning 352, ventil 353 og brenner 351 og fordampning av det organiske arbeidsfluid finner sted. Som i de foregående utførelser blir det organiske arbeidsfluid overhett. Generator 305 er, som i de foregående utførelser, asynkront knyttet til en last, som fortrinnsvis er på kunde-/brukersiden av den elektriske måler og som typisk er kraftnettet. Belastningen på voluttekspanderen 301 som påføres av nettet sikrer at mekaniske hastigheter i volutten 301 holdes innen dens strukturmessige grenser. Stengeventil 307A og om-løpsventil 307B er plassert i det organiske arbeidsfluids strømningsvei definert av rørledning 310 (hvorav ledning 361 er en del). Disse ventiler responderer på et signal i styreenhet 330 som vil indikere hvis ikke der er belastning (som ved et nettbortfall) på systemet for å tillate at den overhettede damp går utenom ekspanderen og derved forhindrer at volutt 301 ruser. Under disse forhold blir den omdirigerte overhettede damp matet direkte inn i innløpet til kondensatoren 302. Under normale driftsforhold, når systemet er belastet, går den overhettede dampen inn i voluttekspanderen 301 og

forårsaker at den roterende evolvente spiralvikling beveger seg relativt den inngripende statisk evolvente spiralvikling. Når den overheteede damp ekspanderer gjennom det økende volum i de sigdformede kammer så overføres bevegelsen dette induserer i spiralviklingene til generatoren 305 via en tilkoplede aksel eller en i volutten integrert rotor/stator-kombinasjon på volutten 301. Avhengig av oljetypen som brukes i systemet (som for eksempel hvorvidt oljen er blandbar eller ikke blandbar med hensyn på det organiske arbeidsfluid) kan volutten 301 fortrinnsvis omfatte en oljepumpe 308 for å sirkulere olje som finnes i volutten, fra den overheteede damp. Arbeidsmåten til avgasskanalen 355 og viften 358 likner den i de forgående aspekter, men den foreliggende AGR-innretningen 356 og avgasskanalvarmeveksleren 357 kan, snarere enn å anordne tilleggsvarme til et varmevekslingsfluid som strømmer gjennom den andre krets 150, 250 ifølge de foregående utførelser, brukes til å anordne supplerende varme til forskjellige steder innen systemet 3. For eksempel kan tilleggsvarme tilføres det organiske arbeidsfluid som kommer ut av pumpe 385, vist ved punkt A. På liknende måte kan den brukes til å tilføre varme til den eksterne sløyfe 340 ved punktene B eller C. Nøyaktig plassering av punktene A, B eller C vil måtte bestemmes ut fra det organiske arbeidsfluids natur og egenskaper. Bemerk at HVV-varmeveksler 380 kan utformes som en vanlig toløps motstrøms varmeveksler eller som en vannlagrings-tank som omtalt i de foregående aspekter. I situasjoner der ingen (eller en liten) lagertank brukes (som for eksempel der hvor plassen er liten), kan tilleggsvarmegenerering være nødvendig for å anordne hurtigreagerende HVV. En tilnærming er å bruke en større eller flertrinns brenner (ikke vist). Denne kan anordne raske responstider til den øyeblikkelige eller nær øyeblikkelige etterspørselen som knytter seg til HVV-bruk (som for eksempel dusjer, badekar og varmt tappevann). Det

vises spesielt til fig. 4 hvor en variant av den i fig. 3 viste direktefyrte mikro-KKV er vist. I dette tilfellet inneholder systemet 4 spesifikt en lagertank 480. Denne tilnærming tillater inkludering av KKV-kapabiliteter uten å måtte
 5 ty til økt brennerytelse. I tillegg kan kraft til et lagertankvarmeelement 480C anordnes direkte fra generator 405. I tillegg kan byttehandler mellom størrelse av lagertank 480 og størrelse på eller antall av brennere 451 gjøres for på beste måte å tilpasse systemets funksjonalitetskrav og sammenpak-
 10 kings-/volumkrav.

Det vises nå til fig. 5 hvor et direktefyrte KKV-system i mikroklasser er vist. Dette representerer det mest forenklete system idet det er rettet bare mot generering av elektrisitet og RV. Ved å ikke inkludere HVV-kapabilitet kan en lagertank
 15 unngås uten å ofre systemfunksjonalitet eller krav til økt brennerytelse. I andre henseender likner dette systemet de ifølge de foregående direktefyrte utførelser inklusive drift av med varmekilde samhörige komponenter 551, 552 og 553, med avgass samhörige komponenter 555, 556, 557 og 558, med orga-
 20 nisk arbeidsfluids strømningsvei samhörige komponenter 501, 502, 503, 504, 507A,B og 508, generator 505 og føle- og styreapparat 520, 530.

Det vises nå til fig. 6 og 7 hvor varianter av de indirekte fyrte og de direkte fyrte kogenereringssystemer ifølge de
 25 foregående aspekter er vist. Det vises spesielt til fig. 6 hvor et passivt varmeoverføringsselement, fortrinnsvis i form av et varmerør 675, kan anordnes mellom den første krets 600 og den andre krets 650 for å utvirke varmeutveksling mellom disse kretser og varmekilden. Det refereres spesielt til fig.
 30 7 hvor varmerør 775 er anordnet innen strømningsveien til den første krets som også omfatter voluttekspander 701, kondensa-

tor 702 og pumpe 703. I begge utforminger er varmerøret en evakuert og forseglet beholder som inneholder et lite kvantum arbeidsfluid som for eksempel vann eller metanol. Når en ende av røret (typisk henvist til som fordamperenden) varmes opp, 5 fordamper arbeidsfluidet raskt, delvis på grunn av fluidets lave interntrykk. Dampen vandrer til den motsatte, lavtrykksenden (typisk henvist til som kondensatorenden) hvor det gir fra seg sin latente varme. Tyngdekraften eller kapillærvirkning tillater fortrinnsvis at det kondenserte fluid beveger 10 seg tilbake til fordamperenden hvor syklusen kan gjentas. Når fluidet har høy fordampningsvarme kan en betydelig varmemengde overføres selv om temperaturforskjellen mellom de motsatte ender ikke er stor. I andre henseender virker systemene i likhet med de i de foregående aspekter.

15 Det vises nå til fig. 8 hvor detaljer av avgasskanalvarmeveksleren 157 og avgassresirkulasjonsinnretningen 156 er vist. Forbrenningskammeret 154 (ikke vist i skala) omslutter nok av varmekildeapparatene, inklusive brenner 151 for å sikre at avgassen og relaterte forbrenningsprodukter anbringes 20 i avgasskanalen 155 slik at de kan luftes ut til atmosfæren. En avsugsvifte (vist annetsteds) kan brukes for å sikre fullstendig utlufting av forbrenningsproduktene. Avgassresirkulasjonsinnretningen 156 er en dobbelt ringromformet kanal som tar avgassen som forlater området rundt brenneren 151 25 gjennom det indre ringrom 156A, og sender tilbake en del av gassen som da strømmer gjennom det ytre ringrom 156B. I løpet av den tiden som den delen av gassen som resirkulerer gjennom det ytre ringrom 156B, gir den fra seg en del av sin varme til avgassvarmeveksleren 157 som er vist som en spiralformet 30 ledning. Herfra kan den spiralformede ledning til varmeveksleren 157 føre til andre steder (vist annetsteds) i systemet hvor den så kan brukes for å gi tilleggsvarme.

Etter å ha beskrevet oppfinnelsen i detalj og med henvisning til foretrukne utførelser derav, vil det være innlysende at modifikasjoner og varianter er mulig uten at det avvikes fra omfanget til oppfinnelsen som definert i de vedlagte krav.

- 5 Mer spesifikt overveies det at den foreliggende oppfinnelse ikke nødvendigvis er begrenset til disse foretrukne aspekter ved oppfinnelsen, selv om noen av den foreliggende oppfinnelser aspekter er identifisert som foretrukne eller spesielt fordelaktige.

P a t e n t k r a v

1. Kogenereringssystem utformet for å virke med et organisk arbeidsfluid, k a r a k t e r i s e r t v e d at det innbefatter
5 en varmekilde,
 en første krets (100) utformet for å transportere nevnte organiske arbeidsfluid hvor nevnte første krets (100) er i termisk forbindelse med nevnte varmekilde slik at varmen som overføres derfra overheter nevnte
10 organiske arbeidsfluid og hvor nevnte første krets (100) innbefatter:
 - en voluttekspander (101) utformet for å motta nevnte organiske arbeidsfluid slik at nevnte organiske arbeidsfluid forblir overhetet etter å ha passert
15 gjennom nevnte voluttekspander (101),
 en kondensator (102) i fluidforbindelse med nevnte voluttekspander (101), og
 - en pumpe (103) utformet for å sirkulere nevnte organiske arbeidsfluid gjennom nevnte første krets
20 (100), og
 en generator (105) driftsmessig koplet til nevnte voluttekspander (101) for å produsere elektrisitet.
2. Kogenereringssystem ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte varmekilde er en brenner (151) i termisk forbindelse med en fordamper (161).
25
3. Kogenereringssystem ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte brenner (151) og nevnte fordamper (161) er innesluttet innen en felles behol-

der (154) hvor nevnte beholder (154) omfatter en avgasskanal (155).

4. Kogenereringssystem ifølge krav 3, videre k a r a k -
t e r i s e r t v e d at det ytterligere innbefatter
5 en varmeveksler (157) nær nevnte avgasskanal (155) og
som fortrinnsvis ytterligere innbefatter en avgassre-
sirkulasjonsinnretning (156).

5. Kogenereringssystem ifølge krav 4, k a r a k t e -
r i s e r t v e d at en del av varmen som er fjer-
10 net fra nevnte avgasskanal (155) av nevnte varmeveks-
ler (157) blir plassert i termisk forbindelse med
minst et sirkulasjonsfluid og derved øker nevnte flu-
ids temperatur.

6. Kogenereringssystem ifølge krav 2, k a r a k t e -
r i s e r t v e d at nevnte termiske forbindelse
15 mellom nevnte brenner (151) og nevnte første krets
(100) er via en mellomvarmeveksler (104) anbrakt mel-
lom nevnte pumpe (103) og nevnte voluttekspander
(101).

7. Kogenereringssystem ifølge krav 2, k a r a k t e -
r i s e r t v e d at det ytterligere innbefatter en
20 andre krets (150) anbrakt nær nevnte brenner (151)
hvor nevnte andre krets (150) omfatter minst en
rørsløyfe (150A) tilpasset for å føre et varmeveks-
lingsfluid derigjennom.
25

8. Kogenereringssystem ifølge krav 7, k a r a k t e -
r i s e r t v e d at nevnte brenner (151) befinner
seg i et brennkammer (154) som er i termisk forbindel-

se med nevnte andre krets (150), hvor nevnte brennkammer (154) omfatter en avgasskanal (155) i forbrenningsforbindelse med nevnte brenner (151).

- 5 9. Kogenereringssystem ifølge krav 8, k a r a k t e -
r i s e r t v e d at det ytterligere innbefatter en
avgassvifte (158) som er koplet til nevnte avgasskanal
(155) for å underlette fjerning av avgassen fra nevnte
brennkammer.
- 10 10. Kogenereringssystem ifølge krav 8, k a r a k t e -
r i s e r t v e d at nevnte avgasskanal (155) videre
innbefatter en avgassresirkuleringsinnretning (156)
slik at minst en del av gjenværende varme som er be-
vart i nevnte avgass, blir overført til nevnte varme-
vekslingsfluid.
- 15 11. Kogenereringssystem ifølge krav 8, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at nevnte varmevekslingsfluid i nevnte
andre krets (150) innbefatter en blanding av vann og
en frosthindrende tilsetning og at nevnte varmeveks-
lingsfluid i nevnte andre krets (150) innbefatter et
20 organisk varmeoverføringsfluid.
12. Kogenereringssystem ifølge krav 8, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at nevnte varmevekslingsfluid i nevnte
andre krets (150) innbefatter et organisk varmeoverfø-
ringsfluid.
- 25 13. Kogenereringssystem ifølge et hvilket som helst av de
foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at
nevnte varmekilde (151) og nevnte første krets (150)
er utformet slik at maksimum driftstrykk for nevnte

organiske arbeidsfluid inne i nevnte første krets (100) er cirka 200 til 450 psi (14-31 bar) og maksimum temperatur er cirka 250 til 350 °F (120-175 °C).

5 14. Kogenereringssystem ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved at nevnte organiske arbeidsfluid innbefatter et halokarbon kjølemedium hvor fortrinnsvis nevnte halokarbon kjølemedium innbefatter R-245fa.

10 15. Kogenereringssystem ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved at nevnte organiske arbeidsfluid innbefatter minst et naturlig forekommende hydrokarbon som fortrinnsvis har den generelle formel C_nH_{2n+2} slik som isopentan.

15 16. Kogenereringssystem ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved at nevnte kondensator (101) er utformet for å være i varmevekslende forbindelse med en romvarmesløyfe (140).

20 17. Kogenereringssystem ifølge krav 16, karakterisert ved at det ytterligere innbefatter en romvarmesløyfeforvarmeinnretning (145) plassert i varmevekslende forbindelse med en andre krets (150) som er tilpasset for å føre et varmevekslingsfluid derigjennom.

25 18. Kogenereringssystem ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved at nevnte første krets (100) er utformet slik at elektrisitet produsert av nevnte generator (105) er opptil 10 kilowatt.

19. Kogenereringssystem ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d a t nevnte system er utformet slik at en del av nevnte elektrisitet produsert av nevnte generator (105) blir bruk til å drive nevnte pumpe (103).
20. Kogenereringssystem ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d a t nevnte kondensator (101) er i stand til å overføre opptil 60 kilowatt termisk energi.
21. Kogenereringssystem ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d a t det videre omfatter en styreenhet (130) utformet for å overvåke og selektivt variere graden til hvilken nevnte organiske arbeidsfluid blir overhetet.
22. Kogenereringssystem ifølge krav 21, k a r a k t e r i s e r t v e d a t nevnte styreenhet (130) er utformet for å sammenlikne temperatursignaler i nevnte fordampere (104) og nevnte voluttekspander (101) for å bestemme i hvilken grad nevnte organiske arbeidsfluid blir overhetet.
23. Kogenereringssystem ifølge krav 22, k a r a k t e r i s e r t v e d a t det ytterligere omfatter minst en bryter (120) som reagerer på et nivå for nevnte organiske arbeidsfluid ved utløpet av nevnte kondensator (102) idet nevnte minst ene bryter (120) er koplet til nevnte styreenhet (130).
24. Kogenereringssystem ifølge krav 22 eller 23, k a r a k t e r i s e r t v e d a t det ytterligere omfatter

et sett ventiler (307A, 307B) utformet for å tillate at nevnte organiske arbeidsfluid omgår nevnte volutt-ekspander (101) ved en forhåndsinnstilt tilstand hvor den forhåndsinnstilte tilstand kan være et nettbortfall, en oppstartstransient eller en nedstengnings-transient.

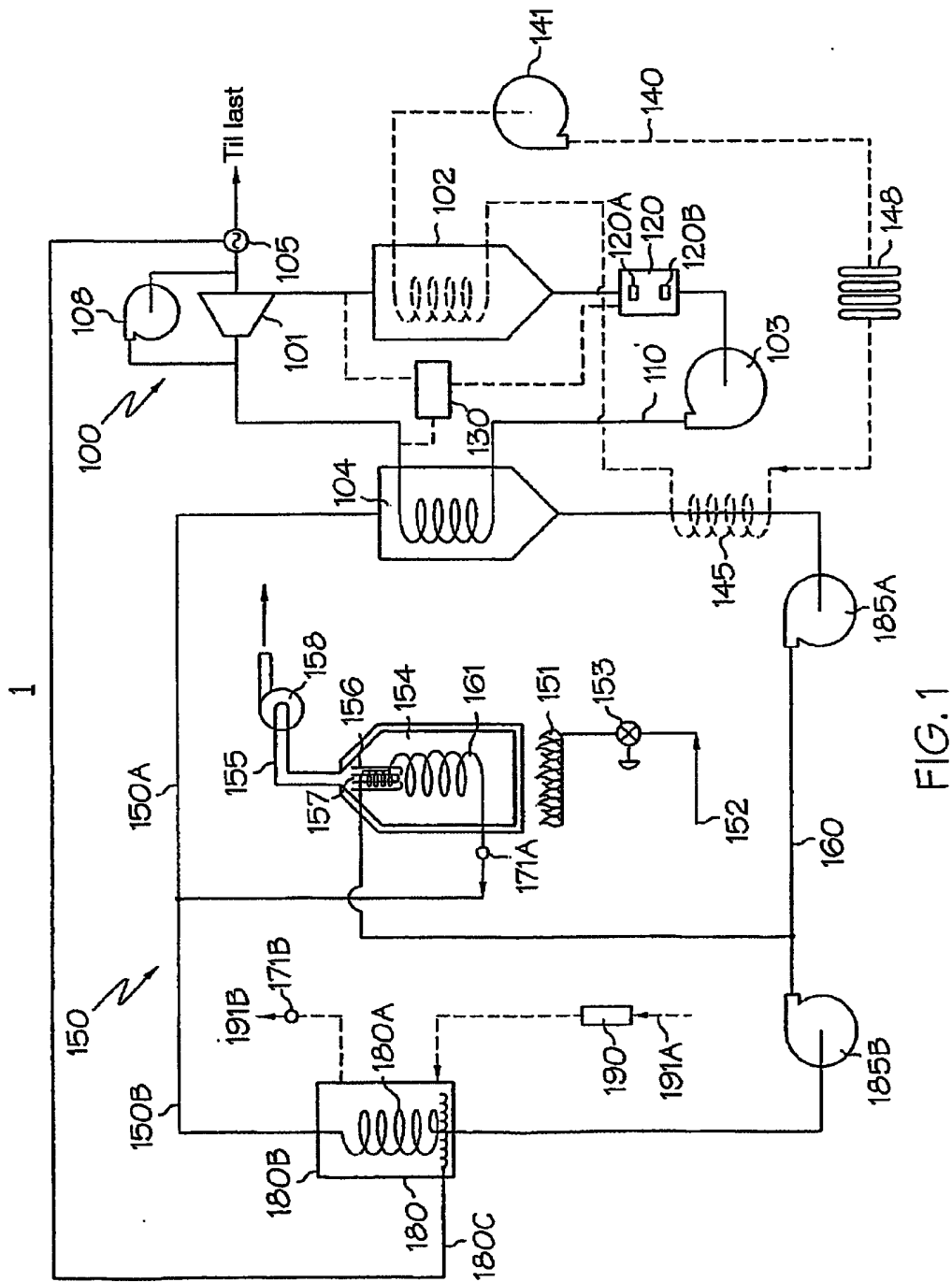
25. Kogenereringssystem ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved at nevnte kogenereringssystem er utformet for å være i varmevekslende forbindelse med en varmtvannssløyfe(191B).

26. Kogenereringssystem ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved at nevnte kogenereringssystem er oppstilt for produksjon av varmtvann, romvarme og elektrisitet fra en Rankine-basert prosess.

27. Kogenereringssystem ifølge krav 25, karakterisert ved at nevnte varmevekslende forbindelse mellom nevnte kogenereringssystem og nevnte husholdningsvarmtvannssløyfe (191B) skjer i en lagertank (180B) anbrakt inne i en andre krets (150) og hvori nevnte andre krets (150) er tilpasset for å føre et varmevekslende fluid derigjennom.

28. Kogenereringssystem ifølge krav 27, karakterisert ved at det ytterligere innbefatter et varmeelement anbrakt i nevnte vannlagertank (180B) hvor nevnte varmeelement blir oppvarmet av elektrisitet anordnet av nevnte generator (105).

29. Kogenereringssystem ifølge et hvilket som helst av kravene 25 til 28, k a r a k t e r i s e r t v e d a t nevnte varmevekslende forbindelse mellom nevnte kogenereringssystem og nevnte husholdningsvarmtvannssløyfe (191B) skjer i nevnte kondensator (102).



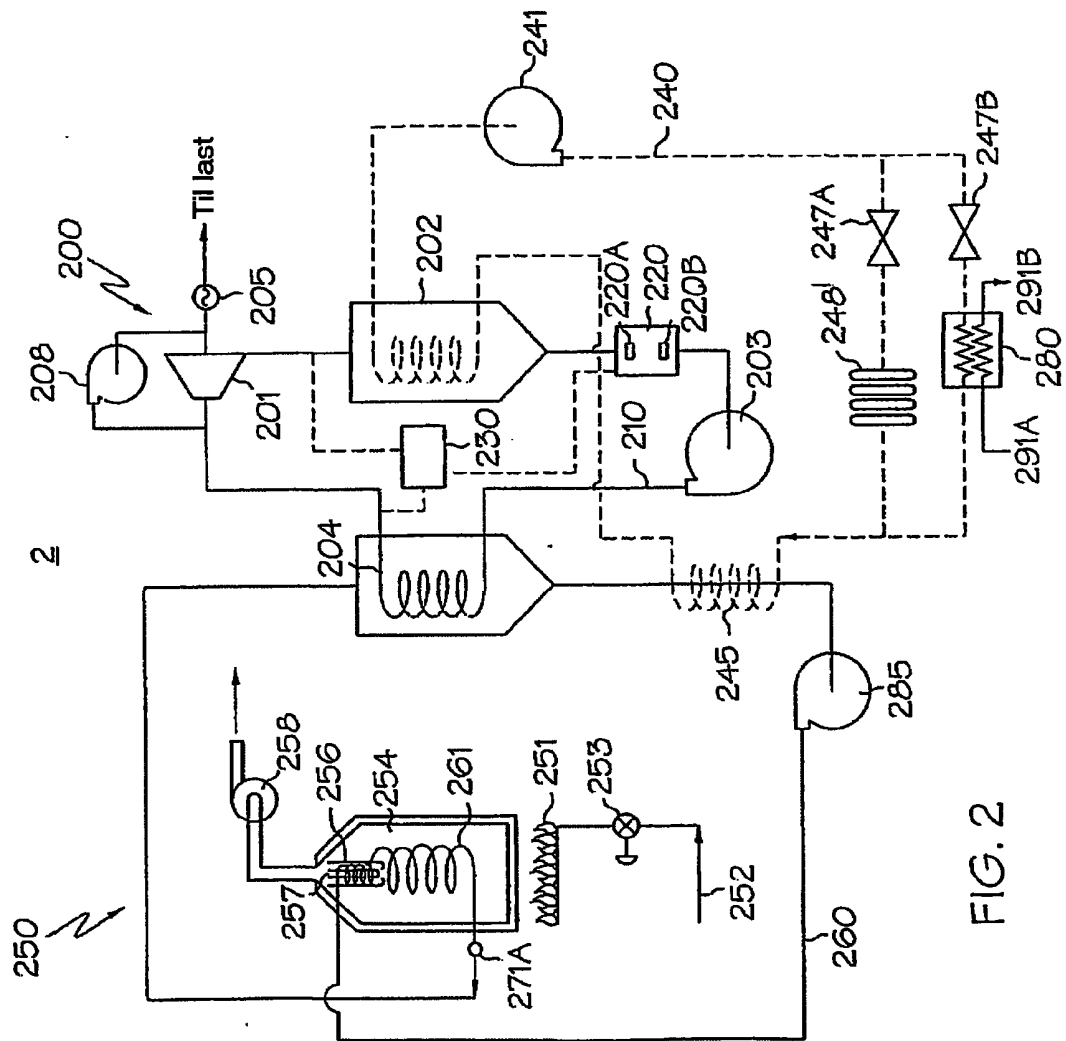


FIG. 2

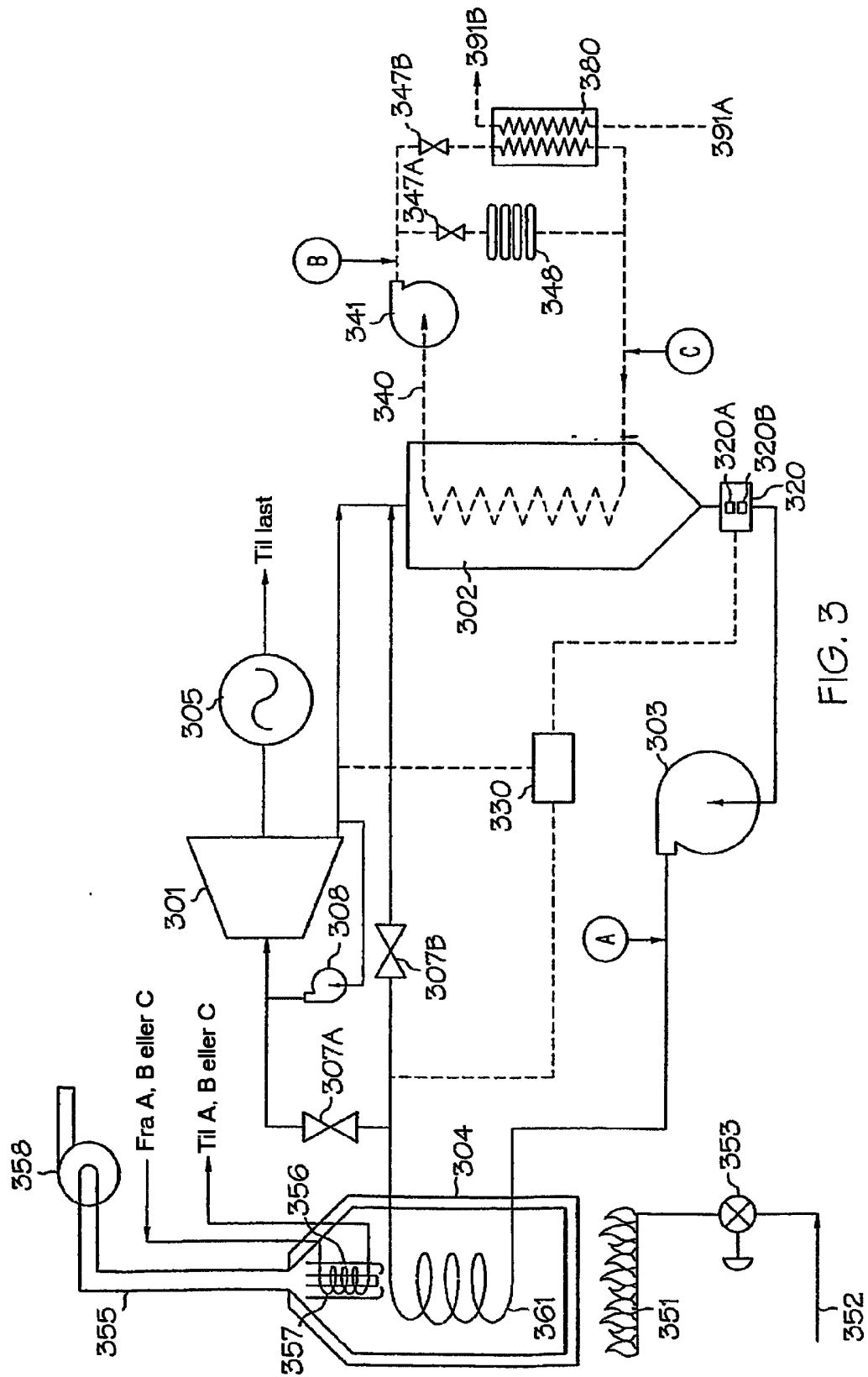
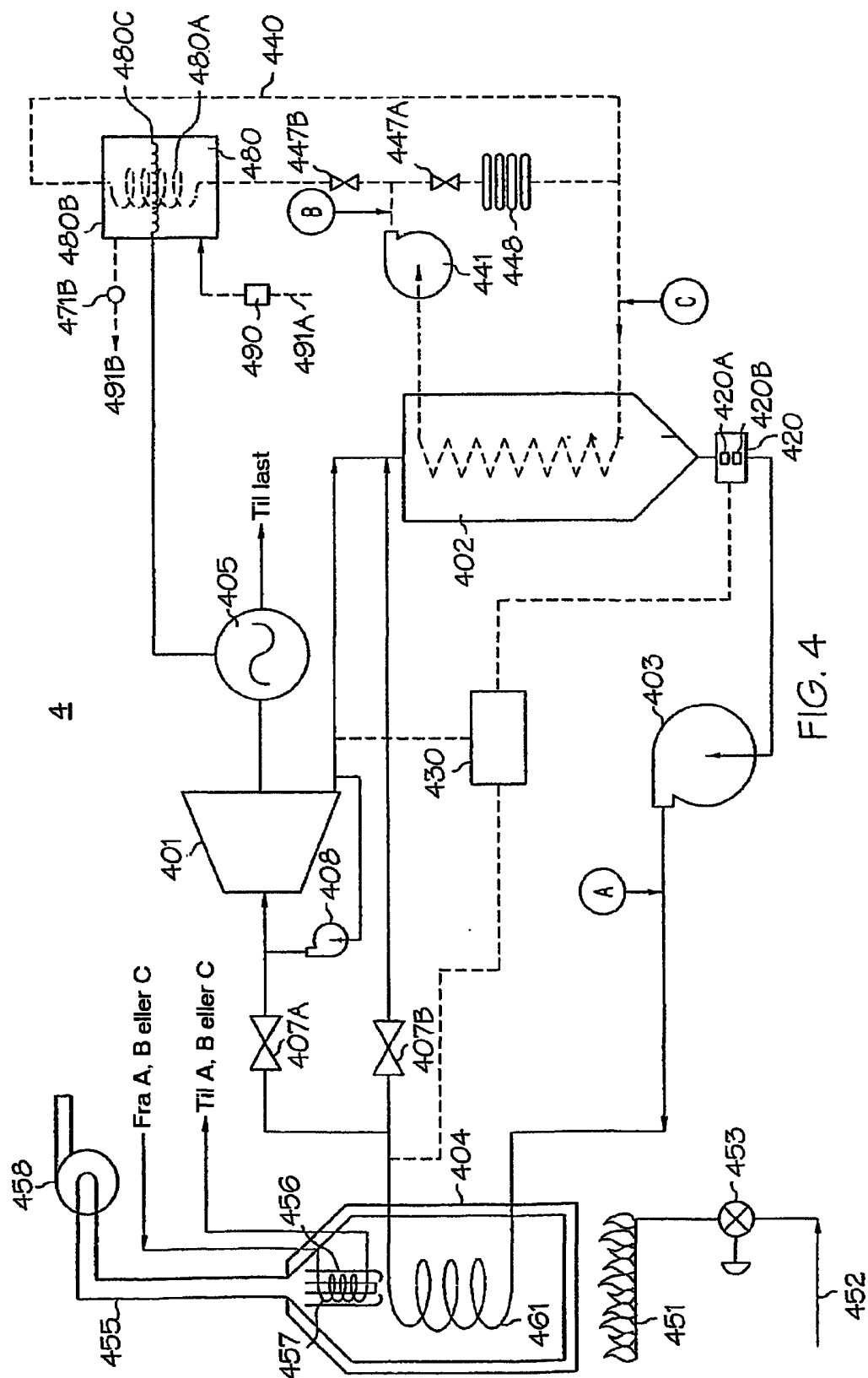
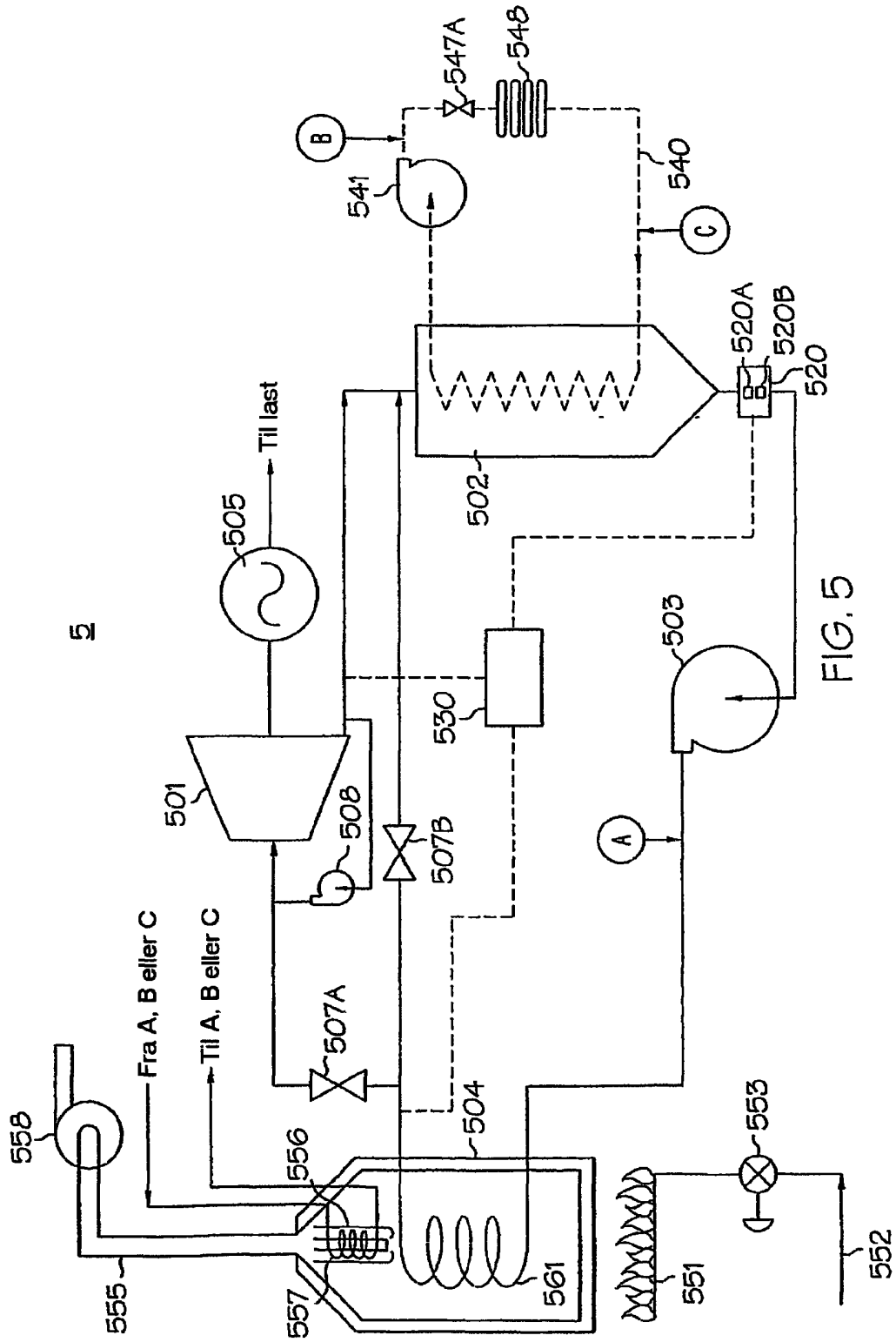


FIG. 3





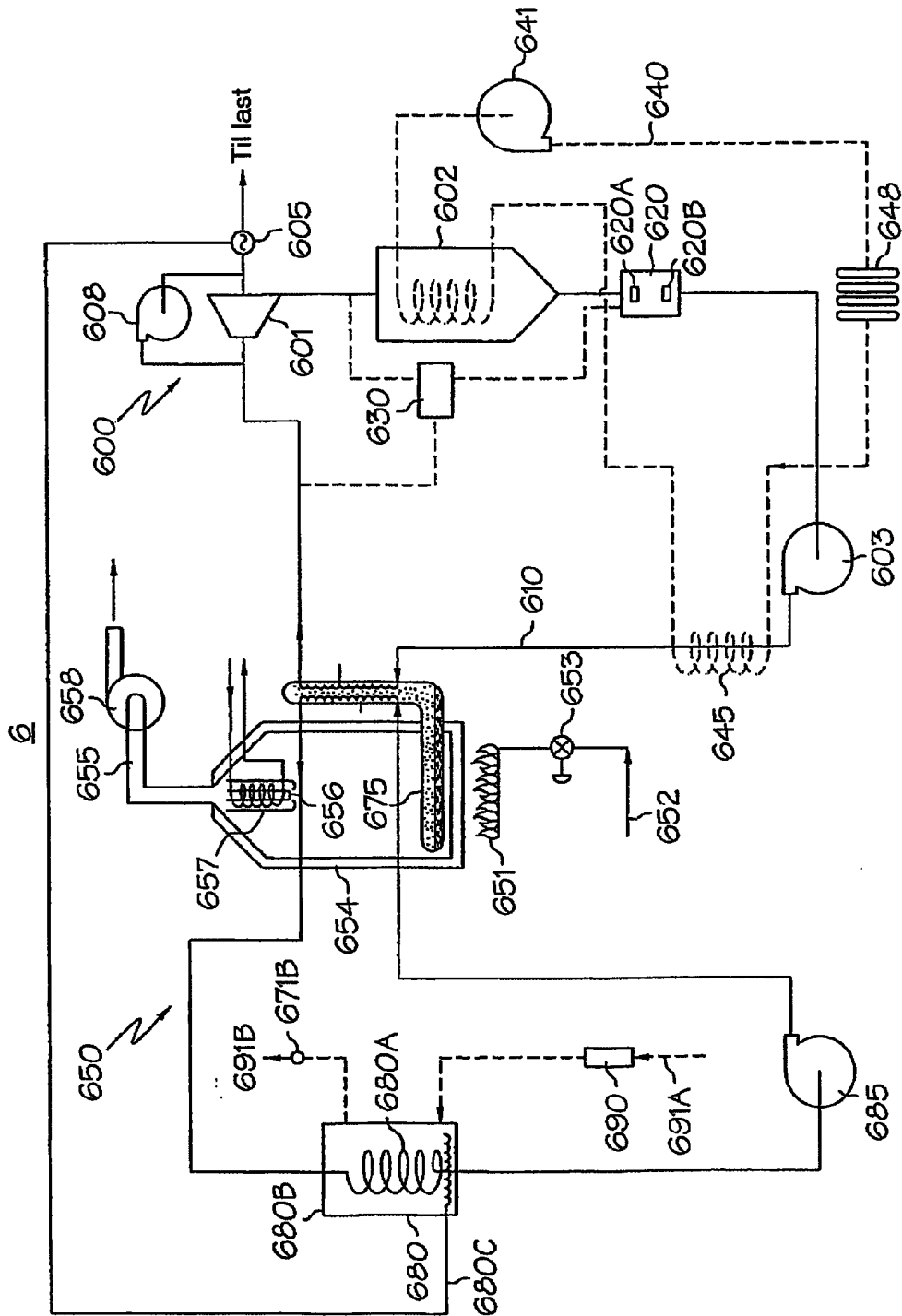
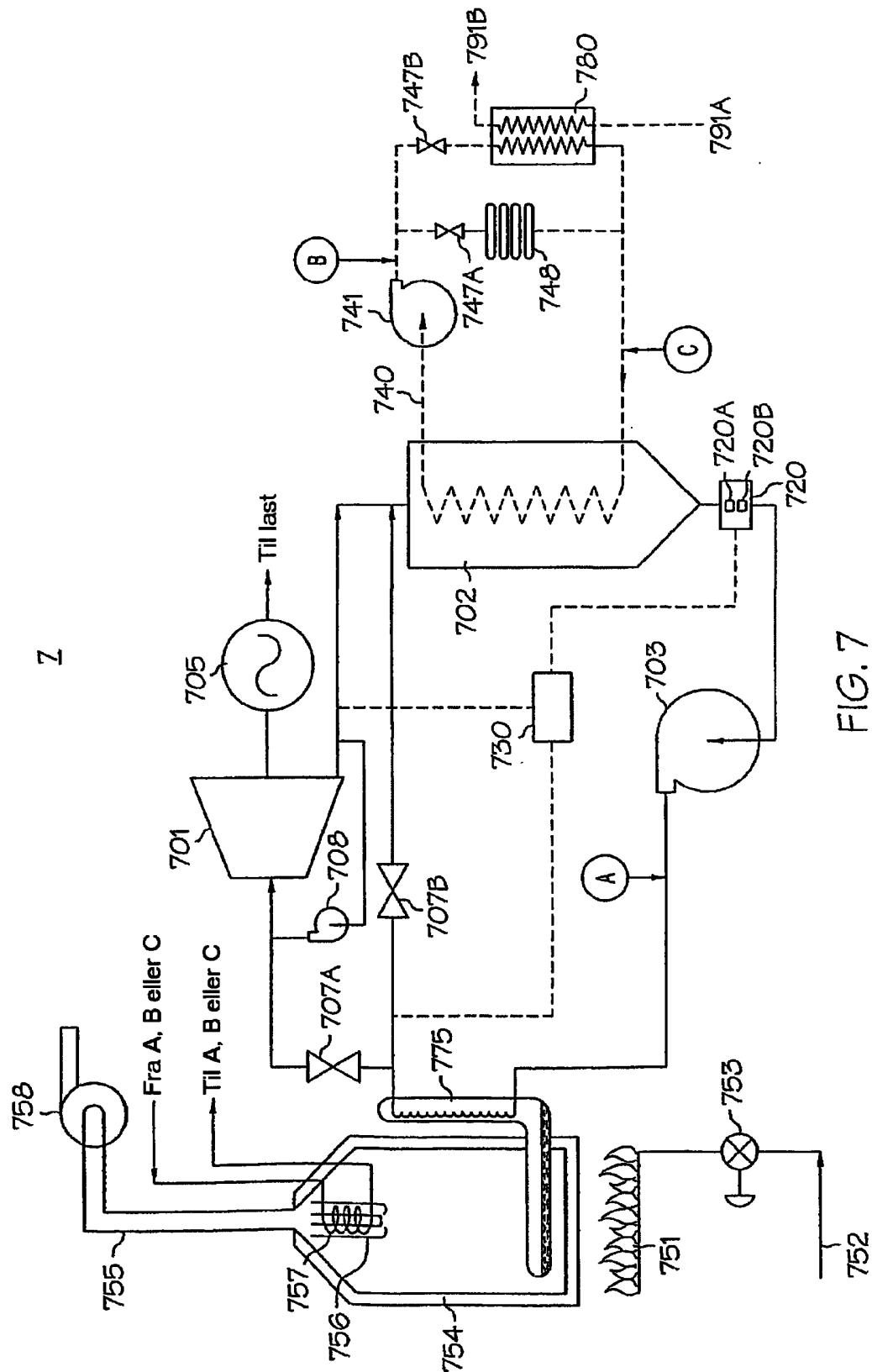


FIG. 6



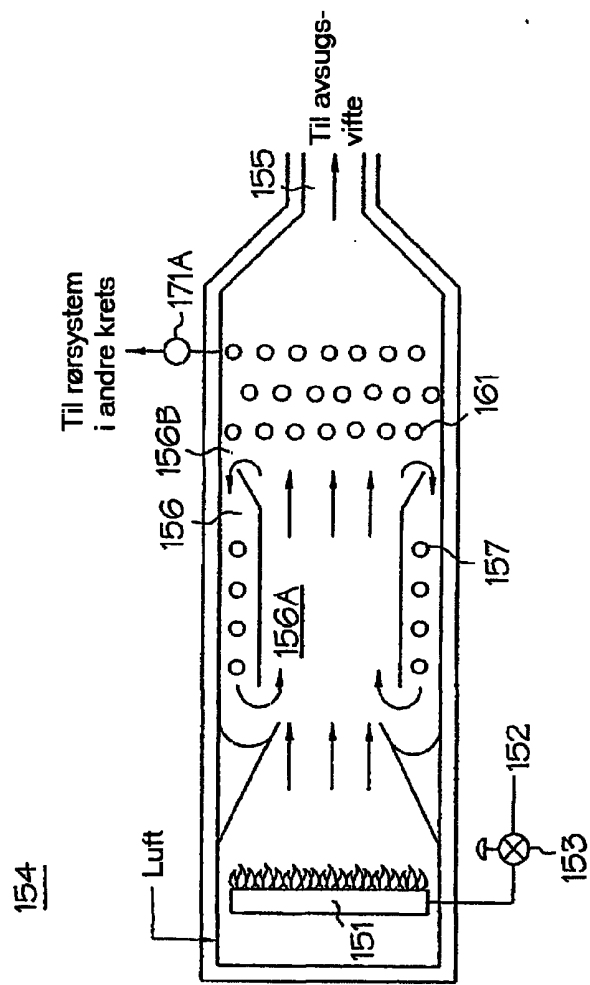


FIG. 8